

Practica Empresarial en Apoyo y Acompañamiento Técnico en el Desarrollo de los Diseños Estructurales que Adelante la Secretaria de Infraestructura de la Alcaldía de Bucaramanga

Jose Armando Chio Rojas

Trabajo de Grado para Obtener el título de Ingeniero Civil

Director

Alvaro Viviescas Jaimes

Doctorado en Ingeniería Estructural

Tutor

Pedro Alonso Ballesteros Miranda

Ingeniero Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Físico Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2023

### **Dedicatoria**

*Quiero dedicar este logro a mi madre que la amo por apoyarme, ayudarme y motivarme a dar lo mejor de mí, que ha estado desde que tengo recuerdos cuando se levantaba muy temprano en la madrugada para que mi hermana y yo, fuéramos a estudiar y saliéramos adelante como dicen hasta en los tiempos de ahora, dando todo su esfuerzo y dedicación sin pedir nada a cambio, pues así es el amor de madre. Gracias a ella por inculcarme valores y principios, por ser mi musa y mi fuente de fuerza para poder culminar este logro.*

*También quiero dedicar este logro a mi hermana Marcela que siempre me ha acompañado en el camino enseñándome a ver mis errores y corrigiéndome con amor y paciencia, a mi padre que me ha dado consejos justos, enseñándome que, aunque en esta vida no sepas para quien trabajas debes seguir dando todo como si fuera para ti. A mi prima Durlay por estar presente apoyándome en cada una de mis decisiones, velando siempre por mis intereses.*

*Igualmente quiero dedicarle este logro a mi Familia, mi sobrina Luciana, mi nona Paula, mi madrina Emma, mis tíos y primos que siempre me enseñaron a superar mis expectativas y me apoyaron con tanto amor. Asimismo, quiero agradecer a mis amigos Iliana, Paula, Silvia, Fabiano, Jhon, Orlando, Jesús y a mi querida Luna, por acompañarme a lo largo de la carrera, guiarme y ayudarme en cada instante que lo necesité.*

*Gracias por estar siempre presentes ustedes seres queridos, brindando bienestar, amor y fragmentos de vida, este logro es nuestro logro el día de hoy.*

**Jose Armando Chio Rojas**

### **Agradecimientos**

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a mi Director Álvaro Viviescas Jaimes, al Tutor Pedro Alonso Ballesteros Miranda, al Ingeniero Darío Guerrero, y a la Ingeniera Leidy Eljach del área de Ingeniería Civil. Su invaluable apoyo, experiencia, dedicación y orientación en el desarrollo de la practica empresarial en el acompañamiento Técnico del desarrollo de los diseños estructurales como auxiliar de Ingeniería. Logrando adquirir conocimientos para mi crecimiento profesional. Estoy agradecido por su compromiso y disposición para compartir su sabiduría conmigo, sus guías han sido clave para mi éxito y me siento afortunado de haber contado con su colaboración. Extiendo mi más profundo agradecimiento a estos profesionales excepcionales y valoro su contribución a mi desarrollo como futuro Ingeniero Civil.

***Jose Armando Chio Rojas***

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	13
1. Marco de Referencia .....	15
1.1 Marco Teórico.....	15
1.2 Marco Conceptual.....	16
1.3 Marco Legal .....	19
1.3.1 Misión .....	20
1.3.2 Visión.....	21
1.3.3 Objetivos de Calidad.....	21
2. Objetivos .....	22
2.1 Objetivo General.....	22
2.2 Objetivos Específicos.....	22
3. Desarrollo de la práctica .....	23
3.1 Realizar labores de apoyo y acompañamiento técnico, como auxiliar de ingeniería civil en la secretaria de infraestructura del Municipio de Bucaramanga, en el análisis y cálculo de elementos estructurales y no estructurales, dibujo de plantas, detalles estructurales, cálculo de cantidades de acero y concreto y memorias de cálculo en los proyectos que adelanten en el municipio durante un plazo de 16 semanas.....	24
3.1.1 Proyectos estructurales en el software SAP2000® .....	25
3.1.1.1 Proyecto La Cancha el Bueno.....	26
3.1.1.2 Proyecto Jose María Estévez .....	28
3.1.1.3 Proyecto Jorge Ardila Duarte.....	32

3.1.2 Proyecto estructural en el software ETABS® .....	34
3.1.2.1 Proyecto Los Ángeles .....	35
3.1.3 Dibujo de planos y detalles estructurales en AutoCAD® y cálculo de cantidades de obra	37
3.1.3.1 Proyecto Colegio Santander Sede F.....	37
3.1.3.2 Proyecto Parque de los Gatos .....	39
3.1.3.3 Proyecto C.A.I.V.....	41
3.2 Realizar labores de apoyo y acompañamiento técnico, como auxiliar de ingeniería civil en la secretaria de infraestructura del Municipio de Bucaramanga, en las visitas técnicas, reuniones de ajustes técnicos y socialización en los proyectos que adelanten en el municipio durante un plazo de 16 semanas. ....	43
3.2.1 Visita Técnica Colegio Santander sede f .....	43
3.2.2 Reuniones de ajustes y socialización de proyectos.....	44
5. Conclusiones .....	47
6. Recomendaciones .....	48
Referencias Bibliográficas .....	49

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 <i>Resultados análisis muros estructurales Los Ángeles</i> .....	36
Tabla 2 <i>Cantidades Santander sede F</i> .....	39
Tabla 3 <i>Cantidades C.A.I.V.</i> .....	42
Tabla 4 <i>Cuantías desarrollo diseños estructurales</i> .....	46

### Lista de Figuras

	Pág.
<b>Figura 1</b> Logo de la entidad Alcaldía de Bucaramanga .....	20
<b>Figura 2</b> Modelo Cerramiento La Cancha el Bueno en SAP2000® .....	27
<b>Figura 3</b> Espectro de diseño Bucaramanga .....	29
<b>Figura 4</b> Modelo Tarima Jose María Estévez en SAP2000® .....	30
<b>Figura 5</b> Modelo ejecutado y diseño P-M-M Interaction Ratios Tarima Jose María Estévez .....	31
<b>Figura 6</b> Modelo cubierta Jorge Ardila Duarte .....	32
<b>Figura 7</b> Modelo Secciones de los elementos estructurales cubierta Jorge Ardila Duarte .....	33
<b>Figura 8</b> Modelo ejecuta y diseño P-M-M Interation Ratios cubierta Jorge Ardila Duarte .....	34
<b>Figura 9</b> Modelo etiqueta Piers cafetería Los Ángeles .....	35
<b>Figura 10</b> Dibujo plano estructural 1 de 1 Colegio Santander Sede F .....	38
<b>Figura 11</b> Detalle estructural Mesón Colegio Santander Sede F .....	39
<b>Figura 12</b> Plano arquitectónico Parque de los Gatos .....	40
<b>Figura 13</b> Dibujo planta de detalles 1 de 2 Parque de los Gatos.....	40
<b>Figura 14</b> Plano estructural 1 de 2 C.A.I.V .....	41
<b>Figura 15</b> Foto estado actual baño Colegio Santander Sede F .....	43
<b>Figura 16</b> Modelo de refuerzo en AutoCAD 2D .....	44

**Anexos**

Anexo 1 - Estructural Parque de los Gatos AutoCAD

Anexo 2 - Memorias Cerramiento La Cancha el Bueno

Anexo 3 - Cerramiento Cancha el Bueno SAP2000

Anexo 4 - Estructural Santander Sede F AutoCAD

Anexo 5 - Cantidades Estructurales Baños Santander F

Anexo 6 - Estructural Los Ángeles

Anexo 7 - Cantidades Estructurales Los Ángeles

Anexo 8 - Memorias Los Ángeles

Anexo 9 - Los Ángeles ETABS

Anexo 10 - Estructural Jorge Ardila Duarte Sede B

Anexo 11 - Jorge Ardila Duarte Sede B SAP2000

Anexo12 - Cantidades Estructurales Jorge Ardila Duarte Sede B

Anexo 13 - Memorias Jorge Ardila Duarte sede B

Anexo 14 - Estructural Jose María Estévez

Anexo 15 - Memorias Jose María Estévez

Anexo 16 - Jose María Estévez SAP2000

Anexo 17 - CAIV Estructural

Anexo 18 - Cantidades Estructurales CAIV

## Glosario

**Análisis estructural:** el análisis estructural es el proceso de cálculo y determinación de los efectos de las cargas y las fuerzas internas en una estructura., edificio u objeto.

**AutoCAD 2D®:** es un software creado para diseñar de forma digital todo tipo de planos y bocetos con los cuales se establecen las bases y los criterios de proyectos arquitectónicos y de ingeniería de gran escala.

**Cargas:** son aquellas cargas que soporta un edificio se clasifican en muertas, vivas y accidentales (de viento y sísmica).

**Deontología:** parte de la ética que trata de los deberes y principios que afectan a una profesión.

**Derivas:** se entiende por deriva el desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos colocados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación.

**Dinámica:** la dinámica estructural se ocupa de caracterizar las propiedades estructurales y el comportamiento de las estructuras.

**Diseño:** es una forma en la que se proyecta de forma material y espacial un objeto o conjunto de objetos para generar un entorno físico de plasmar las ideas y conocimientos del diseñador.

**Elementos estructurales:** los elementos estructurales son las partes de una construcción que sirven para darle resistencia y rigidez.

**Estructura:** una estructura es el conjunto de elementos que dan cuerpo a un elemento, conjunto de elementos tales como edificios, casas, puentes, entre otros.

**ETABS®:** proporciona un conjunto inigualable de herramientas para ingenieros de estructuras que modelan y dimensionan edificios – tanto edificios industriales de un piso, como también torres de varios pisos.

**Infraestructura:** se conoce por infraestructura a la base que sostiene una construcción. La palabra infraestructura deriva del latín y hace referencia a la parte baja de una estructura. La infraestructura es vista como el esqueleto o los cimientos de un edificio.

**Modelado:** es la representación en forma de dibujo, plano, estructura de datos donde se plasma el conocimiento de una manera más visual.

**NSR- 10:** es el reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente encargado de regular las condiciones con las que deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable.

**SAP2000®:** es un programa de elementos finitos, con interfaz gráfico 3D orientado a objetos, preparado para realizar, de forma totalmente integrada, la modelación, análisis y dimensionamiento de lo más amplio conjunto de problemas de ingeniería de estructuras.

### Resumen

**Título:** Practica empresarial en apoyo y acompañamiento técnico en el desarrollo de los diseños estructurales que adelanta la Secretaría de Infraestructura de la Alcaldía de Bucaramanga\*

**Autor:** Jose Armando Chio Rojas\*\*

**Palabras Clave:** Análisis, Diseño, Calculo, ETABS®, SAP 2000®, AutoCAD 2D®

**Descripción:** Durante el periodo como auxiliar de Ingeniería Civil en la Secretaría de Infraestructura de la Alcaldía de Bucaramanga, tuve la oportunidad de realizar diversas labores de apoyo que contribuyeron al desarrollo de los diseños estructurales. En este artículo, me complace compartir las actividades que llevé a cabo durante la práctica empresarial en esta institución. Las funciones principales fueron brindar apoyo y acompañamiento técnico, realizando análisis y cálculos de elementos estructurales y no estructurales utilizando herramientas como SAP 2000® y ETABS®. Además, pude utilizar AutoCAD 2D® para la creación de planos y detalles estructurales. También participé en el cálculo de cantidades de acero y concreto, así como en la elaboración de memorias de cálculo. Adicionalmente, tuve la oportunidad de acompañar en visitas técnicas, asistir a reuniones de ajustes técnicos y participar en la socialización de los proyectos. Estas experiencias permitieron consolidar los conocimientos obtenidos a lo largo del periodo universitario y resaltar todas aquellas cualidades y conocimientos que un practicante o ingeniero recién egresado debe tener, evidenciar los resultados y conclusiones obtenidos a través del apoyo técnico que brindé como practicante durante un periodo de 16 semanas.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas Escuela de Ingeniería Civil. Ingeniería Civil. Director: Alvaro Viviescas Jaimes. Doctorado en Ingeniería Estructural.

**Abstract**

**Title:** Business internship in support and technical accompaniment in the development of structural designs carried out by the Secretary of Infrastructure of the Bucaramanga Mayor's Office\*

**Author(s):** Jose Armando Chio Rojas\*\*

**Key Words:** Analysis, Design, Calculation, ETABS®, SAP 2000®, AutoCAD 2D®

**Description:** During my period as a Civil Engineering assistant at the Secretariat of Infrastructure of the Bucaramanga Mayor's Office, I had the opportunity to perform various support tasks that contributed to the development of structural designs. In this article, I am pleased to share the activities that I carried out during my internship in this institution. The main functions were to provide technical support and accompaniment, performing analysis and calculations of structural and non-structural elements using tools such as SAP 2000® and ETABS®. In addition, I was able to use AutoCAD 2D® for the creation of drawings and structural details. I also participated in the calculation of steel and concrete quantities, as well as in the elaboration of calculation memories. Additionally, I had the opportunity to accompany in technical visits, attend technical adjustment meetings and participate in the socialization of the projects. These experiences allowed me to consolidate the knowledge obtained throughout the university period and to highlight all those qualities and knowledge that a trainee or recently graduated engineer should have, to show the results and conclusions obtained through the technical support that I provided as a trainee during a period of 16 weeks.

---

\* Degree Work

\*\* Faculty of Physical-Mechanical Engineering School of Civil Engineering. Civil Engineering. Director: Alvaro Viviescas Jaimes. PhD in Structural Engineering.

## Introducción

En las últimas décadas se ha visto que la ética se está convirtiendo en una disciplina de moda porque se ha visto una preocupación por la deontología en casi todas las profesiones. Tras la realización de investigaciones que se han hecho para saber la razón que hay detrás de ese interés muestran que existe una crisis moral que manifiesta una agresión contra los preceptos éticos que fueron tradicionalmente admitidos, dando así origen a una desorientación moral y esto implica que cuando no hay una orientación fundamental para la conducta ante una situación que requiere una reflexión sobre la conducta ética, se empieza a sentir la necesidad de precisar los deberes y las obligaciones sin los cuales la práctica profesional se debilita (Wanjiru, 2007). En todo esto cabe exaltar el compromiso que como profesional se tiene con la sociedad de proteger la vida, honra y bienes de todas las personas basándonos en los criterios que como profesionales nos hemos estado capacitando en el claustro universitario.

Este proyecto de grado bajo la modalidad de practica empresarial, tuvo como fin poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo del periodo universitario. Además, se evidenciaron los resultados y conclusiones obtenidos del apoyo y acompañamiento técnico que como practicante de la secretaria de Infraestructura de la Alcaldía de Bucaramanga durante 16 semanas se realizó en los diseños estructurales y demás actividades que se adelantaron en el municipio de Bucaramanga.

Es decir, esta modalidad permitió la consolidación de los conocimientos adquiridos en las cátedras de ingeniería civil de la Universidad Industrial de Santander y ser puestos en práctica a

la hora que se brindó apoyo en el desarrollo de diseños estructurales, dibujos estructurales, acompañamiento en visitas técnicas y demás funciones que se adelantaron en el municipio de Bucaramanga que fueron un primer acercamiento a la vida profesional con el fin de aprender de los quehaceres en función de los proyectos y operaciones que a este sean dados.

En la Alcaldía de Bucaramanga apoyo y acompañamiento en el proceso y diseño de siete proyectos los cuales fueron: Parque de los Gatos, La Cancha el Bueno, Colegio Santander Sede F, Los Ángeles, Jose María Estévez, C.A.I.V y Colegio Jorge Ardila Duarte, que se adelantaron a lo largo de 16 semanas en los cuales se realizó el acompañamiento técnico en la verificación del estado actual de las estructuras en las visitas técnicas, dibujo estructural de las plantas de las edificaciones que se diseñaron, apoyo en el diseño estructural de la infraestructura de las edificaciones y elementos estructurales que se diseñaron. Se realizaron reuniones de revisión de avances y entregas con los arquitectos e ingenieros donde se discutieron detalles de la ejecución del proyecto, diseños y la prelación de entrega de cada uno de los proyectos.

## **1. Marco de Referencia**

### **1.1 Marco Teórico**

“En un programa de Ingeniería Civil, el área estructural es de vital importancia, de ella dependen vidas humanas, al mismo tiempo, con una aplicación competente en esta área se pueden salvar vidas. Colombia es un país que exhibe un elevado riesgo sísmico y posee una vulnerabilidad sísmica alta de sus edificaciones. Se estima que el 90% de sus habitantes viven en zonas de amenaza sísmica alta o intermedia, lamentablemente su infraestructura no es consecuente con esta realidad. Un porcentaje importante de las edificaciones colombianas requieren algún tipo de intervención estructural para garantizar un adecuado desempeño en un evento sísmico. Por lo anterior se requiere que se entienda la importancia del área estructural y no se delegue irresponsablemente la enseñanza de esta área a profesionales especializados en otras áreas del conocimiento. Por otra parte, es necesario que desde las universidades, profesionales con formación en el área estructural propongan, evalúen y validen estrategias eficientes de reforzamiento estructural, consistentes con la adecuada representación de la amenaza sísmica y que puedan ayudar a disminuir la pérdida potencial de vidas humanas ante un eventual movimiento sísmico en el futuro.” (Salinas, 2018)

Para los nacientes ingenieros que comienzan su incursión y especialización en el área de las estructuras, conociendo la complejidad y dificultad que representa la elaboración de un proyecto estructural, podría surgir una pregunta sobre ¿Cómo se generaba un modelo y se analizaba antes del desarrollo de los programas de cómputo? Antes del desarrollo de los programas de análisis estructural, los ingenieros analizaban los edificios como un conjuntos de marcos planos

empleando métodos aproximados, con las únicas herramientas para el cálculo de las operaciones numéricas reglas de cálculo o calculadoras de mano.

En la actualidad, el acelerado desarrollo de los programas de análisis y diseño de estructuras permite llevar a cabo rápidamente la elaboración del modelo a través del dibujo de un conjunto de elementos que poseen propiedades físicas y mecánicas como: dimensiones, material, sección transversal, módulo de elasticidad, etc. Los cuales representan a los elementos estructurales. Cuentan también con herramientas de edición como: cortar, replicar y mover, para poder corregir rápidamente cualquier error en el modelo, así como opciones para obtener la geometría global de la estructura a través de plantillas predefinidas o mediante la importación de archivos de tipo CAD. Gráficamente permiten ver la evolución de la generación del modelo bajo cualquier ángulo (3D, planta, elevación) y la visualización de resultados en pantalla o archivos de texto, los cuales pueden interactuar con Windows, Excel, Word, Access. (Carabela, 2013)

## **1.2 Marco Conceptual**

**AutoCAD 2D®:** es un software creado para diseñar de forma digital todo tipo de planos y bocetos con los cuales se establecen las bases y los criterios de proyectos arquitectónicos y de ingeniería de gran escala. La representación de un diseño en AutoCAD 2D® permite visualizar el diseño en el que se trabaja en su extensión de ancho y altura. (Q. Italo., 2020)

**Combinaciones de carga:** excepto cuando así se indique en la parte correspondiente a cada uno de los materiales que se regulan en este Reglamento, deben tenerse en cuenta todas las cargas indicadas a continuación actuando en las combinaciones que se dan. El diseño debe hacerse para la combinación que produzca el efecto más desfavorable en la edificación, en su cimentación,

o en el elemento estructural bajo consideración. El efecto más desfavorable puede ocurrir cuando una o varias de las cargas no actúen. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

**Diseño estructural:** el diseño estructural debe ser realizado por un ingeniero civil facultado para este fin, de acuerdo con la Ley 400 de 1997. La estructura de la edificación debe diseñarse para que tenga resistencia y rigidez adecuadas ante las cargas mínimas de diseño prescritas por el Reglamento y debe, además, verificarse que dispone de rigidez adecuada para limitar la deformabilidad ante las cargas de servicio, de tal manera que no se vea afectado el funcionamiento de la edificación. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

**Dinámica:** la dinámica estructural se ocupa de caracterizar las propiedades estructurales y el comportamiento de las estructuras. Las propiedades estructurales se expresan mediante una serie de parámetros modales, cada uno de los cuales consiste en una forma modal con una frecuencia natural (de resonancia) y un valor de amortiguación. (Brüel & Kjær, s.f)

**Elementos estructurales:** los elementos estructurales son las partes de una construcción que sirven para darle resistencia y rigidez. Su función principal es soportar el peso de la construcción y otras fuerzas como sismos, vientos, etc. (Salazar, Y., 2022)

**ETABS®:** proporciona un conjunto inigualable de herramientas para ingenieros de estructuras que modelan y dimensionan edificios – tanto edificios industriales de un piso, como también torres de varios pisos. Con enormes capacidades y de fácil uso, desde su primera edición ETABS® no pierde sus principales características, proporcionando a sus usuarios un software tecnológicamente avanzado, productivo e intuitivo. (CSI Spain, 2023)

**Memorias de cálculo:** los planos estructurales que se presenten para obtener la licencia de construcción deben ir acompañados de la memoria justificativa de cálculos, firmada por el Ingeniero que realizó el diseño estructural. En esta memoria debe incluirse una descripción del

sistema estructural usado, y además deben anotarse claramente las cargas verticales, el grado de capacidad de disipación de energía del sistema de resistencia sísmica, el cálculo de la fuerza sísmica, el tipo de análisis estructural utilizado y la verificación de que las derivas máximas no fueron excedidas.

Cuando se use un equipo de procesamiento automático de información, además de lo anterior, debe entregarse una descripción de los principios bajo los cuales se realiza el modelo digital y su análisis estructural y los datos de entrada al procesador automático debidamente identificados. Los datos de salida pueden utilizarse para ilustrar los resultados y pueden incluirse en su totalidad en un anexo a las memorias de cálculo, pero no pueden constituirse en sí mismos como memorias de cálculo, requiriéndose de una memoria explicativa de su utilización en el diseño. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

**Plano arquitectónico:** para efectos del presente Reglamento deben contener el grado de desempeño sísmico de los elementos no estructurales arquitectónicos, tal como los define el Capítulo A.9, y además todos los detalles y especificaciones, compatibles con este grado de desempeño, necesarios para garantizar que la construcción pueda ejecutarse y supervisarse apropiadamente. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

**SAP2000®:** es un programa de elementos finitos, con interfaz gráfico 3D orientado a objetos, preparado para realizar, de forma totalmente integrada, la modelación, análisis y dimensionamiento de lo más amplio conjunto de problemas de ingeniería de estructuras. Conocido por la flexibilidad en el tipo de estructuras que permite analizar, por su poder de cálculo y por la fiabilidad de los resultados, SAP2000® es la herramienta de trabajo diaria para varios ingenieros. La versatilidad en modelar estructuras permite su utilización en el dimensionamiento de puentes,

edificios, estadios, presas, estructuras industriales, estructuras marítimas y todo tipo de infraestructura que necesite ser analizada y dimensionada. (CSI Spain, 2023)

**Sistemas de unidades:** sistema métrico SI - De acuerdo con lo exigido por el Decreto 1731 de 18 de septiembre de 1967, el presente Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10, se ha expedido utilizando el Sistema Internacional de Medidas (SI), el cual es de uso obligatorio en el territorio nacional. Debe consultarse la norma NTC 1000 (ISO 1000), expedida por el ICONTEC, para efectos de la correcta aplicación del Sistema Internacional de Medidas SI. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

**Sistemas estructurales:** de la mano de la normativa y según la NSR-10 se pueden identificar en Colombia cuatro tipos de sistemas estructurales que ofrecen de acuerdo con sus características una alternativa a diseñadores y calculistas para resolver la transmisión de cargas de una edificación al terreno. Sistemas de muros de carga, sistema combinado, sistema de pórtico y sistema dual. (Legis, E. de R., 2021)

**NSR 10:** todas las construcciones en Colombia deben desarrollarse cumpliendo lineamientos técnicos de cálculo estructural y buena praxis de ejecución, que garanticen que las edificaciones cumplan con estándares de calidad y seguridad. Estos requisitos se encuentran establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR 10), la norma que regula las condiciones que deben cumplir las estructuras con el fin de que la respuesta a un sismo sea favorable. (López Y Lozano, 2021)

### 1.3 Marco Legal

El Municipio de Bucaramanga es ente territorial encargada del desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, basado en la efectividad, transparencia y

legalidad. Prestando oportuna y eficientemente servicios a los diferentes sectores de la comunidad, acorde a las necesidades de la ciudadanía, las exigencias del medio y el cumplimiento de la Constitución y las Leyes, fomentando el autocontrol y la autogestión, para alcanzar la satisfacción de los usuarios (Alcaldía de Bucaramanga, 2023).

### **Figura 1**

*Logo de la entidad Alcaldía de Bucaramanga*



*Nota:* Tomado Alcaldía de Bucaramanga

Centrada en un sistema de gerencia participativa, garantizando la identificación y la prevención de las condiciones y factores que afectan la salud y seguridad de los servidores públicos, para garantizar un ambiente de trabajo adecuado, el uso eficiente de los recursos y el compromiso para estar a la vanguardia en conocimientos, técnicas y metodologías que contribuyan al desarrollo de la competitividad y a la mejora continua del Sistema de Gestión y Control Sistema Integrado de Gestión y Control (Alcaldía de Bucaramanga, 2023).

#### ***1.3.1 Misión***

Somos una entidad territorial al servicio de los ciudadanos que garantiza el ejercicio de sus derechos y el cumplimiento de sus deberes, promueve el bienestar y desarrollo humano, con oportunidad, equidad, transparencia, responsabilidad social, económica y ambiental, soportada en una gestión institucional innovadora y colaborativa, con un talento humano comprometido con su labor como Servidor Público (Alcaldía de Bucaramanga, 2023).

### ***1.3.2 Visión***

Bucaramanga ciudad global para la gente, comprometida con el bienestar, la protección del medio ambiente, los ecosistemas estratégicos y la seguridad de sus habitantes; de economía pujante y oportunidades para todos. Promueve ciudadanos responsables, activos y comprometidos con su ciudad. Innovadora, que goza de infraestructura tecnológica facilitando la toma de decisiones y brindando acceso a sistemas de educación, salud y movilidad de calidad 24 x 7 (Alcaldía de Bucaramanga, 2023).

### ***1.3.3 Objetivos de Calidad***

- Garantizar el bienestar, seguridad y protección de la población en su respectivo territorio.
- Garantizar el desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del municipio de Bucaramanga.
- Generar espacios de participación ciudadana que permitan integrar los diferentes actores en pro del progreso y desarrollo para el beneficio de la región.
- Aumentar la satisfacción de la comunidad a través de la prestación oportuna y eficiente de los servicios.
- Promover el uso adecuado y racional de los bienes y los recursos públicos implicados en la gestión de los procesos.
- Consolidar la formación integral de los servidores públicos, alcanzando la excelencia en la apropiación de los procesos y procedimientos.
- Identificar los peligros y valorar los riesgos a los que están expuestos los servidores públicos.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Realizar un proyecto de grado para optar al título de ingeniero civil de la Universidad Industrial de Santander en la modalidad de práctica empresarial, bajo los parámetros establecidos en el reglamento académico estudiantil de pregrado de la UIS, como practicante de ingeniería civil en la secretaria de infraestructura de la alcaldía de Bucaramanga, dando apoyo y acompañamiento en los diseños estructurales que se adelanten en el municipio durante un plazo de 16 semanas.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar labores de apoyo y acompañamiento técnico, como auxiliar de ingeniería civil en la secretaria de infraestructura del Municipio de Bucaramanga, en el análisis y cálculo de elementos estructurales y no estructurales, dibujo de plantas, detalles estructurales, cálculo de cantidades de acero y concreto y memorias de cálculo en los proyectos que adelanten en el municipio durante un plazo de 16 semanas.
- Realizar labores de apoyo y acompañamiento técnico, como auxiliar de ingeniería civil en la secretaria de infraestructura del Municipio de Bucaramanga, en las visitas técnicas, reuniones de ajustes técnicos y socialización en los proyectos que adelanten en el municipio durante un plazo de 16 semanas.

### **3. Desarrollo de la práctica**

En la práctica empresarial en apoyo y acompañamiento de los diseños estructurales que se adelantaron en la Alcaldía de Bucaramanga se desarrollaron actividades en las cuales el practicante tuvo interacción directa con varios proyectos que se adelantaron durante las 16 semanas donde se apoyó en el dibujo de plantas y detalles estructurales en el software de dibujo AutoCAD® y se acompañó en el análisis estructural, cálculo de elementos estructurales y no estructurales utilizando SAP2000® y ETABS®, que son softwares especializados en el modelamiento de estructuras, análisis y dimensionamiento, los cuales fueron utilizados a lo largo de la práctica.

Durante la practica como auxiliar de ingeniería civil se asignaron responsabilidades que permitieron observar y comprender las cualidades y conocimientos fundamentales que un practicante o ingeniero civil recién egresado debe conocer para ejercer este cargo, la participación se centró en el apoyo y acompañamiento en los proyectos asignados por el tutor, a partir de ello pude notar un enfoque sistemático en la ejecución de estos. Para llevar a cabo este proceso se realizaron reuniones con los arquitectos e ingenieros responsables de la elaboración de los planos arquitectónicos, eléctricos, hidrosanitarios y estructurales. En estas reuniones se discutieron los detalles y requerimientos de los proyectos permitiendo así establecer las bases para su desarrollo, con el objetivo de coordinar y asignar las tareas para cada disciplina. En estas reuniones se establecieron los plazos y fechas de las reuniones para su respectivo seguimiento, permitiendo así la comunicación y la planificación de la gestión de proyectos en el área de ingeniera civil.

A lo largo de la práctica se intervino en los proyectos mencionados a continuación: Parque de los Gatos, La Cancha el Bueno, Colegio Santander Sede F, Los Ángeles, Jose María Estévez, C.A.I.V y Colegio Jorge Ardila Duarte, donde en cada uno de ellos se realizaron diferentes actividades en el apoyo y acompañamiento técnico en diseños estructurales, cálculo de cantidades de obra, dibujo de plantas, detalles estructurales, visitas y reuniones de ajustes en cada uno de los proyectos. Esta experiencia permitió aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del claustro universitario en un entorno del ejercicio de la ingeniería y obtener una comprensión más profunda de los procesos involucrados para la ejecución de los proyectos de construcción.

**3.1 Realizar labores de apoyo y acompañamiento técnico, como auxiliar de ingeniería civil en la secretaria de infraestructura del Municipio de Bucaramanga, en el análisis y cálculo de elementos estructurales y no estructurales, dibujo de plantas, detalles estructurales, cálculo de cantidades de acero y concreto y memorias de cálculo en los proyectos que adelanten en el municipio durante un plazo de 16 semanas.**

Las herramientas tecnológicas han revolucionado el campo de la ingeniería estructural, brindando numerosos beneficios, permitiendo examinar los planos de manera didáctica y sencilla lo cual facilita la comprensión de los diseños. Estas herramientas ofrecen la posibilidad de experimentar las diferentes soluciones y ajustar el modelo de una manera eficiente desempeñando así un papel fundamental en varias etapas del proceso. A través del modelamiento de la estructura en este entorno tecnológico podemos simular, evaluar cargas y fuerzas para dimensionar las estructuras conforme a la NSR10 teniendo en cuenta las características de los elementos, la

resistencia de los materiales, condiciones de carga y otros factores propios de la zona que finalmente nos permitieron prever y solucionar posibles problemas antes de la construcción.

Además, cabe lugar para establecer el procedimiento para el diseño estructural para edificaciones nuevas y existentes según la NSR10 título A capítulo A.1.3.4 en conjunto con lo descrito en la tabla A.1.3-1

Paso 1 - Predimensionamiento y coordinación con los otros profesionales

Paso 2 — Evaluación de las solicitudes definitivas

Paso 3— Obtención del nivel de amenaza sísmica y los valores de  $A_a$  y  $A_v$

Paso 4— Movimientos sísmicos de diseño

Paso 5— Características de la estructuración y del material estructural empleado

Paso 6— Grado de irregularidad de la estructura y procedimiento de análisis

Paso 7— Determinación de las fuerzas sísmicas

Paso 8 — Análisis sísmico de la estructura

Paso 9 — Desplazamientos horizontales

Paso 10 – Verificación de derivas

Paso 11 – Combinaciones de las diferentes solicitudes

Paso 12 – Diseño de los elementos estructurales

### ***3.1.1 Proyectos estructurales en el software SAP2000®***

Para la evaluación de la respuesta dinámica de las estructuras, se empleó el software SAP2000 para crear modelos estructurales tridimensionales, logrando representar con precisión la distribución espacial de la masa y la rigidez de las estructuras. En la construcción de los modelos, se utilizaron elementos finitos tipo Frame y Shell, los elementos finitos Framise emplearon para

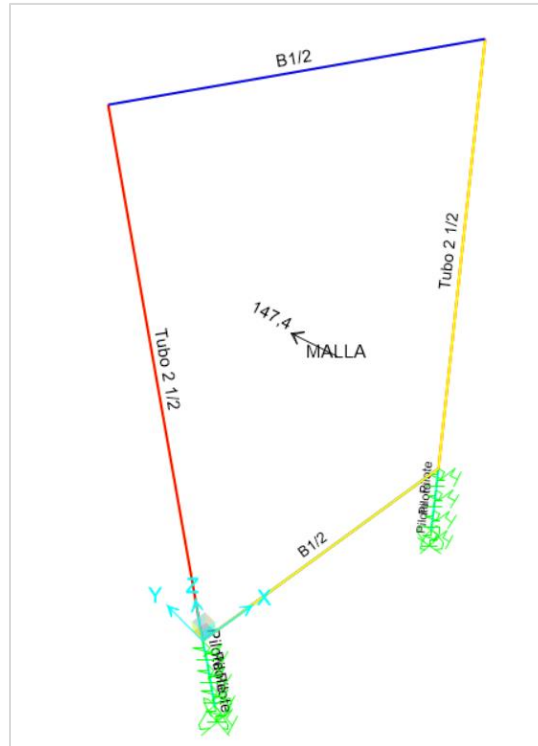
modelar los pilares, mientras que los elementos Shell se utilizaron para representar la malla de cerramiento en el proyecto La Cancha el Bueno, las cubiertas en el proyecto Jorge Ardila Duarte, la tarima en el proyecto Jose María Estévez y la cafetería en el proyecto Los Ángeles.

### **3.1.1.1 Proyecto La Cancha el Bueno**

El objetivo de estos modelos matemáticos fue determinar los esfuerzos internos de los elementos y los desplazamientos de las estructuras. Un ejemplo concreto es el proyecto realizado en La Cancha el Bueno, ubicado en Tv. Metropolitana #6453 64-a, en el barrio La Concordia, donde se llevó a cabo el modelamiento de un cerramiento para separar la zona deportiva del parque adyacente. Para el diseño de esta estructura, se consultó la norma NSR10, en particular el título B, capítulo 6.5, a fin de realizar un estudio detallado sobre las cargas de viento. Se calcularon diversos coeficientes y factores, considerando las dimensiones y características de la estructura, dado que la carga de viento era la carga dominante en comparación con otras cargas las cuales se pueden encontrar en el Anexo 2 - Memorias Cerramiento La Cancha el Bueno. Asimismo, para garantizar la estabilidad de la estructura, se adoptó una condición de apoyo simple en lugar de considerar los apoyos empotrados. Teniendo en cuenta que la rugosidad del suelo y la forma en que se ejercía la fuerza en relación con la estabilización del terreno, añadiendo un resorte con el coeficiente de balasto del suelo, el diámetro del elemento y la altura correspondiente a cada resorte como se muestra en la figura 2 – Anexo 3 – Cerramiento Cancha el Bueno SAP2000.

**Figura 2**

*Modelo Cerramiento La Cancha el Bueno en SAP2000®*



*Nota:* Creación propia en SAP2000®

El software SAP2000® se utilizó para implementar una estructura de elementos finitos, en el modelo los pilares se representan como secciones tubulares tipo Frame, que soportan una malla electrosoldada modelada como una estructura tipo Shell. Además, se han considerado las fuerzas del viento que actúan a lo largo de la estructura como una carga adicional. En el análisis de cargas, se ha tenido en cuenta la carga muerta, que incluye el peso propio de la estructura, y la carga viva, que se ha diseñado considerando el empuje en los pasamanos y antepechos. Después de aplicar las cargas, se ha realizado un análisis de los elementos y se ha llevado a cabo el dimensionamiento de estos, con el objetivo de garantizar un uso óptimo del material sin comprometer el rendimiento estructural.

El acompañamiento proporcionado resultó fundamental para complementar el análisis de las cargas en las estructuras, particularmente en lo referente a ciertos tipos de cerramientos. Gracias a este apoyo, se pudo realizar el análisis de la estructura, evitando así sobredimensionamientos o cargas inadecuadas. La primera impresión sobre la forma en que se analizan las estructuras permitió comprender la importancia de un uso eficiente del material y un dimensionamiento adecuado. Esto aseguró que no se desperdiciara material y que la estructura no se viera comprometida. A través de la colaboración con el tutor, se realizaron los ajustes necesarios para el dimensionamiento de la estructura utilizando secciones tubulares comerciales.

Es importante destacar que, durante el desarrollo de la práctica, no se tuvo participación en la parte administrativa relacionada con presupuestos, ya que esta responsabilidad recaía en el equipo encargado de la gestión del contrato público.

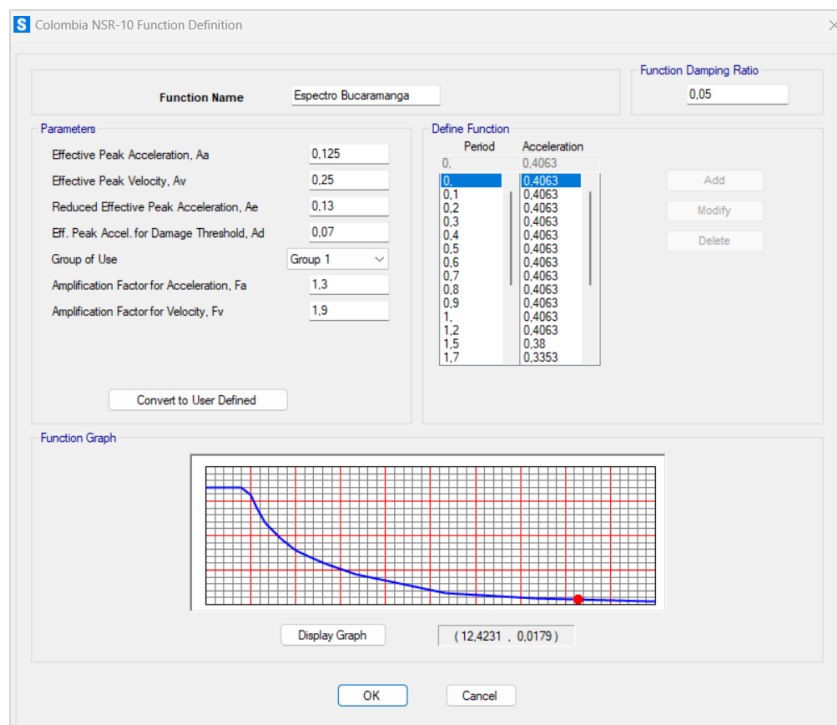
### **3.1.1.2 Proyecto Jose María Estévez**

En el proyecto Jose María Estévez, ubicado en el municipio de Bucaramanga, se realizó el modelamiento de una tarima utilizando secciones tubulares en pórticos con una altura de 0.48 metros y una longitud de 14 metros. En el proceso de diseño, se abordó inicialmente la resolución de la forma, priorizando la distribución de las vigas principales y los pilares, seguido de la distribución de las correas, teniendo en cuenta el espacio asignado para la construcción de la tarima donde el dibujo de la planta estructural se encuentra en el Anexo 14 - Estructural Jose María Estévez. Se procedió a modelar la estructura correspondiente, donde se revisaron los principios básicos de modelado en el software utilizado y se incluyó el espectro de diseño específico para la ciudad de Bucaramanga evaluando para la zona sísmica alta teniendo en cuenta la localización y con base a la clasificación de la NSR10 Título A, se toma el grupo I que es para estructuras de

ocupación normal que no se consideran en los grupos II, III y IV, también como la clasificación del perfil del suelo D con sus correspondiente coeficientes de amplificación y los parámetros de la aceleración y velocidad pico de la zona, teniendo en cuenta las instrucciones dadas por el tutor y se procede a añadir el espectro de aceleraciones en el modelo de SAP2000® como se muestra en la figura 3, además se muestra en la figura 4 y como se encuentra en el Anexo 16 – Jose María Estévez, el modelo de la tarima del proyecto Jose María Estévez.

### Figura 3

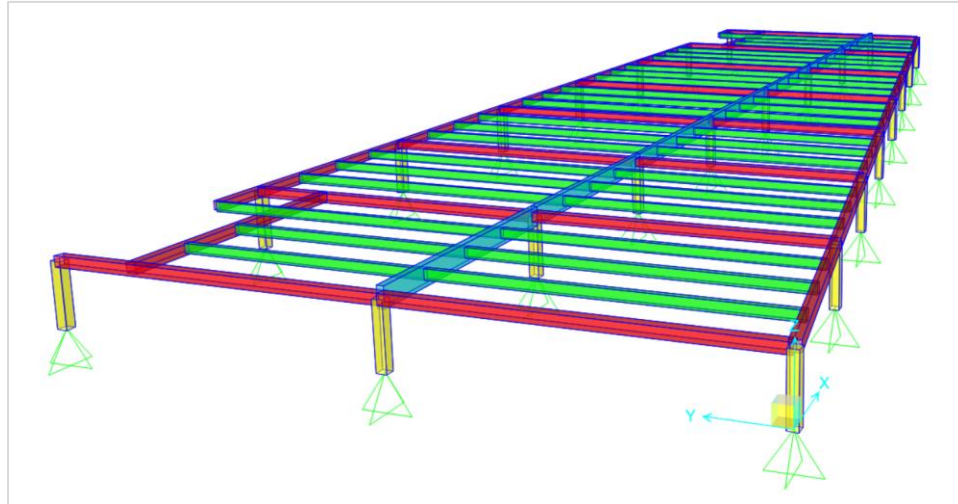
#### *Espectro de diseño Bucaramanga*



*Nota:* Creación propia en SAP2000®

**Figura 4**

*Modelo Tarima Jose María Estévez en SAP2000®*



*Nota:* Creación propia en SAP2000®

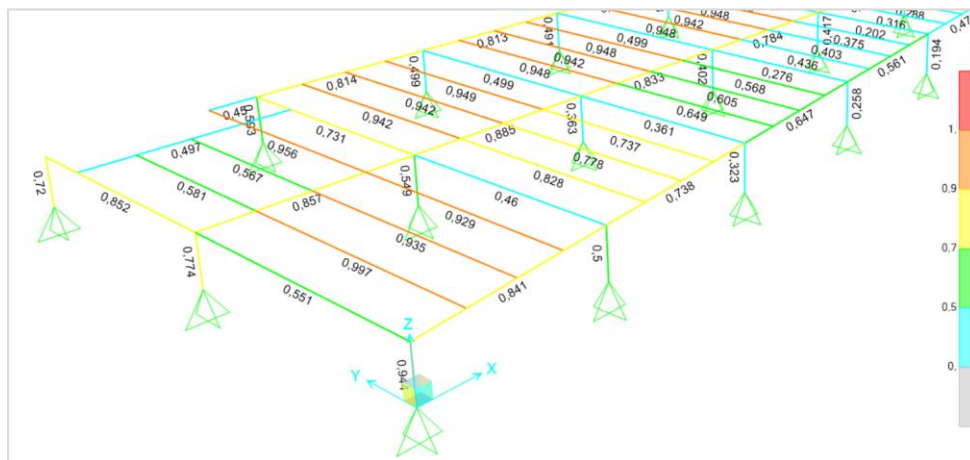
En la evaluación de cargas que se encuentra en el Anexo 15 - Memorias Jose María Estévez, se comenzó con la carga viva, utilizando la Tabla B.4.2.1-1 de la NSR10 de Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas para diferentes tipos de ocupación. Para este caso en particular, siendo un escenario se obtuvo un valor de carga viva de  $7.5 \text{ kN/m}^2$ . Multiplicando este valor por la separación entre correas, que fue de  $0.5 \text{ m}$ , se obtuvo una carga viva de  $3.75 \text{ kN/m}$  a lo largo de las correas y vigas principales. Luego, en cuanto a la carga muerta, se consideró el material del piso, que en este caso fue machimbre con un espesor de  $2 \text{ mm}$  y una densidad de  $750 \text{ kg/m}^3$ , según la Tabla 3.2-1 del Título B de la NSR10. Al multiplicar esta densidad por la gravedad y la separación, se obtuvo un valor de carga muerta de  $0.0736 \text{ kN/m}$ . Además de esto, se consideró el peso propio de los elementos para realizar un análisis preciso de la estructura.

En el modelo, fue necesario liberar los grados de libertad de las correas para evitar que se comportaran como elementos de un pórtico. De no haberse realizado esta liberación, las cargas se

hubieran sobreestimado, ya que el comportamiento de las correas sumaría fuerzas adicionales a aquellas que actúan como pórtico en la cercha. Para el diseño y dimensionamiento de las secciones, se utilizó la ficha de especificaciones técnicas de Colmena para secciones tubulares de acero con un esfuerzo de fluencia de  $F_y = 350$  MPa. Durante el proceso de ajuste, se llevó a cabo una reunión donde se realizaron diferentes iteraciones de secciones, variando desde secciones conservadoras hasta encontrar la más adecuada. El objetivo era asegurar que la estructura funcionara correctamente y se le diera el uso adecuado para el cual fue diseñada cada elemento. En esta iteración de secciones, se dimensionaron los elementos y se evaluó la relación demanda/capacidad de solicitaciones de cada uno. Se buscó obtener una relación menor a uno o lo más cercana posible, de manera que se cumpliera con el uso apropiado de cada elemento de la estructura, tal como se muestra en la figura 5.

### Figura 5

*Modelo ejecutado y diseño P-M-M Interaction Ratios Tarima Jose María Estévez*



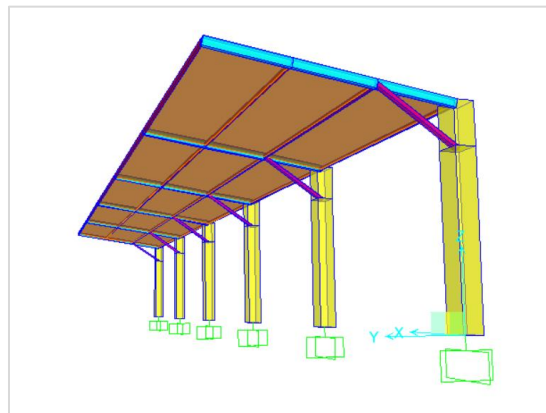
*Nota:* Creación propia en SAP2000

### 3.1.1.3 Proyecto Jorge Ardila Duarte

En el proyecto Colegio Jorge Ardila Duarte localizado en Cl. 53 #21-25, Nuevo Sotomayor en Bucaramanga, donde se apoyó en el diseño estructural que se encuentra en el Anexo 10 - Estructural Jorge Ardila Duarte Sede B y modelamiento de una cubierta para el instituto en la cual se encuentran localizadas 6 columnas de concreto de 21 MPa de 30x30 cm<sup>2</sup>, se diseñó una cubierta de teja tipo sándwich de acero modelándola en SAP2000® como un elemento tipo Shell para hacer un análisis en el cual se encuentra la carga distribuida en la totalidad del área de la teja, en este caso al implementarse las cargas de viento, vivas y muertas observar los valores en el Anexo 13 - Memorias Jorge Ardila Duarte sede B se hizo en las dos direcciones y no solo en sentido de la gravedad como instrucción del tutor, debido a que era una cubierta ligera con una gran área. En la figura 6 y como se encuentra en el Anexo 11 - Jorge Ardila Duarte Sede B SAP2000® se puede observar el apoyo de la barra que conecta la cubierta con la columna en concreto la cual emplea las funciones de tensión y compresión debido a las cargas anteriormente mencionadas.

#### Figura 6

*Modelo cubierta Jorge Ardila Duarte*



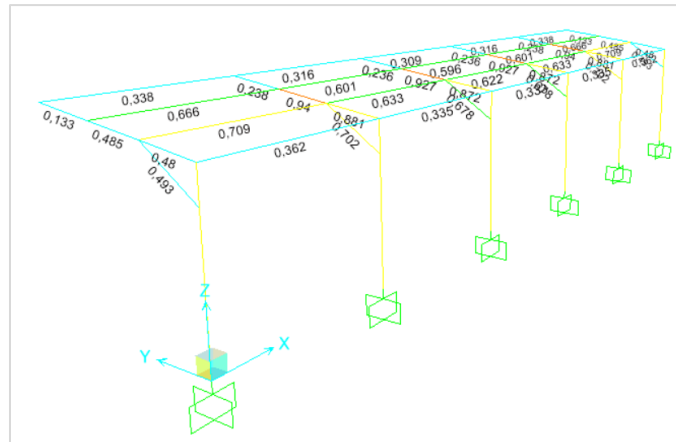
*Nota:* Creación propia en SAP2000®



límite para cada elemento es 1, ya que en caso de ser 1 o mayor se pondría en riesgo la integridad de la estructura.

### Figura 8

*Modelo ejecuta y diseño P-M-M Interaction Ratios cubierta Jorge Ardila Duarte*



*Nota:* Creación propia SAP2000®

### 3.1.2 Proyecto estructural en el software ETABS®

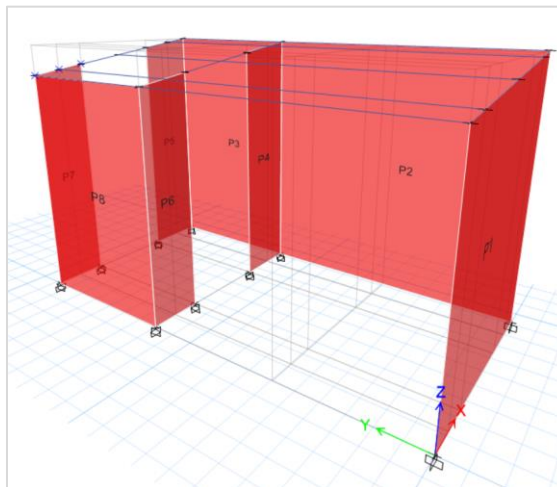
Se utilizó el software especializado ETABS® para realizar el modelado tridimensional de estructuras y llevar a cabo el análisis y diseño de estas. Este programa permitió examinar los elementos que conformaban un proyecto, específicamente con relación a un modelo que incluía los esfuerzos internos presentes en los muros. El objetivo principal fue generar las memorias de cálculo necesarias para el diseño adecuado de los muros estructurales utilizando el software correspondiente.

### 3.1.2.1 Proyecto Los Ángeles

Se apoyo en el modelamiento, del proyecto Los Ángeles localizado en la Carrera 26 con calle 9 Norte en el barrio Los Ángeles, Bucaramanga, de una cafetería constituida por columnetas y vigas principales de concreto acompañada de correas de acero para el soporte de la cubierta de teja tipo sándwich en la cual se planteó un análisis de los muros de mampostería como muros estructurales al estar sometidos entre las columnetas donde el diseño estructural se encuentra en el Anexo 6 - Estructural Los Ángeles. En este proyecto se apoyó con el modelamiento de este en el software ETABS® haciendo uso del modelamiento cambiando las columnetas y mampostería por elementos tipo Shell con especificaciones dadas por el tutor y asignándole a los muros un Pier como se muestra en la figura 9 y como se encuentra en el Anexo 9 - Los Ángeles ETABS, donde la asignación de un Pier hace que los esfuerzos en un elemento tipo Shell se integren y te los entregue como fuerzas en este caso en un muro entrega las fuerzas Axial, Corte y Momento del elemento.

#### Figura 9

*Modelo etiqueta Piers cafetería Los Ángeles*



*Nota:* Creación propia ETABS®

En el diseño de la cubierta se revisaron únicamente las secciones tubulares de los elementos con la asistencia del tutor. La relación de demanda/capacidad de los elementos metálicos y las secciones comerciales para el dimensionamiento. Con base a estos resultados mostrados en la tabla 1 y como se encuentra en el Anexo 8 - Memorias Los Ángeles, cumplen un aspecto muy importante a considerar en el diseño y en el análisis de la estructura ya que este puede llegar a afectar estabilidad, resistencia y la funcionalidad de los elementos estructurales donde se tuvo en cuenta las diferentes cargas de viento, muertas, vivas, granizo,  $s_x$  y  $s_y$ . Además se realizó el cálculo de las cantidades de obra que se encuentran en el Anexo 7 - Cantidades Estructurales Los Ángeles, haciendo uso del plano estructural, para ser entregado junto a las memorias de cálculo.

**Tabla 1**

*Resultados análisis muros estructurales Los Ángeles*

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m
P1	Sx Deriva	Bottom	4,32	7,15	0,01	0,0032	0,016	14,49
P1	Sy Deriva	Top	3,45	2,055	0,13	0,252	0,010	8,049
P2	Sx Deriva	Bottom	6,69	2,98	0,03	0,0223	0,06	5,19
P2	Sy Deriva	Bottom	3,32	9,28	0,01	0,0191	0,02	14,74
P3	Sx Deriva	Bottom	3,39	1,75	0,02	0,0138	0,04	2,55
P3	Sy Deriva	Bottom	2,86	4,71	0,01	0,0125	0,02	7,13
P4	Sx Deriva	Bottom	0,45	1,97	0,003	0,0005	0,004	2,77
P4	Sy Deriva	Top	0,72	0,26	0,13	0,9069	2,17	1,64
P5	Sx Deriva	Bottom	1,32	3,06	0,003	0,0006	0,004	4,30
P5	Sy Deriva	Top	2,48	0,66	0,13	2,8685	11,64	5,73
P6	Sx Deriva	Bottom	1,01	1,90	0,002	0,0013	0,003	2,46
P6	Sy Deriva	Top	1,03	0,55	0,02	1,6431	3,11	0,95
P7	Sx Deriva	Bottom	1,10	2,99	0,002	0,0017	0,003	3,86
P7	Sy Deriva	Top	1,83	0,76	0,03	3,5696	8,58	1,73
P8	Sx Deriva	Bottom	4,79	0,87	0,03	0,0154	0,05	1,21
P8	Sy Deriva	Bottom	1,73	1,89	0,01	0,0129	0,01	3,16

*Nota.* Creación propia ETABS®.

### ***3.1.3 Dibujo de planos y detalles estructurales en AutoCAD® y cálculo de cantidades de obra***

En este capítulo se evidencia una de las cosas más importantes en el área del diseño estructural y es la forma en la que se plasman los diseños en los planos de los proyectos ya que este es el contacto directo con la ejecución de la obra. En este entregable el diseñador estructural debe recopilar la suma de sus experiencias y lo calculado para el proyecto ajustándose con el diseño arquitectónico y siendo compatible con los diseños eléctricos e hidrosanitarios. A su vez complementar dicha información con un archivo Excel con el cálculo de cantidades de acero y concreto de los proyectos, donde pasan a ser revisados para realizar el presupuesto de la obra.

También en este capítulo se mostrarán algunos de los documentos que se realizaron como actividades de entrega para cada uno de los 7 proyectos, se entregó un plano estructural con detalles al tutor de la practica como entregable en orden a la prelación de cada proyecto.

#### **3.1.3.1 Proyecto Colegio Santander Sede F**

Como se mencionó en el capítulo 3.1.3, se puede observar el dibujo que se realizó en el software AutoCAD® para el proyecto del Colegio Santander Sede F en la figura 10 y como se encuentra en el Anexo 4 - Estructural Santander Sede F AutoCAD, donde se realizó la elaboración de las plantas de demolición de losa y muros, planta losa de ante piso, planta de cimentación, planta de muros, planta de cubierta y los detalles estructurales de los elementos que conformaran la obra como detalle de cimentación, viguetas, columnetas, muro de mampostería, losa de ante piso y detalle de la sección del lavamanos fundido en obra.

**Figura 10**

*Dibujo plano estructural 1 de 1 Colegio Santander Sede F*



*Nota:* Creación propia en AutoCAD®

Todo esto complementado con las cantidades de obra calculadas con el acompañamiento en conjunto con el tutor donde se realizaron los cálculos respectivos de la mano de los planos estructurales donde los detalles estructurales muestran las longitudes de estribos, traslapes ganchos y diámetros de las barras como se puede observar en la figura 11, con lo que se pueden determinar las áreas, cantidades de acero y concreto que luego sumadas con las longitudes se puede realizar la operación matemática para obtener el total de las cantidades de acero y concreto. Así obteniendo una tabla donde se pueden ver los elementos y sus cantidades según sus características y dimensiones como se ve en la tabla 2 y como se encuentra en el Anexo 5 - Cantidades Estructurales Baños Santander F.

**Figura 11***Detalle estructural Mesón Colegio Santander Sede F**Nota:* Creación propia en AutoCAD®**Tabla 2***Cantidades Santander sede F*

CANTIDADES ZONA DE BAÑOS SANTADER F								
CANTIDADES CIMENTACION								
Nombre del elemento	diámetro de varillas usadas	peso por ml	longitud varilla	cantidad de varillas	longitud total	peso/ml	Cantidad	TOTAL
Vigas de cimentación VC-1 (30x40) en concreto de 3000 PSI	1/2 "	1,00 kg.	1,1 m	6 varillas	6,6 m	6,60kg.		0,84 m3
	1/4 "	0,25 kg.	0,98 m	6,67 flejes	6,53 m	1,63 kg.		
					0,12 m3/ml	8,24 kg/ml	7 ml	57,68 kg
Losa de ante piso en concreto de 3000 PSI e=10cm	2/7 "	0,35 kg.	1,1 m	7,67 varillas	8,43 m	2,94 kg.		3,13 m3
	2/7 "	0,35 kg.	1,1 m	7,67 varillas	8,43 m	2,94 kg.		
					0,1 m3/m2	5,89 kg/m²	31,3 m2	184,25 kg
Viga de losa para Cubierta(20x14) en concreto de 3000 PSI	1/2 "	1,00 kg.	1,1 m	4 varillas	4,4 m	4,40 kg.		0,00 m3
	3/8 "	0,56 kg.	0,6 m	6,67 varillas	4 m	2,25 kg.		
					0,028 m3/ml	6,65 kg/ml	0 ml	0,00 kg

*Nota:* Formato tomado por parte del tutor para uso

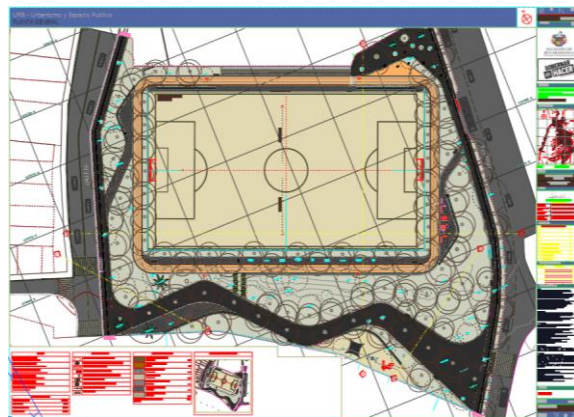
### 3.1.3.2 Proyecto Parque de los Gatos

Como muestra de otro ejemplo en el que se trabajó sobre un diseño arquitectónico del Proyecto Parque de los Gatos en el cual se apoyó con la elaboración del plano con los elementos y detalles estructurales que ya están previamente diseñados por los arquitectos y que tienen como tarea la asignación y acomodación de los elementos que lo conforman tales como detalles del suelo, cubiertas, cerramientos, bancas, canchas, juegos infantiles, zonas de ejercicio, entre otros.

Donde los arquitectos proporcionan el plano arquitectónico como se ve en la figura 12 para que posteriormente los ingenieros estructurales realicen el diseño de los elementos que corresponden al plano estructural como se ve en la figura 13 y como se encuentra en el Anexo 1 – Estructural Parque de los Gatos AutoCAD.

**Figura 12**

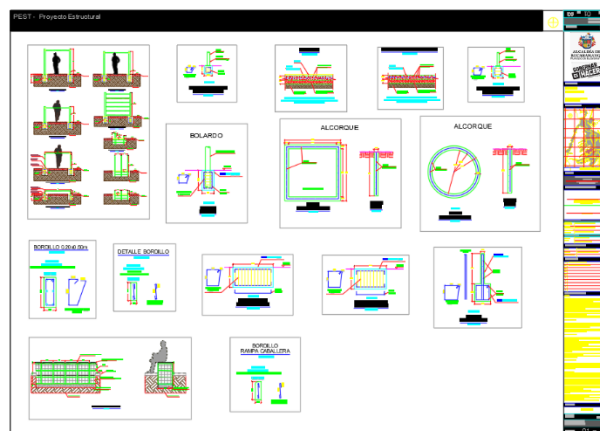
*Plano arquitectónico Parque de los Gatos*



*Nota:* Proporcionado por el grupo de arquitectos del proyecto

**Figura 13**

*Dibujo planta de detalles 1 de 2 Parque de los Gatos*



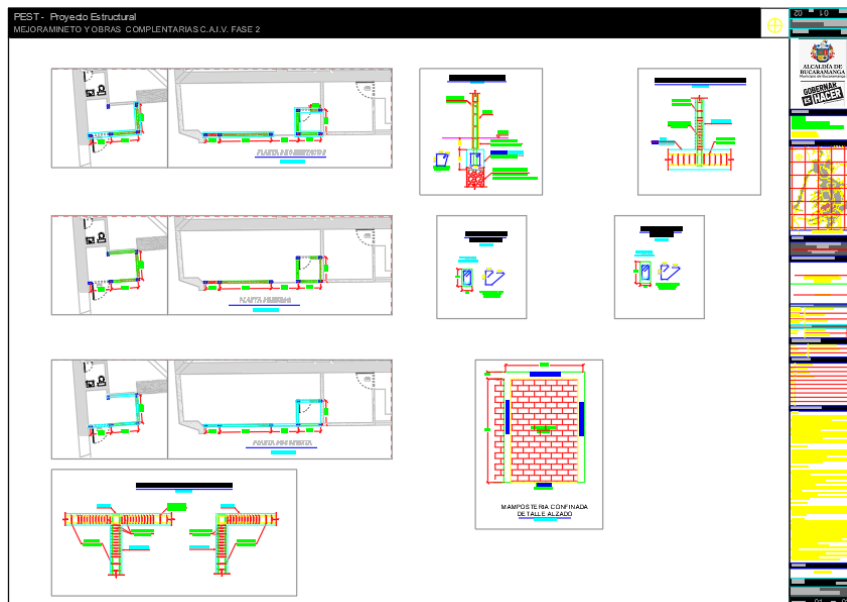
*Nota:* Creación propia en AutoCAD®

### 3.1.3.3 Proyecto C.A.I.V

En este proyecto se designó realizar el mejoramiento y obras complementarias del Centro de Atención Integral a Víctimas de Bucaramanga, donde se entregó los planos estructurales con detalles del proyecto, según las asignaciones dadas por el tutor bajo los parámetros de la NSR10, con el rotulo de la Alcaldía de Bucaramanga, donde se tuvo que hacer los planos de demolición, cimentación, muros y cubiertas con el diseño de los elementos estructurales con las dimensiones ya estipuladas por el ingeniero estructural véase figura 14 y Anexo 17 - CAIV Estructural. Además, se entregó el formato de cantidades de obra para este proyecto en base a las dimensiones y especificaciones del plano estructural de este como se muestra en la tabla 3 y en el Anexo 18 - Cantidades Estructurales CAIV.

#### Figura 14

*Plano estructural 1 de 2 C.A.I.V*



*Nota:* Creación propia en AutoCAD®

**Tabla 3***Cantidades C.A.I.V.*

CANTIDADES ZONA DE BAÑOS SANTADER F								
CANTIDADES CIMENTACION								
Nombre del elemento	diámetro de varillas usadas	peso por ml	longitud varilla	cantidad de varillas	longitud total	peso/ml	Cantidad	TOTAL
Vigas de cimentación VC-1 (30x40) en concreto de 3000 PSI	1/2 "	1,00 kg.	1,1 m	6 varillas	6,6 m	6,60 kg.		1,75 m3
	1/4 "	0,25 kg.	0,87 m	6,67 flejes	5,8 m	1,45 kg.		
					0,12 m3/ml	8,06 kg/ml	14,56 ml	117,30 kg
Losa de ante piso en concreto de 3000 PSI e=10cm	2/7 "	0,35 kg.	1,1 m	7,67 varillas	8,43 m	2,94 kg.		0,49 m3
	2/7 "	0,35 kg.	1,1 m	7,67 varillas	8,43 m	2,94 kg.		
					0,1 m3/m2	5,89 kg/m <sup>2</sup>	4,9 m2	28,84 kg
Columnetas (12x20) en concreto de 3000 PSI	3/8 "	0,56 kg.	1,1 m	4 varillas	4,4 m	2,47kg.		0,86 m3
	1/4 "	0,25 kg.	0,61 m	12 flejes	7,32 m	1,83 kg.		
					0,024 m3/un	4,31 kg/ml	36 ml	155,10 kg
Viguetas (12x25) en concreto de 3000 PSI	3/8 "	0,56 kg.	1,1 m	4 varillas	4,4 m	2,47kg.		0,56 m3
	1/4 "	0,25 kg.	0,75 m	12 varillas	9 m	2,25 kg.		
					0,03 m3/ml	4,73 kg/ml	18,8 ml	88,90 kg

*Nota:* Formato tomado por parte del tutor para uso

En estos proyectos se pudo evidenciar una agilización por parte del procesamiento de los datos que se trabajaron de una forma más mecanizada para la eficiencia de las operaciones en cuanto al diseño y cálculo de cantidades sin estropear ni faltar a la norma en cuantos a sus regulaciones y guías.

**3.2 Realizar labores de apoyo y acompañamiento técnico, como auxiliar de ingeniería civil en la secretaria de infraestructura del Municipio de Bucaramanga, en las visitas técnicas, reuniones de ajustes técnicos y socialización en los proyectos que adelanten en el municipio durante un plazo de 16 semanas.**

**3.2.1 Visita Técnica Colegio Santander sede f**

**Figura 15**

*Foto estado actual baño Colegio Santander Sede F*



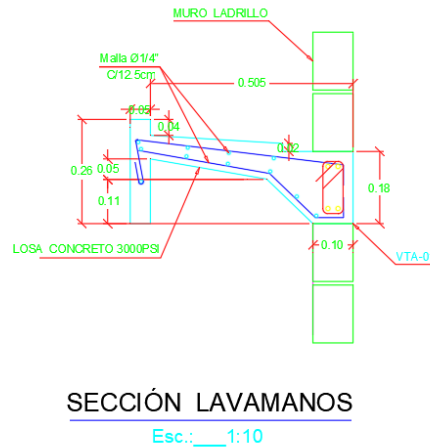
*Nota:* Tomada por autor

A partir de la visita técnica en el proyecto colegio Santander sede f, se realizó la verificación del estado actual de la estructura, para poder planear cada uno de los diseños establecidos en el acuerdo, entre ellos se hizo modificaciones en: mobiliarios, en las losas, muros, redes hidrosanitarias y redes eléctricas. A partir de ese análisis se logró consolidar cada una de las tareas asignadas por los ingenieros, para empezar a modificar los detalles en los planos arquitectónicos, estructurales, eléctricos e hidrosanitarios involucrados en el proyecto. Dentro de

los cambios encontramos el refuerzo que se realizó como se muestra en la (figura 16 Modelo de refuerzo en AutoCAD 2D) en diferentes sistemas estructurales, para tener una mejor seguridad.

### Figura 15

#### Modelo de refuerzo en AutoCAD 2D



*Nota:* Creación propia AutoCAD

Estos ajustes y mejoras tienen como objetivo principal aumentar la seguridad de la estructura del colegio Santander sede F, garantizando así un ambiente adecuado para los estudiantes y el personal. La visita técnica y la posterior implementación de los cambios demuestran un enfoque proactivo por parte de los ingenieros y demás profesionales involucrados en el proyecto para llevar a cabo las mejoras necesarias y cumplir con los estándares de calidad y seguridad requerido. Finalmente, también se logra entrelazar lo práctico con lo teórico y tener una perspectiva apropiada de lo que es la aplicación de campo.

### 3.2.2 Reuniones de ajustes y socialización de proyectos

En cada uno de los proyectos se realizó la socialización de cada uno de ellos y sus actividades correspondientes para la coordinación de las asignaciones, detalles y especificaciones a tener en cuenta para poder realizar los entregables de la manera más apropiada siguiendo en

orden la prelación de cada uno de los proyectos. Además, de las reuniones de ajustes donde se realizaron cambios en las dimensiones, estructuras, detalles y cantidades en los diferentes proyectos. Casi teniendo un orden en el cual se realizaba primeramente la socialización del proyecto y fase de edificación, luego se realizaba una reunión con el tutor asignado para la asignación de las tareas en las cuales iba a dar a poyo al proyecto, luego se realizaban una serie de reuniones de avances y finalmente una reunión donde se revisaban cada una de las actividades asignadas, sin tener en cuenta las reuniones que se realizaban de manera espontánea por cambios y ajustes.

Dentro de los atributos encontrados en la práctica empresarial en el desarrollo de reuniones para ajustes y socializaciones se encontró:

La Comunicación efectiva: la cual es la manera más apropiada para intercambiar la información, siendo esta explicativa y detallada permitiendo la discusión de los detalles y cambios a realizar minimizando malentendidos

Coordinación y asignación de tareas: la coordinación de las asignaciones y la asignación de tareas teniendo en cuenta las habilidades y responsabilidades de cada miembro permite que la distribución de estas sea de manera equitativa y se realice un trabajo eficiente.

Adaptabilidad y flexibilidad: la adaptabilidad juega un rol importante en la medida de la realización de reuniones espontáneas para abordar cambios y ajustes donde se puede evidenciar la capacidad del equipo para tener esa flexibilidad de adaptarse a situaciones cambiantes y responder rápidamente a los desafíos.

Supervisión y revisión: las reuniones de avances y la reunión final de revisión muestran un enfoque de supervisión sistemático y continuo. Estas reuniones sirven para evaluar el progreso,

identificar problemas, y realizar ajustes necesarios para garantizar que los entregables se realicen de manera satisfactoria.

Enfoque en la calidad: el seguimiento continuo de las actividades asignadas y la revisión para identificar posibles mejoras y corregir errores para garantizar una calidad en los entregable muestra el compromiso para la correcta ejecución de los proyectos.

Donde estos atributos contribuyeron con la capacidad de realizar los proyectos de una manera mas apropiada dada la comunicación, adaptabilidad y supervisión del trabajo realizado para garantizar que los procesos fueran ejecutados y realizados en orden a su prelación y de manera eficiente.

En la siguiente tabla se mostrará las cuantías totales del apoyo y acompañamiento en el desarrollo de los diseños estructurales realizados en la práctica empresarial.

**Tabla 4**

*Cuantías desarrollo diseños estructurales*

Item	Unidad	Cantidad
Columnetas 12x20 en concreto de 3000 PSI	ml	76
Columnetas 12x25 en concreto de 3000 PSI	ml	29.4
Viguetas 12x20 en concreto de 3000 PSI	ml	23.53
Viguetas 12x25 en concreto de 3000 PSI	ml	18.8
Vigas de cimentación (30x40) en concreto de 3000 PSI	ml	35.69
Losa de ante piso en concreto de 3000 PSI	m2	36.2
Bordillo fundido (10x35)	ml	98.81
Bordillo fundido (10x30)	ml	19.2
Mesón lavamanos fundido en sitio	ml	6.3

*Nota:* Creación propia

## 5. Conclusiones

En base a lo realizado en la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en la Alcaldía de Bucaramanga, se apoyo y acompañó los proyectos Parque de los Gatos, La Cancha el Bueno, Colegio Santander Sede F, Los Ángeles, Jose María Estévez, C.A.I.V y Colegio Jorge Ardila Duarte, desarrollando los diseños estructurales de las edificaciones ejerciendo y fortaleciendo los conocimientos técnicos adquiridos a lo largo del periodo universitario, así como también los adquiridos en la experiencia de la practica empresarial en la Alcaldía de Bucaramanga.

En el apoyo en el diseño estructural, dibujo de plantas y elementos estructurales, cálculo de cantidades de obra y memorias de cálculo de los proyectos Parque de los Gatos, La Cancha el Bueno, Colegio Santander Sede F, Los Ángeles, Jose María Estévez, C.A.I.V y Colegio Jorge Ardila Duarte, en los cuales se utilizaron softwares como AutoCAD, SAP2000 y ETABS para el análisis, modelamiento, dimensionamiento y dibujo de los elementos estructurales y edificaciones, el acompañamiento técnico en conjunto al equipo de trabajo sirvió para plantear soluciones a la estructuración de las edificaciones, dar seguimiento del diseño estructural en base a la NSR10, realizar los cálculos de cantidades de obra y entregas de estos, así como las reuniones de ajustes y cambios de diseños estructurales ya entregados. Así afianzar cada uno de estos conocimientos que servirán en el ejercicio de la ingeniería. En donde se evidencio una mejora en el uso de los softwares, la realización de diseños y dimensionamiento de estructuras.

Por ultimo los procesos que en el acompañamiento técnico en la visita técnica realizada en el proyecto del Colegio Santander Sede F y las reuniones de ajustes y socialización de cada uno

de los proyectos mencionados en el documento evidenciando las habilidades de comunicación, trabajo en equipo y aprendizaje en la solución de problemas reales, gracias al contar con un personal calificado dispuesto a dar solución a las inquietudes y compartir su conocimiento en la práctica en la Alcaldía de Bucaramanga.

## **6. Recomendaciones**

Es importante que los estudiantes realicen de una manera más objetiva las actividades y responsabilidades asignadas durante su práctica, ya que esto les permitirá aprender de primera mano cómo funcionan los proyectos en campo de la ingeniería civil. Aprovechen la oportunidad de utilizar software y herramientas tecnológicas, como SAP 2000®, ETABS® y AutoCAD®, para fortalecer sus habilidades técnicas saliendo de su zona de confort.

Dirigido a los practicantes en áreas afines a la ingeniería civil se recomienda participar activamente en las visitas técnicas, reuniones y socializaciones de proyectos, ya que estas actividades brindan una perspectiva más amplia del trabajo en el campo de la ingeniería civil y permiten establecer contactos profesionales. Por último, es fundamental mantener una actitud proactiva, mostrando iniciativa y compromiso en todas las tareas asignadas. Esto no solo demuestra profesionalismo, sino que también contribuye al desarrollo de habilidades blandas, como el trabajo en equipo y la comunicación efectiva

### Referencias Bibliográficas

Alcaldía de Bucaramanga (2023). Transparencia – Nuestra alcaldía. Disponible en:  
<https://www.bucaramanga.gov.co/transparencia/nuestra-alcaldia/>

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 Tomo 2. Bogota, Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería sísmica.

AutoCAD (Version 2023; Autodesk, Inc; 1982). Licencia estudiantil proporcionada Universidad Industrial de Santander.

Carabela Hernandez, J.C. (2013) Comparación de la Modelación, Analisis y Diseño de Estructuras entre los programas SAP2000, ETABS, STAAD PRO y ROBOT. Available at:  
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/89/A4.pdf>  
(Accessed: 03 June 2023).

Cargas Estructurales - definición, tipos Y clasificación (2023) Portal de arquitectura ARQHYS.com. Available at: <https://www.arqhys.com/arquitectura/cargas-estructurales-tipos.html> (Accessed: 05 June 2023).

Ceballos, A. (2019) ¡derivas! ¿Porque las chequeamos?, ANDRES CEBALLOS. Available at:  
<https://andresceballos2019.wixsite.com/inicio/post/derivas> (Accessed: 05 June 2023).

*Conocimientos* (no date) *Análisis dinámico | Brüel & Kjør*. Available at:  
<https://www.bksv.com/es/knowledge/applications/structural-dynamics> (Accessed: 29 May 2023).

CSI. (1975). SAP2000 (Versión 24). Windows. Berkeley.

CSI Spain: ETABS (no date) www.csiespana.com. Available at: <https://www.csiespana.com/software/5/etabs> (Accessed: 30 May 2023).

CSI Spain: SAP2000 (no date) www.csiespana.com. Available at: <https://www.csiespana.com/software/2/sap2000> (Accessed: 30 May 2023).

Elementos Estructurales de una edificacion - Elementos Estructurales de una edificacion Los (no date) Studocu. Available at: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-autonoma-de-chota/ingenieria/elementos-estructurales-de-una-edificacion/12713301> (Accessed: 05 June 2023).

ETABS (Version 21; Computers and Structures, Inc; 2016). Licencia estudiantil proporcionada Universidad Industrial de Santander.

Guevara, O., & Quispe, V. (2018). Perfil del ingeniero civil en el contexto de las habilidades genéricas. *Revista de Investigación en Ingeniería*, 6(58), 1-9. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/6078/607865880001/>

Legis, E. de R. (2021) Los Sistemas estructurales permitidos en Colombia., Blog Informativo en temas jurídicos, contables y más. Available at: <https://blog.legis.com.co/construccion/sistemas-estructurales-permitidos-en-colombia> (Accessed: 31 May 2023).

Ley 400 de 1997. Por la cual se adoptan normas sobre Construcciones Sismo Resistentes. 19 agosto de 1997. D.O. No. 43113.

López Y Lozano and Lozano, L.Y. (2021) NSR 10 ¿qué es y por qué todos los proyectos de construcción en colombia deben cumplirla?, Lopez y Lozano. Available at: <http://lopezylozano.com/nsr-10/> (Accessed: 02 June 2023).

Q. Italo. (2020) ¿Qué es autocad 2d?, Arcux. Available at: <https://arcux.net/blog/que-es-autocad-2d/> (Accessed: 24 May 2023).

¿Qué es el análisis estructural??: Skyciv Engineering (2022) Software de análisis estructural en la nube SkyCiv | Calculadoras y software de análisis estructural en la nube. Available at: <https://skyciv.com/es/education/what-is-structural-analysis/> (Accessed: 05 June 2023).

Salazar, Y. (2022) *¿Cuáles son los elementos estructurales en una construcción?*, COVERTOP. Available at: <https://covertop.com.mx/elementos-estructurales-en-una-construccion/#:~:text=Los%20elementos%20estructurales%20son%20las,como%20sismos%2C%20vientos%2C%20etc.> (Accessed: 30 May 2023).

Salinas-Guayacundo, D.R., Reflexiones sobre la importancia y diagnóstico del área estructural en programas de ingeniería civil en Colombia. Educación en Ingeniería, 13(25), pp. 72-81, febrero, 2018.

SAP2000 (Version 24; Computers and Structures, Inc; 1975). Licencia estudiantil proporcionada Universidad Industrial de Santander.

Wanjiru Gichure, C. (2007). Ética profesional fundamento de una Educación de calidad. Revista Docencia Universitaria, 8(1), 242. Recuperado a partir de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistadocencia/article/view/87>