

PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN LA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DE LA ALCALDÍA DE BUCARAMANGA PARA
EL APOYO Y ACOMPAÑAMIENTO EN EL DESARROLLO DE LOS DISEÑOS
ESTRUCTURALES DEL PROYECTO DE RENOVACIÓN DE LA I.E. INEM

Juan Sebastián Arias Cortes

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Silvia Juliana Tijo López

PhD Building Construction

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Físico Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2023

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	9
1. Objetivos de la Practica	11
1.1 Objetivo General.....	11
1.2 Objetivos Específicos	11
2. Descripción de la Empresa	12
2.1 Misión	13
2.2 Visión.....	13
3. Marco Teórico.....	13
3.1 Infraestructura pública	13
3.2 Urbanismo.....	14
3.3 Diseño estructural	14
3.4 Análisis estructural	15
3.5 Planos estructurales.....	15
3.6 Memorias de cálculo.....	15
3.7 Cantidades de obra.....	16
3.8 Visita técnica.....	16
4. Metodología.....	17
4.1 Asignación de actividades	17
4.2 Ejecución de las actividades	17
4.2.1 Visita técnica de reconocimiento y diagnóstico.....	18
4.2.2 Modelo de análisis estructural.....	19

4.2.3	Dibujo de planos estructurales	28
4.2.4	Cálculo de cantidades de obra.....	31
4.2.5	Reuniones de seguimiento.....	33
5.	Resultados.....	34
6.	Aportes A La Secretaría De Infraestructura Del Municipio De Bucaramanga	36
7.	Conclusiones.....	40
	Referencias Bibliográficas.....	42

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Listado de planos generados proyecto I.E. INEM</i>	35

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Reconocimiento de estado actual de las áreas urbanas a renovar de la I.E. INEM.....</i>	18
Figura 2. <i>Registro fotográfico visita técnica equipo multidisciplinar secretaria de infraestructura</i>	19
Figura 3. <i>Definición de materiales en software ETABS v20.....</i>	22
Figura 4. <i>Definición de secciones en software ETABS v20.</i>	23
Figura 5. <i>Asignación de restricciones en software ETABS v20.....</i>	24
Figura 6. <i>Modelamiento de muro estructural en software ETABS v20.</i>	25
Figura 7. <i>Asignación de etiqueta “Pier” a los muros estructurales en software ETABS v20.....</i>	25
Figura 8. <i>Incorporación espectro de diseño NSR-10 en software ETABS v20.....</i>	26
Figura 9. <i>Asignación de cargas en software ETABS v20.....</i>	27
Figura 10. <i>Modelo 3D del nuevo módulo de Bodega zona deportiva en software ETABS v20....</i>	28
Figura 11. <i>Plano estructural generado en AutoCAD, plantas estructurales módulo de bodega.</i>	29
Figura 12. <i>Detalle estructural: Banca en concreto con espaldar.....</i>	31
Figura 13. <i>Memoria de cálculo de dimensiones para cantidades de obra.</i>	32
Figura 14. <i>Formato de hoja de cálculo para cantidades de acero y concreto.</i>	33
Figura 15. <i>Reuniones de seguimiento al avance del proyecto.</i>	34
Figura 16. <i>Nube de proyectos secretaría de infraestructura de Bucaramanga.....</i>	37
Figura 17. <i>Cartilla de detalles estructurales urbanismo de los proyectos de la alcaldía.</i>	38
Figura 18. <i>Familias parametrizadas elementos de urbanismo em software Revit.</i>	39

Lista de Apéndices

Apéndice A. *Plano de detalles estructurales proyecto I.E. INEM.*

Apéndice B. *Memoria de cálculo cantidades Zona deportiva 1 I.E. INEM*

Apéndice C. *Hoja de cálculo cantidades zona deportiva 1 I.E. INEM*

Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS

Resumen

Título: Práctica Empresarial como Auxiliar de Ingeniería Civil en la Secretaría de Infraestructura de la Alcaldía De Bucaramanga para el apoyo acompañamiento en el desarrollo de los diseños estructurales del proyecto de Renovación de la I.E. INEM*

Autor: Juan Sebastián Arias Cortes**

Palabras Clave: Práctica empresarial, planos estructurales, urbanismo, cantidades de obra, detalles estructurales.

Descripción: El presente artículo tiene como finalidad la presentación detallada de las actividades desarrolladas durante el periodo de 4 meses como auxiliar de ingeniería en la secretaría de infraestructura del municipio de Bucaramanga, donde se brindó apoyo técnico en la realización del diseño estructural del proyecto de renovación de la institución educativa INEM, en primera instancia se da una introducción del trabajo que viene realizando la Secretaría de infraestructura dentro del plan de gestión de la Alcaldía junto a su respectiva misión y visión, seguido se evidencia el cumplimiento óptimo de las labores otorgadas, entre estas la realización de un modelo de análisis estructural, dibujo y generación de planos estructurales, cálculo de cantidades de acero y concreto, visitas técnicas y reuniones de acompañamiento al proyecto. Para finalizar se exponen los resultados obtenidos con su debida retroalimentación y las conclusiones formuladas a partir del cumplimiento de los objetivos planteados en este trabajo de grado.

* Trabajo de Grado

**Facultad de Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Ingeniería Civil. Directora: Silvia Juliana Tijo López. PhD Building Construction.

Abstract

Title: Internship as a Civil Engineering Assistant in the Infrastructure Secretariat of The Mayor's Office of Bucaramanga for the support and accompaniment in the Development Of The Structural Designs of the Renovation Project of the I.E. INEM School.*

Author(s): Juan Sebastián Arias Cortes**

Key Words: Business practice, structural plans, urbanism, construction quantities, structural details.

Description: The purpose of this article is the detailed presentation of the activities developed during the period of 4 months as engineering assistant in the Secretariat of Infrastructure of the municipality of Bucaramanga, where technical support was provided in the structural design of the renovation project of the INEM educational institution, First of all, an introduction of the work being carried out by the Secretariat of Infrastructure within the management plan of the Mayor's Office together with its respective mission and vision is given, followed by evidence of the optimal fulfillment of the tasks given, among these the realization of a structural analysis model, drawing and generation of structural plans, calculation of quantities of steel and concrete, technical visits and meetings to accompany the project. Finally, the results obtained are presented with their due feedback and the conclusions formulated from the fulfillment of the objectives set forth in this degree work.

* Degree Work

** Faculty of Physics and Mechanics. School of Civil Engineering. Director: Silvia Juliana Tijo López. PhD Building Construction.

Introducción

Con el paso de los años las ciudades y sus gobernantes se ven obligados a adaptarse, evolucionar y encontrar soluciones innovadoras para suplir las nuevas demandas de la creciente población; dentro de estas se encuentra el poder tener de vuelta espacios urbanos que ya se encuentran deteriorados por el transcurso del tiempo o por el abandono de su mantenimiento, por esta razón las alcaldías introducen dentro de sus planes de gestión y desarrollo el concepto de renovación urbana, que consiste en identificar aquellas infraestructuras deterioradas o que no están siendo aprovechadas y transformarlas, dándoles unas condiciones óptimas para el adecuado desarrollo de la vida urbana, en sus dimensiones social, espacial y ambiental. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia., s.f)

La implementación de la renovación urbana asegura que los ciudadanos tengan áreas de esparcimiento, cuenten con buena movilidad, acceso a servicios, permite e incentiva un desarrollo social, urbano y sostenible en toda la extensión de los municipios, permite que barrios con zonas e infraestructura descuidada tomen valor e incluso mejoren su economía. (Amarilo, 2021)

La Alcaldía de Bucaramanga, a través de su secretaría de infraestructura promueve y desarrolla proyectos en diversos puntos del área metropolitana, cuyo propósito está enfocado en rescatar, renovar y rehabilitar la infraestructura pública existente para un mayor aprovechamiento del espacio urbano y que las comunidades involucradas resulten beneficiadas.

Uno de estos proyectos es la intervención de la institución educativa INEM, ubicada en el barrio Provenza de la ciudad de Bucaramanga, Santander, para readecuar la infraestructura existente y renovar sus áreas urbanas; dicho proyecto fue el asignado para la realización de la práctica empresarial, brindando acompañamiento y apoyo técnico en el desarrollo del diseño estructural requerido.

El presente artículo tiene como finalidad presentar detalladamente la realización y debido cumplimiento de las actividades desempeñadas a lo largo de la práctica en la secretaría de infraestructura como auxiliar de ingeniería, con el fin de optar por el título de Ingeniero Civil de la Universidad Industrial de Santander.

1. Objetivos de la Practica

1.1 Objetivo General

Ofrecer apoyo y acompañamiento técnico a los diseños estructurales que se adelanten en la secretaría de infraestructura del municipio de Bucaramanga, concretamente en el proyecto de renovación de la I.E. INEM.

1.2 Objetivos Específicos

- Obtener un primer contacto con la realidad laboral, afianzando conjuntamente la formación académica y profesional.
- Realizar el análisis estructural para el módulo de bodega de la zona deportiva de la I.E. INEM, generando un modelo matemático en el software ETABS.
- Participar y brindar apoyo en el dibujo y generación de los planos estructurales para el nuevo módulo de bodega de la zona deportiva en la I.E. INEM, así como los planos estructurales referentes a los elementos y detalles que conforman el urbanismo general y espacio público de la institución mencionada.
- Generar cantidades de obra de concreto y acero de refuerzo a través de la planimetría generada y hojas de cálculo de Excel.
- Hacer acompañamiento al proyecto mediante visitas técnicas y reuniones con el grupo de ingenieros estructurales de la secretaria de infraestructura.

2. Descripción de la Empresa

La alcaldía del Municipio de Bucaramanga es ente territorial encargado 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. (Municipio de Bucaramanga, 2022)

Desde su secretaría de infraestructura formula, diseña, dirige, ejecuta y controla proyectos y programas en materia de inversión en espacio público y de potenciación de infraestructura social y escolar, que son cocreados junto a las diferentes comunidades del territorio municipal con el fin de brindar soluciones urbanas eficientes con miras a la sostenibilidad y apropiación de los espacios cumpliendo adicionalmente con los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial y el marco legal vigente en la materia.

La secretaría de infraestructura cuenta con un equipo multidisciplinar conformado por arquitectos, ingenieros, trabajadores sociales, artistas y estudiantes quienes a través de un trabajo mancomunado y cocreativo proporcionan soluciones arquitectónicas, urbanas y paisajísticas, bajo principios de alta calidad, estética y funcionalidad.

2.1 Misión

El Municipio de Bucaramanga es una entidad territorial encargada de asegurar el desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes garantizando el acceso a oportunidades y al desarrollo del ser humano como eje fundamental de la sociedad, con sentido de responsabilidad frente a las generaciones futuras, cumple su propósito promoviendo la participación ciudadana, con valores, principios y transparencia en su gestión. (Municipio de Bucaramanga, 2022)

2.2 Visión

Bucaramanga será una ciudad vivible, sostenible y vibrante, una ciudad en la que sus habitantes sean felices, educados y se encuentren satisfechos con la oferta de bienes y servicios puesta a su disposición. Una ciudad inteligente que cuente con datos precisos, georreferenciados y recogidos en tiempo real, para tomar las mejores decisiones en términos de localización de infraestructura, seguridad, ubicación de equipamientos y dispositivos que ayuden a consolidar espacios seguros, en donde la gente pueda transitar libremente y desarrollar actividades lúdicas, deportivas y recreativas, aumentando así el disfrute de la ciudad. (Municipio de Bucaramanga, 2022)

3. Marco Teórico

3.1 Infraestructura pública

Se compone, esencialmente, de la serie de edificaciones, mobiliario, equipamiento e infraestructuras que, con motivo de hacer un uso común por parte de los ciudadanos, construye y

promueve un gobierno en un territorio. Este tipo de obras se financian con fondos públicos, así como posibles donantes privados, con motivo de uso público y general. (Morales, 2020)

3.2 Urbanismo

El urbanismo es la disciplina que tiene como objetivo de estudio a las ciudades; desde una perspectiva holística, enfrenta la responsabilidad de estudiar y ordenar los sistemas urbanos. También es la forma en que los edificios y otras estructuras de las poblaciones se organizan o la agregación y forma de estar distribuidas las poblaciones en núcleos mayores como ciudades.

El Urbanismo va muy de la mano con la arquitectura en general, y es que a través de este concepto se busca organizar proyectos de gran infraestructura para la conformación y orden del espacio, de esta manera se logra construir una ciudad óptima para los ciudadanos (Urbanismo, s.f)

3.3 Diseño estructural

El diseño estructural es una metodología de investigación acerca de la estabilidad, la resistencia y la rigidez de las estructuras. El objetivo del diseño y análisis estructural es producir una estructura capaz de resistir todas las cargas aplicadas sobre sí sin fallas durante su vida de uso.

Al realizar el diseño estructural se busca lograr con él que la obra sea no sólo segura, sino que también se empleen los materiales adecuados y que sean los más económicos posible. Para que entonces se diga que se ha podido trabajar con eficiencia. (Cáceres et al., 2018)

3.4 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. Permite a los ingenieros o diseñadores garantizar que un equipo o estructura sea seguro para su uso bajo las cargas estimadas que se espera que soporte. El análisis estructural generalmente analiza elementos estructurales individuales, y las fuerzas que sufren. (Carigliano, 2015)

3.5 Planos estructurales

Son la representación gráfica de todos los elementos estructurales de los que se compone un proyecto. En ellos se detallan las dimensiones lineales, superficiales y volumétricas de los elementos, Los planos estructurales permiten guiarnos en la materialización de cualquier obra, por tal motivo, debe tener el orden secuencial del proceso constructivo, haciendo constar, cada etapa de manera general, mostrando además los detalles de cada elemento estructural que la conforma o que se construyen conjuntamente. (Jacome, 2015)

3.6 Memorias de cálculo

Las memorias de cálculo son los procedimientos descritos de forma detallada de cómo se realizaron los cálculos de las ingenierías que intervienen en el desarrollo de un proyecto de construcción, la memoria de cálculo más importante es la memoria de cálculo estructural, en la cual se describen los cálculos y los procedimientos que se llevaron a cabo para determinar las secciones de los elementos estructurales, así mismo, esta memoria de cálculo estructural, indica cuales fueron los criterios con los cuales se calculan todos y cada uno de los elementos estructurales, como son las cargas vivas, las cargas muertas, los factores de seguridad (como los

factores por sismo o por viento), y en general todos y cada uno de los cálculos para determinar la estructura. (Memorias de cálculo, s.f.)

3.7 Cantidades de obra

El proceso del cálculo de cantidades de obra para cada actividad constructiva es conocido comúnmente como cubicación, y requiere de una metodología que permita obtener la información de una manera ordenada y ágil, y que adicionalmente, ofrezca la posibilidad de revisar, controlar y modificar los datos cada que sea necesario. Para este proceso son indispensables los planos, las especificaciones técnicas y el listado de actividades constructivas que componen el proyecto de edificación.

Independiente del sistema empleado para el cálculo de las cantidades de obra, se deben preparar algunos formatos adicionales para el cálculo de actividades constructivas que involucran instalaciones técnicas o para el cálculo del acero de refuerzo. Estos formatos contemplan en forma general la siguiente información: tipo de elemento, ubicación, dimensión y forma, y cantidad. (Cantidades de obra, 2010)

3.8 Visita técnica

Una visita técnica es una gestión en la cual un técnico o un grupo de técnicos o especialistas efectúa una visita para revisar un proyecto determinado y ver el estado de este (planificación, costos, características, etc.). Es una especie de inspección técnica de un proyecto. Luego de la visita el o los técnicos deben emitir un informe acerca de lo que vieron en terreno con la información recolectada durante la visita.

4. Metodología

En el transcurso de la practica empresarial desempeñada en la secretaría de infraestructura de la alcaldía de Bucaramanga, se efectuó la metodología descrita a continuación con el fin de cumplir satisfactoriamente los objetivos previstos y lograr una consolidación de los conocimientos adquiridos durante el pregrado gracias a su aplicación en un contexto real.

4.1 Asignación de actividades

Una vez formalizada la vinculación a la entidad y recibida la inducción de políticas éticas y de trabajo dentro de la secretaría de infraestructura, se presentaron los profesionales encargados de acompañar y dirigir el proceso de diseño y también al tutor de la práctica, se contextualizó y su puso al tanto del proyecto asignado, objetivos y alcance de este, se fijó de manera organizada un plan de trabajo en donde se establecieron las actividades a desarrollar semanalmente durante el periodo de duración de la práctica empresarial.

4.2 Ejecución de las actividades

Se describen a continuación las actividades asignadas y su debida realización cumpliendo las labores como auxiliar de ingeniería dentro el proyecto de renovación de la I.E. INEM adelantado por la secretaría de infraestructura del municipio de Bucaramanga.

4.2.1 *Visita técnica de reconocimiento y diagnóstico.*

Una vez asignado el proyecto al equipo de ingenieros estructurales de la secretaría de infraestructura estos solicitaron una visita técnica de reconocimiento del estado actual tanto de los edificios como de las zonas urbanas de la institución académica a renovar.

Como se puede observar en la Figura 1, a la visita se llevaron los planos preliminares del proyecto arquitectónico presentado por los arquitectos de la secretaría, para constatar áreas a renovar (en el caso de la Figura 1 verificar la ubicación de las canchas por demoler), módulos nuevos a construir y dimensionar la extensión del proyecto a realizar.

Figura 1.

Reconocimiento de estado actual de las áreas urbanas a renovar de la I.E. INEM



Durante las visitas a los proyectos de la secretaría también se hace un debido registro fotográfico como evidencia de avance y control.

Ejemplo de este registro es la Figura 2, en la cual quedó registrado el recorrido por la zona deportiva de la institución INEM, en el que inspeccionó el deterioro existente, como el agrietamiento del concreto y la presencia de vegetación en las graderías, con estos comentarios y observaciones se genera un reporte de diagnóstico para establecer posteriormente las soluciones estructurales pertinentes.

Figura 2.

Registro fotográfico visita técnica equipo multidisciplinar secretaria de infraestructura



4.2.2 Modelo de análisis estructural

La ingeniería estructural, nos indica que se debe realizar un análisis completo de la estructura diseñada en el sentido de que esta no colapse, por tanto, se debe hacer un chequeo y verificación de que la construcción a realizar cumpla con los requisitos en términos de resistencia, estabilidad y rigidez.

Dentro del proyecto estructural de la renovación de la institución educativa INEM se encontraba la construcción de un nuevo módulo de bodega de la zona de canchas para el almacenamiento de implementos deportivos, este módulo fue el asignado para diseñar estructuralmente en el marco de las tareas como auxiliar de ingeniería.

Para la creación del modelo de análisis estructural del módulo de bodega se partió de los planos arquitectónicos suministrados por el equipo de la secretaría, se desmontaron los detalles concernientes a arquitectura de modo que en los planos solo quedara la estructura portante que es la que transferirá las cargas aplicadas al terreno.

Una vez limpios los planos e identificada la estructura portante se realizaron las idealizaciones y simplificaciones necesarias en cuanto a los siguientes aspectos:

- Geometría
- Apoyos
- Uniones
- Materiales

Esto con el fin de general la esquematización de la estructura y plasmarla en un modelo alámbrico dentro de un software de análisis estructural.

Se definió un sistema estructural de resistencia sísmica de muros de cortante en concreto reforzado, espesor 12cm y de resistencia $f'_c=4000\text{psi}$; un sistema de cubierta tipo Sándwich espesor 2'', apoyada sobre correas metálicas ASTM A500 Gr. C, dimensiones 60x120x2.5mm. Se

determinó trabajar con una carga de cielo raso de 30kg/m^2 . Se definió trabajar una viga perimetral de concreto inclinada de dimensiones $12 \times 30\text{cm}$ de $f'_c=3000\text{psi}$ entre muros de concreto y se optó por la utilización de perfil IPE 300 ASTM A572 G50 como viga auxiliar intermedia para soportar correas metálicas.

Con estas características e idealización planteada se realizó el montaje del modelo estructural dentro del software de análisis ETABS v20, programa que ofrece herramientas de modelado y visualización de objetos 3D, realización de análisis tanto lineal y no lineal, cuenta con una amplia gama de opciones de dimensionamiento y de materiales, informes y diseños esquemáticos que facilitan la comprensión del análisis y de los respectivos resultados.

Una vez en la interfaz del software se procedió a generar los respectivos niveles y los ejes de referencia en los cuales iban ubicados los elementos estructurales, adicionalmente se configuró el sistema de unidades.

Definida la referenciación espacial, se configuraron los diferentes materiales de los elementos estructurales y sus propiedades físicas y mecánicas. Por ejemplo, para la creación del tipo de concreto para los muros, que se requería contara con 4000psi de resistencia, se desplegaba una tabla de propiedades como se observa en la Figura 3 y en cada parámetro se ingresaba el valor correspondiente.

Figura 3.

Definición de materiales en software ETABS v20.

Material Property Data

General Data

Material Name: CONC 4000Psi

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 24 kN/m³

Mass per Unit Volume: 2447.319 kg/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 24870.0623240071 MPa

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 10362.53 MPa

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

Modulus of Rupture for Cracked Deflections

Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)

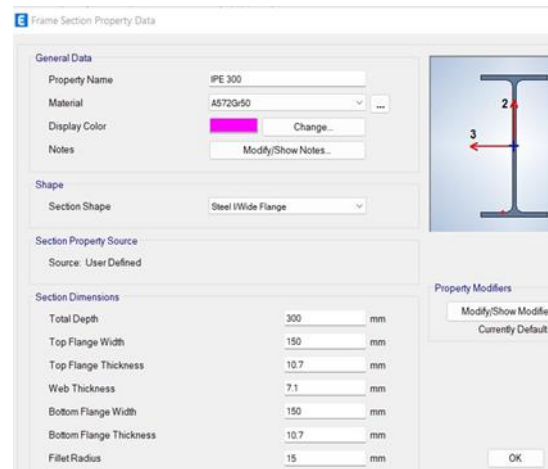
User Specified

OK Cancel

Seguido se crearon y se configuraron dentro del software las diferentes secciones de cada elemento estructural introduciendo en la tabla de propiedades de las secciones (ver Figura 4) sus diferentes dimensiones y asignándole su respectivo material en recuadro que lo indica.

Figura 4.

Definición de secciones en software ETABS v20.

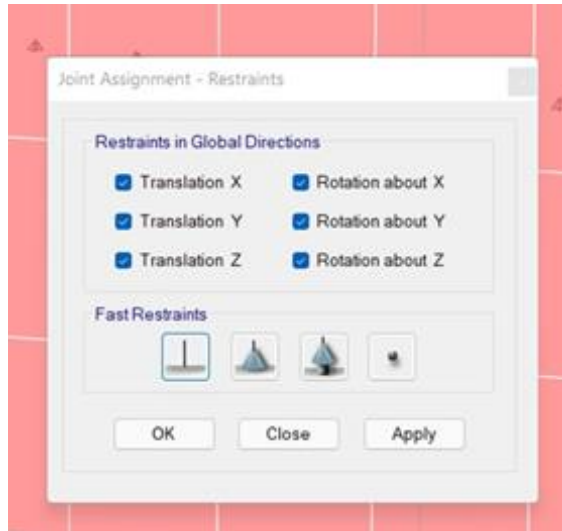


Definidos los materiales y las secciones de los elementos se hizo el trazado de la estructura partiendo de los ejes y niveles observados en la planimetría, para este paso se utilizaron las herramientas de dibujo proporcionadas por el software para cada tipo de elemento estructural requerido.

Dibujados los elementos y asignados a ellos sus secciones, el siguiente paso fue la asignación de las restricciones, los apoyos en la base fueron modelados como apoyos empotrados como se muestra en la Figura 5.

Figura 5.

Asignación de restricciones en software ETABS v20.



La cubierta fue modelada como una membrana de un bajo espesor a la cual se le asigno un diafragma rígido.

Para los muros estructurales se hizo un tratamiento especial dentro de su modelamiento asignándole el tipo Shell-Thick (Ver figura 6) para que contemplara el análisis de las deformaciones por corte, por otra parte, al programa realizar un proceso de cálculo iterativo en el que necesita medir el error y la convergencia a unos valores propuestos, se necesita dividir los elementos en unos más pequeños para que se cuente con una buena aproximación. Por esta razón se asignó la opción llamada “mesh” a los muros dividiéndolos en una malla de menor dimensión.

Para poder visualizar las fuerzas cortantes en los muros estructurales modelados, estos tuvieron que ser asignados/etiquetados como elementos tipo “Pier” dentro del software. Como se

observa en la Figura 7, se seleccionó cada muro y uno por uno se le generó y asignó su propia etiqueta “Pier” que los distingue como muros de corte.

Figura 6.

Modelamiento de muro estructural en software ETABS v20.

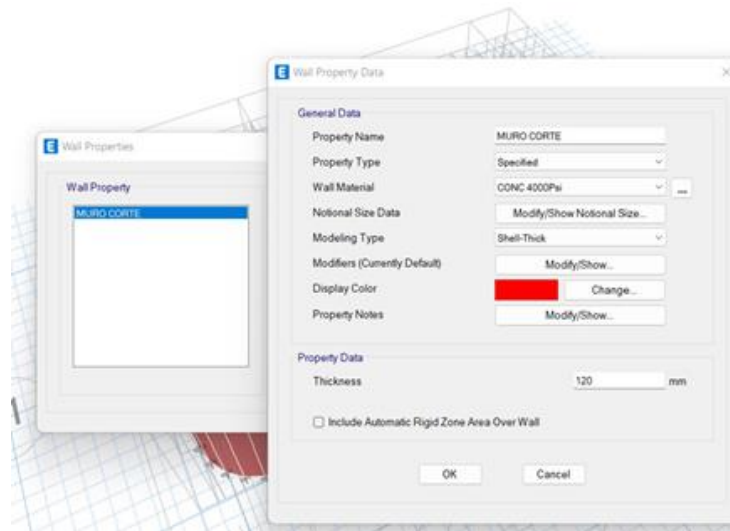
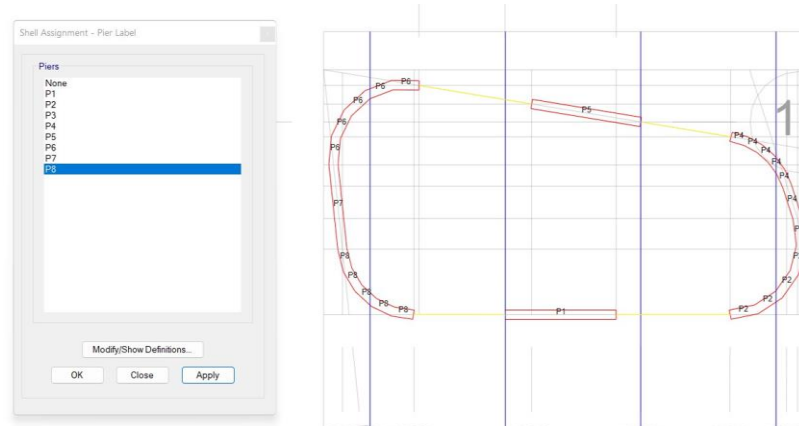


Figura 7.

Asignación de etiqueta “Pier” a los muros estructurales en software ETABS v20.



Ya finalizado el modelamiento de la estructura el siguiente paso fue definir los diferentes casos de carga y sus combinaciones y asignarlas correctamente en la interfaz que se observa en la Figura 8, además se introdujo el análisis sísmico estático y dinámico incorporando el espectro de diseño en el software, así como se muestra en la Figura 9. Tanto el análisis de cargas vivas y muertas como el análisis sísmico se realizó bajo las consideraciones y lineamientos que proporciona la norma sismo resistente colombiana NSR-10.

Figura 8.

Incorporación espectro de diseño NSR-10 en software ETABS v20.

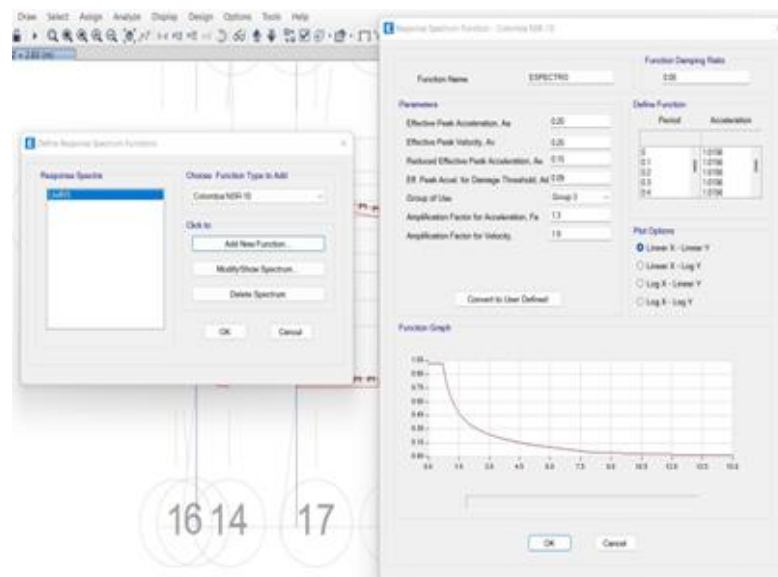


Figura 9.

Asignación de cargas en software ETABS v20.



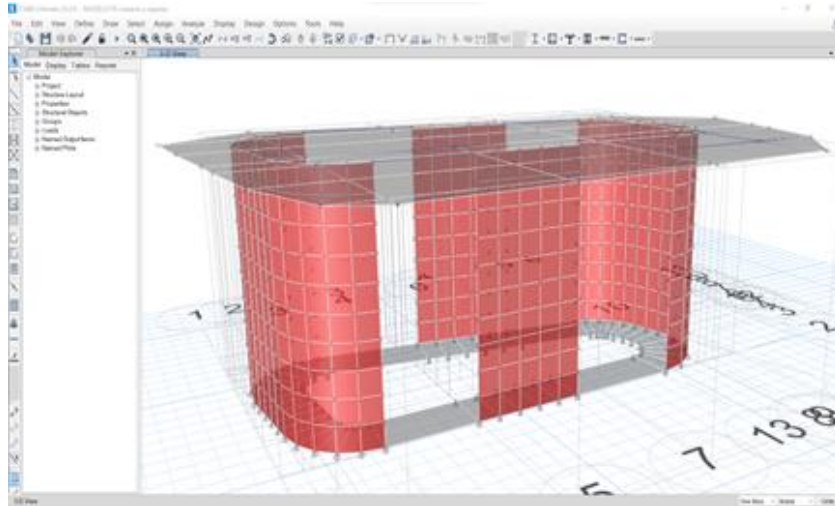
Modelada y cargada la estructura en el software se ejecutó el análisis con el comando “run” para verificar inconsistencias en el diseño, que el modelo si arrojara resultados y que estos fueran congruentes.

Se entregó el modelo para la revisión del ingeniero estructural encargado de los módulos nuevos y del reforzamiento de las estructuras existentes dentro de la institución para la verificación de los resultados obtenidos en el software y hacer el chequeo del cumplimiento de la normativa correspondiente.

En la Figura 10 se detalla en una vista 3D el resultado del modelamiento de la bodega y de cada uno de los elementos estructurales que la conforman.

Figura 10.

Modelo 3D del nuevo módulo de Bodega zona deportiva en software ETABS v20.



4.2.3 Dibujo de planos estructurales

Continuando con las actividades desempeñadas, se apoyó en la realización de los planos estructurales referentes al proyecto de renovación de la I.E. INEM, mediante la utilización del reconocido programa de diseño AutoCAD.

Todos los planos generados se hicieron partiendo de las propuestas y del diseño arquitectónico suministrado por el equipo de arquitectos de la secretaría de infraestructura. Estos planos arquitectónicos fueron la referencia para el desarrollo del diseño estructural.

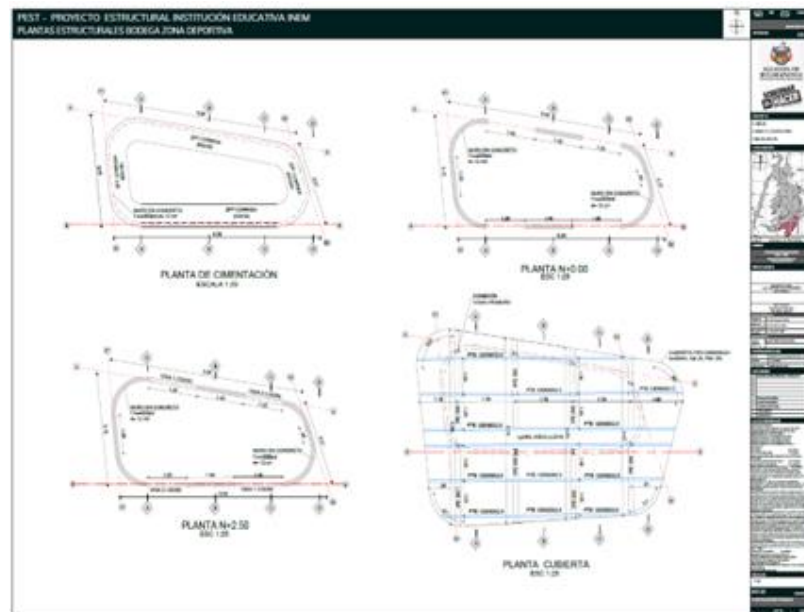
Los planos estructurales realizados se exportaron en tamaño de pliego, con el formato de rotulo propio de la alcaldía para la presentación de sus proyectos de infraestructura, para su posterior ploteo y envío a obra, todo elemento, detalle, planta o corte estructural fue correctamente

acotado y escalado, su contenido se distribuyó de adecuada manera y se veló por que la información fuera completamente clara y correcta de manera de que el contratista que adelante la construcción de los diseños no encuentre ninguna dificultad en cuanto al pleno entendimiento de los planteamientos suministrados.

En primera instancia se realizaron los planos estructurales del módulo de bodega para la zona deportiva de la institución INEM, incluyendo plano de ubicación general, plano de plantas (Como se puede detallar en la Figura 11), plano de cortes y plano con los detalles constructivos

Figura 11.

Plano estructural generado en AutoCAD, plantas estructurales módulo de bodega.



Se continuó con la realización de los planos concernientes al diseño de las zonas urbanas y de espacio público del proyecto, la institución debido a su gran tamaño se tuvo que dividir en 4 zonas:

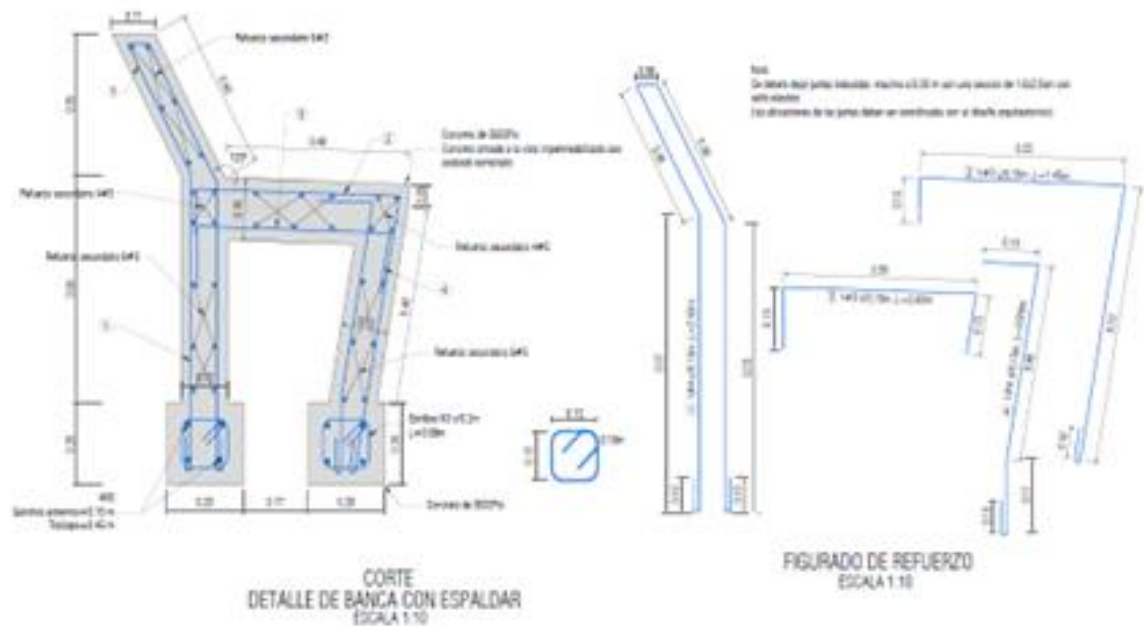
- Zona 1: Urbanismo central.
- Zona 2: Zona de recreación y esparcimiento.
- Zona 3: Zona deportiva.
- Zona 4: Acceso principal y espacio público.

A cada una de estas zonas se les hizo una completa revisión desde los planos y el modelo 3D generado por arquitectura para revisar los elementos estructurales puntuales que poseían cada zona y su ubicación, a cada zona se le realizó un plano en planta y una tabla de convenciones que los permite identificar de manera clara.

Algunos de los elementos estructurales ya habían sido planteados en anteriores proyectos de la secretaría, por lo tanto, ya contaban con su detalle estructural, pero muchos otros eran nuevos o tenían ajustes, por ejemplo, se contaban ya con unas bancas con espaldar pero eran en estructura metálica, la nueva propuesta debía ser con el espaldar también en concreto, así que se diseñó y dibujo el nuevo detalle (se muestra en la Figura 12) con el espaldar en concreto y su respectivo refuerzo. Esta tarea se realizó con cada uno de los detalles nuevos, con todos los detalles recopilados se generaron los planos de detalles y de especificaciones generales del proyecto de renovación de la institución INEM.

Figura 12.

Detalle estructural: Banca en concreto con espaldar



Dentro de las labores asignadas al equipo estructural encargado del urbanismo, se otorgó la realización del diseño estructural del tanque de almacenamiento contra incendios y de la portería auxiliar del colegio, en estos dos módulos también se realizó apoyo en el dibujo y generación de los planos estructurales.

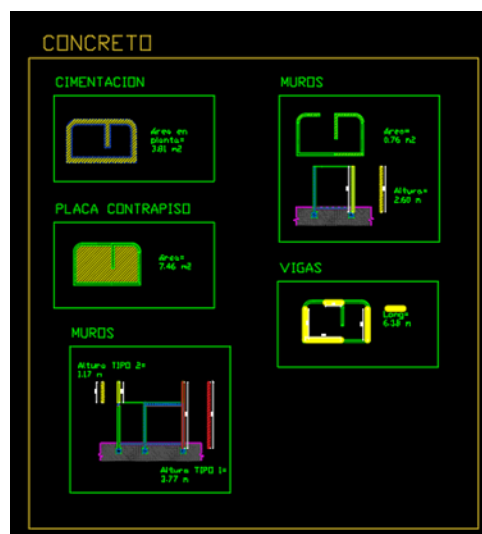
4.2.4 Cálculo de cantidades de obra

Una vez se contaba con el visto bueno de los diseños estructurales planteados se procedía a calcular las cantidades de acero estructural y de concreto con ayuda de diferentes herramientas

como AutoCAD y Microsoft Excel. Teniendo los planos en formato CAD, se realizó una memoria de cálculo como se evidencia en la Figura 13, en la que de forma detallada se mostraban las medidas tomadas de los elementos, como longitudes, áreas y unidades de mobiliarios.

Figura 13.

Memoria de cálculo de dimensiones para cantidades de obra.



Las medidas tomadas fueron ingresadas en una hoja de cálculo de Excel que contaba con un formato establecido de presentación ante la secretaría de infraestructura (Ver Figura 14), cada elemento estructural contaba con su hoja de cálculo debidamente programada para que el cálculo de las cantidades fuera coherente con el detalle y despiece estructural.

Figura 14.

Formato de hoja de cálculo para cantidades de acero y concreto.

ESTRUCTURA DE CERRAMIENTO					
Volumen de concreto viga de cimentación 3000 psi					
	Base	Altura	Largo	Volumen	NOTAS
	0.30 m	0.40 m	14.50 m	1.74 m ³	Viga cimentacion 30x40cm
Volumen de concreto pilas en cimentacion 3000 psi					
Cantidad	Diametro	Altura	Volumen	NOTAS	
6	0.30 m	1.00 m	0.42 m ³	Pilas circulares D30cm	
Volumen total				2.16 m³	
Acero de refuerzo viga de cimentación					
	Can de ref	Diametro	Longitud	PESO	
	24	N5	6.00 m	223.74 kg	Ref. Longitudinal
	75	N3	1.20 m	50.34 kg	Estribos
Acero de refuerzo pilas					
	Can de ref	Diametro	Longitud	PESO	
	36	N5	1.50 m	83.90 kg	Ref. Longitudinal
	42	N3	0.83 m	19.50 kg	Estribos
kilogramos totales				377.49 kg	
Perfiles de cerramiento					
Cant perfiles	77 Perfiles de 3,35m				
	PESO Total				
Longitud	PESO [kg/m]	[kg]	NOTAS		
258	4.002	1032.32 kg	Tuberia de cerramiento D:3" e:1.9mm		
kilogramos totales				1032.32 kg	

4.2.5 Reuniones de seguimiento

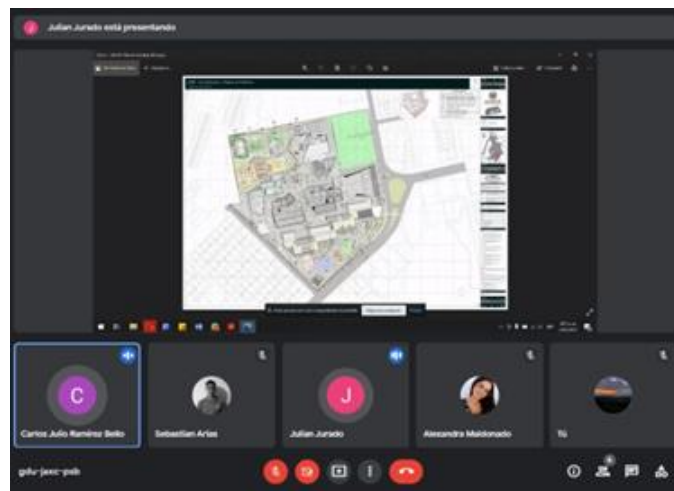
Semanalmente se realizaron reuniones virtuales con el equipo de ingenieros estructurales de la secretaria de infraestructura con el objetivo de brindar seguimiento y control al correcto desarrollo de las actividades asignadas y sus tiempos de entrega establecidos.

En estas reuniones se presentaban los avances y dudas que surgían al adelantar las labores, permitiendo un acompañamiento al auxiliar durante su periodo de práctica empresarial. Al final de cada reunión se redactaba y dejaba como evidencia un acta de reunión con el formato de la alcaldía.

Como se observa en la Figura 15, las reuniones eran realizadas en la plataforma Google Meet, proyectando los avances y trabajos realizados.

Figura 15.

Reuniones de seguimiento al avance del proyecto.



5. Resultados

Durante los cuatro meses de práctica empresarial como auxiliar de ingeniería de la secretaría de infraestructura de la alcaldía de Bucaramanga se brindó apoyo en cada una de las fases del diseño estructural del proyecto asignado.

Como resultado del acompañamiento constante en las reuniones del equipo de la secretaría de infraestructura, se logró comunicar y hacer correcciones en los diseños tanto arquitectónicos como estructurales, esta comunicación permitió llegar a acuerdos y concertar ideas de manera que los entregables finales fueran coherentes y su información empatara correctamente.

Finalizado y entregado el modelo de análisis estructural de la bodega de la zona deportiva, este permitió la verificación del pre-dimensionamiento de los elementos estructurales y saber la cuantía del acero de refuerzo para proceder al dibujo de los despieces y detalles estructurales a plasmar en los planos. Adicionalmente, los resultados del modelo permitieron diseñar las uniones metálicas más eficientes y que cumplieran con certeza la configuración formulada para la cubierta.

Los planos estructurales generados contaron con una excelente presentación y calidad en su contenido, de manera que al ser revisados fueron entendidos de una manera clara y precisa.

El apoyo en el dibujo de los diseños estructurales adelantados tuvo como resultado la exportación de 24 planos en .pdf que contienen el diseño de los módulos a construir y de las áreas urbanas y de espacio público a renovar.

En la Tabla 1 se resume el total de planos realizados:

Tabla 1.

Listado de planos generados proyecto I.E. INEM

LISTADO DE PLANOS PROYECTO I.E. INEM	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Módulo de bodega (Ubicación, Plantas, Cortes, Detalles)	5
Plantas de urbanismo general y espacio público	5
Detalles estructurales urbanismo	11
Tanque de almacenamiento (Plantas, despieces y detalles)	2
Porteria auxiliar (Plantas, cortes, despieces y detalles)	1

Se realizó el cálculo de volumen de concreto y de kilogramos de acero de refuerzo requeridos para la construcción del módulo de bodega de la zona deportiva, para la renovación de zonas urbanas y de espacio público, para la construcción del tanque de almacenamiento contra incendios y de la nueva portería auxiliar de la institución INEM del barrio Provenza de la ciudad de Bucaramanga.

Para cada módulo o zona de urbanismo se entregó una hoja de cálculo independiente y su respectiva memoria en formato DWG, de manera que los ingenieros encargados de presupuestar el proyecto contrastaran e hicieran una verificación y retroalimentación de las cantidades calculadas. Era de suma importancia entregar oportunamente estos documentos y que el procedimiento para obtener los resultados fuera completamente claro para verificar rápidamente si era correcta la información, debido a que para la secretaría era primordial entregar el informe presupuestal del proyecto a la entidad financiera

6. Aportes A La Secretaría De Infraestructura Del Municipio De Bucaramanga

El desarrollo de la práctica empresarial permitió el aporte de múltiples documentos técnicos requeridos por la secretaría de infraestructura para completar y presentar el diseño estructural del proyecto, en la nube dispuesta para albergar la información de los proyectos a desarrollar por la parte de la Alcaldía se cargaron todos los entregables aportados como PDF, DWG, hojas de cálculo EXCEL con los formatos correspondientes y en los tiempos requeridos, cuando el equipo profesional asignado al proyecto se reunía para llevar control los documentos

que se acordaron tener listos y subidos estaban en las respectivas carpetas como se evidencia en la Figura 17 en orden y con debida nomenclatura para ser revisados.

Figura 16.

Nube de proyectos secretaría de infraestructura de Bucaramanga.

Nombre	Propietario
1. URBANISMO	Taller de Arquitectura Arquitectar.
2. CAFETERIA	Taller de Arquitectura Arquitectar.
3. EDF - COLISEO	Taller de Arquitectura Arquitectar.
4. EDF - ADMINISTRATIVO	Taller de Arquitectura Arquitectar.
5. EDF - LABORATORIOS - ARTES Y MUSICA	Taller de Arquitectura Arquitectar.
6. EDF - TALLERES Y PROMOCION SOCIAL	Taller de Arquitectura Arquitectar.
7. EDF - AULAS	Taller de Arquitectura Arquitectar.
8. EDF - AUDITORIO	Taller de Arquitectura Arquitectar.
9. PORTERIA	Taller de Arquitectura Arquitectar.
10. BODEGA	yo
11. TANQUE DE ALMACENAMIENTO	yo
12-PORTERIA AUXILIAR	yo
13-BATERIAS DE BAÑOS	Carlos Julio Ramirez Bello
14-ESTACION DE RADIO	Carlos Julio Ramirez Bello

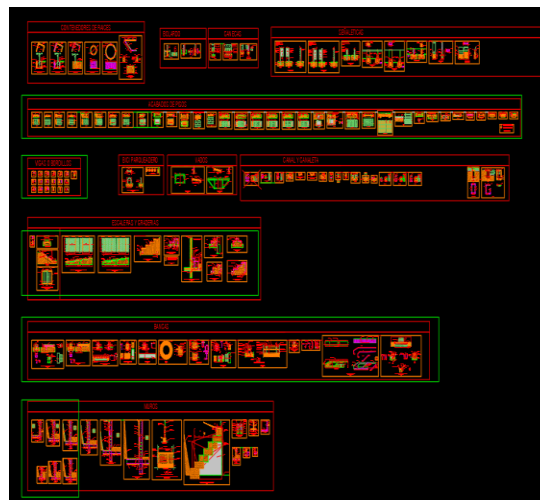
La alcaldía de Bucaramanga tiene un gran interés en adelantar proyectos de recuperación y embellecimiento del espacio público y zonas urbanas como lo son los parques y escenarios deportivos, dentro de estos proyectos se busca una identidad por lo que su mobiliario y aspectos en el diseño tienen muchas cosas en común, por ejemplo, las canchas, los cerramientos y graderías se repiten, así que como aporte se realizó un banco de detalles estructurales para el urbanismo de los proyectos, recopilando en una cartilla en formato .DWG (Ver Figura 17), los detalles de

elementos como bordillos, bancas, cerramientos, graderías, dados de cimentación de equipos de gimnasio, tratamiento de pisos, entre otros, que ya han sido dibujados y fue chequeado su diseño.

Estos elementos mencionados tienen diferencias en sus dimensiones según los requerimientos de cada proyecto por lo tanto se distribuyó cada tipo de elemento estructural junto a todas sus variantes para que el profesional encargado de diseñar el urbanismo de manera rápida pueda identificar los detalles estructurales con los que ya se cuenta y tomar el que más se ajuste al proyecto.

Figura 17.

Cartilla de detalles estructurales urbanismo de los proyectos de la alcaldía.



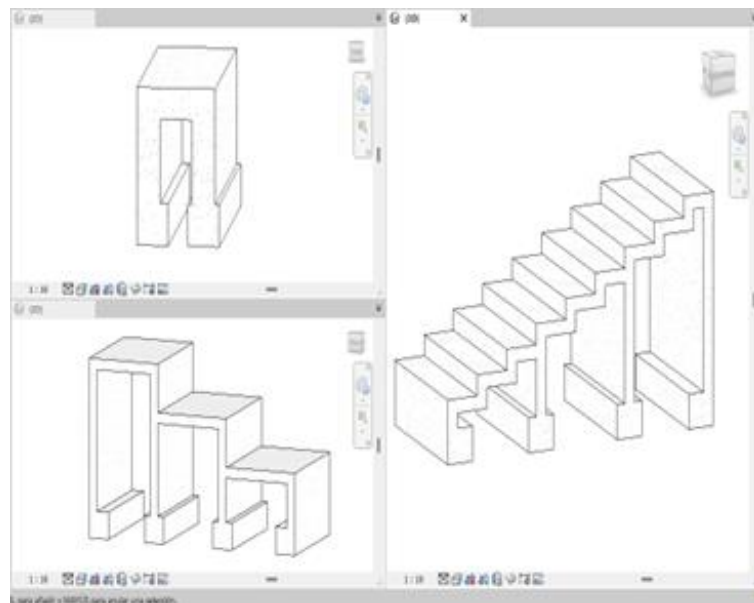
Los proyectos que adelanta la secretaría de infraestructura requieren el trabajo en conjunto de profesionales de distintas disciplinas en ocasiones surgen cambios o detalles técnicos a discutir entre dos o más de estas, necesitándose una comunicación rápida y efectiva que muchas veces no es posible si se sigue trabajando cada disciplina muy por aparte generando retrasos en los diseños

e incongruencias en ellos, la alcaldía ya ha identificado esta problemática y ha visto la necesidad de encontrar soluciones, una de ellas es la implementación de metodología BIM, con la utilización del software de modelado Revit, así cada disciplina desarrolla su diseño en una plantilla independiente que se vincula a un modelo central en el que todos los profesionales trabajando en el proyecto pueden observar en tiempo real los cambios y avances en la obra.

Como aporte a la visión y nueva metodología que está empezando a implementar la secretaria de infraestructura se realizó el modelamiento de los detalles estructurales utilizados en urbanismo, estos se crearon en el software Revit como familias parametrizadas, trabajo que se muestra en la Figura 18 y que permitirá su utilización en los modelos de los proyectos venideros.

Figura 18.

Familias parametrizadas elementos de urbanismo em software Revit.



7. Conclusiones

Finalizado el periodo de cuatro meses como auxiliar de ingeniería de la secretaria de infraestructura de Bucaramanga y cumplidas las actividades asignadas se concluye que el proceso de práctica y la metodología establecida fue acertada, ya que permitió crecimiento a nivel personal en cuanto a la mejora de toma de decisiones, la comunicación, el trabajo en equipo y la ética profesional, además posibilitó el desarrollo de habilidades y aptitudes para desempeñarse en el campo laboral, se sumó experiencia profesional y se afianzaron y fortalecieron los conocimientos adquiridos a lo largo del pregrado en las diferentes áreas de la ingeniería civil.

El análisis estructural es de suma importancia para comprender completamente cómo se comporta la estructura diseñada a las cargas a las que se verá afectada, permitiendo verificar su cumplimiento ante los requerimientos de diseño de la normativa vigente, realizado el modelo analítico de la estructura de bodega para la zona deportiva se evidenció el cumplimiento del tipo de cimentación (viga corrida) para la estructura, que el espesor de 12 centímetros para los muros de corte es óptimo para el sistema de cargas estimado, con los resultados del modelo también se pudo comprobar la funcionalidad en materia de estabilidad de la cubierta ligera cumpliendo adicionalmente con la geometría y características particulares que buscaban los arquitectos en su diseño; comprobando una correcta escogencia de los perfiles metálicos para las correas y para las vigas.

El dibujo y a generación de planos estructurales referentes al diseño estructural del proyecto permiten comunicar de manera detallada los lineamientos de la obra, de manera que los constructores tengan una visión clara de cómo debe ser el resultado de esta. Adicionalmente el

correcto desarrollo y presentación de los planos estructurales permitió posteriormente un correcto cálculo de las cantidades de obra requeridas.

La estimación de cantidades de obra, como base para la elaboración del presupuesto del proyecto, se desarrolló a partir de los planos estructurales aprobados y de la utilización de herramientas como las hojas de cálculo de Excel que con una programación permitieron cuantificar el volumen de concreto y los kilogramos de acero que se necesitan en obra.

Las visitas y reuniones de seguimiento del proyecto fueron de gran importancia, permitieron observar como es el trabajo interdisciplinario dentro de un proyecto real, como los profesionales desde sus distintas áreas realizan sus aportes y entrelazan conocimientos permitiendo un desarrollo integral de los proyectos, también se identificó la necesidad de que exista una buena comunicación y un buen flujo de información para constantemente discutir los detalles técnicos o cambios que se requieran y de esa manera los diseños y resultados sean óptimos.

Se adquirieron nuevas competencias y destrezas en el uso e implementación de software de diseño estructural como ETABS, en programas de diseño y dibujo como AutoCAD, así como en la programación de hojas de cálculo para la estimación de cantidades de obra en Microsoft Excel, las cuales permiten un crecimiento en el perfil profesional y un mejor desempeño en el campo laboral.

Referencias Bibliográficas

- Amarilo. (2021). ¿Qué es la renovación urbana? Amarilo.
<https://amarilo.com.co/blog/actualidad/que-es-la-renovacion-urbana/>
- Cáceres, L. V., Guerrero, E. C., & Cruz, C. L. (2018). El diseño estructural y su contribución en la arquitectura contemporánea. Caribeña de Ciencias Sociales, octubre.
<https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/10/disenio-estructural-arquitectura.html>
- Cantidades de obra. (2010). Organización de obras.
<https://organizaciondeobras.wordpress.com/cantidades-de-obra/>
- Carigliano, S. (2015). ¿Qué es el análisis estructural? Software de análisis estructural en la nube SkyCiv | Cloud Structural Analysis Software and Calculators.
<https://skyciv.com/es/education/what-is-structural-analysis/>
- Jacome J. J. (2015). Planos Estructurales. Blogspot.com.
<http://jacomeajj.blogspot.com/2015/06/planos-y-elementos-estructurales.html>
- Memorias de cálculo. (s/f). Dimecproing.cl. <http://dimecproing.cl/our-services/memorias-de-calculo/>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. (s.f). Renovación Urbana. Recuperado el 25 de enero de 2023, de <https://minvivienda.gov.co/proyectos-de-espacio-urbano-y-territorial-sgr/renovacion-urbana>
- Morales, F. C. (2020). Obra pública. Economipedia. Disponible en <https://economipedia.com/definiciones/obra-publica.html>
- Municipio de Bucaramanga. (2022). Nuestra alcaldía. Disponible en: <https://www.bucaramanga.gov.co/transparencia/nuestra-alcaldia/>
- Urbanismo. (s/f). Ecured.cu. disponible en <https://www.ecured.cu/Urbanismo>