

Práctica empresarial como auxiliar de residente de obra para la construcción del proyecto "Mejoramiento de la infraestructura física de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander" Ubicado en el Hospital Universitario de Santander.

Daniel Alberto Urrea González

Trabajo de Grado para optar el título de Ingeniero Civil

Director

Luis Eduardo Zapata Orduz

Ingeniero Civil, PhD

Profesor titular UIS.

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

2024

### **Agradecimientos**

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que han sido fundamentales en la realización de mi proyecto de grado en la modalidad de prácticas empresariales. Su apoyo incondicional y contribuciones han sido invaluable para alcanzar este logro. En primer lugar, quiero agradecer a mis queridos padres por su constante apoyo, tanto emocional como económico, a lo largo de toda mi carrera universitaria. Gracias a su sacrificio y confianza en mí, pude completar mis estudios y embarcarme en esta emocionante experiencia de prácticas empresariales. Además, deseo extender mi gratitud a la División de Planta Física de la Universidad Industrial de Santander por brindarme la oportunidad de realizar mis prácticas en su prestigiosa entidad. Su confianza en mi capacidad y dedicación me permitió adquirir conocimiento en la ejecución de obra y crecer como futuro profesional en Ingeniería Civil. Por otro lado, quiero expresar mi reconocimiento y agradecimiento a los ingenieros de OPS Construcciones, quienes me recibieron como uno más del equipo durante mi estadía en el proyecto. Su experiencia, paciencia y disposición para compartir conocimientos fueron fundamentales para mi desarrollo profesional. Agradezco su guía y apoyo, que me permitieron crecer como profesional en el área de la construcción.

## Tabla de Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción.....	12
1. Mejoramiento de la infraestructura física de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander. ....	13
1.1. Empresas e instituciones.....	13
1.1.1. Empresas.....	13
1.1.1.1. OPS Construcciones. ....	13
1.1.1.2. Urbacolombia. ....	13
1.1.1.3. UG21. ....	13
1.1.2. Instituciones.....	13
1.1.2.1. Universidad Industrial de Santander.....	13
1.1.2.1.1. Misión.....	14
1.1.2.1.2. Visión .....	14
1.1.2.1.3. División de Planta Física .....	15
1.2. Acerca del proyecto.....	15
1.3. Labor del practicante en el proyecto.....	17
2. Objetivos.....	18
2.1 Objetivo General.....	18
2.2 Objetivos Específicos .....	18
3. Metodología.....	19
3.1 Revisión de planos y visitas a obra.....	19
3.1.1 Revisión de planos estructurales en formato digital.....	19

3.1.2 Visitas a obra .....	20
3.2 Supervisión y control de obra.....	24
3.2.1 Actividades en el primer mes de la práctica .....	24
3.2.1.1 Realización del cálculo de cantidades de obra, incluyendo la masa de acero y volumen de concreto.....	24
3.2.1.2 Revisión de informes de resistencia de concretos. ....	25
3.2.2 Actividades en el segundo mes de la práctica .....	26
3.2.2.1 Realización del cálculo de cantidades de obra, incluyendo la masa de acero y volumen de concreto con la ayuda de programas BIM y software de siderúrgicas. ....	26
3.2.3 Actividades en el tercer mes de la práctica.....	28
3.2.3.1 Determinación de cantidades de acero usando software de la siderúrgica Gerdau Diaco y comienzo del seguimiento al avance de obra utilizando AutoCAD. ....	28
3.2.4 Actividades en el cuarto mes de la práctica.....	29
3.2.4.1 Modelado de la estructura y cálculo de volúmenes de concreto de todo el proyecto usando Revit. ....	29
3.2.4.2 Finalización del seguimiento de obra usando AutoCAD. ....	32
3.3 Realización de informes .....	33
3.3.1 Informes o formatos realizados en el primer mes.....	33
3.3.1.1 Informe de ensayos de laboratorio.....	33
3.3.1.2 Excel resumen de las cantidades de obra en el nivel -3 y nivel -2. ....	34
3.3.2 Informes o formatos realizados en el segundo mes.....	36
3.3.2.1 Excel resumen de cantidades de concreto en el nivel -1 y +1. ....	36
3.3.3 Informes o formatos realizados en el tercer mes .....	37

3.3.3.1 Formatos de cantidades de acero del nivel -1 y nivel -1. ....	37
3.3.4 Informes o formatos realizados en el cuarto mes .....	38
3.3.4.1 Excel resumen para el volumen de concreto presentes en el proyecto.....	38
4.Conclusiones.....	39
Referencias Bibliográficas.....	41

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Fragmento de los informes de cantidades en Revit .....	27
Tabla 2. Cantidades de concreto del nivel -3 y nivel -2. ....	35
Tabla 3. Cantidades de acero del nivel -3 y nivel -2. ....	35

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación del proyecto. ....	16
Figura 2. Plano estructural del nivel -2 .....	16
Figura 3. Plano estructural del nivel -1 y nivel +1. ....	19
Figura 4. Ensayos realizados en campo.....	21
Figura 5. Compactación y fundido de placa de contrapiso.....	21
Figura 6. Acompañamiento a perforación de pilotes.....	22
Figura 7. Fundido de elementos estructurales. ....	23
Figura 8. Revisión de armadura.....	23
Figura 9. Revisión de sección en columnas.....	24
Figura 10. Fragmento de la hoja de cálculo hecha para las cantidades de obra. ....	25
Figura 11. Modelo en Revit nivel -2 y nivel -1. ....	26
Figura 12. Interfaz programa de siderúrgica. ....	28
Figura 13. Visualización del código en forma de diagrama de red. ....	30
Figura 14. Vista 3D del modelo estructural realizado en Revit.....	31
Figura 15. Junta de construcción y fases de creación.....	32
Figura 16. Fragmento seguimiento a obra. ....	33
Figura 17. Fragmento del informe sobre los ensayos de concreto. ....	34
Figura 18. Excel realizados para resumir las cantidades de concreto con sus filtros y métodos de búsqueda. ....	36

Figura 19. Fragmento del informe de aceros generada con el software de la siderúrgica  
Gerdau Diaco.....37

Figura 20. Fragmento del informe en donde se resume el volumen de concreto del proyecto  
.....38

## Glosario

**AutoCAD:** Software de diseño asistido utilizado para dibujo 2D y 3D (Autodesk, 2023).

**BIM:** Se refiere a la metodología de gestión de la información en la construcción basada en un entorno colaborativo y digital (Building Information Modeling) (BuilingSMART, 2024).

**CSV:** valores separados por comas (Microsoft, 2023).

**Dynamo:** Herramienta de programación visual ejecutada en Revit (Autodesk, 2023).

**Fases de creación:** Estado actual del elemento modelado en Revit (MSI Digital Builders, 2024).

**Modelo:** El modelo de Revit es una versión virtual del diseño de construcción, no solo describe la geometría de los elementos sino que también captura el propósito del diseño y las relaciones lógicas entre los elementos (CADBIM3D, 2023).

**Revit:** Software de modelado de la información en el campo de la construcción (Autodesk, 2023).

**UIS:** Universidad Industrial de Santander (UIS, 2023).

## Resumen

**Título:** Práctica empresarial como auxiliar de residente de obra para la construcción del proyecto "Mejoramiento de la infraestructura física de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander" ubicado en el Hospital Universitario de Santander.\*

**Autor:** Daniel Alberto Urrea Gonzalez\*\*

**Palabras Clave:** Cantidades de obra, Ingeniería Civil, practica empresarial, supervisión de obra, Facultad de Salud.

**Descripción:** En el presente trabajo de grado se muestran las actividades realizadas como auxiliar de ingeniero residente de obra, con el fin de optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad Industrial de Santander. Las prácticas se llevaron a cabo en la División de Planta Física de la universidad mencionada anteriormente, y se trabajó en el proyecto "Mejoramiento de la infraestructura física de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander", el cual tiene un presupuesto contractual de 121.140.032.311 (ciento veinte mil ciento cuarenta millones treinta y dos mil trescientos once COP).

Las actividades que se ejecutaron en el proyecto fueron revisión de planos estructurales, acompañamiento en la supervisión de obra, revisión de informes de laboratorio, modelado 3D, cálculo de cantidades de obra manualmente, cálculo de cantidades de obra usando Revit, cálculo de cantidades de acero utilizando el programa de la siderúrgica Gerdau Diaco (Gerdau Diaco, 2023) y seguimiento al avance de obra con ayuda de AutoCAD.

El proyecto de grado tuvo una duración de 16 semanas, durante las cuales en la obra se ejecutó por parte del contratista constructor actividades como excavación para la fundación de cimientos, armado y fundido de zapatas y demás elementos de fundación, conformación de placas de entepiso, perforación de pilotes, conformación de losas de entepiso, conformación de columnas y muros, colocación de redes hidráulicas, colocación de filtro francés y construcción de particiones en mampostería.

Como conclusión general, se realizó satisfactoriamente la práctica empresarial por medio de actividades que permitieron cumplir con el objetivo general de este proyecto de grado, aportando significativamente experiencia al practicante en un ambiente propio de la Ingeniería Civil. Los archivos generados al finalizar la ejecución del proyecto de grado incluyen un modelo 3D en Revit con tablas de cantidades, un archivo de Excel para el cálculo del volumen de concreto, tablas dinámicas para presentar la información, cartillas de acero e informes.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingeniería Fisicomecánica. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Luis Eduardo Zapata Orduz. Ingeniero Civil, PhD.

### Abstract

**Title:** Internship as a resident engineer assistant for the construction of the project 'Improvement of the physical infrastructure of the Faculty of Health at the Industrial University of Santander,' located at the University Hospital of Santander.\*

**Author(s):** Daniel Alberto Urrea Gonzalez\*\*

**Key Words:** Work quantities, Civil Engineering, business internship, construction supervision, Faculty of Health.

**Description:** This thesis showcases the activities performed as a resident engineer assistant in order to qualify for the degree of Civil Engineer at the Industrial University of Santander. The internships were conducted in the Division of Physical Plant of the aforementioned university, specifically on the project 'Improvement of the physical infrastructure of the Faculty of Health at the Industrial University of Santander', which had a contractual budget of 121,140,032,311 COP.

The activities executed within the project included review of structural plans, assistance in construction supervision, laboratory report review, 3D modeling, manual calculation of work quantities, calculation of work quantities using Revit, calculation of steel quantities using the Gerdau Diaco steel company's program (Gerdau Diaco, 2023), and progress monitoring with the aid of AutoCAD.

The thesis project lasted for 16 weeks, during which the contractor carried out activities such as excavation for foundation laying, assembly and casting of footings and other foundation elements, formation of floor slabs, pile drilling, formation of intermediate slabs, construction of columns and walls, installation of hydraulic networks, installation of French drains, and construction of masonry partitions.

In general conclusion, the internship was successfully conducted through activities that allowed the achievement of the overall objective of this undergraduate project, significantly contributing to the participant's experience in the field of Civil Engineering. The files generated upon completion of the project include a 3D model in Revit with quantity tables, an Excel file for concrete volume calculations, dynamic tables for presenting information, steel booklets, and reports.

---

\* Degree Work

\*\*Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Luis Eduardo Zapata Orduz. Civil Engineer, PhD.

## **Introducción**

La Ingeniería Civil es una rama de la ingeniería dedicada al diseño, construcción y mantenimiento de infraestructura hidráulica, vial, edificios y estabilización del suelo. Dentro de esta ingeniería se tiene varias ramas especializadas del conocimiento las cuales nombradas de forma general son la hidráulica, vías, geotecnia, diseño estructural, gestión y análisis de materiales de construcción. La Universidad Industrial de Santander ofrece todas estas ramas del conocimiento mencionadas anteriormente y es reconocida por sus altos estándares y exigencias académicas una muestra de esto es la acreditación ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) en ingenierías Metalúrgica, Mecánica y Civil (UIS, 2022), sumado a esto realizar una práctica empresarial es de gran beneficio para el estudiante, ya que puede poner en práctica lo aprendido en las aulas, permitiéndole desarrollar sus habilidades, destrezas y criterios en un ambiente de trabajo propio de un Ingeniero Civil.

La práctica empresarial se ejecutó en el sector de la construcción donde se aplica principalmente la gestión, llevando el control de la obra por medio del cálculo de cantidades, control del avance, revisión de elementos y realización de informes. En este documento se evidencian las actividades realizadas durante la ejecución de dicha práctica con el objetivo de cumplir el requisito de trabajo de grado 2 para optar por el título de Ingeniero Civil.

## **1. Mejoramiento de la infraestructura física de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander.**

### **1.1. Empresas e instituciones.**

#### ***1.1.1. Empresas***

En este proyecto se agrupan tres empresas enfocadas en realizar esta infraestructura, las cuales son OPS Construcciones (OPS Construcciones, 2023) empresa a la que se le adjudicó la licitación, Urbacolombia (Urbacol, 2023) contratista constructor y UG21 (UG21, 2023) encargada de la interventoría.

##### **1.1.1.1. OPS Construcciones.**

Empresa Colombiana privada dedicada principalmente a la construcción de edificaciones y proyectos con el Estado.

##### **1.1.1.2. Urbacolombia.**

Empresa internacional de 30 años en 10 países (España, Portugal, Polonia, Hungría, Eslovaquia, Rumanía, Marruecos, Angola, México, Colombia). Más de 11.000 viviendas construidas. Dedicada a la construcción de obras públicas y obras privadas (Urbacol, 2023).

##### **1.1.1.3. UG21.**

Empresa española con 12 años en Colombia, dedicada principalmente a la consultoría con presencia en 7 países y más de 20 años de experiencia (UG21, 2023).

#### ***1.1.2. Instituciones***

##### **1.1.2.1. Universidad Industrial de Santander.**

La Universidad Industrial de Santander es una de las mejores universidades públicas de Colombia según el Center for World University Rankings 2022-2023 (CWUR, 2022), logrando esta categorización gracias a su arduo y continuo esfuerzo en formar ciudadanos

como profesionales integrales, éticos, con sentido político e innovadores, esto de la mano de su alto sentido de responsabilidad social e institucional (Universidad Industrial de Santander, 2022).

#### ***1.1.2.1.1. Misión***

La Universidad Industrial de Santander es una institución pública que forma ciudadanos como profesionales integrales, éticos, con sentido político e innovadores; apropia, utiliza, crea, transfiere y divulga el conocimiento por medio de la investigación, la innovación científica, tecnológica y social, la creación artística y la promoción de la cultura; construye procesos colaborativos y de confianza social para la anticipación de oportunidades, el reconocimiento de retos y la construcción de soluciones a necesidades propias y del entorno. Este obrar institucional, dinamizado con redes diversas y abiertas de conocimiento y aprendizaje, busca el fortalecimiento de una sociedad democrática, participativa, deliberativa y pluralista, con justicia y equidad social, comprometida con la preservación del medio ambiente y el buen vivir (Universidad Industrial de Santander, 2022).

#### ***1.1.2.1.2. Visión***

Para el año 2030, la Universidad Industrial de Santander será reconocida en el entorno nacional e internacional como una comunidad intelectual, ética y diversa, que educa para interpretar los desafíos del mundo, que es abierta a nuevas formas de pensamiento y que gestiona el conocimiento para el avance y la transformación de la sociedad y la cultura hacia el mejoramiento de la calidad de vida. La UIS, para fortalecer la naturaleza pública que le es propia, habrá actuado de manera significativa y acorde con los derechos humanos para la conservación de la biodiversidad, el

desarrollo sostenible, la convivencia pacífica, la cohesión social y la democracia (Universidad Industrial de Santander, 2022).

#### ***1.1.2.1.3. División de Planta Física***

La División de Planta Física se encuentra adscrita en dirección y dependencia a la Vicerrectoría Administrativa de la Universidad industrial de Santander. Su función es la de prestación de servicios en las áreas de construcción, fontanería, carpintería, jardinería, electricidad, soldadura, pintura, aseo, transporte, asesorías de obras y mejoramiento de espacios. La División de Planta Física cuenta con la sección de accesorias la cual se encarga del diseño, montaje y supervisión de obras encargada de la supervisión al proyecto “Mejoramiento de la infraestructura física de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander” (Administrativa, n.d.).

### **1.2. Acerca del proyecto**

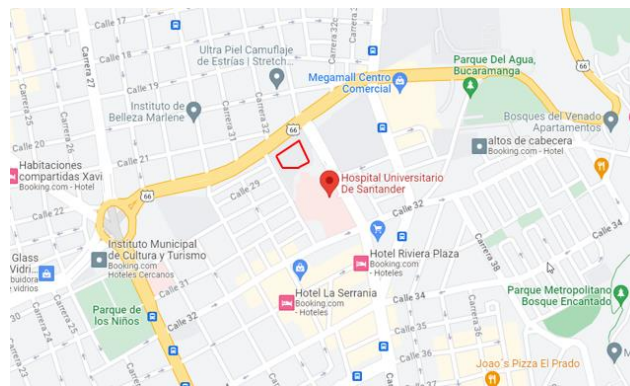
El proyecto “Mejoramiento de la infraestructura física de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander” es una apuesta ambiciosa de parte de la universidad Industrial de Santander y el Estado con el que pretenden impulsar a la universidad como referente de educación e investigación en medicina y cuidado de la salud humana, simultáneamente mejorar la calidad de vida de la población al poner a disposición equipos especializados de alta calidad y espacios adecuados, tanto para los profesionales de la salud como de los pacientes.

La estructura tendrá 7 niveles los cuales varían según el uso y área construida, de los niveles construidos 2 serán dispuestos como parqueaderos (nivel -3 y -2) y los restantes tendrán usos varios como auditorios, salones, laboratorios y zonas auxiliares. Se tiene una variación de área que va desde los  $4000 m^2$  hasta los  $5450 m^2$  con un presupuesto

contractual de \$121.140.032.311(ciento veintinueve mil ciento cuarenta millones treinta y dos mil trescientos once COP) el cual viene de recursos departamentales y propios de la universidad. El proyecto se encuentra ubicado en el Hospital Universitario de Santander en la carrera 33 # 28-126 Bucaramanga (Prensa, 2022), ver Figura 1.

### Figura 1.

*Ubicación del proyecto.*



Nota: En la Figura 1 se muestra la ubicación donde se encuentra el proyecto, el recuadro rojo representa la ubicación en planta de la obra. Tomada de (Maps, 2023).

Para dar mayor detalle de la magnitud y sistema estructural se muestra una imagen correspondiente al nivel -2 estructural, Figura 2.

### Figura 2.

*Plano estructural del nivel -2*



Nota. La Figura 2 corresponde al plano estructural del nivel -2 el cual está conformado por una placa nervada en una dirección como solución a cargas verticales, también se puede apreciar la geometría de la planta estructural. Autorizado Planta Física UIS.

### **1.3. Labor del practicante en el proyecto**

El objetivo principal por parte del estudiante es realizar la práctica empresarial como modalidad de grado para optar por el título de Ingeniero Civil. En este sentido el practicante de la División de Planta física de la Universidad Industrial de Santander desempeñó el cargo de auxiliar de ingeniero residente de obra en el proyecto denominado “Mejoramiento de la infraestructura física de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander”, realizando actividades de apoyo, acompañamiento y seguimiento de las cuales destacan las visitas a obra, acompañamiento en ensayos realizados en campo como asentamiento en concreto y seguimiento al avance de obra ver Sección 3.2.4.2.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Realizar la práctica empresarial como modalidad de grado desempeñando labores como auxiliar de residente de obra en la ejecución del proyecto "Mejoramiento de la infraestructura física de la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander" en la División de Planta Física de la Universidad Industrial de Santander.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar labores como auxiliar de ingeniero residente mediante visitas periódicas a la obra comprobando la correcta conformación de elementos estructurales respecto a planos o especificaciones de construcción.
- Desarrollar labores como auxiliar de ingeniero residente mediante la supervisión de obra, llevando control y seguimiento por medio de la programación de obra existente.
- Registrar y resumir mediante formatos o informes las actividades adelantadas durante la práctica empresarial.

### 3. Metodología

#### 3.1 Revisión de planos y visitas a obra

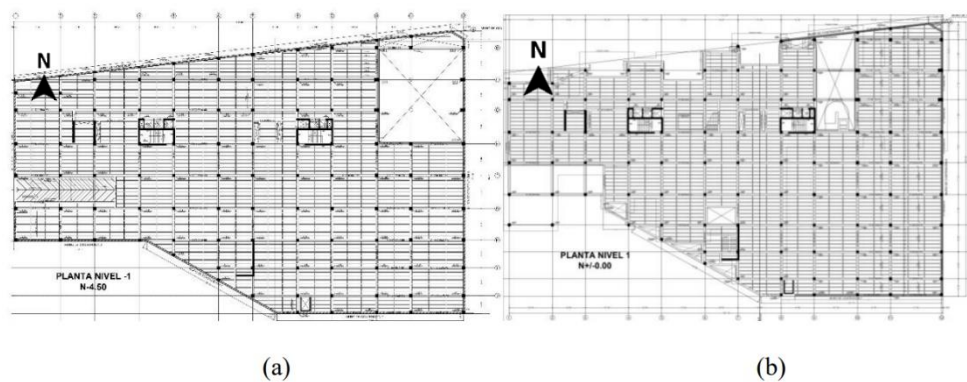
Las actividades en esta sección se relacionan con el cumplimiento del primer objetivo específico y fueron realizadas durante los 4 meses de la práctica.

##### 3.1.1 Revisión de planos estructurales en formato digital

Durante el tiempo de ejecución de la práctica se revisaron los planos de todos los niveles de la estructura, en el primer mes se revisó el nivel -3 y nivel -2, en el segundo y tercer mes se continuo la revisión al nivel -1 y nivel +1. En la revisión de los niveles mencionados anteriormente se extrajo la información necesaria para realizar las verificaciones hechas a los elementos estructurales, dichas revisiones se mencionan en la Sección 3.1.2 Visitas a obra, también se extrajo la información necesaria para realizar el cálculo del volumen de concreto y de acero. En el último mes se realizó la revisión de los niveles restantes, pero esta vez se hizo solo con el fin de calcular el volumen de concreto. En la Figura 3 se muestran algunos de los planos revisados.

#### Figura 3.

*Plano estructural del nivel -1 y nivel +1.*



Nota: En la Figura 3 (a) se muestra la planta estructural del nivel -1. En la Figura 3 (b) se muestra la planta estructural del nivel +1. Autorizado Planta Física UIS.

### ***3.1.2 Visitas a obra***

En la primera semana de la práctica se realizó la inducción en donde se hizo la primera visita a obra en compañía de un ingeniero designado por el tutor. En dicha visita se mostró el avance que se llevaba, las máquinas que se usaban y se dieron recomendaciones de seguridad para evitar accidentes en las próximas visitas a obra en las cuales el practicante en la mayoría de las veces realiza de manera independiente.

Las visitas a obra se realizan con una frecuencia mínima de 1 a la semana, pero de ser necesario se realizaban más. El objetivo principal era el de identificar discordancias de los elementos ejecutados (construidos) y los planos, en especial en los elementos estructurales, también se realiza un acompañamiento a los ingenieros encargados de recibir las actividades como los ensayos hechos en campo para determinar las densidades de los suelos compactados, el asentamiento del concreto, fundido de placa de contrapiso, fundido de zapatas, fundido de columnas, fundido de placa de entrepiso, compactación de suelo y perforación de pilotes. De encontrar alguna variación de la sección o de la configuración de los aceros se notifica de forma oral a los ingenieros de la empresa OPS (OPS Construcciones, 2023) encargados del control de obra, para que ellos hicieran el correspondiente seguimiento a la situación.

A continuación, se muestra un registro fotográfico del acompañamiento a los ingenieros encargados de recibir y hacer seguimiento a las actividades en ejecución. Como primer registro se presentan los ensayos realizados en campo (INVIAS, 2012), Figura 4.

**Figura 4.**

*Ensayos realizados en campo.*



(a)

(b)

Nota: En la Figura 4 (a) se muestra el ensayo de asentamiento hecho en los concretos el cual es necesario, ya que permite verificar la fluidez, para garantizar que la mezcla fluya correctamente dentro del encofrado y las armaduras de los elementos estructurales, lo que se hace es verificar la distancia que hay entre la barra con la que se enraza hasta el concreto desplazado (NTC, 1992). En la Figura 4 (b) se muestra el ensayo de densidades el cual se realiza para comprobar la densidad óptima, requerida para aprobar el fundido de la placa de contrapiso (INVIAS, 2012). Autorizado Planta Física UIS.

También se realizó el acompañamiento en las actividades de compactación y fundido de la placa de contrapiso, Figura 5.

**Figura 5.**

*Compactación y fundido de placa de contrapiso.*



(a)

(b)

Nota: En la Figura 5 (a) se muestra la compactación en los suelos. En la Figura 5 (b) se muestra el fundido de la placa de contrapiso. Autorizado Planta Física UIS.

Para estabilizar el talud y proteger las estructuras aledañas al proyecto se hicieron pilotes y pantallas ancladas, en la Figura 6 se muestra un registro del acompañamiento hecho al trabajo de perforación de pilotes.

### **Figura 6.**

*Acompañamiento a perforación de pilotes.*



Nota: En la Figura 6 se muestra el trabajo adelantado en la perforación de pilotes. Autorizado Planta Física UIS.

Cuando se procede a verter el concreto en la armadura de algún elemento se busca que la altura desde donde sale el concreto no sea tal que se genere la segregación del agregado presente en la mezcla, también se constata que se vierta uniformemente y que se vibre de forma uniforme. En la Figura 7 se muestra un registro fotográfico del acompañamiento hecho en el fundido en donde se controlan los aspectos mencionados anteriormente.

**Figura 7.**

*Fundido de elementos estructurales.*



Nota: En la Figura 7 se muestra el trabajo realizado al fundir un elemento estructural tipo zapata en donde se observa cómo se vierte el concreto y el vibrado. Autorizado Planta Física UIS.

En la Figura 8 se muestra la revisión hecha en la armadura. Lo que se busca es medir la separación de los aceros y longitudes de empalme.

**Figura 8.**

*Revisión de armadura.*



(a)

(b)

Nota: En la Figura 8 (a) se está realizando la revisión del acero en una columna. En la figura 8 (b) se está haciendo la revisión del acero en una viga de entrepiso. Autorizado Planta Física UIS.

Por último, se realiza la revisión en la sección transversal de columnas en la Figura 9 se registra esta actividad.

### **Figura 9.**

*Revisión de sección en columnas.*



Nota: En la Figura 9 se muestra la revisión a la sección transversal de una columna. Autorizado Planta Física UIS.

## **3.2 Supervisión y control de obra**

Las actividades en esta sección se relacionan con el cumplimiento del segundo objetivo específico y fueron realizadas durante los 4 meses de la práctica.

### **3.2.1 Actividades en el primer mes de la práctica**

**3.2.1.1 Realización del cálculo de cantidades de obra, incluyendo la masa de acero y volumen de concreto.**

Para el nivel -3 y nivel -2 se calculó el volumen de concreto según los planos y la masa de acero de refuerzo que se necesita. El cálculo hecho por el practicante se realizó por medio de la elaboración de hojas de cálculo especializadas para cada una de las actividades, las cuales son columnas, vigas, viguetas, zapatas, muros y losas, se hicieron hojas para las mismas actividades mencionadas anteriormente, pero con el fin de calcular el acero. En la Figura 10 se muestran un fragmento de las hojas de cálculo realizadas.

**Figura 10.**

*Fragmento de la hoja de cálculo hecha para las cantidades de obra.*

Seccion	Nivel	CODIGO	Corte	Plano	Seccion	UBICACIÓN	Peso unitario seccional Kg	Cantidad de secciones	Masa total Kg
M1	NE-3	111	1	1	1	Alma111	15.2	14	213
						EB1_111	6.18	27	167
						EB_2111	7.22	27	195
M2	NE-3	122	1	2	2	Alma122	24.8	14	347
						EB1_122	3.4	27	91
						EB_2122	3.4	27	91
M3	NE-3	133	1	3	3	Alma133	7.9	26	206
						EB1_133	0	0	0
						EB_2133	0	0	0

(a)

Nivel -3 tabla		Unidades del libro	mts	Seccion				
Conteo	Eje	Tipo	Nivel	Longitud	X	Y	Area mts <sup>2</sup>	Vol concreto mts <sup>3</sup>
1	1	CC'1	NE-3	3.15	0.75	0.75	0.6	1.8
2		CD1	NE-3	3.15	0.75	0.75	0.6	1.8
3		CE1	NE-3	3.15	0.75	0.75	0.6	1.8
4		CF1	NE-3	3.15	0.75	0.75	0.6	1.8
5		CG1	NE-3	3.15	0.75	0.75	0.6	1.8
6		CH1	NE-3	3.15	0.75	0.75	0.6	1.8
1	2	C21	NE-3	3.15	0.65	0.4	0.3	0.8
2		CC'2	NE-3	3.15	0.65	0.65	0.4	1.3
3		CD2	NE-3	3.15	0.65	0.65	0.4	1.3
4		CE2	NE-3	3.15	0.65	0.65	0.4	1.3

(b)

Nota: En la figura 10 (a) se presenta un fragmento del formato realizado para el cálculo de acero de los elementos estructurales, en este caso se está calculado el acero de los estribos y refuerzo horizontal en el alma de un muro de concreto. La figura 10 (b) presenta el formato destinado para el cálculo de volúmenes de concreto en columnas. Elaboración propia.

**3.2.1.2 Revisión de informes de resistencia de concretos.**

Consistió en la revisión de 63 informes de laboratorio que albergaban más de 100 muestras, en donde se validó la resistencia a la compresión según los siguientes cuatro criterios

asignados por el tutor: resistencia mínima a los 7 días 60% según  $f'c = 28\text{MPa}$ , 14 días un 75%, 21 días un 90% y a los 28 días más de 100%. Los ensayos que se le realizaron a las muestras fueron: ensayo a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto NTC 673 (ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas, 2010) y determinación de la resistencia de morteros de cemento hidráulico a la compresión NTC 220 (ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas, 2008).

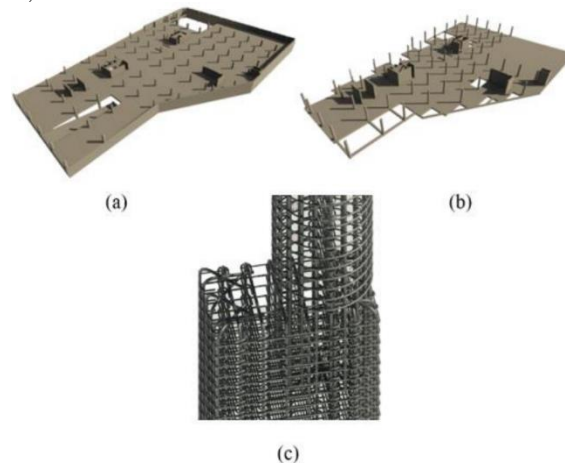
### ***3.2.2 Actividades en el segundo mes de la práctica***

#### **3.2.2.1 Realización del cálculo de cantidades de obra, incluyendo la masa de acero y volumen de concreto con la ayuda de programas BIM y software de siderúrgicas.**

Para hacer seguimiento al proyecto y determinar las cantidades de obra, el practicante realizó el modelo del nivel -1 y nivel +1 en Revit. Se hizo el modelado del volumen de todos los elementos en concreto, además de modelar las barras de refuerzo para algunas columnas del proyecto con el fin de tener cantidades de acero y concreto en un solo modelo, sumado a esto se empezó a realizar las listas de acero en un programa de la siderúrgica Gerdau Diaco (Gerdau Diaco, 2016) ver Sección 3.2.3.1. A continuación, se presenta una vista isométrica del trabajo realizado, Figura 11.

#### **Figura 11.**

*Modelo en Revit nivel -2 y nivel -1.*



Nota: En la Figura 11 (a) (b) se muestra el modelo del nivel -1 y nivel 1 respectivamente y en la Figura 11 (c) se presenta la vista 3D del acero de refuerzo en una columna. Elaboración propia.

Finalmente se realizaron tablas de informe de cantidades de todos los elementos estructurales de los niveles presentados en la Figura 11 (a) y Figura 11 (b). A continuación, en la Tabla 1 se observa los datos que se pueden extraer del modelo realizado. Las tablas de cantidades que proporciona Revit facilitan el control y seguimiento de los elementos que se necesitaron, necesitan y se necesitaran en la vida del proyecto y si existe algún cambio en dimensiones o localización de elementos se puede ajustar el modelo rápidamente Tabla 1.

**Tabla 1.**

*Fragmento de los informes de cantidades en Revit.*

Tipo	Ubicación	Nivel base	Familia	Longitud [m]	Área sección [m <sup>2</sup> ]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Acero [kg]
0.75x0.75	F-12	NE-2.00	Hormigón-Rectangular-Pilar	3.50	0.56	1.97	357.68
0.75x0.76	E-12	NE-2.01	Hormigón-Rectangular-Pilar	3.50	0.56	1.97	347.50
1.20x0.75	D-12	NE-2.02	Hormigón-Rectangular-Pilar	3.50	0.90	3.15	657.64
1.20x0.76	C-12	NE-2.03	Hormigón-Rectangular-Pilar	3.50	0.90	3.15	657.64
<b>Total</b>				<b>14.00</b>	<b>2.93</b>	<b>10.24</b>	<b>2020.46</b>

Nota: En la Tabla 1 se presenta un fragmento de un informe tipo de cantidades generado automáticamente en el programa Revit. Elaboración propia.

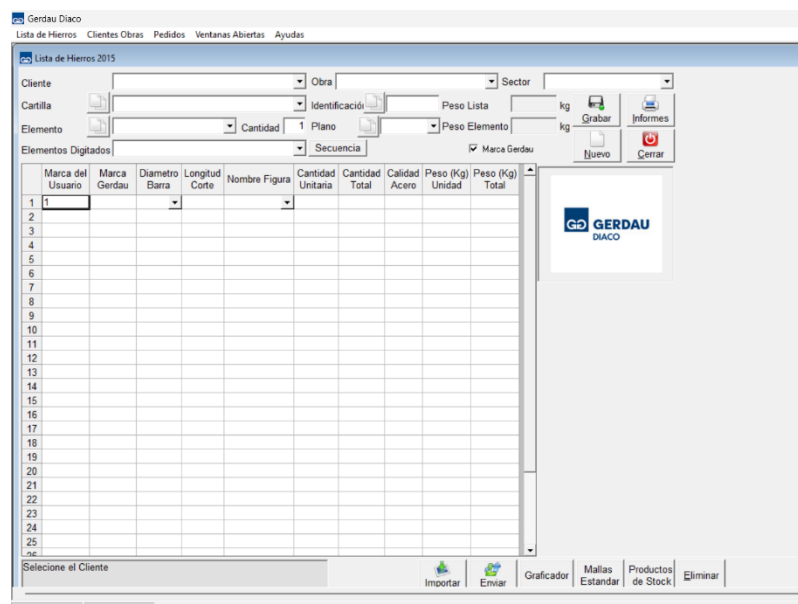
### 3.2.3 Actividades en el tercer mes de la práctica

#### 3.2.3.1 Determinación de cantidades de acero usando software de la siderúrgica Gerdau Diaco y comienzo del seguimiento al avance de obra utilizando AutoCAD.

En un primer momento se realizó el cálculo de las cantidades de forma manual, es decir, mediante la elaboración de hojas de cálculo. Posteriormente, se utilizó Revit para determinar los volúmenes de concreto. En esta ocasión, se está utilizando un software de la siderúrgica Gerdau Diaco (Gerdau Diaco, 2016) para el cálculo del acero. Además, se inició un seguimiento de la obra utilizando AutoCAD, el cual continuará hasta finalizar la práctica y se llevará semanalmente. Gerdau Diaco (Gerdau Diaco, 2016) empresa brasileña productora de acero y una de las más grandes del mundo con más de 120 años de experiencia en el sector y con alcance en distintas regiones de Colombia, dicha empresa desarrolló un software dedicado en la generación de listados de hierros, con una interfaz amigable para el usuario que le permite seleccionar la figura del acero y configurar su geometría separando también los aceros por elemento, en la Figura 12 se muestra la interfaz de usuario.

**Figura 12.**

*Interfaz programa de siderúrgica.*



(a)

Gerdau Diaco Daniel Gonzalez  
Lista de Hierros Clientes Obras Pedidos Ventanas Abiertas Ayudas

Lista de Hierros 2015

Cliente: Daniel Gonzalez    Obra: Salud UIS    Sector: Unico

Cartilla: Columnas NE-2.00    Identificación: COLUMNA    Peso Lista: 19640 kg

Elemento: C101 NE-2-1    Cantidad: 1 Plano    ECOL04    Peso Elemento: 342 kg

Elementos Digitados: C101 NE-2-1 COLUMNA    Secuencia:    Marca Gerdau

	Marca del Usuario	Marca Gerdau	Diametro Barra	Longitud Corte	Nombre Figura	Cantidad Unitaria	Cantidad Total	Calidad Acero	Peso (Kg) Unidad	Peso (Kg) Total
1	LOG	7745L	7	745	Barra L	8	8	W60	22.66	181
2	ES	3248E	3	248	Estribo 135	8	8	W60	1.39	11
3	ES(C)	3248E	3	248	Estribo 135	24	24	W60	1.39	33
4	GH	377AE	3	77	Barra AE	24	24	W60	0.43	10
5	GH(C)	377AE	3	77	Barra AE	72	72	W60	0.43	31
6	GV	377AE	3	77	Barra AE	24	24	W60	0.43	10
7	GV(C)	377AE	3	77	Barra AE	72	72	W60	0.43	31
8	LOG	6745L	6	745	Barra L	2	2	W60	16.65	33
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
ne										

3/20/2015

Importar    Enviar    Graficador    Mallas Estandar    Productos de Stock    Eliminar

(b)

Nota: En la Figura 12 (a) se muestra la interfaz de usuario en blanco dedicada para introducir los aceros de cada elemento. En la Figura 12 (b) se muestra la interfaz después de digitar datos, un aspecto interesante del programa es visualizar la masa total del elemento según se van digitando los datos. Elaboración propia.

### 3.2.4 Actividades en el cuarto mes de la práctica

#### 3.2.4.1 Modelado de la estructura y cálculo de volúmenes de concreto de todo el proyecto usando Revit.

Para llevar control de la obra se completó el modelo en Revit de todo el proyecto, la construcción del modelo se realizó siguiendo el proceso constructivo visto durante las visitas a obra, esto con el fin que el volumen de concreto se pudiera discriminar de tal forma que sirviera para programar los pedidos de dicho material. El proceso de modelado fue el siguiente, el volumen de los elementos verticales va desde el nivel inferior hasta la altura constructiva definida en los planos y debida al peralte de las columnas, las vigas y viguetas

se modelaron según los ejes del proyecto. Con el fin de identificar cada viga / vigueta se realizó un código en Dynamo (Autodesk, 2023) con la ayuda de información extraída de internet y de inteligencias artificiales disponibles gratuitamente (OpenAI, 2023). Dicho código al ser ejecutado remplazaba el contenido del apartado “comentarios” presente en las propiedades de todos los elementos y en particular los elementos horizontales para colocar las coordenadas del nodo inicial y final del elemento (Figura 13).

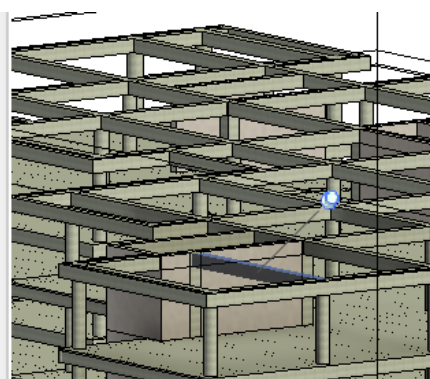
### Figura 13.

*Visualización del diagrama de red.*



(a)

Cotas	
Longitud	10.5000
Volumen	3.537 m <sup>3</sup>
Elevación en parte su...	18.5000
Elevación en parte inf...	17.8500
Datos de identidad	
Imagen	
Comentarios	(7-l)-(8-l)
Marca	
Tiene asociación	<input type="checkbox"/>
Proceso por fases	



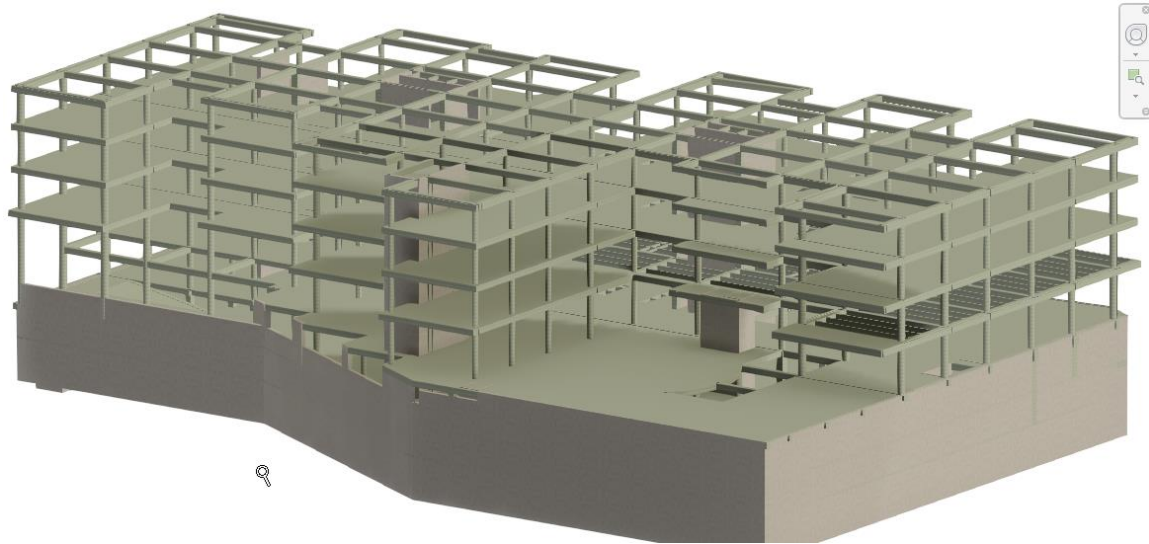
(b)

Nota: En la Figura 13 (a) se muestra el diagrama de red utilizado para ejecutar el código que devuelve la ubicación en planta de cada elemento y muestra el resultado en el apartado de “Comentarios” en la tabla de propiedades. En la Figura 13 (b) se visualiza el resultado del código en el recuadro rojo. Elaboración propia.

Para que el lector pueda apreciar la magnitud del modelo se presenta a continuación en la Figura 14.

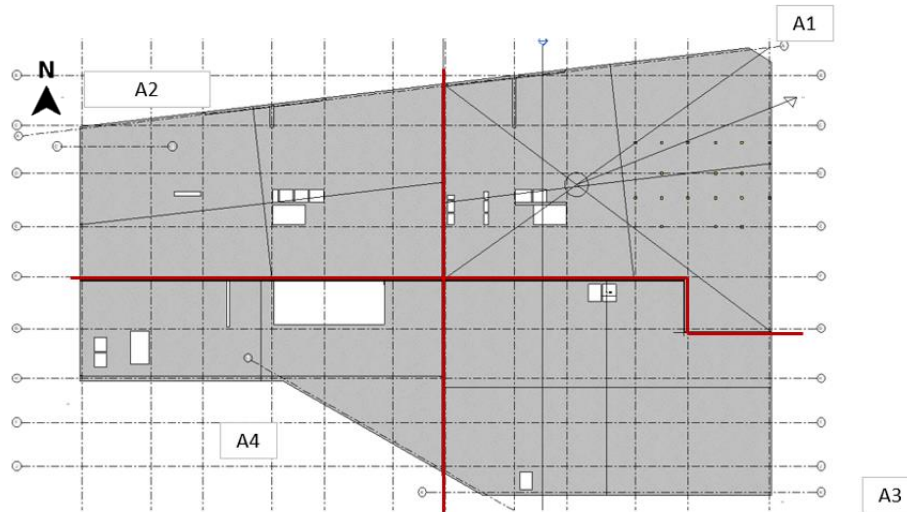
**Figura 14.**

*Vista 3D del modelo estructural realizado en Revit.*



Nota: En la Figura 14 se muestra una imagen 3D del modelo realizado en Revit y corresponde a la magnitud total de la estructura del proyecto. Elaboración propia.

Finalmente, se generaron tablas de planificación de cantidades con el fin de hacer archivos CSV que contuvieran la información de cada elemento presente en Revit. Para facilitar la discriminación y concordancia del modelo con el proceso constructivo se definieron fases de creación correspondientes a las particiones creadas por la junta constructiva, Figura 15.

**Figura 15.***Junta de construcción y fases de creación.*

(a)

2	construccion_A1	ejecucion acero y concreto_ segun junta de construccion tramo NE
3	construccion_A2	ejecucion acero y concreto_ segun junta de construccion tramo NO
4	construccion_A3	ejecucion acero y concreto_ segun junta de construccion tramo SE
5	construccion_A4	ejecucion acero y concreto_ segun junta de construccion tramo SO

(b)

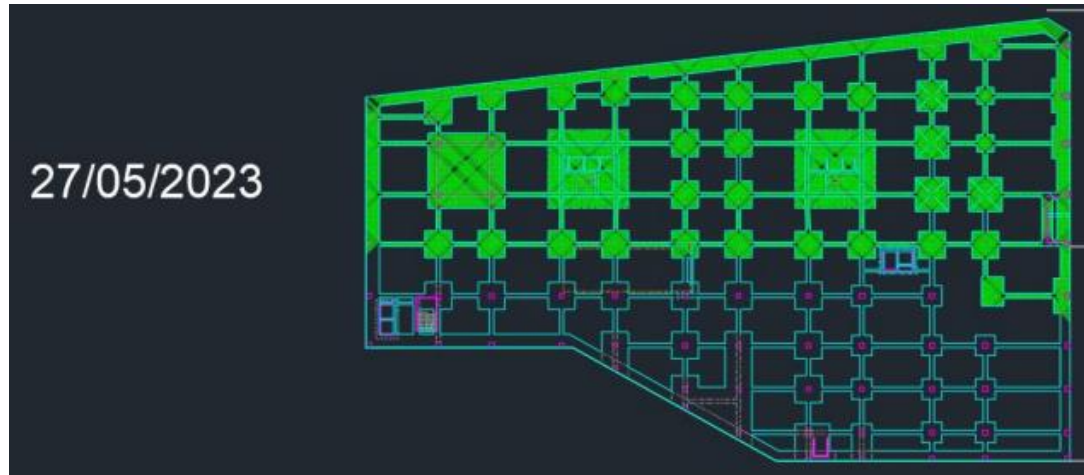
Nota: En la Figura 15 (a) se muestra la geometría generada por la junta de construcción. En la Figura 15 (b) se muestran las fases de creación generadas para separar los elementos según su junta de construcción. Elaboración propia.

### 3.2.4.2 Finalización del seguimiento de obra usando AutoCAD.

Se llevó a cabo un seguimiento al avance de obra semana a semana logrando completar seis semanas. Por medio del programa AutoCAD se realizó el seguimiento al hacer un achurado semana a semana en donde se muestra los elementos que se han construido según lo que se observó en las visitas a obra, ver Figura 16.

**Figura 16.**

*Fragmento seguimiento a obra.*



Nota: En la Figura 16 se muestra un seguimiento tipo que se lleva a cabo sobre los elementos estructurales del proyecto, el achurado de color verde representa los elementos construidos actuales según la fecha observada. Elaboración propia.

**3.3 Realización de informes.**

Las actividades en esta sección se relacionan con el cumplimiento del tercer objetivo específico y fueron realizadas durante los cuatro meses de la práctica.

**3.3.1 Informes o formatos realizados en el primer mes****3.3.1.1 Informe de ensayos de laboratorio.**

Para resumir los resultados obtenidos de la revisión hecha a los ensayos de laboratorio mencionados en la Sección 3.2.1.2 Revisión de informes de resistencia de concretos, se hizo un informe en donde se explica a detalle lo encontrado y cómo entender el Excel que se realizó para esa labor, a continuación, se muestra un fragmento del informe, Figura 17.

**Figura 17.***Fragmento del informe sobre los ensayos de concreto.*

## 1. presentación

En el presente informe se muestra la verificación de cuatro criterios para los ensayos de resistencia a la compresión de muestras extraídas en la obra.

## 2. Criterios

Lo que se busca es verificar la resistencia del concreto con respecto a los días que tenga la muestra para esto se tiene los siguientes criterios.

- Primer criterio a los 7 días se requiere el 60% de la resistencia
- Segundo criterio a los 14 días se requiere el 75% de la resistencia
- Tercer criterio a los 21 días se requiere el 90% de la resistencia
- Cuarto criterio a los 28 días se requiere el 100% de la resistencia

Se tiene como referencia una resistencia máxima teórica de 28 [MPa].

## 3. Metodología

Para realizar la revisión, se transformaron los 63 informes de laboratorio a formato Excel del cual se extrajeron los siguientes datos.

Muestra N°	Localización	fecha toma	Fecha de la Falla	Edad	Resistencia porcentaje (%)
		Año-Mes-Día	Año-Mes-Día	Días	[%]

Nota: La Figura 17 se muestra un corto fragmento del informe hecho para reportar lo encontrado en la revisión de ensayos de laboratorio realizados a muestras de concreto.

Elaboración propia.

**3.3.1.2 Excel resumen de las cantidades de obra en el nivel -3 y nivel -2.**

Para presentar la información de los resultados obtenidos del cálculo de las cantidades de obra se generaron tablas resumen, a continuación, se presenta la tabla de cantidades de concreto realizada en Excel, Tabla 2.

**Tabla 2.***Cantidades de concreto del nivel -3 y nivel -2.*

Item	Nivel	$m^3$
Columnas	NE-3	158.3
	NE-2	141.0
Vg_Cimentación	NE-3	344.5
Vg_Entrepiso	NE-2	608.2
Vga_Entrepiso	NE-2	381.8
Zapatas	NE-3	1,475.2
Muros	NE-3	206.0
	NE-2	456.9
Losa entrepiso	NE-2	251.5
Volumen total		4,023.5

Nota: En la Tabla 2 se presenta el volumen de concreto de los distintos elementos discriminado por niveles. Autoría propia.

También se realizó una tabla resumen en Excel donde se presentaban los resultados obtenidos del cálculo de acero, ver Tabla 3.

**Tabla 3.***Cantidades de acero del nivel -3 y nivel -2.*

Item	Nivel	kg
Columnas	NE-3	45,007.9
	NE-2	33,409.3
Vg_Cimentación	NE-3	71,310.5
Vg_Entrepiso	NE-2	46,897.1
Vga_Entrepiso	NE-2	18,048.8
Zapatas	NE-3	128,619.2
Muros	NE-3	14,144.3
	NE-2	10,086.5
Masa total		367,523.6

Nota: En la Tabla 3 se muestra el acero en los distintos elementos discriminado por niveles.

Elaboración propia.

3.3.2 Informes o formatos realizados en el segundo mes

3.3.2.1 Excel resumen de cantidades de concreto en el nivel -1 y +1.

Para organizar la información de cantidades se realizó por parte del practicante hojas de Excel en las cuales se tenía la base de datos para el volumen de concreto de cada elemento presente en el nivel -1 y nivel 1. Se separó cada elemento de la siguiente manera: columnas, muros, vigas/viguetas y losas. Para facilitar la búsqueda y agrupación de datos se realizan tablas dinámicas a modo de resumen y filtros de búsqueda. Finalmente, para facilitar la actualización de datos se colocaron macros en Excel ligados a datos en formato CSV provenientes de Revit, Figura 18.

Figura 18.

Excel realizados para resumir las cantidades de concreto con sus filtros y métodos de búsqueda.

	A	B	C	D	E	F	G
1	TIPO	UBICACION	Nivel base	FAMILIA	LONGITUD [m]	AREA SECCION m^2	VOLUMEN CONCRETO [m^3]
2	0.75X0.75	B-12	NE-2.00	Hormigón-Rectangular-Pilar	3.5	0.263	0.919
3	0.65X0.40	a-2	NE-2.00	Hormigón-Rectangular-Pilar	3.5	0.212	0.742
4	C0.4X0.4	a-4	NE-2.00	Hormigón-Rectangular-Pilar	3.5	0.16	0.56
5	0.65X0.40	a-3	NE-2.00	Hormigón-Rectangular-Pilar	3.5	0.26	0.91
6	0.75X0.75	C'-1	NE-2.00	Hormigón-Rectangular-Pilar	3.5	0.563	1.969
7	0.75X0.75	D-1	NE-2.00	Hormigón-Rectangular-Pilar	3.5	0.563	1.969
8	0.75X0.75	E-1	NE-2.00	Hormigón-Rectangular-Pilar	3.5	0.563	1.969

Nivel base	TIPO	ACTUALIZAR TODO
N1	0.65X0.40	
NE-1.00	0.65X0.65	
NE-2.00	0.75X0.75	
	1.2X0.75	
	C0.4X0.4	
	CC (0.65_D)	
	CC (0.75D)	

Etiquetas de fila	Suma de LONGITUD [m]	Suma de VOLUMEN CONCRETO [m^3]	Cuenta de UBICACION	Suma de KG ACERO
N1	398.8	152.464	72	0
NE-1.00	436.5	161.384	97	0
NE-2.00	360.5	155.616	103	0
<b>Total general</b>	<b>1195.8</b>	<b>469.464</b>	<b>272</b>	<b>0</b>

Nota: En la Figura 18 se presenta un fragmento de informe para cantidades de concreto en columnas en donde se tienen todos los datos de los elementos en una tabla a la que se le aplica un resumen con tabla dinámica, los filtros de búsqueda y botón para actualización automática. Elaboración propia.

### 3.3.3 Informes o formatos realizados en el tercer mes

#### 3.3.3.1 Formatos de cantidades de acero del nivel -1 y nivel -2.

Para resumir y facilitar la lectura de las cantidades de acero se generaron informes utilizando el programa proporcionado por Gerdau Diaco (Gerdau Diaco, 2023). En total fueron cinco informes de los cuales cuatro son específicos, es decir, separados por elemento con su nivel de referencia y un informe general que agrupa todo el acero que se calculó del nivel -1 y nivel -2, Figura 19.

**Figura 19.**

*Fragmento del informe de aceros generada con el software de la siderúrgica Gerdau Diaco.*

CLIENTE: Daniel Gonzalez									
OBRA: Salud UIS									
LISTA DE HIERROS: VGA NE_menos_2									
SECTOR: Unico									
PE SO LISTA 47,044 kg									
L	6820L	5	5	6	W60	820	18.33	92	
L	6500L	5	5	6	W60	500	11.18	56	
L	61135R	5	5	6	W60	1135	25.37	127	
L	6885R	4	4	6	W60	885	19.78	79	
L	61135R	4	4	6	W60	1135	25.37	101	
L	6885R	4	4	6	W60	885	19.78	79	
ES1	3220E	165	165	3	W60	220	1.23	203	
ES2	3240E	60	60	3	W60	240	1.34	81	
GV1	374AE	330	330	3	W60	74	0.41	137	
GV2	384AE	120	120	3	W60	84	0.47	56	

Resumen Total		
Diametro	Calidad	Peso
3	W60	15,544
5	W60	510
6	W60	30,798
7	W60	179
		Total: 47,031

Nota: En la Figura 19 se muestra un informe tipo de acero generado con el programa de Gerdau Diaco, donde se separa por elemento mostrando sus cantidades y figuras de acero. En la parte inferior se presenta una tabla titulada “Resumen Total” la cual indica el diámetro de la barra utilizada, su peso según el tipo de diámetro y el peso total, dicha tabla resume la cantidad total de acero presente en cada informe. Elaboración propia.

### 3.3.4 Informes o formatos realizados en el cuarto mes

#### 3.3.4.1 Excel resumen para el volumen de concreto presentes en el proyecto.

Para organizar la gran cantidad de información generada por el modelo y presentarla de forma sencilla de entender se generaron hojas de Excel que resumen los resultados por medio de filtros y tablas dinámicas, Figura 20.

**Figura 20.**

*Fragmento del informe en donde se resume el volumen de concreto del proyecto.*

1	ubicación de pilar	Nivel superior	Nivel base	Volumen	Fase de creación				
2		Nivel -1	Nivel -2	0.1	Auditorio				
3	(4.000)	Nivel -1	Nivel -2	0.1	Auditorio				
4		Nivel -1	Nivel -2	0.1	Auditorio				
5	(4.230)	Nivel -1	Nivel -2	0.1	Auditorio		Etiquetas de fil	Cuenta de Tipo	
6	(-4.155)	Nivel -1	Nivel -2	0.1	Auditorio		0.35x0.35	17	
7		Nivel -1	Nivel -2	0.01	Auditorio		1.2x0.75	24	
8		Nivel -1	Nivel -2	0.24	Auditorio		40x40	5	
9		Nivel -1	Nivel -2	0.24	Auditorio		65x40	8	
10		Nivel -1	Nivel -2	0.24	Auditorio		65x65	332	
11		Nivel -1	Nivel -2	0.24	Auditorio		75x75	171	
12	(4.000)	Nivel -1	Nivel -2	0.34	Auditorio		D 75	268	
13		Nivel -1	Nivel -2	0.34	Auditorio		D 65	394	
14	(4.230)	Nivel -1	Nivel -2	0.34	Auditorio		<b>Total general</b>	<b>1219</b>	
15	(-4.155)	Nivel -1	Nivel -2	0.34	Auditorio				
16		Nivel -1	Nivel -2	0.05	Auditorio				
17		Nivel -1	Nivel -2	0.42	Auditorio				
18		Nivel -1	Nivel -2	0.42	Auditorio				

Tipo/Nivel base/Nivel superior	Suma de Volumen	Cuenta de Tipo
Auditorio	5.49	19
Columna_luz_libre	822.42	600
Finalizado	142.38	600
<b>Total general</b>	<b>970.29</b>	<b>1219</b>

Nota: En la Figura 20 se muestra un fragmento del resumen de cantidades realizado en Excel. Elaboración propia.

#### 4. Conclusiones

- Se realizaron visitas periódicas a obra en las cuales se comprobó la correcta conformación de elementos estructurales respecto a planos o especificaciones de construcción. Se observaron los procesos constructivos realizados para llevar a cabo la conformación de distintos elementos estructurales y de contención de taludes como pilotes, obteniendo como resultado un elemento con poca variación respecto a los planos.
- Se desarrolló labores como auxiliar de ingeniero residente mediante la supervisión de obra, llevando control y seguimiento por medio de la programación de obra existente.
- Se realizaron resúmenes e informes que permiten presentar de forma rápida y de fácil comprensión los resultados obtenidos al realizar las actividades propias de la práctica, también se ayudó a reducir el error en la transmisión de información implementando tablas dinámicas y filtros a los resultados obtenidos en las actividades propias de la práctica.
- Como conclusión general, se realizó satisfactoriamente la práctica empresarial por medio de actividades que permitieron cumplir con el objetivo general de este proyecto de grado, aportando significativamente experiencia al practicante en un ambiente propio de la Ingeniería Civil.
- Se obtuvieron en total  $4,023.5 m^3$  de concreto y  $367,523.6 kg$  de acero sumando los pisos NE-3, NE-2. En todo el proyecto se calcularon  $12,342.82 m^3$  de concreto.
- Se pudo evidenciar los procesos constructivos de distintos elementos estructurales, de los cuales se destaca la planeación y construcción de columnas de concreto con una sección IP metálica en su interior. Con respecto a la gestión de proyecto se

observó cómo se lleva el manejo de personal en la obra, la resolución de imprevistos de obra, el manejo por APU de todos los procesos por parte de los contadores de la oficina del consorcio, el manejo del riesgo por parte del personal SST usando señales visuales de advertencia y de información. Todas estas experiencias han sumado significativamente experiencia dado que no se contaba con ningún conocimiento previo o experiencia significativa en obra durante la academia, comparable a la obtenida en la realización de la práctica.

### Referencias Bibliográficas

- Administrativa, U. (n.d.). *División de Planta Física*. 1–8. <https://uis.edu.co/uis-planta-fisica-es/>
- Autodesk. (2023). *Dynamo*. Autodesk. <https://dynamobim.org/>
- BuildingSMART. (2024). *¿Qué es BIM?*. <https://www.buildingsmart.es/bim/>
- CADBIM3D. (2023). *CADBIM3D*. <https://www.cadbim3d.com/2016/01/que-es-el-modelado-en-revit.html>
- Gerdau Diaco. (2016). *Gerdau Diaco*. Gerdau Diaco. <https://www.gerdaudiaco.com/unidades-en-colombia/>
- ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas. (2008). NTC 220: Determinación de la resistencia de morteros de cemento hidráulico usando cubos de 50 mm o 50,8mm de lado. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 287.
- INVIAS. (2012). Densidad Y Peso Unitario Del Suelo En El Terreno Por El Método Del Cono Y Arena Inv E – 161 – 13. *Normas Y Especificaciones 2012 Invias*, 1–19.
- Maps, G. (2023). *Google Maps*. <https://www.google.com/maps>
- Microsoft. (2023). *Crear o editar archivos csv*. [https://support.microsoft.com/es-es/office/crear-o-editar-archivos-csv-para-importarlos-a-outlook-4518d70d-8fe9-46ad-94fa-1494247193c7#:~:text=Un archivo CSV \(valores separados,de un programa a otro.](https://support.microsoft.com/es-es/office/crear-o-editar-archivos-csv-para-importarlos-a-outlook-4518d70d-8fe9-46ad-94fa-1494247193c7#:~:text=Un%20archivo%20CSV%20(valores%20separados,de%20un%20programa%20a%20otro.)
- MSIDigitalBuilder. (2024), *Fases de proyecto con Revit. Parte I*. <https://msistudio.com/fases-de-proyecto-con-revit-parte-i/#:~:text=Todos%20los%20elementos%20dentro%20Revit,que%20se%20derriba%20dicho%20ejemplar.>

NTC. (1992). *NTC 396 ingeniería civil y arquitectura. método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.*

OpenAI. (2023). *ChatGPT 3.5*. OpenAI. <https://doi.org/10.21608/jsb.2023.206695.1587>

OPS Construcciones. (2023). *elEconomista*. OPS Construcciones. <https://empresite.eleconomistaamerica.co/OPS-CONSTRUCCIONES-INGENIERIA-SAS.html>

Prensa, S. De. (2022). *Secop I*. <https://www.colombiacompra.gov.co/secop/secop-i>

Técnica, N. (2010). *Concretos. ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto. 571.*

UG21. (2023). *UG21*. UG21. <https://ug21.com/costa-rica/>

UIS. (2022). *La UIS entra a las 'grandes ligas' de la Acreditación Internacional ABET*. <https://uis.edu.co/la-uis-entra-a-las-grandes-ligas-de-la-acreditacion-internacional-abet/#:~:text=El proceso de Acreditación ABET,apropiado al terminar el programa.>

Universidad Industrial de Santander. (2022). *Nuevos espacios para el fortalecimiento de la calidad. 132*. <https://comunicaciones.uis.edu.co/hechosUIS/>

Urbacol, C. (2023). *Invictus*. Urbacol, Constructora. <https://www.urbacolombia.com/>