

PASANTÍA EMPRESARIAL DE AUXILIAR DE RESIDENCIA DE SUPERVISION PARA  
LA CONSTRUCCION DE LA NUEVA BIBLIOTECA EN EL CAMPUS PRINCIPAL DE LA  
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA, PAMPLONA NORTE DE SANTANDER

CARLOS HERNANDO GOMEZ JAIMES

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS CIVIL, AMBIENTAL Y QUIMICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
PAMPLONA

2021

PASANTÍA EMPRESARIAL DE AUXILIAR DE RESIDENCIA DE SUPERVISION PARA  
LA CONSTRUCCION DE LA NUEVA BIBLIOTECA EN EL CAMPUS PRINCIPAL DE LA  
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA, PAMPLONA NORTE DE SANTANDER

CARLOS HERNANDO GOMEZ JAIMES

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Civil

Director

DIEGO IVÁN SÁNCHEZ TAPIERO

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS CIVIL, AMBIENTAL Y QUIMICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

PAMPLONA

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

Firma presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Pamplona, 9 de junio de 2021

## **Dedicatoria**

### ***A Dios***

*Primordialmente, dedico este proyecto a Dios padre todopoderoso. Solo Él sabe cuán arduo ha sido el camino y los obstáculos que se presentaron a lo largo de mi proceso de formación profesional. Me acogió con su manto y me dio las fuerzas para seguir adelante.*

### ***A mi madre y abuela***

*A mi madre, Nancy Castillo, quien ha dedicado toda su vida, llena de sacrificios, para sacar a sus hijos adelante. Es la mujer más importante de mi vida, la dueña de mi corazón y toda mi admiración. Y a mi abuela, Ana Castillo, quien con todo su amor y ternura nos ha cuidado y ayudado desde nuestro nacimiento hasta el momento.*

### ***A mi hija***

*Al amor de mi vida, la razón que ha hecho todo posible, por ser mi gran inspiración. Annie Salomé Gómez Bautista llegó en el momento más especial de mi vida y a su existencia le debo ser quien soy hoy.*

### ***A mis hermanas***

*Mis pequeños tesoros, para quienes siempre he querido lo mejor y espero, día a día, que su orgullo hacia mi jamás se desvanezca.*

### ***A mi pareja***

*Por ser un apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida y darme todo su apoyo para lograr este gran objetivo.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios, inicialmente, por darme las fuerzas y la sabiduría para cumplir este logro tan importante.

A mi madre, Nancy Castillo y abuela, Ana Castillo, por cuidarme a lo largo de mi vida y apoyarme en todas las decisiones importantes. A mis hermanas e hija, por darme aliento para seguir adelante y ser mi motivación día a día.

A la Universidad de Pamplona, por haberme permitido desarrollar como profesional, rodeado de excelentes docentes, quienes aportaron grandes conocimientos y sabiduría a mi formación como Ingeniero Civil; y a la Oficina de Planeación, por aprobar la realización de mis prácticas empresariales y así contribuir a la consecución de este valioso título.

Al Ingeniero civil Diego Iván Sánchez Tapiero, mi director de proyecto de grado, por el apoyo y asesoramiento; y al Ingeniero civil Iván Ceudiel, mi jefe durante mis prácticas empresariales, por la paciencia y orientación cuando lo necesité.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I .....	2
EL PROBLEMA.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Pregunta planteada.....	2
1.3. Justificación .....	2
1.4. Objetivos.....	3
CAPITULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Marco conceptual.....	5
2.2. Marco legal .....	6
CAPITULO III.....	10
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	10
3.1. Localización del proyecto.....	10
3.2. Información técnica del proyecto.....	12
CAPITULO IV.....	16
METODOLOGÍA .....	16
Fase 1. Metodología implementada para el cumplimiento de la práctica empresarial .....	16
Fase 2. Metodología implementada para el cumplimiento del objetivo investigativo con el Software Revit. ....	18
CAPITULO V.....	21
RESULTADOS.....	21
5.1. Verificación el comportamiento del cronograma general de la obra.....	21
5.2. Comprobación del cumplimiento de normas de seguridad.....	49

5.3.	Medición del comportamiento del diseño de la mezcla.....	52
5.4.	Cálculo de las cantidades de materiales.....	62
5.5.	Apoyo a la oficina de Planeación.....	76
5.6.	Cumplimiento al objetivo investigativo con el software Revit.....	78
CONCLUSIONES .....		89
RECOMENDACIONES.....		92
REFERENCIAS.....		93

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Riesgos de contagio en obra por COVID-19 .....	8
<b>Tabla 2</b> Áreas construidas (m <sup>2</sup> ) de los niveles del proyecto.....	13
<b>Tabla 3</b> Resistencia de concreto (F'c) y Límite de fluencia (FY) para acero, de elementos estructurales .....	13
<b>Tabla 4</b> Porcentaje de avance de obra existente en el proyecto .....	24
<b>Tabla 5</b> Balance de obra final .....	34
<b>Tabla 6</b> Resumen de porcentajes de avance.....	36
<b>Tabla 7</b> Dosificación concreto de saneamiento.....	37
<b>Tabla 8</b> Volumen de concreto y cantidad de materiales para 1 micropilote .....	38
<b>Tabla 9</b> control de perforación y fundición de micropilotes.....	39
<b>Tabla 10</b> Concreto para muros de F'c=28 MPa .....	43
<b>Tabla 11</b> Duraciones programadas y reales de actividades supervisadas .....	44
<b>Tabla 12</b> Formato de bitácora diaria de obra .....	47
<b>Tabla 13</b> Rendimientos planeados y reales del proyecto .....	48
<b>Tabla 14</b> Descripción de requisitos del proyecto .....	49
<b>Tabla 15</b> Formato para control de uso y condición de EPP en obra .....	50
<b>Tabla 16</b> Dosificación para 1 m <sup>3</sup> de concreto de 4000 PSI .....	52
<b>Tabla 17</b> Resultados de ensayo de compresión del concreto .....	58
<b>Tabla 18</b> Cantidades de concreto m <sup>3</sup> micropilotes .....	63
<b>Tabla 19</b> Cantidades de concreto m <sup>3</sup> cabezales según tipo .....	63
<b>Tabla 20</b> Cantidad de materiales saneamiento vigas nivel -3 .....	63
<b>Tabla 21</b> Cantidad de materiales saneamiento cabezales nivel -3 .....	64
<b>Tabla 22</b> Cantidad de materiales cabezales nivel -3 .....	65
<b>Tabla 23</b> Cantidad de materiales muros contención .....	66
<b>Tabla 24</b> Cantidad de materiales muros estructurales.....	67
<b>Tabla 25</b> Cantidad de materiales columnas nivel -3 .....	67
<b>Tabla 26</b> Cantidad de materiales vigas de cimentación nivel -3.....	68
<b>Tabla 27</b> Cantidad de materiales micropilotes nivel -3.....	70
<b>Tabla 28</b> Cantidad de materiales micropilotes nivel 0.....	70
<b>Tabla 30</b> Cantidades de triturado contratados en obra (m <sup>3</sup> ) .....	71

<b>Tabla 31</b>	Cantidades de arena contratadas en obra (m3) .....	72
<b>Tabla 32</b>	Cantidades de cemento contratados (Bultos de 42.5Kg) .....	73
<b>Tabla 33</b>	Cantidades de acero de refuerzo contratadas (Kg) .....	74
<b>Tabla 29</b>	Cantidad de materiales generales usados en obra .....	75
<b>Tabla 34</b>	Balance de materiales en almacén .....	75
<b>Tabla 35</b>	Formato adecuaciones instalaciones UP .....	77
<b>Tabla 36</b>	Comparación de cantidades .....	87

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Fachada principal de la Nueva Biblioteca.....	10
<b>Figura 2</b>	Ubicación del proyecto.....	11
<b>Figura 3</b>	Nivel de amenaza sísmica .....	12
<b>Figura 4</b>	Plano de cimentación nivel -3 .....	14
<b>Figura 5</b>	Plano de cimentación nivel 0.....	15
<b>Figura 6</b>	Cronograma inicial de la obra .....	22
<b>Figura 7</b>	Revisión de los avances existentes en el proyecto .....	23
<b>Figura 8</b>	Actividades ejecutadas y supervisadas corte quincenal 1 .....	26
<b>Figura 9</b>	Actividad corregida corte quincenal 1.....	26
<b>Figura 10</b>	Actividades ejecutadas y supervisadas corte quincenal 2 .....	27
<b>Figura 11</b>	Actividades ejecutadas y supervisadas corte quincenal 3 .....	28
<b>Figura 12</b>	Actividades ejecutadas y supervisadas corte quincenal 4 .....	29
<b>Figura 13</b>	Actividades ejecutadas y supervisadas corte quincenal 5 .....	30
<b>Figura 14</b>	Actividades ejecutadas y supervisadas corte quincenal 6 .....	31
<b>Figura 15</b>	Actividades ejecutadas y supervisadas corte quincenal 7 .....	32
<b>Figura 16</b>	Actividades ejecutadas y supervisadas corte quincenal 8 .....	33
<b>Figura 17</b>	Perforación de micropilotes.....	37
<b>Figura 18</b>	Concreto de saneamiento (m <sup>2</sup> ).....	38
<b>Figura 19</b>	Concreto para micropilotes F'c=28 Mpa .....	39
<b>Figura 20</b>	Concreto para cabezales F'c=28Mpa.....	41
<b>Figura 21</b>	Acero de refuerzo para micropilotes FY=420 Mpa .....	42
<b>Figura 22</b>	Acero de refuerzo para cabezales FY=420 Mpa según tipo.....	43
<b>Figura 23</b>	Cronograma final modificado .....	45
<b>Figura 24</b>	Protocolo de Bioseguridad en obra .....	51
<b>Figura 25</b>	Preparación de la mezcla de concreto de 4000 PSI en obra.....	52
<b>Figura 26</b>	Fundición de micropilotes.....	53
<b>Figura 27</b>	Fundición de cabezales y correcto vibrado .....	53
<b>Figura 28</b>	Ensayo de Slump Test .....	54
<b>Figura 29</b>	Ensayos de asentamientos realizados en obra .....	55
<b>Figura 30</b>	Valores de Asentamientos de concreto reforzados recomendados .....	56

<b>Figura 31</b>	Ensayo de resistencia a la compresión .....	58
<b>Figura 32</b>	Gráfica de resistencia a la compresión de micropilote .....	60
<b>Figura 33</b>	Gráfica de resistencia a la compresión para cabezal .....	60
<b>Figura 34</b>	Falla típica presente en los especímenes ensayados.....	61
<b>Figura 35</b>	Esquema de modelos de fractura típicos .....	62
<b>Figura 36</b>	Identificación de adecuaciones y remodelaciones UP .....	76
<b>Figura 37</b>	niveles y rejillas de plano de trabajo en Revit.....	78
<b>Figura 38</b>	Adaptación de los planos del proyecto en Revit .....	79
<b>Figura 39</b>	Cabezal tipo Gp1 y micropilotes según diseño en Revit.....	80
<b>Figura 40</b>	Elementos estructurales del proyecto en Revit.....	81
<b>Figura 41</b>	Acero estructural para cabezales y micropilotes en Revit.....	82
<b>Figura 42</b>	Aceros de refuerzo cimentación nivel -3 en Revit .....	83
<b>Figura 43</b>	Avance el proyecto por cortes en Revit.....	84
<b>Figura 44</b>	Avance restante del proyecto en Revit.....	85
<b>Figura 45</b>	Cantidades y precios de materiales de concreto en Revit .....	86
<b>Figura 46</b>	Cantidades y costos acero de cimentación en Revit.....	87

## LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Cronograma inicial de la obra

Apéndice 2. Avances existentes y acumulado

Apéndice 3. Cronograma final modificado

Apéndice 4. Bitácora diaria de obra

Apéndice 5. Formato de control EPP

Apéndice 6. Ensayos de compresión y asentamiento

Apéndice 7. Cantidades de Obra

Apéndice 8. Cantidades de materiales utilizados

Apéndice 9. Cantidades ingresadas en obra

Apéndice 10. Adecuaciones bloques UP

Apéndice 11. Avances por cortes quincenales en Revit

Apéndice 12. Avances restantes biblioteca UP en Revit

Apéndice 13. Tablas de planificación de cantidades y presupuesto

Apéndice 14. Proyecto biblioteca UP en Revit

## RESUMEN

Actualmente en la Universidad de Pamplona se lleva a cabo la construcción de una nueva Biblioteca, la obra más importante del momento, ubicada en la sede principal de la ciudad de Pamplona. Ésta proporcionará mayor expansión, avance tecnológico y comodidad para docentes, administrativos y estudiantes, brindando una mejor calidad en sus instalaciones.

En el presente proyecto se muestra la metodología que se realizó para cumplir satisfactoriamente los objetivos de la práctica empresarial como auxiliar de residente de supervisión, donde se desarrolló un seguimiento a todas las actividades desarrolladas y avances alcanzados en cada una de ellas, implementando metodologías como el control del comportamiento del cronograma de actividades, haciendo seguimiento a los avances y retrasos del proyecto, junto a los respectivos rendimientos de obra, supervisión del cumplimiento de la seguridad dentro de la obra y la debida implementación de protocolo de bioseguridad por el COVID-19 dado por la normativa PAPSO, cálculo de los materiales utilizados en obra, seguimiento a la calidad de la mezcla de concreto, verificación continua sobre el cumplimiento de las especificaciones técnicas dadas para el proyecto y finalmente apoyo a la oficina de planeación de la Universidad de Pamplona.

Asimismo, se presenta una breve investigación acerca de la implementación del software Revit para el computo de cantidades de materiales en obra y el análisis de precios unitarios, para lo cual se utilizaron los planos estructurales del proyecto y las debidas especificaciones técnicas, determinando en el software las cantidades de cemento, arena y grava, para la estructura y cimentación, y acero de refuerzo para la cimentación combinada, demostrando ser una herramienta versátil y fácil de usar.

## **ABSTRACT**

Currently, the University of Pamplona is building a new Library, the most important work of the moment, located in the main headquarters of the city of Pamplona. This will provide greater expansion, technological advancement and comfort for teachers, administrators and students, providing a better quality in their facilities.

This project shows the methodology that was carried out to satisfactorily meet the objectives of the business practice as a supervisory resident assistant, where a follow-up of all the activities developed and progress achieved in each of them was developed, implementing methodologies such as the control of the behavior of the activity schedule, monitoring the progress and delays of the project, together with the designated work performance, supervision of safety compliance within the work and the due implementation of the biosafety protocol for the given COVID-19 by PAPSO regulations, calculation of the materials used on site, monitoring of the quality of the concrete mix, continuous verification of compliance with the technical specifications given for the project and finally support to the planning office of the University of Pamplona.

Likewise, a brief investigation is presented about the implementation of the Revit software for the calculation of quantities of materials on site and the analysis of unit prices, for which it will be used in the structural plans of the project and the technical specifications, determining in the software the quantities of cement, sand and gravel, for the structure and foundation, and reinforcing steel for the combined foundation, proving to be a versatile and easy-to-use tool.

## GLOSARIO

- **Agregados:** conjunto de gránulos, granos o partículas inertes que por su origen, tamaño y naturaleza están destinados a ser aglomerantes, y que en presencia del agua y el cemento forman el llamado concreto u hormigón.
- **Asentamiento:** El asentamiento es la medida que da la facilidad de trabajo o consistencia del concreto. En otras palabras, mide la facilidad del mismo para empujar, moldear y alisar. En consecuencia, la calificación de asentamiento indica qué aplicación de concreto es buena para la construcción.
- **Bitácora de obra:** Es un instrumento que nos ayuda a identificar y conocer los eventos sobresalientes en una construcción y nos ayudar a dar seguimiento a todos los trabajos que se están ejecutando.
- **Cimentación:** Conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su capacidad portante.
- **Columna:** Elemento de soporte, rígido, más alto que ancho y normalmente de sección cilíndrica o poligonal, que sirve para soportar la estructura horizontal de un edificio, un arco u otra construcción; también puede constituir por sí solo un elemento decorativo.
- **Concreto reforzado:** Es un material de construcción compuesto, que resulta convencionalmente de la incorporación de barras o mallas de acero en la masa del concreto. En otras palabras, es un concreto que cuenta con armadura metálica interna.
- **Cronograma de obra:** Herramienta con la que se establece el calendario o plazos de una obra o proyecto. Es donde se define el calendario de ejecución del conjunto de actividades previstas. No es sólo la fecha de inicio y el plazo de ejecución, sino la programación de cada una de las partes que la componen.
- **Excavación:** Retiro planificado, en forma manual o mecanizada, de cierto volumen de suelo, asociado con las primeras etapas de construcción de una obra.
- **Micropilote:** perforación de diámetros relativamente pequeños, atravesando los estratos superiores poco competentes y llevando la perforación hasta una profundidad de empotramiento importante en el estrato resistente.

- **Muro de contención:** Elemento constructivo que cumplen la función de cerramiento, soportando por lo general los esfuerzos horizontales producidos, es decir, el empuje de tierras.
- **Muro estructural:** Es aquel que forma parte de la estructura del edificio. Éstos trabajan conjuntamente, sirven de apoyo a las plantas superiores y son los encargados de transmitir las cargas del edificio en el terreno. Se pueden encontrar tanto en la fachada, como en el interior.
- **Presupuesto de obra:** Elaboración de una tabla de cantidades a las que se dan valores unitarios; dando un costo total del proyecto a construir. La valoración económica de la obra debe ser lo más cercana a la realidad, sin embargo, el costo final puede no ser la estimación planteada inicialmente.
- **Resistencia a la compresión:** Es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo. Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.
- **Soterrado:** Llevar algo debajo de la superficie para ocultarlo o para permitir que se desarrolle enterrado.

## INTRODUCCIÓN

Un ingeniero civil adquiere conocimientos a lo largo de su formación los cuales son de suma importancia para su implementación personal y profesional, que van a permitir desempeñarse en su área, tanto para diseñar, planear, controlar, ejecutar y supervisar proyectos de construcción. En la práctica profesional se implementan todos estos conocimientos teóricos y se afianzan con la parte práctica, permitiendo así consolidar un futuro ingeniero civil, integro, con la seguridad de liderar un proyecto, optando por la confianza, la habilidad y capacidad de poder desarrollarlo.

Ésta pasantía permite fortalecer todos estos conocimientos obtenidos a lo largo de la formación profesional, que de la mano de la oficina de planeación de la Universidad de Pamplona, se desarrollaron actividades como auxiliar de residente de supervisión, teniendo en cuenta el control de ejecución de la obra, con el debido seguimiento a los avances de cada una de las actividades, cálculo de materiales, rendimientos, y la supervisión en el cumplimiento de las especificaciones técnicas dadas para el proyecto.

En el presente documento se presenta la metodología aplicada para dar cumplimiento a la práctica empresarial, en la construcción de la nueva Biblioteca de la Universidad, en su campus principal de la ciudad de Pamplona, Norte de Santander y adicionalmente muestra una breve descripción acerca del uso del software Revit como herramienta para cálculo de materiales y análisis de precios unitarios, en los que se realizó para la parte estructural del proyecto, demostrando ser un instrumento confiable a la hora de realizar éste computo.

Para dar cumplimiento a dicha metodología, se presentan las actividades por cada objetivo presentado, en las que se evidencia el seguimiento de obra realizado de forma quincenal, con los respectivos cálculos de materiales, rendimientos y porcentajes de avances, apoyados con herramientas realizadas por el pasante como formatos, hojas de cálculo en Excel y bitácora diaria de obra, e incluyendo los registros, descripción y tablas de planificación obtenidas del Software Revit, con las cantidades de materiales para concreto y acero de refuerzo totales.

## CAPITULO I

### EL PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento del problema

En las últimas décadas el avance en el sector de la construcción ha incrementado de manera significativa, y a su vez, los controles de obra rigurosos han sido más necesarios, debido a que el inadecuado manejo de los recursos del proyecto, así como la ineficaz utilización de los materiales, genera retrasos en el cronograma y mayores porcentajes de pérdidas. Es ahí donde entra el papel de una óptima supervisión de obra y se hace importante la presencia de un ingeniero residente de supervisión, para que la vigilancia sea rigurosa y se de todo el proceso constructivo y el aprovechamiento adecuado de los recursos de la obra.

#### 1.2. Pregunta planteada

¿Cuál es la importancia de una residencia de supervisión en la construcción de una obra civil y cuál será el beneficio para el pasante?

#### 1.3. Justificación

La adecuada supervisión de obra es de suma importancia para el correcto control de las actividades, cronogramas y cantidades de obra presentes en un proyecto, para así, hacer que se cumplan los costos, tiempo estipulado y calidad de la misma, siguiendo los pertinentes requisitos técnicos que competan.

La participación de pasantes en este tipo de proyectos es de suma importancia para que se apliquen los conocimientos aprendidos a lo largo de su formación académica, y así obtener experiencia y destreza en el campo profesional.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

Desarrollar la pasantía empresarial como auxiliar de residencia de supervisión para la construcción de una nueva Biblioteca en el campus principal de la Universidad de Pamplona, Pamplona Norte de Santander

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

1. Verificar el comportamiento del cronograma general de la obra, teniendo en cuenta los presupuestos, cantidades de obra y rendimientos.
2. Comprobar el cumplimiento de las normas de seguridad dentro de la obra, tanto elementos de protección personal EPP como las medidas de bioseguridad en obra PAPSO dadas según el ministerio de salud y protección social debido a la emergencia sanitaria por el COVID-19.
3. Medir el comportamiento del diseño de la mezcla y la correcta aplicación del concreto de obra.
4. Calcular las cantidades de materiales a utilizar en la obra proyectada de acuerdo al cronograma, disminuyendo las cantidades de desperdicio de los materiales.
5. Implementar el software Revit para la cuantificación del presupuesto y cantidades de obra como herramienta de soporte del proyecto.
6. Realizar informes de cortes quincenales de los avances de la obra al director de trabajo de grado y dar apoyo a la oficina de planeación de la Universidad de Pamplona.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

La supervisión es el seguimiento y control técnico, administrativo, financiero, contable, y jurídico sobre el cumplimiento del contrato, ejercido por la empresa, entidad o propietario mediante contratación de un supervisor encargado de vigilar y supervisar la correcta ejecución de la obra.

El supervisor es la persona encargada de ejercer la labor de vigilancia y control de un contrato o convenio específico, quien debe advertir, además, los posibles riesgos que puedan afectar a la entidad, conforme a la ejecución del contrato o convenio. Además, el supervisor de obra civil, es una persona con logística, capacidad técnica y con los conocimientos teóricos y prácticos suficientes para aprobar una actividad que se ejecute dentro de un proyecto de obra civil, previendo que se cumpla con la trilogía costo, tiempo y calidad. (Reyes, 2009)

El supervisor de ingeniería civil debe tener un perfil profesional preparado y con estudios técnicos que sirvan de soporte de su preparación. Estos estudios pueden ser de nivel técnico o profesional según el grado de responsabilidad que se le otorgue.

La preparación profesional puede estar enfocada dentro de estas especialidades: ingeniero civil, arquitecto, ingeniero constructor, técnico en construcción o carrera afín. Esto se debe a que además de contar con la experiencia práctica suficiente para poder tomar decisiones y orientar a los contratistas que supervisan, también deben tener los conocimientos técnicos que son la base de sus actividades.

Además, debe haber suficiente carácter y capacidad para llevar a cabo sus instrucciones, y la capacidad de pasar las instrucciones al constructor sin preocuparse por cometer errores, todo lo cual está respaldado por razones técnicas y / o constructivas. (Reyes, 2009)

Al presentarse a la obra, deberá traer: un juego completo de planos proporcionados por el responsable para comprobar dimensiones y detalles, especificaciones técnicas para verificar su correcto cumplimiento y cronograma de ejecución de obra para establecer el avance físico que lleva la misma. (Jímenez, 2009)

## 2.1. Marco conceptual

**Control de Calidad:** En este proceso se verificarán las condiciones de los materiales, elementos, métodos, modelos, estándares, etc. utilizados de acuerdo con las especificaciones requeridas para la ejecución del contrato de obra civil. (UIS, 2014)

**Supervisor:** El supervisor es la persona encargada de ejercer la labor de vigilancia y control de un contrato o convenio específico, quien debe advertir, además, los posibles riesgos que puedan afectar a la entidad, conforme a la ejecución del contrato o convenio. (Reyes, 2009)

**Convenio:** Un acuerdo de voluntad entre las partes que pacta el objeto y las obligaciones específicas. (UIS, 2014)

**Excavación:** Se refiere a la remoción artificial de cortes, cavidades, zanjas, zanjas o depresiones hechas por el suelo en la superficie del suelo. (SURA, s.f.)

**Obra civil:** Un contrato de obra es un contrato firmado por una entidad estatal para la construcción, el mantenimiento, la instalación y, en general, para realizar cualquier otro trabajo sustantivo en un inmueble, independientemente del método de ejecución y pago. (UIS, 2014)

**Persona competente:** La persona puede identificar los peligros predecibles existentes o las condiciones de trabajo que son dañinas, peligrosas o dañinas para el empleado, y tiene derecho a actuar rápidamente y tomar las medidas necesarias para eliminar estos peligros. (SURA, s.f.)

**Microsoft Project:** Es una poderosa aplicación de gestión de proyectos que se puede utilizar para planificar y organizar la información del proyecto para la gestión y para mostrar información del proyecto a otros, ya que permite el seguimiento continuo de los proyectos gestionados. (PAZ, s.f.). Estos ayudan a analizar diversos aspectos de un reporte, por ejemplo:

- La ruta crítica. Sirve para evaluar tareas y las secuencias en las que deben elaborarse, con el objetivo de estimar la duración del proyecto. Sus indicadores impulsan una planificación óptima.
- Control de proyecto. Una vez se haya incorporado los datos de la ruta crítica, el control permitirá comparar toda la información con las posteriores modificaciones que se realicen.
- Sobrecarga de recursos. El objetivo es gestionar la cantidad de tareas de los colaboradores. Así se evitarán excesos.

**Autodesk Revit:** Autodesk Revit es un software de diseño inteligente de modelado BIM para arquitectura e ingeniería, que puede facilitar las tareas de diseño de proyectos y los flujos de trabajo, con múltiples características por defecto que hacen el desarrollo de proyectos de obra civil una experiencia más completa para presentación de proyectos. Este software se basa en BIM: métodos de trabajo colaborativos y utiliza modelado paramétrico de objetos de construcción y elementos estructurales.

## **2.2. Marco legal**

### **Reglamento colombiano de construcción sismo resistente – NSR-10**

La NSR-10 es un código colombiano que regula las condiciones que deben tener los edificios para que la estructura responda bien a los terremotos. El decreto fue promulgado mediante Decreto No. 926 del 19 de marzo de 2010, el cual fue aprobado por el entonces presidente Álvaro Uribe. Después del Decreto N ° 926 de 2010, existen disposiciones para el Decreto N ° 2525 de 13 de julio de 2010, el Decreto N ° 092 de 17 de enero de 2011, el Decreto N ° 340 de 13 de febrero de 2012 y el N ° 5 de junio de 2017.

La norma se evaluó durante tres años hasta que se aprobó por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Transporte e Interior. Uno de los puntos más relevantes de esta versión es el nuevo mapa sísmico elaborado por la Red Sísmica Nacional conectada a INGEOMINAS, que permite identificar con mayor precisión las áreas de amenaza sísmica. (Ministerio de Ambiente, 2010)

### **Ensayo de asentamiento de la mezcla de concreto – NTC 396**

La manejabilidad del concreto es usualmente juzgada por un examen visual, debido a que hasta el momento no se conoce ningún ensayo que mida la propiedad de manera directa. Sin embargo, se han desarrollado una serie de ensayos con los cuales se puede determinar las propiedades del concreto en estado plástico (fresco) en términos de consistencia, fluidez, cohesión y grado de compactación, uno de ellos es el ensayo de asentamiento. (ARGOS360, 2019)

### **Ensayo de resistencia a la compresión del concreto – NTC 550 y 673**

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de

esfuerzo, generalmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi). El ensayo universalmente conocido para determinar la resistencia a la compresión, es el ensayo sobre probetas cilíndricas elaboradas en moldes especiales que tienen 150 mm de diámetro y 300 mm de altura. Las normas NTC 550 y 673 son las que rigen los procedimientos de elaboración de los cilindros y ensayo de resistencia a la compresión respectivamente. (ARGOS360, 2019)

### **Decreto 1443 de 2014 - implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).**

El presente decreto tiene por objeto definir las directrices de obligatorio cumplimiento para implementar el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo - SG-SST, que deben ser aplicadas por todos los empleadores públicos y privados, los contratantes de personal bajo modalidad de contrato civil, comercial o administrativo, las organizaciones de economía solidaria y del sector cooperativo, las empresas de servicios temporales y tener cobertura sobre los trabajadores dependientes, contratistas, trabajadores cooperados y los trabajadores en misión.

### **Plan de aplicación de protocolo de seguridad en la obra - PAPSO**

En atención a la declaración de emergencia en Salud Pública con ocasión de la pandemia por Coronavirus realizada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 30 de enero de 2020, el Ministerio de Salud y Protección Social profirió la Resolución 385 del 12 de marzo de 2020 mediante la cual declara la emergencia sanitaria en todo el territorio nacional, con el fin de prevenir y controlar la propagación del COVID-19 y mitigar sus efectos. (CAMACOL, 2020).

En circular conjunta 001 del 11 de abril de 2020, del Ministerio de Vivienda, Salud y trabajo en el capítulo 5, se establecieron las medidas que se deben garantizar en obras y otros espacios. En este capítulo se establece la creación del Plan de Aplicación del Protocolo de Seguridad/Sanitario para la obra (PAPSO), que establece:

“El responsable de los trabajadores debe realizar un Plan de Aplicación del Protocolo Sanitario para la Obra (PAPSO) que planteé las estrategias, alternativas y actividades necesarias para minimizar o mitigar la transmisión del virus COVID- 19, de manera que aseguré la protección de los trabajadores de la construcción. A manera de guía, se incluyen algunos riesgos

asociados que pueden estar presentes en las diferentes etapas de un proyecto, y que servirán de guía en la definición de estrategias más adelante.”

**Tabla 1**

Riesgos de contagio en obra por COVID-19

Tarea/actividad	Riesgo
1. Retiro de los residuos por demolición o por excavación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por manejo de maquinaria pesada sin limpieza/desinfección de partes que el trabajador manipula (por ejemplo: Palancas, Sillas, Cajas de control de la maquinaria, partes de agarre o sujeción del trabajador para subir/bajar).</li> <li>• Manejo de herramientas /equipos menores sin la limpieza y desinfección adecuada.</li> <li>• Rotación en el uso de herramientas (no asignación específica a un trabajador).</li> <li>• Uso inadecuado de Elementos de Protección Personal (rotación de elementos entre trabajadores), Ej. Casco, guantes, monogafas.</li> <li>• No observancia de normas de prevención generales y específicas para la prevención de contagio COVID-19.</li> </ul>
2. Cargue	
3. Transporte y disposición de estos residuos	
4. Excavación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por manejo de maquinaria pesada retiro de tierra/materiales sobrantes. Sin limpieza/desinfección de partes que el trabajador manipula, por ejemplo:</li> <li>• Palancas, Sillas, Cajas de control de la maquinaria, partes de agarre o sujeción del trabajador para subir/bajar.</li> <li>• Manejo de herramientas /equipos menores sin la limpieza y desinfección adecuada.</li> <li>• Rotación en el uso de herramental (no asignación específica a un trabajador).</li> <li>• Uso inadecuado de Elementos de Protección Personal (rotación de elementos entre trabajadores), Ej. Casco, guantes, monogafas.</li> <li>• No observancia de normas de prevención generales y específicas para la prevención de contagio COVID-19.</li> </ul>
5. Ubicación de fontanería.	
6. Cimentación – vertimiento de cimientos.	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios reducidos para realizar la labor (distancia entre los trabajadores).</li> <li>• Manejo de zonas de aseo/sanitarios.</li> <li>• Zonas de descanso y alimentación,</li> <li>• Zonas de cambio de ropas de trabajo y ropa de calle.</li> <li>• Manejo de maquinarias y anexos para vertimiento de cimientos (manejo de proveedores). Se puede presentar falta de supervisión al cumplimiento de las normas de bioseguridad.</li> </ul>
--	---

*Fuente: Riesgos contagio COVID-19 asociados a las tareas y algunas actividades desarrolladas en obra, Tomado de (CAMACOL, 2020).*

***Responsabilidades y funciones ante PAPSO para un supervisor de obra:***

La responsabilidad del supervisor consiste en realizar el control de los trabajos en la obra, cautelando de forma directa y permanente la correcta ejecución. Frente al PAPSO las funciones específicas son:

- Hacer cumplir en el marco de las funciones de los trabajadores, las funciones relacionadas con las actividades del PAPSO.
- Verificar periódicamente junto con el Profesional de Seguridad y Salud en el Trabajo que los trabajadores, contratistas y visitantes den cumplimiento y hagan adherencia a las normas y lineamientos definidos en el PAPSO.
- Ordenar el retiro de cualquier trabajador o subcontratista que por incapacidad o no observancias de las normas del control de riesgo biológico por COVID genere riesgo a él y a los demás compañeros de trabajo.
- Hacer los llamados de atención necesarios para mantener el orden del proyecto y el cumplimiento del PAPSO.

Fuente: (CAMACOL, 2020)

## CAPITULO III

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de nueva Biblioteca de la Universidad de Pamplona cuenta con un nivel soterrado y dos niveles superiores. El primero, con un área construida de 355.62m<sup>2</sup>, el cual contiene auditorios, salas de estudio y zona de almacenes de libros, el primer nivel con un área construida de 1833.57m<sup>2</sup>, en el que se cuenta con la entrada principal a la biblioteca, recepción, deposito, baños para damas y caballeros, acceso a la rampa para el segundo nivel, varios puntos de consulta bibliográfica y salas de consulta general, y el segundo nivel con un área intervenida de 1059.42m<sup>2</sup>, contando con diversas y amplias salas de estudio y lectura, con accesos de escaleras y rampa; todos los niveles conectados con un ascensor, y una cubierta adaptada con red contra incendios, alarma y una amplia iluminación, con un diseño arquitectónico impecable.

#### Figura 1

Fachada principal de la Nueva Biblioteca



Fuente: Diseño arquitectónico fachada. Tomado de Technik Diseño y Construcciones S.A.S

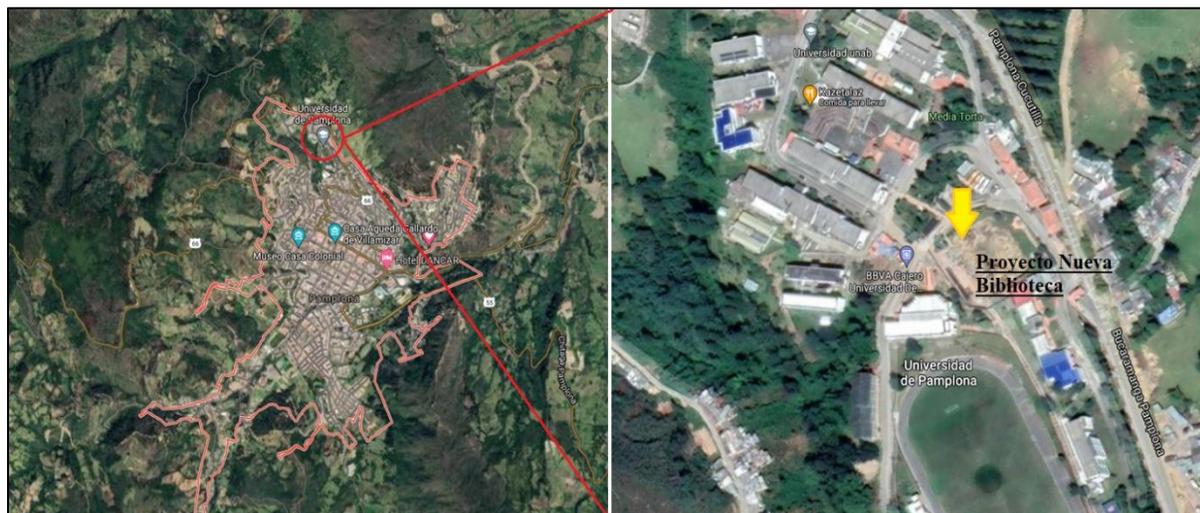
#### 3.1. Localización del proyecto

El proyecto de la construcción de la nueva Biblioteca es desarrollado en las instalaciones del campus principal de la Universidad de Pamplona, en la ciudad de Pamplona, norte de Santander,

con una ubicación geográfica de “7°23’12.216” N y 72°38’56.622W” y una elevación de 2368.5 msnm, sobre el Km 1 vía Bucaramanga - Santander.

## Figura 2

Ubicación del proyecto



Fuente: Ubicación del proyecto en la Universidad de Pamplona, en el municipio de Pamplona Norte de Santander, Tomado de Google Maps.

Pamplona es un municipio del departamento de norte de Santander, Colombia. Su población es de 59.422 habitantes (2020). Se ubica en las montañas orientales de los Andes colombianos, a una altitud de 2.200 metros, en la región suroeste del Norte de Santander. El territorio tiene una superficie de 1.176 kilómetros cuadrados, con una temperatura media de 14 ° C. Limita con Pamplonita al norte, Cácuta y Chitagá al sur, Labateca al este y Cúcutilla al oeste y está conectado con las ciudades de Cúcuta, Bucaramanga, Bogotá y Arauca por carreteras nacionales.

En la actualidad, Pamplona es reconocida localmente como ciudad histórica, cultural, educativa y turística. Fiestas nacionales y religiosas, la declaración de la Semana Santa de Pamplona como patrimonio cultural inmaterial nacional, ferias y actos académicos, marcan las pautas para el desarrollo de la ciudad.

Como distancia de referencia, Pamplona está a 75 kilómetros de San José de Cúcuta y 124 kilómetros de Bucaramanga. Además, Pamplona cuenta con las siguientes rutas de transporte

terrestre (PBOT, 2015):

Vías primarias o nacionales

- Pamplona – Cécota – Chitagá – presidente – Málaga – Bogotá.
- Pamplona – La Laguna – Cuesta Boba – Berlín – Bucaramanga – Bogotá o Costa Atlántica.
- Pamplona – El Diamante – Cúcuta

Vías secundarias o departamentales

- Ramal a Cécota.
- Pamplonita – La Lejía – La Cabuya.
- Chitagá – Bábega
- La Laguna – Silos – Chitagá.
- Ramal a Mutiscua.
- Ramal a Pamplonita

### 3.2. Información técnica del proyecto

Para el diseño de la nueva Biblioteca se tuvieron en cuenta diversos factores, como los fueron tipo de suelo D, zona sísmica alta, estudio de cargas, entre otros, para lo cual se optó por una cimentación combinada con 364 micropilotes de 15 metros de profundidad, distribuidos de la siguiente manera: 141 en el nivel -3 y 223 en el nivel 0, con un diámetro de 40cm combinado con zapatas aisladas tipo cabezales, con dimensiones desde 2.2m x 2.2m x 1m hasta 6.6m x 4.4m x 1.6m, vigas de amarre y pórticos de concreto reforzado, todos los elementos con una resistencia de 4000 PSI.

#### Figura 3

Nivel de amenaza sísmica

Ocaña	54498	0.20	0.15	Intermedia
Pamplona	54518	0.30	0.25	Alta
Pamplonita	54520	0.35	0.25	Alta

Fuente: Niveles de amenaza sísmica en los municipios de Colombia, Tomado de la NSR-10

Titulo A apéndice A-4

El proyecto cuenta con 2 niveles más un nivel soterrado, con áreas construidas descritas a continuación:

**Tabla 2**

Áreas construidas (m<sup>2</sup>) de los niveles del proyecto

<b>Plantas</b>	<b>M2</b>
Soterrado	355.62
Nivel 1	1833.57
Nivel 2	1059.42
Cubierta	1374.72

### **Descripción de los materiales**

A continuación, se muestran los tipos de materiales para los elementos estructurales del proyecto, como lo son los micropilotes, zapatas aisladas tipo cabezales, vigas de amarre, pórticos estructurales, entre otros, tanto para la resistencia del concreto ( $F'c$ ) como límite de fluencia del acero ( $FY$ ) utilizado:

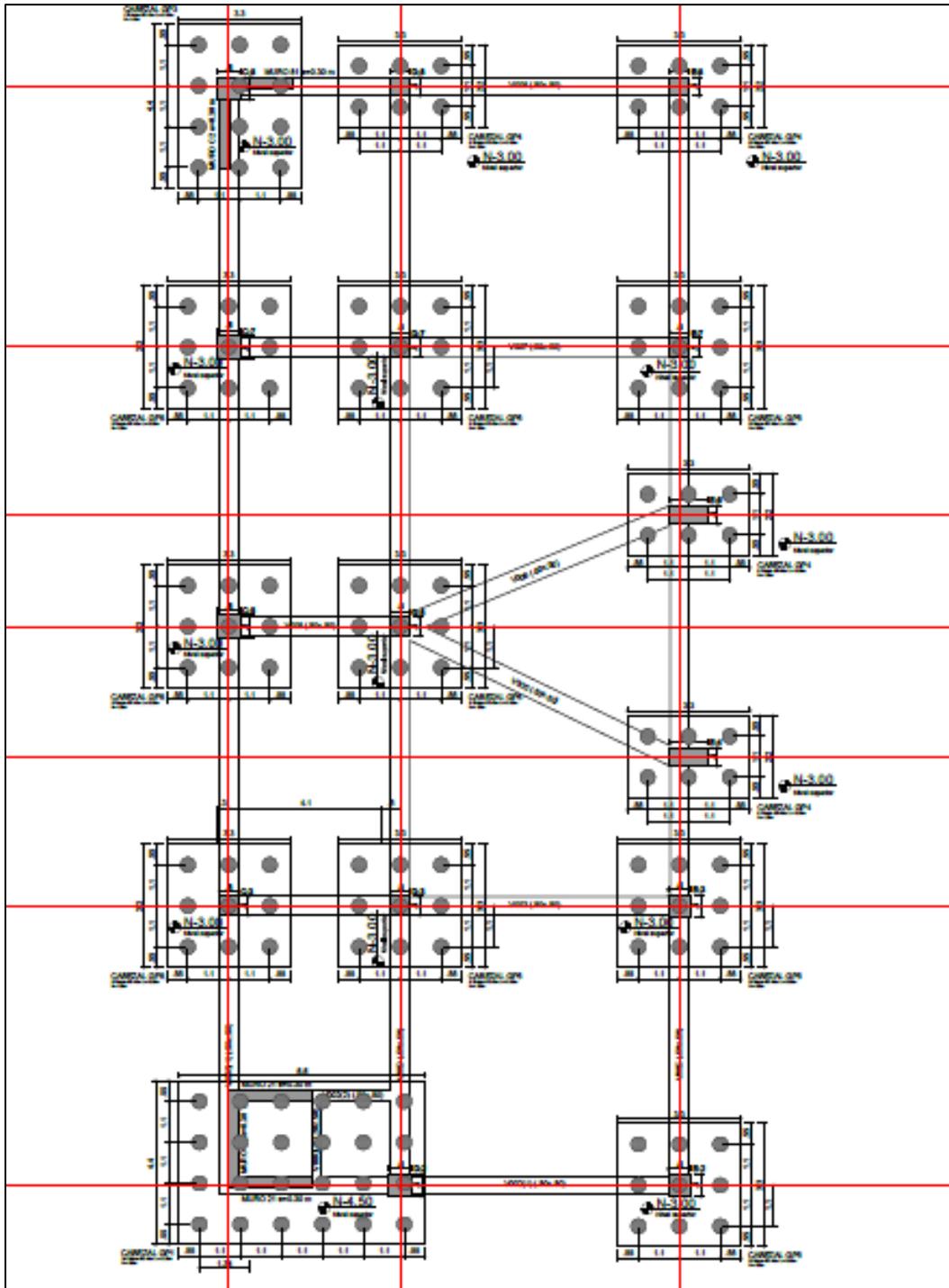
**Tabla 3**

Resistencia de concreto ( $F'c$ ) y Límite de fluencia ( $FY$ ) para acero, de elementos estructurales

<b>Tipo de elemento</b>	<b>F'c</b>	<b>FY</b>
Micropilotes	28 MPa	420 MPa
Cabezales	28 MPa	420 MPa
Vigas de amarre	28 Mpa	420 MPa
Pórticos estructurales	28Mpa	420 MPa
Muros de contención	28Mpa	420 MPa
Muros estructurales	28Mpa	420 MPa
Placa aligerada con casetón	28Mpa	420 MPa

**Figura 4**

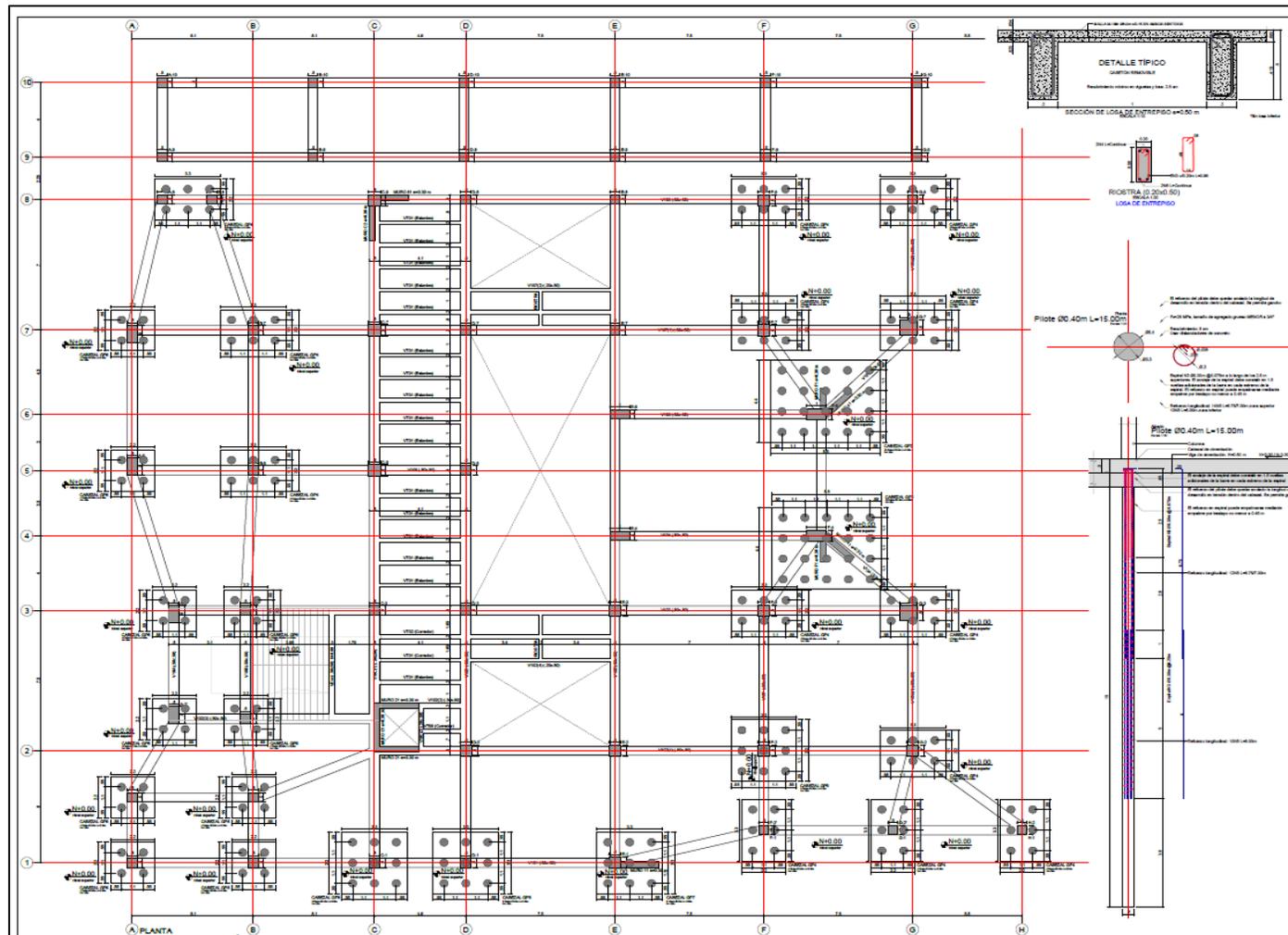
Plano de cimentación nivel -3



**Nota:** Plano de cimentación nivel -3. Tomado de Technik Diseño y Construcciones S.A.S

Figura 5

Plano de cimentación nivel 0



**Nota:** Plano de cimentación nivel 0. Tomado de Technik Diseño y Construcciones S.A.S

## CAPITULO IV

### METODOLOGÍA

Al realizar la práctica profesional se logró relacionar y afianzar los conocimientos aprendidos a lo largo de la formación profesional como ingeniero civil, de la mano de la oficina de planeación de la Universidad de Pamplona, en la construcción de la Nueva Biblioteca, los cuales permitieron al pasante desarrollarse y desenvolverse en obra, creando bases sólidas a la hora de tomar decisiones y resolución de problemas, verificando cada uno de los estándares exigidos para el proyecto, aplicando las metodologías aprendidas.

#### **Fase 1. Metodología implementada para el cumplimiento de la práctica empresarial**

Para el desarrollo de la práctica empresarial se determinaron las siguientes actividades, para velar por el cumplimiento de cada uno de los objetivos dispuestos inicialmente:

#### **4.1. Verificar el comportamiento del cronograma general de la obra, teniendo en cuenta los presupuestos, cantidades de obra y rendimientos.**

*Verificación de los avances alcanzados:* se realizó un diagnóstico del estado de la obra en el cual de manera general se verificaron los avances alcanzados antes de ingresar a la obra y el estado de los mismos.

*Seguimiento y verificación del cronograma de actividades:* se elaboró el control de los avances dispuestos por cada actividad plasmados en informes quincenales, para así comprobar el cumplimiento de las fechas establecidas para el proyecto, sus rendimientos y por ende los porcentajes de avance acumulados alcanzados.

*Balance de avance de obra inicial y final:* Mediante los controles de avance de obra calculados en Excel, se determinaron las cantidades ejecutadas y por ende los porcentajes de avance de cada una de las actividades del presupuesto, para finalmente hacer un análisis del porcentaje de avance total y parcial de cada corte quincenal.

*Actividades supervisadas en la práctica empresarial:* Se realizó el debido seguimiento a las actividades desarrolladas en obra para así determinar tiempos reales de ejecución.

*Análisis del cronograma inicial y final:* se determinó finalmente un cronograma el cual representa el comportamiento real y final del proyecto, teniendo en cuenta las variaciones de los tiempos establecidos y de ejecución de cada una de las actividades.

*Seguimiento de obra mediante bitácora:* se hizo un control contando con una bitácora de manera digital incluyendo características climáticas, cantidad y tipo de personal, actividades desarrolladas y el debido registro fotográfico de todos los progresos realizados.

*Rendimientos de mano de obra:* se calcularon los rendimientos pertenecientes a cada actividad gracias al control de las cantidades ejecutadas de cada una de las actividades y se hizo una comparación entre los dispuestos en el presupuesto general y los reales.

#### **4.2. Comprobar el cumplimiento de las normas de seguridad dentro de la obra, tanto elementos de protección personal EPP como las medidas de bioseguridad en obra PAPSO dadas según el ministerio de salud y protección social debido a la emergencia sanitaria por el COVID-19.**

*Verificación de los requisitos mínimos de sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo (SG-SST):* se efectuó la verificación de los procedimientos que tienen los contratistas del consorcio Biblioteca para el cumplimiento de esta norma

*Supervisión del cumplimiento del uso de los elementos de protección personal (EPP):* Se realizó la constante verificación sobre el cumplimiento del buen uso de los elementos de protección personal dados a los trabajadores, para velar por la seguridad de cada uno de ellos, al momento de realizar las labores cotidianas, y se realizó un formato para evidenciarlo.

*Revisión del cumplimiento de las normas de bioseguridad - Normativa PAPSO:* la cual fue gestionada por el Ministerio de salud y protección social frente a la emergencia sanitaria por la pandemia COVID-19, en la cual se verificó el cumplimiento del protocolo dado por el Consorcio Biblioteca a sus trabajadores.

#### **4.3. Medir el comportamiento del diseño de la mezcla y la correcta aplicación del concreto en obra.**

*Seguimiento a la dosificación del concreto, elaboración y aplicación:* Se desarrolló un seguimiento a la elaboración del concreto, aplicación y correcto vibrado del mismo, según la dosificación especificada por el Consorcio Biblioteca.

*Ensayos de Slump Test de la mezcla de concreto:* se hizo el debido acompañamiento a la hora de realizar los distintos ensayos de asentamiento del concreto, se obtuvieron los resultados y se hicieron los respectivos análisis de los mismos, de la mano de la normativa NTC - 396.

*Ensayo de resistencia a la compresión del concreto:* se hizo el debido acompañamiento a la hora de realizar los distintos cilindros para comprobar la resistencia de la mezcla del concreto, de la mano de la normativa NTC – 673.

#### **4.4. Calcular las cantidades de materiales a utilizar en la obra proyectada de acuerdo al cronograma, disminuyendo las cantidades de desperdicio de los materiales.**

*Cálculo de los materiales utilizados en obra:* de manera semanal y quincenal, se realizaron los cálculos en Excel de los materiales utilizados en obra y finalmente se hizo un balance general de los mismos.

*Cálculo de los materiales utilizados en obra junto con el control de ingreso:* se elaboró un seguimiento a la cantidad de materiales ingresada a obra y se comparó con los ejecutados, para así obtener un balance general de materiales, evidenciando las cantidades restantes en bodega.

#### **4.5. Realizar informes de cortes quincenales de los avances de la obra al director de trabajo de grado y apoyo a la oficina de planeación de la Universidad de Pamplona.**

*Seguimiento de los avances del proyecto por medio de informes quincenales:* Se hizo la debida entrega de los informes de corte quincenales tanto al director de proyecto de grado como a la oficina de planeación de la Universidad de Pamplona, para evidenciar los avances, control y supervisión de las actividades desarrolladas durante el periodo de la práctica, incluyendo cantidades de obra, rendimientos y dosificaciones de las mismas, Avances también dispuestos en este documento.

*Apoyo a la oficina de planeación:* En el transcurso del desarrollo de la práctica empresarial, se realizaron actividades de apoyo para la oficina de planeación de la universidad de Pamplona, en las cuales se hizo un recorrido por las instalaciones de la Universidad presentes en todo el municipio, recolectando necesidades en adecuaciones para cada uno de los bloques de las sedes Campus Principal, Casona, Casa Águeda Gallardo, Teatro Jáuregui, Virgen del Rosario y CIADTI, evidenciando cada una de las actividades y determinando el nivel de urgencia de intervención.

#### **Fase 2. Metodología implementada para el cumplimiento del objetivo investigativo con el Software Revit.**

#### **4.6. Implementación del Software Revit para cálculo de materiales y análisis de precios unitarios**

Se realizó la correcta adaptación de los planos estructurales del proyecto proporcionados por la oficina de planeación de la Universidad de Pamplona al software Revit. Se utilizaron los planos estructurales y de cimentación, los cuales de manera detallada se trasladaron, cumpliendo con medidas, distancias y especificaciones de concreto reforzado de 4000 PSI para las cimentaciones tipo cabezales, pilotes y vigas de amarre, y elementos estructurales como columnas, vigas, placas de entrepiso y cubierta, y muros estructurales, y adicionalmente el acero de refuerzo de la cimentación, para proceder con la inclusión de tablas de planificación dispuestas por el mismo software, agregándoles parámetros de precios unitarios y así arrojando el presupuesto para las actividades incluidas.

*Primeros pasos:* Inicialmente, durante un periodo de 4 semanas, se realizó en reconocimiento de la herramienta, ya que para el pasante era algo totalmente nuevo, en lo que se pudo entender parte de su interfaz principal, proporcionando la facilidad de desarrollar proyectos e ilustrarlos en 3D de una forma bastante sencilla y fácil de manejar. Este proceso puede resultar confuso, pero con ayuda del ing. Civil Diego Sánchez, se pudo realizar un curso intensivo, el cual contribuyó enormemente en el desarrollo de los primeros pasos de reconocimiento del programa.

Allí se aprendió a crear las nuevas plantillas de proyecto, la creación de los niveles junto con las rejillas de ejes correspondientes de una forma rápida, para así proceder a importar los planos existentes del proyecto en formato AutoCAD 2D y utilizarlos como base para poder proseguir con la ejecución de inserción de los elementos correspondientes.

Cabe resaltar, que el software Revit cuenta con innumerables funciones las cuales pueden resultar muy útiles a la hora de gestionar un proyecto de obra civil, en la que se puede evidenciar todas las especificaciones técnicas incluidas en el proyecto y crear tablas de planificación, planos de detalle de elementos, de vistas 3D, crear fases de construcción y muchas cosas más, que para describir a fondo cada una de ellas, se tomaría mucho más tiempo.

En este capítulo, se evidenciará la metodología utilizada para poder llevar la inclusión y adaptación de planos de proyectos de obra civil al software Revit, y se mostrará cada una de las actividades que conformaron el cumplimiento de este objetivo, para así, finalmente, evidenciar como esta herramienta puede ayudar a manejar análisis de precios unitarios y presupuestos.

*Creación de los niveles de referencia y rejilla del proyecto:* Se realizó la creación de niveles de referencia para el proyecto, teniendo en cuenta las profundidades de los micropilotes dispuestos para cada tipo de cabezal según diseño, y se crearon las rejillas del plano de trabajo para la agilización de la ubicación de cada elemento, ya que es de mucha importancia para el manejo referencial de medidas, distanciamientos y ubicaciones, con numeraciones alfanuméricas.

*Importación de los planos del proyecto al software Revit:* Se realizó la importación de los planos de los planos al software Revit, gracias a la facilidad que tiene esta herramienta para ser compatible con archivos AutoCAD, archivos gbXML, PDF, imágenes o cualquier tipo de archivo en formato 2D para inserción de vistas o elementos.

*Adaptación de los elementos estructurales del proyecto:* Se realizó la debida adaptación de los diferentes tipos de elementos para el proyecto según las especificaciones técnicas dadas en los planos, en los que se encontraba micropilotes, cabezales según tipo, vigas de cimentación, columnas, muros estructurales, entresijos y cubiertas.

*Adaptación del acero estructural:* Se realizó la adaptación del acero de refuerzo en elementos de la cimentación estructural como micropilotes y cabezales, y vigas de amarre y columnas del nivel -3, cumplimiento con las especificaciones de tipo de acero según diámetro, longitudes, traslapos, separaciones y alturas correspondientes.

*Creación de fases del proyecto:* Se crearon fases del proyecto como herramienta descriptiva, para dar a conocer la facilidad de ejecución del orden de un proyecto de construcción, en la que se mostró el avance de obra por cortes quincenales realizado en el desarrollo de la práctica empresarial, para evidenciar de manera gráfica los avances obtenidos, y otra plantilla de fases, en la que se representa los avances faltantes reales del proyecto.

*Creación de tablas de planificación:* Finalmente, se crearon tablas de planificación para calcular las cantidades totales de concreto estructural (m<sup>3</sup>) presentes en el proyecto, mostrando una aproximación a los valores reales dados para el proyecto, y tablas de cantidades de acero de refuerzo para cimentaciones, y vigas y columnas del nivel -3, así como el respectivo análisis de precios unitarios, parciales y totales, para cada uno, evidenciando como herramienta útil de cálculo de presupuestos, al software Revit.

## CAPITULO V

### RESULTADOS

El día 2 de febrero del 2021 se aprobó el inicio de la ejecución de las prácticas profesionales por parte de la oficina de planeación de la Universidad de Pamplona con título “PASANTÍA EMPRESARIAL DE AUXILIAR DE RESIDENCIA DE SUPERVISION PARA LA CONSTRUCCION DE UNA NUEVA BIBLIOTECA EN EL CAMPUS PRINCIPAL DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA”, bajo la supervisión de la oficina de planeación y del director de trabajo de grado.

Para el desarrollo de la práctica se tuvieron en cuenta objetivos esenciales para llevar un adecuado control y manejo de los avances de una obra civil, para los cuales se desarrollaron diferentes actividades para dar cumplimiento a las mismas, expuestas a continuación:

#### **5.1. Verificación el comportamiento del cronograma general de la obra**

##### *5.1.1. Verificación de los avances existentes*

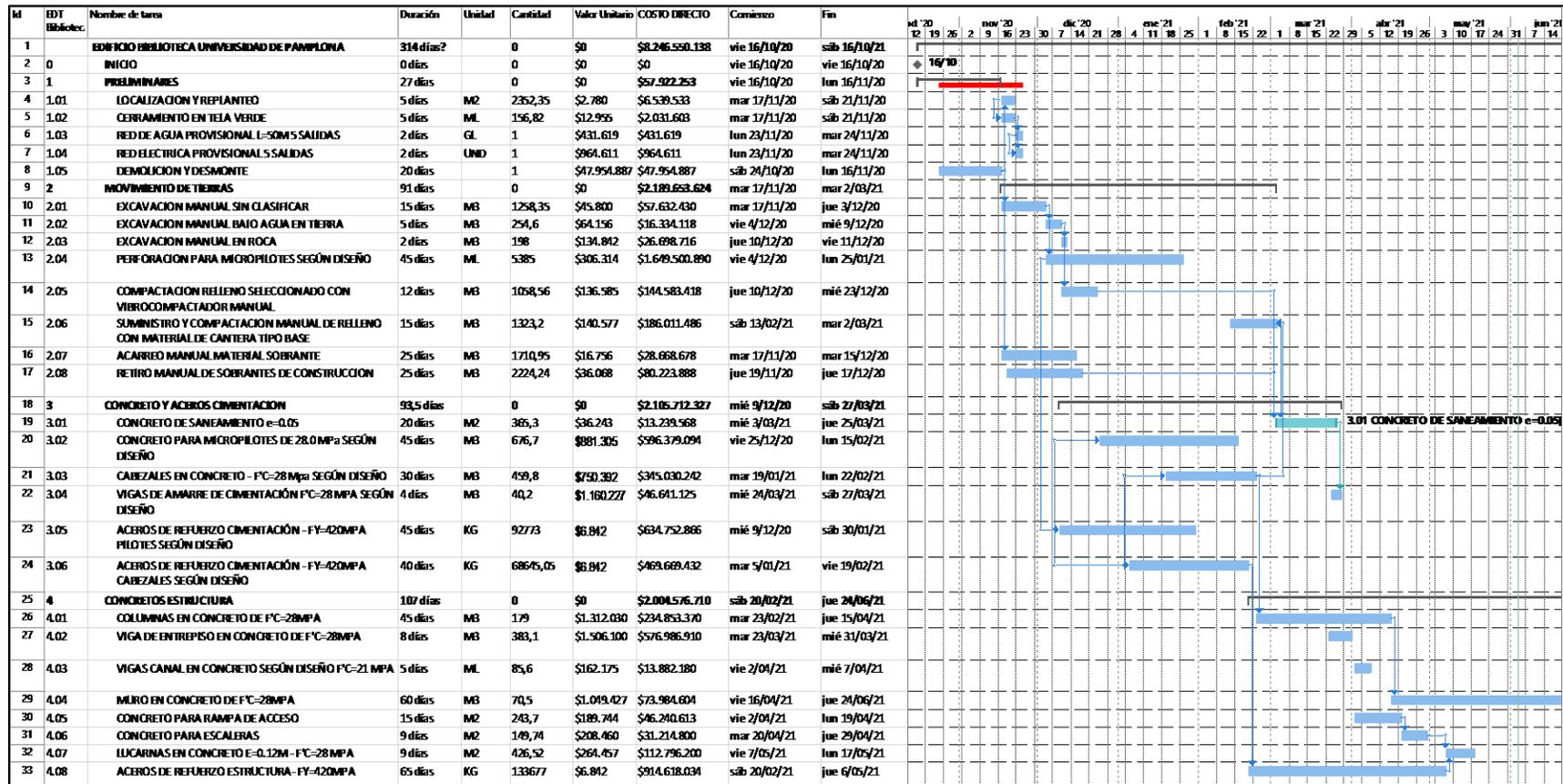
Al momento de ingresar a la obra, se realizó una revisión general de los avances existentes hasta el momento de iniciar las prácticas empresariales, haciendo el debido empalme para hacer el cálculo de los avances ejecutados y continuar con los alcanzados en la supervisión técnica.

Se evidenciaron una serie de retrasos en algunas actividades y algunas no ejecutadas según lo estipulado en el cronograma inicial de la obra, tales como perforación y fundición de micropilotes, armado y fundición de cabezales y vigas de amarre según tipo, y excavaciones del nivel soterrado para poder intervenirlo, ya que esta actividad no estaba presupuestada, pero era totalmente necesaria, generaba un retraso significativo. Dicho cronograma inicial se muestra a en la figura 6 junto con el diagrama de Gantt correspondiente, en Microsoft Project.

Varios pilotes tenían desfases en sus distancias entre sí mismos. En el proyecto se especifica que la separación debería ser de 1.1m, pero algunos estaban entre 1.12m y 1.15m, como se puede observar en los cabezales E1, B2, B3 y B5, siendo un error admisible, aunque algunos otros disminuían o aumentaban esta distancia de hasta 5cm o más como sucedía en los cabezales B3 y B7.

Figura 6

Cronograma inicial de la obra



Nota: Cronograma inicial del proyecto. Tomado de oficina de planeación de la Universidad de Pamplona.

Para ver el cronograma completo en Microsoft Project dirigirse al Apéndice 1. Cronograma inicial de la obra

Muchos aceros de refuerzo de micropilotes tenían mal doblados los ganchos iniciales. Según el diseño éstos deberían de trabajar en punta, por ende, su doblez en la longitud de desarrollo en tensión dentro del cabezal debería ser hacia adentro. En varios cabezales se pudo observar esto también, para los cuales se optó por dejarlos de esta manera debido a la complejidad de volverlos a su lugar original y su posible repercusión en la resistencia del acero.

A la hora de realizar el chequeo de las separaciones de los refuerzos de los cabezales C1 y D1 que se encontraban ya armados, se observó una relevante variación en éstas. El código de diseño de ambos cabezales es GP5, en el cual describe separaciones de refuerzo superior e inferior de 15cm en ambas direcciones y capas intermedias (2) de 30cm. Éstas variaban de manera drástica habiendo unas para el primer caso de 17cm hasta 20cm, y por ende otros a 13cm o menos, y en los intermedios variaciones de 2 a 3 cm. Se hizo necesario desajustar y corregir este parámetro para así contemplar sus correcciones satisfactorias para el cumplimiento de las características de diseño del proyecto.

La excavación del soterrado había tenido retrasos debido a que no contaban con la maquinaria necesaria para poder realizar esta actividad, expusieron los contratistas, a la hora de analizar el no avance de esa actividad.

**Figura 7**  
Revisión de los avances existentes en el proyecto



El porcentaje de avance del proyecto en el momento de ingresar a la obra fue de un 14,095% teniendo en cuenta que los avances de las actividades de preliminares estaban completos al 100% junto excavaciones manuales, acarreo de material sobrante y retiro de sobrantes de construcción.

Labores como perforación, fundición de pilotes y concreto de saneamiento llevaban un avance atrasado según el cronograma de obra dispuesto para el proyecto.

Estos avances se calcularon teniendo a la mano el presupuesto general de la obra y haciendo la relación directa entre las cantidades ejecutadas vs las contratadas, en Excel, el cual se muestra a continuación:

Para ver de forma detallada los avances de obra existentes dirigirse al Apéndice 2.  
Avances existentes y acumulado

**Tabla 4**

Porcentaje de avance de obra existente en el proyecto

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	VR. UNIT	VR. TOTAL	CANT. EJECUTADA	VR. EJECUTADO	% EJECUTADO
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>	<b>UND</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>VR. TOTAL</b>	<b>CANT. EJECUTADA</b>	<b>VR. EJECUTADO</b>	<b>% EJECUTADO</b>
1,01	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	M2	2352,35	\$ 4.263,00	\$ 10.028.068,05	2352,35	\$ 10.028.068,00	100%
1,02	CERRAMIENTO EN TELA VERDE	ML	156,82	\$ 15.299,00	\$ 2.399.189,18	156,82	\$ 2.399.189,00	100%
1,03	RED DE AGUA PROVISIONAL L=50M 5 SALIDAS	GL	1	\$ 513.149,00	\$ 513.149,00	1	\$ 513.149,00	100%
1,04	RED ELÉCTRICA PROVISIONAL 5 SALIDAS	UND	1	\$ 988.297,00	\$ 988.297,00	1	\$ 988.297,00	100%
1,05	DESMONTE, DEMOLICIÓN Y RETIRO DE ESTRUCTURA EXISTENTE DENOMINADA BLOQUE PEDRO DE URSUA	UND	1	\$ 49.098.660,00	\$ 49.098.660,00	1	\$ 49.098.660,00	100%
<b>SUBTOTAL CAP 1 PRELIMINARES:</b>					<b>\$ 63.027.363,00</b>		<b>63027363</b>	<b>100%</b>
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>UND</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>VR. TOTAL</b>	<b>CANT. EJECUTADA</b>	<b>VR. EJECUTADO</b>	<b>% EJECUTADO</b>
2,01	EXCAVACIÓN MANUAL SIN CLASIFICAR	M3	1285,26	\$ 51.407,00	\$ 66.071.360,82	1285,26	\$ 66.071.360,82	100%
2,02	EXCAVACIÓN MANUAL BAJO AGUA EN TIERRA	M3	254,6	\$ 64.919,00	\$ 16.528.377,40	0	\$ -	0%
2,03	EXCAVACIÓN MANUAL EN ROCA	M3	198	\$ 139.101,00	\$ 27.541.998,00	0	\$ -	0%
2,04	PERFORACIÓN PARA MICROPILOTES SEGÚN DISEÑO	ML	5460	\$ 337.828,00	\$ 1.844.540.880,00	1005	\$ 339.517.140,00	18%
2,05	COMPACTACIÓN RELLENO SELECCIONADO CON VIBROCOMPACTADOR MANUAL	M3	1058,56	\$ 180.876,00	\$ 191.468.098,56	0	\$ -	0%
2,06	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR BG- 1 1/2" VIBROCOMPACTADO MANUAL	M3	1323,2	\$ 183.476,00	\$ 242.775.443,20	0	\$ -	0%

2,07	ACARREO MANUAL MATERIAL SOBRENTE	M3	1737,86	\$ 16.630,00	\$ 28.900.611,80	1737,86	\$ 28.900.611,80	100%
2,08	RETIRO DE SOBRESANTES DE CONSTRUCCIÓN	M3	2259,22	\$ 26.315,00	\$ 59.451.374,30	2259,22	\$ 59.451.374,30	100%
<b>SUBTOTAL CAP. 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS:</b>					<b>\$ 2.477.278.144,00</b>		<b>493940486,9</b>	<b>20%</b>
3	<b>CONCRETOS Y ACERO CIMENTACIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>VR. TOTAL</b>	<b>CANT. EJECUTADA</b>	<b>VR. EJECUTADO</b>	<b>% EJECUTADO</b>
3,01	CONCRETO DE SANEAMIENTO E=0.05	M2	365,3	\$ 33.380,00	\$ 12.193.714,00	71,39	\$ 2.382.998,20	20%
3,02	CONCRETO PARA MICROPILOTES DE 28.0 Mpa SEGUN DISEÑO	M3	686,12	\$ 869.980,00	\$ 596.910.677,60	132,6	\$ 115.359.348,00	19%
3,03	CABEZALES EN CONCRETO - FC 28Mpa SEGUN DISEÑO	M3	482,6	\$ 782.731,00	\$ 377.745.980,60	0	\$ -	0%
3,04	VIGAS DE AMARRE DE CIMENTACIÓN FC=28 MPA SEGUN DISEÑO	M3	40,2	\$ 892.209,00	\$ 35.866.801,80	0	\$ -	0%
3,05	ACEROS DE REFUERZO CIMENTACIÓN - FY=420MPA PILOTES SEGUN DISEÑO	KG	92773	\$ 6.609,00	\$ 613.136.757,00	69965,5	\$ 462.401.989,50	75%
3,06	ACEROS DE REFUERZO CIMENTACIÓN - FY=420MPA CABEZALES SEGUN DISEÑO	KG	68645,05	\$ 6.609,00	\$ 453.675.135,45	0	\$ -	0%
<b>SUBTOTAL CAP. 3 CONCRETOS Y ACERO CIMENTACIÓN:</b>					<b>\$ 2.089.529.067,00</b>		<b>580144335,7</b>	<b>28%</b>
<b>VALOR COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 8.067.491.876,00</b>			
<b>VALOR COSTO EJECUTADO</b>							<b>\$ 1.137.112.185,62</b>	
<b>PORCENTAJE DE AVANCE EXISTENTE EN EL PROYECTO</b>								<b>14,095%</b>

### 5.1.2. Seguimiento y verificación del cronograma de actividades

Teniendo en cuenta el diagnóstico de entrada realizado para verificar por porcentajes de avance de cada actividad existente, se procedió a realizar la supervisión técnica de la práctica, realizando los cálculos de cantidades ejecutadas de manera quincenal de cada una de las actividades. Para ver de forma detallada los avances de cortes de obra quincenales, dirigirse al Apéndice 2. Avances existentes y acumulados, en donde se puede apreciar cada uno de los balances por cantidades de obra ejecutadas, porcentajes de avance de cada actividad, y porcentaje total alcanzado en cada corte.

#### **Corte quincenal 1 (02 de febrero de 2021 – 13 de febrero de 2021)**

El avance de obra del corte quincenal 1 fue de un 4.24%, en el que se desarrollaron tareas de perforación y fundición de micropilotes sobre el nivel 0 en ejes 9 y 10 correspondientes a la rampa, se iniciaron las labores de excavación del nivel -3 del soterrado y por ende se empezaron a realizar las perforaciones de micropilotes también en ese sector, empezando por el eje E, realizando también la aplicación de concreto de saneamiento para cabezales en ejes E2, E3 y E4.

El armado de acero de refuerzo también fue una actividad que se desarrolló con normalidad, en los ejes E1, E2 y E3, correspondientes a 1 cabezal tipo Gp7 y 2 tipo Gp5.

Adicional a eso, a inicios de la segunda semana se lograron fundir los cabezales C1 y D1 del nivel 0 tipo Gp5 y viga de amarre intermedia, para los cuales verificó el armado del acero de refuerzo, colocación y vibrado de la mezcla de concreto.

No obstante, al momento de terminar con la fundición del cabezal D1, junto con el Ingeniero Iván Ceudiel, encargado de la supervisión por parte de la oficina de planeación, se hizo la revisión de los aceros de la viga que conecta éste con el cabezal E1, y se encontró que faltaban 4 barras N6 de 9 metros de longitud, parámetro que pasó desapercibido por los contratistas por la necesidad de fundir rápidamente dicho cabezal. Se hizo necesario demoler en la sección de la viga ubicada dentro del cabezal y proceder a la adecuación de dichas barras de acero. La intervención duró 3 días entre demolición, corrección y nuevamente fundición, pero no representó retrasos en ninguna actividad.

### Figura 8

Actividades ejecutadas y supervisadas en el corte quincenal 1



### Figura 9

Actividad corregida corte quincenal 1



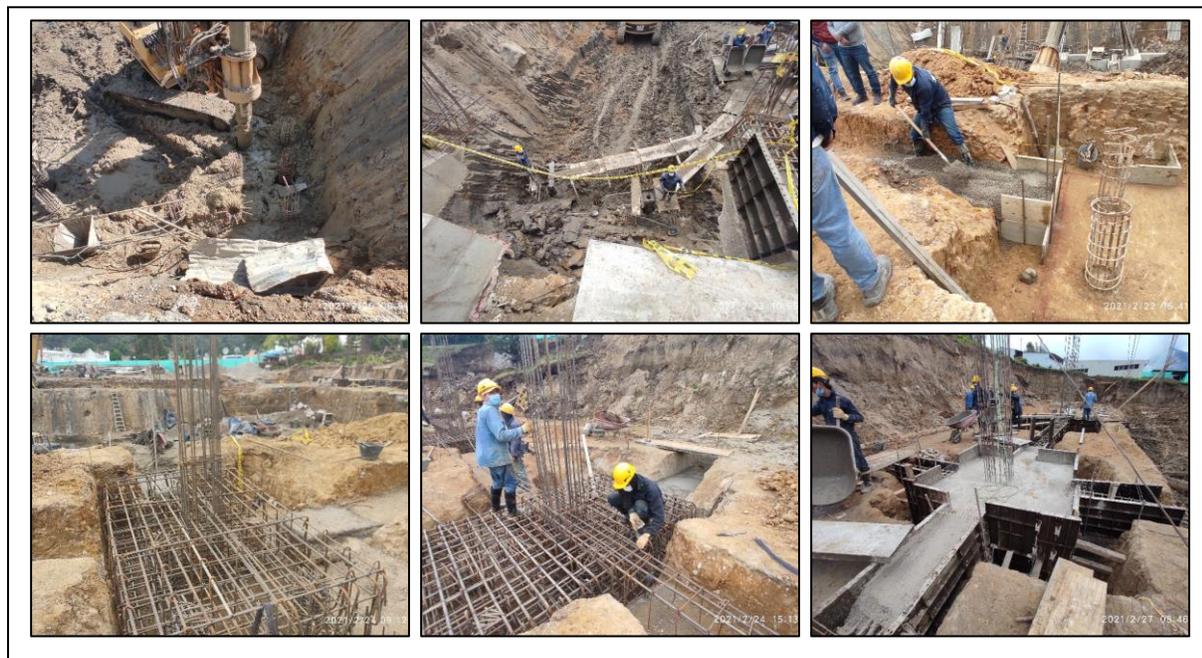
### Corte quincenal 2 (15 de febrero de 2021 – 27 de febrero de 2021)

Los avances de obra en este corte quincenal fueron de un 4.57%, en donde se continuaron con las actividades de excavación en el nivel soterrado, aumentando el espacio de trabajo para proceder con la perforación de micropilotes con la maquina AF-80 a lo largo del eje E del soterrado, llegando hasta el eje E7 y procediendo también con su fundición, en total fueron 30 pilotes intervenidos.

Las actividades de aplicación de concreto de saneamiento para vigas de cimentación del eje B también fueron realizadas, junto con concreto de saneamiento también del cabezal E6, y se realizaron los correspondientes armados de acero de refuerzo para cabezales, 2 tipo Gp4 y 2 tipo Gp6, en los ejes E2, E3 tipo Gp5 y en el eje E4, para los cuales se procedió también con la debida fundición de concreto preparado en obra y se les realizó la completa revisión para el cumplimiento de las características técnicas del proyecto, como diámetros, longitudes y separaciones correctas, lo que también se realizó en el armado de acero de refuerzo correspondiente a cada tipo de columna, para los ejes B2', B3, B5 y B7.

### Figura 10

Actividades ejecutadas y supervisadas corte quincenal 2



### Corte quincenal 3 (1 de marzo de 2021 – 13 de marzo de 2021)

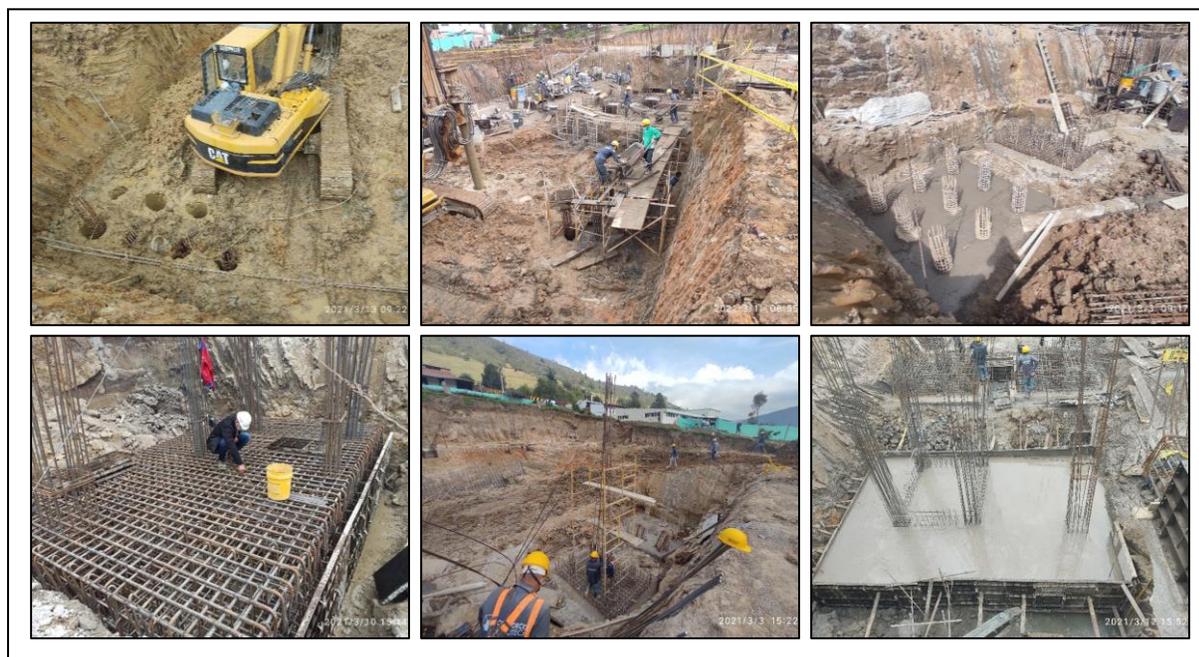
El avance del corte quincenal 3 fue de un 6,22% y el mayor porcentaje de avance de los 8 cortes quincenales realizados en el desarrollo y supervisión de la práctica empresarial en la obra Nueva Biblioteca. Por parte de las actividades realizadas en el corte, las excavaciones en el nivel -3 estuvieron casi terminadas y se realizaron las diferentes perforaciones y fundición de micropilotes a lo en los ejes D2, C3, D3, C5, D5, C7 y parte del D8, interviniendo un total de 53 pilotes, representando el mayor rendimiento en esta actividad.

La aplicación de concreto de saneamiento se realizó en el cabezal C2-D2, el cabezal más grande compuesto por 24 micropilotes y un área de 6.6m x 4.4m, en los cabezales C3, D3 y C5 también se realizó la debida aplicación.

Los armados de acero de refuerzo para los cabezales en los ejes F2' y E6 tipo Gp4 y el cabezal C1-D1 tipo Gp1 y así mismo los aceros de refuerzo iniciales de las columnas de cada eje, fueron supervisados y medidos de una forma correcta, verificando el cumplimiento de las especificaciones técnicas y así proceder con el la fundición de los cabezales, con el concreto de 4000 PSI realizado en obra, verificando su correcta aplicación y vibrado.

### Figura 11

Actividades ejecutadas y supervisadas corte quincenal 3



#### Corte quincenal 4 (1 de marzo de 2021 – 13 de marzo de 2021)

El porcentaje de avance del cuarto corte quincenal fue de un 4.22%, el cual se consiguió con la finalización de las excavaciones en el nivel -3 las cuales permitieron terminar los micropilotes restantes en ese sector, los cuales se localizaron en los ejes D7, C8 y D8, consiguiendo un total de 29 micropilotes perforados y fundidos en ese sector, y disminuyendo su rendimiento debido a fallas en la maquina la cual se presentó una pausa de actividades durante la semana 8.

Las actividades de concreto de saneamiento también avanzaron hacia los cabezales D5, C7 y D7, permitiendo así proceder al armado de aceros de refuerzo de esos cabezales y de las columnas según tipo de cada uno de ellos y conseguir la fundición de 2 cabezales tipo Gp5 los cuales se encontraban en los ejes C3, D3 y quedando armados para fundición el siguiente corte los cabezales C7, C8, D3, D5, D7, D8, E7 y E8, a los cuales se les realizó los diferentes chequeos para comprobar el cumplimiento de las especificaciones de los aceros de refuerzo de los cabezales y estribos de vigas de amarre, en donde la viga 005 iba a ser fundida con aceros de refuerzo en mal estado y doblados, haciéndose el debido reporte al Ing. Iván Ceudiel encargado de la supervisión por parte de la planeación y posteriormente dicho error corregido, para finalmente todas estas actividades representar un avance significativo en el proyecto.

#### Figura 12

Actividades ejecutadas y supervisadas corte quincenal 4



### Corte quincenal 5 (29 de marzo de 2021 – 10 de abril de 2021)

El porcentaje de avance del corte quincenal 5 fue de un 3,05%, para el cual se presentaron avances en las actividades de perforación de micropilotes en el nivel 0 a lo largo de los ejes F y G iniciales, logrando perforar y fundir 29 de ellos, consiguiendo más retrasos en esta actividad debido a fallas en la máquina perforadora, la cual estuvo detenida desde la semana 8 y toda la semana 9, haciendo así éste avance tan bajo. En este corte quincenal se consiguió fundir los cabezales armados en el corte pasado, siendo así un avance en esta actividad elevado. Se logró fundir el cabezal C8 tipo Gp3, uno de los más grandes del proyecto, junto con 3 cabezales tipo Gp5 correspondientes a los ejes C7, D7 y E7, y 2 cabezales tipo Gp4 correspondientes a los ejes D8 y E8, todos supervisados en la correcta fundición y vibrado del concreto hecho en obra de 4000 PSI. Además, en la semana 10, se lograron armar los demás aceros de refuerzos de las columnas de los ejes C (3, 5, 7 y 8), eje D (3, 5, 7 y 8) y el eje E (4, 6, 7 y 8) del nivel soterrado, según tipo, y posteriormente fundidas hasta una altura de 2.5m, a las cuales se les realizó el seguimiento del correcto armado del acero, espaciamientos y anexo a eso, el correcto armado y aplomo de las formaletas de las columnas para que éstas no tuvieran ningún error constructivo, siendo una revisión satisfactoria.

#### Figura 13

Actividades ejecutadas y supervisadas corte quincenal 5



### Corte quincenal 6 (12 de abril de 2021 – 23 de abril de 2021)

EL porcentaje de avance del corte quincenal 6 fue de un 4,97%, en los cuales se constituyó de las actividades de perforación y fundición de micropilotes en el nivel 0 a lo largo de los ejes F y G, para los cuales se terminaron en los ejes relacionados en F4, F6, F7 y F8, realizándose así la elaboración de 50 micropilotes, teniendo un rendimiento considerable en la semana 11, aunque en la semana 12 la maquina presentó problemas y ese buen rendimiento no se prolongó, perforando 40 en la semana 11 y sólo 10 en la semana 12. La aplicación de concreto de saneamiento también se continuó, ejecutándose sobre los ejes G2, F4, F6, F3 y vigas intermedias, permitiendo así el inicio de los armados de los aceros de refuerzo inferior y de columnas para los ejes G2, G2', F4, F2 y F3. La fundición de columnas en el nivel -3 del soterrado también se continuaron, dejando fundidas las de los ejes E2 y E3, e igualmente verificadas cada uno de los espaciamientos de los aceros de refuerzo y la correcta postura de la formaleta para evitar posibles fallas de aplomo. Y finalmente se empezó con las fundiciones de muro de contención en el nivel -3 del soterrado en el eje 8 entre C – D, altura de 2.5m, para los cuales se hicieron las debidas mediciones para el cumplimiento de espaciamientos y espesores de recubrimiento dados para el proyecto.

#### Figura 14

Actividades ejecutadas y supervisadas corte quincenal 6



### Corte quincenal 7 (26 de abril de 2021 – 7 de mayo de 2021)

El porcentaje de avance para el corte quincenal 7 de la supervisión de la práctica fue de 5,06%, representándose por las actividades de perforación y fundición de micropilotes, terminando el eje G y procediendo a la intervención del eje B, para lo cual finalmente se pudo llegar allí debido a la necesidad de adelantar labores de excavaciones del talud sobre el eje A y posterior a eso la estabilización por medio de gaviones, tareas las cuales no se contaban en el presupuesto pero que se venían desarrollado desde el corte quincenal 5. En total se perforaron y fundieron 24 pilotes debido a que la maquina nuevamente presento fallas técnicas disminuyó esta actividad desde la semana 13 hasta el lunes de la semana 14, disminuyendo este rendimiento.

Las actividades de concreto de saneamiento también se realizaron en los cabezales G2', G3, F7, F8 y vigas intermedias y en la semana 14 se armó los aceros de refuerzo para la columna del eje G3. En la semana 13 y 14 se realizaron las fundiciones de los muros de contención E (E7 - E8), 8 (C8 - D8), C (C7 - C8) y C (C5-C7) en el nivel -3 del soterrado, con altura de 2.5m , y finalmente el curado de las mismas; y se realizaron las fundiciones de los cabezales F2, F3, H1, H2 y H3 y vigas intermedias, a los cuales se le hicieron las respectivas revisiones de los espaciamientos y cuantías de acero de refuerzo tanto para cabezales como para vigas y se verifico la correcta aplicación y vibración del concreto preparado en obra de 4000 PSI.

#### Figura 15

Actividades ejecutadas y supervisadas corte quincenal 7



### Corte quincenal 8 (10 de mayo de 2021 – 22 de mayo de 2021)

En el octavo y último corte quincenal se logró un avance del 4,78% del proyecto generado por las actividades de perforación y fundición de micropilotes a lo largo del eje A, completándolos hasta el eje A7, logrando así intervenir 20 de estos elementos solamente en la semana 15, debido a que en la semana 16, la obra se pauso debido al paro nacional apoyado por los estudiantes de la Universidad de Pamplona desde el día miércoles 19 de mayo de 2021. Aun así se lograron realizar otras actividades como el concreto de saneamiento sobre el eje G7 y vigas intermedias entre los cabezales, y se realizó la fundición de los cabezales G7, F7 y F8 tipo Gp4 y el cabezal F4 tipo Gp2, el segundo más grande según los diseños proporcionados verificando espaciamientos y cuantías de todos los elementos, y finalmente se intervinieron los muros de contención del soterrado eje C (3-5) y eje E (2-3), a todos éstos elementos realizando el respectivo chequeo para el cumplimiento de las especificaciones técnicas, y la verificación de la correcta aplicación de la mezcla de concreto y vibrado.

#### Figura 16

Actividades ejecutadas y supervisadas corte quincenal 8



### 5.1.3. Balance de avance de obra inicial y final

Al momento de ingresar a la obra se determinó un porcentaje de avance alcanzado hasta el momento de un 14.095%, para el cual hasta el momento solo se habían cumplido al 100% todos los avances de preliminares, y movimiento de material sobrante y excavaciones manuales, y un porcentaje de avance en las actividades de avance de perforación, armado de acero de refuerzo y fundición de micropilotes.

Al finalizar la práctica empresarial, se obtuvo el siguiente balance general de la obra contando con todo el avance alcanzado:

**Tabla 5**

Balance de obra final

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	VR. UNIT	VR. TOTAL	CANT. EJECUTADA	VR. EJECUTADO	% EJECUTADO
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>	<b>UND</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>VR. TOTAL</b>	<b>CANT. EJECUTADA</b>	<b>VR. EJECUTADO</b>	<b>% EJECUTADO</b>
1,01	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	M2	2352,35	\$ 4.263,00	\$ 10.028.068,05	2352,35	\$ 10.028.068,05	100%
1,02	CERRAMIENTO EN TELA VERDE	ML	156,82	\$ 15.299,00	\$ 2.399.189,18	156,82	\$ 2.399.189,18	100%
1,03	RED DE AGUA PROVISIONAL L=50M 5 SALIDAS	GL	1	\$ 513.149,00	\$ 513.149,00	1	\$ 513.149,00	100%
1,04	RED ELÉCTRICA PROVISIONAL 5 SALIDAS	UND	1	\$ 988.297,00	\$ 988.297,00	1	\$ 988.297,00	100%
1,05	DESMONTE, DEMOLICIÓN Y RETIRO DE ESTRUCTURA EXISTENTE DENOMINADA BLOQUE PEDRO DE URSUA	UND	1	\$ 49.098.660,00	\$ 49.098.660,00	1	\$ 49.098.660,00	100%
<b>SUBTOTAL CAP 1 PRELIMINARES:</b>					<b>\$ 63.027.363,00</b>		<b>63027363,23</b>	<b>100%</b>
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>UND</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>VR. TOTAL</b>	<b>CANT. EJECUTADA</b>	<b>VR. EJECUTADO</b>	<b>% EJECUTADO</b>
2,01	EXCAVACIÓN MANUAL SIN CLASIFICAR	M3	1285,26	\$ 51.407,00	\$ 66.071.360,82	1285,26	\$ 66.071.360,82	100%
2,02	EXCAVACIÓN MANUAL BAJO AGUA EN TIERRA	M3	254,6	\$ 64.919,00	\$ 16.528.377,40	0	\$ -	0%
2,03	EXCAVACIÓN MANUAL EN ROCA	M3	198	\$ 139.101,00	\$ 27.541.998,00	0	\$ -	0%
2,04	PERFORACIÓN PARA MICROPILOTES SEGÚN DISEÑO	ML	5460	\$ 337.828,00	\$ 1.844.540.880,00	5145	\$ 1.738.125.060,00	94%
2,05	COMPACTACIÓN RELLENO SELECCIONADO CON VIBROCOMPACTADOR MANUAL	M3	1058,56	\$ 180.876,00	\$ 191.468.098,56	0	\$ -	0%
2,06	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR BG- 1 1/2" VIBROCOMPACTADO MANUAL	M3	1323,2	\$ 183.476,00	\$ 242.775.443,20	0	\$ -	0%
2,07	ACARREO MANUAL MATERIAL SOBRANTE	M3	1737,86	\$ 16.630,00	\$ 28.900.611,80	1737,86	\$ 28.900.611,80	100%
2,08	RETIRO DE SOBANTES DE CONSTRUCCIÓN	M3	2259,22	\$ 26.315,00	\$ 59.451.374,30	2259,22	\$ 59.451.374,30	100%
<b>SUBTOTAL CAP. 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS:</b>					<b>\$ 2.477.278.144,00</b>		<b>1892548407</b>	<b>76%</b>
<b>3</b>	<b>CONCRETOS Y ACERO CIMENTACIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>VR. TOTAL</b>	<b>CANT. EJECUTADA</b>	<b>VR. EJECUTADO</b>	<b>% EJECUTADO</b>
3,01	CONCRETO DE SANEAMIENTO E=0.05	M2	365,3	\$ 33.380,00	\$ 12.193.714,00	418,84	\$ 13.980.879,20	115%

3,02	CONCRETO PARA MICROPILOTES DE 28.0 Mpa SEGUN DISEÑO	M3	686,12	\$ 869.980,00	\$ 596.910.677,60	678,87	\$ 590.603.322,60	99%
3,03	CABEZALES EN CONCRETO - FC 28Mpa SEGUN DISEÑO	M3	482,6	\$ 782.731,00	\$ 377.745.980,60	378,609	\$ 296.349.001,18	78%
3,04	VIGAS DE AMARRE DE CIMENTACIÓN FC=28 MPA SEGUN DISEÑO	M3	40,2	\$ 892.209,00	\$ 35.866.801,80	40,44	\$ 36.080.931,96	101%
3,05	ACEROS DE REFUERZO CIMENTACIÓN - FY=420MPA PILOTES SEGUN DISEÑO	KG	92773	\$ 6.609,00	\$ 613.136.757,00	87472,3	\$ 578.104.430,70	94%
3,06	ACEROS DE REFUERZO CIMENTACIÓN - FY=420MPA CABEZALES SEGUN DISEÑO	KG	68645,05	\$ 6.609,00	\$ 453.675.135,45	51237,61	\$ 338.629.364,49	75%
<b>SUBTOTAL CAP. 3 CONCRETOS Y ACERO CIMENTACIÓN:</b>					<b>\$ 2.089.529.067,00</b>		<b>\$ 1853747930</b>	<b>89%</b>
<b>4</b>	<b>CONCRETOS-ESTRUCTURA</b>	<b>UND</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. UNIT</b>	<b>VR. TOTAL</b>	<b>CANT. EJECUTADA</b>	<b>VR. EJECUTADO</b>	<b>% EJECUTADO</b>
4,01	COLUMNAS EN CONCRETO DE FC=28 MPA	M3	179	\$ 1.174.572,00	\$ 210.248.388,00	11,65	\$ 13.683.763,80	7%
4,02	VIGA DE ENTREPISO EN CONCRETO DE FC=28 MPA	M3	383,1	\$ 1.208.739,00	\$ 463.067.910,90	0	\$ -	0%
4,03	VIGAS CANAL EN CONCRETO SEGÚN DISEÑO FC=21 MPA	ML	85,6	\$ 103.593,00	\$ 8.867.560,80	0	\$ -	0%
4,04	MURO EN CONCRETO DE FC=28MPA	M3	70,5	\$ 1.078.178,00	\$ 76.011.549,00	35,54	\$ 38.318.446,12	50%
4,05	CONCRETO PARA RAMPA DE ACCESO	M2	243,7	\$ 138.045,00	\$ 33.641.566,50	0	\$ -	0%
4,06	CONCRETO PARA ESCALERAS	M2	149,74	\$ 205.525,00	\$ 30.775.313,50	0	\$ -	0%
4,07	LUCARNAS EN CONCRETO E=0.12M - FC=28MPA	M2	426,52	\$ 246.362,00	\$ 105.078.320,24	0	\$ -	0%
4,08	ACEROS DE REFUERZO ESTRUCTURA - FY=420MPA	KG	133677	\$ 6.609,00	\$ 883.471.293,00	40794,3	\$ 269.609.528,70	30,52%
<b>SUBTOTAL CAP. 4 CONCRETOS-ESTRUCTURA:</b>					<b>\$ 1.811.161.903,00</b>		<b>\$ 321.611.738,62</b>	<b>17,76%</b>
<b>VALOR COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 8.067.491.876,00</b>			
<b>VALOR COSTO EJECUTADO</b>							<b>\$ 4.130.935.438,90</b>	
<b>PORCENTAJE DE AVANCE CORTE 3</b>								<b>51,20%</b>

Al finalizar la práctica empresarial se logró determinar un avance del 52.2% acumulado, del cual, se supervisó el 37,11% del total de todo el avance obtenido, así bien, quedaron actividades las cuales casi se culminaban, como la perforación y fundición de micropilotes, los cuales solo restaban por ejecutarse 21, armado y fundición de cabezales sobre el eje A, ejes 9 y 10 de la rampa y 2 tipo Gp4 en los ejes G8 y H1, y armado y fundición de muros de contención en el nivel soterrado, actividad la cual quedó con un avance del 50%.

Dicho resumen de avances por cortes quincenales se muestra de manera resumida en la siguiente tabla:

**Tabla 6**

Resumen de porcentajes de avance

<b>Cortes Quincenales</b>	<b>Fechas de corte</b>		<b>%av. acum.</b>	<b>% avance</b>
<b>Existente</b>	-	-	14,095%	-
<b>Corte 1</b>	1-feb	13-feb	18,33%	4,24%
<b>Corte 2</b>	15-feb	27-feb	22,90%	4,57%
<b>Corte 3</b>	1-mar	13-mar	29,12%	6,22%
<b>Corte 4</b>	15-mar	27-mar	33,34%	4,22%
<b>Corte 5</b>	29-mar	10-abr	36,39%	3,05%
<b>Corte 6</b>	12-abr	23-abr	41,36%	4,97%
<b>Corte 7</b>	26-abr	7-may	46,42%	5,06%
<b>Corte 8</b>	10-may	22-may	51,20%	4,78%
<b>Total, práctica empresarial</b>	1-feb	22-may	51,20%	37,11%

Nota: en la tabla se muestran los porcentajes parciales y acumulados obtenidos en la supervisión técnica de la obra por cortes quincenales.

#### *5.1.4. Actividades supervisadas en la práctica empresarial*

A lo largo de la práctica empresarial se hizo el debido seguimiento a las actividades desarrolladas en obra para si poder determinar los tiempos reales de ejecución y así obtener el cronograma de obra final modificado. Dichas actividades son descritas a continuación.

#### **Perforación para micropilotes según diseño (mL)**

La implementación de micropilotes en una cimentación se utiliza para reforzarla debido a variables como el tipo de suelo no apto, para disminuir las vibraciones en edificios colindantes, para la intervención de sótanos, entre otros. Son estructuras compuestas por acero de refuerzo y concreto incrustados en la cimentación de la estructura.

Esta actividad se venía desarrollando al momento de ingresar a la obra, con un porcentaje de avance inicial del 18% contando solamente con la elaboración de 64 ejemplares desde finales del mes de diciembre del 2020, la cual había tenido una serie de retrasos debido a la falta de disponibilidad de una máquina perforadora, a lo cual finalmente se consiguió la AF-80 de

Caterpillar, la cual en el desarrollo de la practica alcanzó un rendimiento promedio de 60 mL, es decir 4 micropilotes perforados diariamente, debido a todos los retrasos generados por el estado físico de la maquina a lo largo de las 16 semanas, y un rendimiento máximo de 120 mL, es decir 8 micropilotes perforados.

### Figura 17

Perforación de micropilotes



### Concreto de Saneamiento (m2)

Esta actividad se venía desarrollando antes de dar inicio a las prácticas empresariales, la cual se venía desarrollando a medida que se iba avanzando en la cimentación del proyecto, por lo que su tiempo real se extendió más de lo planeado, pasando de durar 20 días a 99.

La supervisión técnica se realizó verificando las correctas áreas a las cuales se tenía que verter éste concreto de saneamiento, tanto en cabezales como en vigas de cimentación, con un espesor de 0.05m y una dosificación de concreto pobre de 1:4:8, dada a continuación:

### Tabla 7

Dosificación concreto de saneamiento

<i>Dosificación para 1 m3 1420 PSI - Consorcio Biblioteca</i>			
Relación	Cemento (42,5Kg)	Arena (m3)	Triturado (m3)
1:4:8	3,76	0,55	1,03

**Figura 18**

Concreto de saneamiento (m2)

**Concreto para micropilotes F'c=28 Mpa**

A medida que se realizaban las debidas perforaciones para los micropilotes, se iban adelantando las tareas de colocación del acero de refuerzo y fundición de los mismos. La supervisión técnica se realizó para la debida adecuación del refuerzo, ya que deben sobresalir exactamente 90 cm fuera del nivel del terreno, y adicional a eso en la correcta aplicación de la mezcla de concreto de 4000PSI a la hora de la fundición, teniendo un rendimiento de 8m3/día.

Esta actividad ya venía con un avance del 18%, la cual al finalizar la práctica llegó a un porcentaje de avance del 95%. Dicha actividad se culminó el 2 de junio, calculando así el tiempo total de la actividad, con una duración de 43 y posteriormente con una modificación en su duración de 140 días, debido a que se fundía a medida que se iban perforando los micropilotes.

**Tabla 8**

Volumen de concreto y cantidad de materiales para 1 micropilote

ITEM	Unidad	Cantidad	Fundidos	Cantidad Total	5% desperdicio
Volumen concreto	m3	1,88	<u>1</u>	1,885	1,979
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	23,20		23,196	25
Arena	m3	0,85		0,846	0,889
Triturado	m3	0,48		0,475	0,499

**Figura 19**

Concreto para micropilotes  $F'c=28$  Mpa



El control tanto para perforación como para fundición de micropilotes se hizo con el siguiente formato:

**Tabla 9**

control de perforación y fundición de micropilotes

Control de perforación y fundición de micropilotes por semanas y cortes quincenales										
1	<b>Semana 1</b>			Existentes	64	Totales	89	Comprobación	Correcto	
	Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum	
	Perforado	5	2	5	3	4	7	26	90	
	Fundido	5	2	5	3	4	6	25	89	
	<b>Semana 2</b>			Existentes	89	Totales	108	Comprobación	Correcto	
	Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum	
	Perforado	5	8	2	3	1	0	19	109	
	Fundido	5	9	1	3	1	0	19	108	
2	<b>Semana 3</b>			Existentes	108	Totales	111	Comprobación	Correcto	
	Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum	
	Perforado	0	0	0	0	1	2	3	112	
	Fundido	0	0	0	0	1	2	3	111	
	<b>Semana 4</b>			Existentes	111	Totales	138	Comprobación	Correcto	
	Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum	
	Perforado	5	5	2	6	6	3	27	139	
	Fundido	5	3	4	6	6	3	27	138	
3	<b>Semana 5</b>			Existentes	138	Totales	167	Comprobación	Correcto	
	Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum	
	Perforado	3	3	6	6	6	9	33	172	

	Fundido	3	2	6	6	6	6	29	167
	<b>Semana 6</b>			Existentes	167	Totales	191	Comprobación	Correcto
	Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum
	Perforado	6	3	7	6	4	4	30	202
	Fundido	6	4	6	7	0	1	24	191
4	<b>Semana 7</b>			Existentes	191	Totales	220	Comprobación	Correcto
	Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum
	Perforado	5	5	4	4	0	0	18	220
	Fundido	5	4	8	2	3	7	29	220
	<b>Semana 8</b>			Existentes	220	Totales	220	Comprobación	Correcto
	Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum
	Perforado	0	0	0	0	0	0	0	220
	Fundido	0	0	0	0	0	0	0	220
5	<b>Semana 9</b>			Existentes	220	Totales	220	Comprobación	Correcto
	Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum
	Perforado	0	0	0	0	0	0	0	220
	Fundido	0	0	0	0	0	0	0	220
	<b>Semana 10</b>			Existentes	220	Totales	249	Comprobación	Correcto
	Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum
	Perforado	0	3	6	6	6	8	29	249
	Fundido	0	0	8	4	7	10	29	249
6	<b>Semana 11</b>			Existentes	249	Totales	289	Comprobación	Correcto
	Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum
	Perforado	11	8	2	6	10	3	40	289
	Fundido	10	6	5	6	9	4	40	289
	<b>Semana 12</b>			Existentes	289	Totales	299	Comprobación	Correcto
	Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum
	Perforado	6	4	0	0	0	0	10	299
	Fundido	1	4	5	0	0	0	10	299
7	<b>Semana 13</b>			Existentes	299	Totales	311	Comprobación	Correcto
	Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum
	Perforado	9	3	0	0	0	0	12	311
	Fundido	6	6	0	0	0	0	12	311
	<b>Semana 14</b>			Existentes	311	Totales	323	Comprobación	Correcto
	Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum
	Perforado	0	4	2	2	4	0	12	323
	Fundido	0	4	1	3	4	0	12	323
8	<b>Semana 15</b>			Existentes	323	Totales	329	Comprobación	Correcto

Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum
Perforado	0	0	0	0	0	6	6	329
Fundido	0	0	0	0	0	6	6	329
<b>Semana 16</b>			Existentes	329	Totales	343	Comprobación	Correcto
Estado	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total	Total, Acum
Perforado	6	6	2	0	0	0	14	343
Fundido	6	4	4	0	0	0	14	343

### Cabezales en concreto $F'c=28\text{Mpa}$

Esta actividad se empezó justamente al momento de iniciar las prácticas empresariales en la obra, para lo cual ya tenía 20 días de retraso debido a que se tenía que iniciar el 19 de enero y se inició el 6 de febrero, modificando también las duraciones pasando de 30 a 112 días debido a que se fundía a medida que se iban armando los aceros de refuerzo según cada tipo de cabezal, obteniendo un rendimiento promedio de 10 m<sup>3</sup>/día. Antes de dar inicio a las actividades de fundición de cabezales se hace totalmente necesaria la debida supervisión, control y verificación de los estándares de calidad exigidos para el proyecto. Esto se consigue mediante la aprobación tanto de las revisiones por parte de los contratistas y de la oficina de planeación, para así reiterar el cumplimiento de todos los parámetros, como cantidad de acero, espaciamientos y adicional, aceros y estribos de las vigas que atraviesan a éstos, además de supervisar su correcto vibrado de concreto.

La verificación de la correcta aplicación de la mezcla se realizó, teniendo también en cuenta la correcta vibración para evitar la segregación. Ya que se trataban de secciones muy reforzadas, los tiempos de colocación del vibrador variaban entre 5 a 15 segundos.

### Figura 20

Concreto para cabezales  $F'c=28\text{Mpa}$



### Aceros De Refuerzo Cimentación - $F_y=420\text{mpa}$ Pilotes Según Diseño

La supervisión técnica se realizó en el armado paso a paso de los aceros de refuerzo, verificando que se cumpliera con el tipo de acero longitudinal #5 y espiral #3, y separaciones de los aceros de refuerzo en espiral de 25cm y 7cm, según el proyecto, y la correcta ubicación de los mismos a la hora de llevarlos a las perforaciones a las cuales se iba a proceder a su fundición.

Esta actividad ya venía con un avance considerable, ya que de las 364 “canastas” de acero de refuerzo para todos los pilotes del proyecto, se habían adelantado la elaboración de 264, lo que contribuyó al elevado avance en esta actividad al momento de ingresar a la obra, y los 100 restantes se desarrollaron con un rendimiento promedio de 2 canastas diarias.

#### Figura 21

Acero de refuerzo para micropilotes  $FY=420\text{ Mpa}$



### Aceros De Refuerzo Cimentación - $F_y=420\text{mpa}$ Cabezales Según Diseño

Esta actividad llevaba algunos días de iniciada al momento de ingresar a la obra, con un retraso previsto de 20 días, por razones de no intervención del nivel -3 en el soterrado para proseguir con esta actividad, para lo cual paso de tener una duración inicial de 40 días a 121 días, debido a la intervención de cada cabezal a medida que iba avanzando el proyecto, con un rendimiento promedio diario de 1100 kg/día. El armado de los aceros de refuerzo para los cabezales se supervisó paso por paso, para así lograr obtener las especificaciones deseadas, en cuanto a espaciamiento y cumplimiento de aceros en cada una de las capas con las longitudes y diámetros indicados y las correctas alturas de las capas según los diseños proporcionados para el proyecto, teniendo en cuenta que para el proyecto se lograron supervisar 7 tipos de aceros de refuerzo para cabezales diferentes, distribuidos en todo el proyecto. Estas observaciones se daban en campo a los contratistas para que procedieran con las debidas revisiones y comprobaciones de las mismas por parte de ellos para proseguir con la tarea de fundición de cabezales.

**Figura 22**

Acero de refuerzo para cabezales FY=420 Mpa según tipo



### MURO EN CONCRETO DE F'C=28MPA

Esta actividad se desarrolló en el transcurso de la supervisión de la obra, tarea la cual empezó el día 20 de abril, la cual según el cronograma inicial debió haber dado inicio el día 16 de abril, generando un retraso de 4 días, para la cual se presentó un rendimiento promedio de 4,79m<sup>3</sup>/día

Antes de dar inicio a las actividades de fundición de muros de contención se hace totalmente necesaria la debida supervisión, control y verificación de los estándares de calidad exigidos para el proyecto. Esto se consigue mediante la aprobación tanto de las revisiones por parte de los contratistas y de la oficina de planeación, para así reiterar el cumplimiento de todos los parámetros, como cantidad de acero, diámetros, longitudes, espaciamientos y recubrimiento exigido para el proyecto, debido a que se cuentan con una cara que tiene contacto directo con el suelo se estipulo de 7cm en la cara posterior del muro.

**Tabla 10**

Concreto para muros de F'c=28 MPa



### 5.1.5. Análisis del cronograma inicial y final

Basándose en el seguimiento continuo que se realizó al proyecto Nueva Biblioteca, se hizo un seguimiento al cronograma y se determinó al final de la práctica empresarial un cronograma real en Microsoft Project, el cual muestra las fechas exactas en las cuales las actividades dieron inicio y se establecieron las nuevas duraciones debido a los retrasos y las fechas finales de cada una de las actividades supervisadas, teniendo en cuenta aquellas que se dieron inicio antes de ingresar a la obra y las cuales se solicitaron las fechas a los contratistas para llevarles el control, y algunas otras actividades que no se realizaron, el balance final de las fechas de las actividades supervisadas a lo largo de la práctica empresarial se muestra a continuación:

**Tabla 11**

Duraciones programadas y reales de actividades supervisadas

ITEM	NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN INICIAL	UND	CANTIDAD	COMIENZO	FIN	COMIENZO REAL	FIN REAL	DURACIÓN	RETRASO
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>									
2.04	PERFORACION PARA MICROPILOTOS SEGÚN DISEÑO	45 días	ML	5385	vie 4/12/20	lun 25/01/21	mié 23/12/20	mié 2/06/21	139 días	112
<b>3</b>	<b>CONCRETO Y ACEROS CIMENTACION</b>									
3.01	CONCRETO DE SANEAMIENTO e=0.05	20 días	M2	365,3	mié 3/03/21	jue 25/03/21	mar 26/01/21	lun 12/07/21	99 días	125
3.02	CONCRETO PARA MICROPILOTOS DE 28.0 MPa SEGÚN DISEÑO	45 días	M3	676,7	vie 25/12/20	lun 15/02/21	mié 23/12/20	jue 3/06/21	140 días	94
3.03	CABEZALES EN CONCRETO - FC=28 Mpa SEGÚN DISEÑO	30 días	M3	459,8	mar 19/01/21	lun 22/02/21	sáb 6/02/21	mié 16/06/21	112 días	100
3.04	VIGAS DE AMARRE DE CIMENTACIÓN FC=28 MPA SEGÚN DISEÑO	4 días	M3	40,2	mié 24/03/21	sáb 27/03/21	sáb 6/02/21	mié 16/06/21	112 días	71
3.05	ACEROS DE REFUERZO CIMENTACIÓN - FY=420MPA PILOTOS SEGÚN DISEÑO	45 días	KG	92773	mié 9/12/20	sáb 30/01/21	sáb 5/12/20	mar 1/06/21	153 días	106
3.06	ACEROS DE REFUERZO CIMENTACIÓN - FY=420MPA CABEZALES SEGÚN DISEÑO	40 días	KG	68645,05	mar 5/01/21	vie 19/02/21	mié 27/01/21	mié 16/06/21	121 días	100
<b>4</b>	<b>CONCRETOS ESTRUCTURA</b>									
4.01	COLUMNAS EN CONCRETO DE FC=28MPA	45 días	M3	179	mar 23/02/21	jue 15/04/21	mié 7/04/21	lun 2/08/21	43 días	100
4.04	MURO EN CONCRETO DE FC=28MPA	60 días	M3	70,5	vie 16/04/21	jue 24/06/21	mar 20/04/21	lun 7/06/21	42 días	0
4.08	ACEROS DE REFUERZO ESTRUCTURA- FY=420MPA	65 días	KG	133677	sáb 20/02/21	jue 6/05/21	jue 28/01/21	sáb 7/08/21	65 días	81

Parte de dicho cronograma se muestra a continuación, y en el Apéndice 3. Cronograma final modificado se puede observar de una forma más detallada.



### 5.1.6. Seguimiento de obra mediante bitácora

El seguimiento por medio de bitácora para el control y evidencias del avance de la obra se realizó en formato digital en Excel, herramienta que permitió evidenciar los avances de las actividades realizadas, junto con el tipo y cantidad de personal presente en la obra, además de otras observaciones referentes a las revisiones y control de la supervisión de la obra las cuales tenían que ver con el cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto, sectores intervenidos, estado del tiempo, equipos presentes en la obra, accidentes o imprevistos presentados, rendimientos de obra y evidencia fotográfica de los avances ejecutados.

Este seguimiento se realizó de manera diaria durante toda la duración del periodo de la práctica, en la que se llevó el seguimiento de las actividades anteriormente descritas en este documento. Cabe resaltar que esta herramienta fue de gran utilidad a la hora de llevar el control de dichos progresos en cada tarea, ya que de manera organizada se evidenciaba lo que diariamente estaba relacionado con el proyecto.

A continuación, se muestra uno de los formatos de la bitácora digital utilizados en el transcurso del desarrollo de la práctica, para ver la bitácora completa, dirigirse al Apéndice 4. Bitácora diaria de obra

**Tabla 12**

Formato de bitácora diaria de obra

 <b>BITÁCORA DIARIA DE OBRA</b>						<b>Formato: 060</b>		
26/4/2021			<b>Localización: Universidad de Pamplona</b>			Hoja número: 1		
Contrato de obra		Objetivo: Construcción de la nueva biblioteca de la sede principal de la Universidad de Pamplona, municipio de Pamplona Norte de Santander						
<b>PERSONAL EN LA OBRA</b>						<b>ESTADO DEL TIEMPO</b>		
Cargo	Cantidad	Cargo	Cantidad	Cargo	Cantidad		am	pm
Ingeniero	2	topógrafo	1	HSEQ	1	soleado		
Arquitecto	1	cadeneros		Otros		seco	7:00	11:00
Oficial	7	Operarios	1			nublado	11:00	5:00
Ayudantes	43	Conductores				lluvia pasajera		
Almacenista	1					lluvioso		
<b>ACTIVIDADES DESARROLLADAS</b>								
Llegada del personal, desinfección y charla sobre EPP por la H.S.E.Q y toma de asistencia a las 6:30am								
Toma de temperatura y charla sobre EPP y recomendaciones, a las 6:45am								
Cabezal F2 tipo gp5 armado acero de refuerzo primeras 3 capas y verificado, sin ninguna observación								
Cabezales G2' y G2 tipo Gp4 listos los aceros de refuerzo y encofrados para fundición, ambos con observaciones corregidas								
vigas V102 y V10G entre los cabezales, listas y verificadas								
se procedió con la fundición del muro de contención en el soterrado, eje 8, entre C y D								
se procedió a la aplicación de saneamiento en cabezal G3 y viga 003 entre F3 y G3 y en Cabezal F7								
perforación y fundición de pilotes #1,3 y 4 del cabezal G7								
<b>EVIDENCIA FOTOGRÁFICA</b>								
								
								
<b>Equipos en la obra</b>					<b>Accidentes en obra</b>			
Descripción	Cantidad	Estado	¿Ocurrió algún accidente?					
Maquina piloteadora	1	óptimo	Si		No		X	
Retroexcavadora	1	Óptimo	Hora					
Carretillas	4		Nombre					
mezcladoras de concreto	4		Cargo					

**5.1.7. Seguimiento a los rendimientos del proyecto**

Teniendo a la mano el cronograma y presupuesto inicial del proyecto, se pudieron establecer los rendimientos de mano de obra esperados, y se compararon con los rendimientos reales obtenidos en la supervisión de la práctica empresarial, los cuales se tuvieron en cuenta las duraciones y cantidades ejecutadas diarias, para lo cual se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 13**

Rendimientos planeados y reales del proyecto

ITEM	NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN INICIAL	UND	CANTIDAD	REND	DURACIÓN REAL	REND REAL	CUADRILLA
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>							
2.04	PERFORACION PARA MICROPILOTES SEGÚN DISEÑO	45	ML	5385	119,67	139 días	60	0-0-1
<b>3</b>	<b>CONCRETO Y ACEROS CIMENTACION</b>							
3.01	CONCRETO DE SANEAMIENTO e=0.05	20	M2	365,3	18,27	99 días	6,43	0-1-2
3.02	CONCRETO PARA MICROPILOTES DE 28.0 MPa SEGÚN DISEÑO	45	M3	676,7	15,04	140 días	8	2(0-1-5)
3.03	CABEZALES EN CONCRETO - F'C=28 Mpa SEGÚN DISEÑO	30	M3	459,8	15,33	112 días	10	4(0-1-5)
3.04	VIGAS DE AMARRE DE CIMENTACIÓN F'C=28 MPA SEGÚN DISEÑO	4	M3	40,2	10,05	112 días	1,25	2(0-1-5)
3.05	ACEROS DE REFUERZO CIMENTACIÓN - FY=420MPa PILOTES SEGÚN DISEÑO	45	KG	92773	2061,62	153 días	497	2(0-1-3)
3.06	ACEROS DE REFUERZO CIMENTACIÓN - FY=420MPa CABEZALES SEGÚN DISEÑO	40	KG	68645,05	1716,13	121 días	1100	2(0-1-5)
<b>4</b>	<b>CONCRETOS ESTRUCTURA</b>							
4.01	COLUMNAS EN CONCRETO DE F'C=28MPa	45	M3	179	3,98	43 días	2,91	4(0-1-5)
4.04	MURO EN CONCRETO DE F'C=28MPa	60	M3	70,5	1,18	42 días	4,79	2(0-1-5)
4.08	ACEROS DE REFUERZO ESTRUCTURA- FY=420MPa	65	KG	133677	2056,57	65 días	2056,57	2(0-1-5)

Los rendimientos obtenidos a lo largo de la supervisión son inferiores a los planeados en el cronograma de obra, ya que las tareas también se han extendido en su duración debido a que cada una de las actividades se hacían una seguida de la otra, lo que generó un avance secuencial en cada una de ellas.

Las actividades muestran que se han extendido muchos más días de los planeados, pero no se han presentado retrasos tan significativos, debido a que todas se desarrollaron secuencialmente, sin los rendimientos esperados, pero cumpliendo con los porcentajes de ejecución todas a la vez.

## 5.2. Comprobación del cumplimiento de normas de seguridad

### 5.2.1. Verificación de los requisitos mínimos de sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo (SG-SST):

El Proyecto Biblioteca UP cuenta con las debidas reglamentaciones bajo las normas de salud y seguridad en el trabajo con los requisitos mínimos exigidos en la resolución 0312 de 2019, el cual establece los procedimientos según el número de trabajadores contratados. A continuación, se muestra la verificación de los estándares mínimos del sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo (SG.SST) dado por el Consorcio Biblioteca:

**Tabla 14**

Descripción de requisitos del proyecto

<b>Contratista</b>	Consorcio Biblioteca
<b>Numero de contrato</b>	1920 de 2020
<b>Nit</b>	901.413.848-1
<b>Numero de trabajadores</b>	39 trabajadores 6 oficiales, 30 ayudantes, coordinadora HSQ, Ingeniero residente de obra, Arquitecto
<b>Nivel de riesgo</b>	V
<b>ARL</b>	Sura
<b>EPS</b>	Cada trabajador cuenta con afiliación a EPS de su preferencia
<b>Pensiones</b>	Cada trabajador cuenta con pensión en entidad de su preferencia

Fuente: identificación del cumplimiento de los estándares de seguridad del proyecto. Tomado de Consorcio Biblioteca.

### 5.2.2. Supervisión del cumplimiento del uso de los elementos de protección personal (EPP):

Se realizó la constante verificación sobre el cumplimiento del buen uso de los elementos de protección personal dados a los trabajadores, para velar por la seguridad de cada uno de ellos, al momento de realizar las labores cotidianas, y se realizó un formato para evidenciarlo.

Esto se consiguió mediante la elaboración de un formato el cual permitió identificar el uso, estado y condición de los implementos de protección personal requeridos para la obra, en el que se calificaba cada uno de estos y se daban las recomendaciones para el adecuado uso si era totalmente necesario, para casco, guantes, botas, debido uniforme de dotación, tapabocas y arnés en las ocasiones en las que se adelantaban las labores de armado de acero de refuerzo de las columnas.



### 5.2.3. Revisión del cumplimiento de las normas de bioseguridad - Normativa PAPSO:

La cual fue gestionada por el Ministerio de salud y protección social frente a la emergencia sanitaria por la pandemia COVID-19 en la cual establece los cuidados que se deben tener en obra para evitar posibles contagios y da indicaciones acerca de actividades las cuales pueden generarlo, todos estos parámetros reglamentados sirven para controlar, prevenir y mitigar los contagios ascendentes que se produjeron a lo largo de esta pandemia y se desarrolló para controlar este aumento de contagios. Dicho protocolo estaba establecido por los contratistas de Consorcio Biblioteca, teniendo en cuenta el número de trabajadores (al final de la practica llegando a 62) y las actividades a desarrollar, para lo cual la profesional HSEQ encargada Yenery Olivares se encargaba de la desinfección a la llegada y a la salida junto con la toma de temperatura, con esto se verificaba si los empleados podrían tener posibles síntomas de COVID-19 para descartarlos al inicio de la jornada; se realizaba también lavado de manos 3 veces al día, desinfección de las herramientas a la hora de empezar labores y al final del día.

El plan de manejo de residuos plásticos, comunes y peligrosos también estuvo presente, incluyendo el aspecto de limpieza dentro de las instalaciones de la obra. El uso de tapabocas era totalmente obligatorio y el cumplimiento de los distanciamientos se exigía para evitar en lo posible cualquier probabilidad de contagio, aunque éste último parámetro resulta difícil de manejar debido a que en obra la mayoría de las actividades exigen trabajo en equipo. No obstante, no hubo propagación del virus ya que se establecieron cuadrillas fijas y permanentes las cuales cumplían cada uno de los protocolos exigidos y por ende no se presentaron casos de contagios por COVID-19 en el desarrollo de la práctica.

#### Figura 24

Protocolo de Bioseguridad en obra



### 5.3. Medición del comportamiento del diseño de la mezcla

#### 5.3.1. Seguimiento a la dosificación del concreto, elaboración y aplicación:

Para el cumplimiento de la resistencia esperada para los elementos estructurales de 4000PSI se utilizó una dosificación dada por el Consorcio Biblioteca, para la cual se establecieron las cantidades por m<sup>3</sup> de cemento, arena y grava. Dicha dosificación se muestra a continuación:

**Tabla 16**

Dosificación para 1 m<sup>3</sup> de concreto de 4000 PSI

<b>Dosificación para 1 m<sup>3</sup> de concreto de 4000 PSI</b>			
Relación	Cemento (Kg)	Arena (m <sup>3</sup> )	Triturado (m <sup>3</sup> )
1:2:2	523	0,449	0,252

Nota: Esta dosificación está diseñada especialmente para el proyecto y fue otorgada por los contratistas del Consorcio Biblioteca.

Para la elaboración de la mezcla de concreto de 4000 PSI hecho en obra, se delegó la tarea a dos cuadrillas (0-1-7) y se procedía a la preparación de cada uno de los materiales en baldes de 9lts como lo son arena, triturado y bultos de 42.5kg de cemento, junto con el aditivo fluidificante para posteriormente ser mezclado durante 3 minutos y luego transportado en carretillas al sitio de fundición.

**Figura 25**

Preparación de la mezcla de concreto de 4000 PSI en obra



Para la fundición de micropilotes, se instala inicialmente el acero de refuerzo y se estabiliza con barras de acero para que no se hunda al momento de verter el concreto, luego se instala un embudo el cual sirve para concentrar el flujo de descarga de la mezcla de concreto de las carretillas hacia un tubo que esta conjuntamente instalado con el embudo, para evitar que la mezcla se segregue o arrastre compuestos orgánicos mientras está en caída libre, teniendo en cuenta que la profundidad de éstas perforaciones es de 15mts.

**Figura 26**  
Fundición de micropilotes



Para la fundición de cabezales y vigas de amarre el procedimiento es parecido, se lleva la mezcla hasta el lugar de fundición y por medio de canaletas se direcciona el flujo de vertimiento del concreto hacia los cabezales, a medida que avanza la fundición, se deben realizar las respectivas vibraciones para que la mezcla se distribuya de manera uniforme en toda la sección del cabezal. Hay que tener en cuenta que debido al alto acero de refuerzo que llevan, las vibraciones no pueden ser tan prolongadas y varían entre 5-15 segundos.

Existen razones importantes para realizar el vibrado del concreto en obra, unas de ellas son las siguientes (Argos360, 2020):

- ✓ Aumentar la durabilidad y la resistencia del concreto de los elementos.
- ✓ Distribuir las partículas del concreto más homogéneamente y eliminar vacíos de aire
- ✓ Disminuir la posible segregación del material
- ✓ Hacer que la mezcla llegue a todos los orificios del encofrado permitiendo su correcta distribución
- ✓ Obtener mezclas ideales que permitan conservar el aire dentro de los rangos establecidos

**Figura 27**  
Fundición de cabezales y correcto vibrado



### 5.3.2. Ensayos de Slump Test de la mezcla de concreto:

El ensayo de asentamiento de la mezcla de concreto sirve para determinar la manejabilidad de la mezcla de una forma visual, teniendo a la mano una muestra de mezcla fresca en estado plástico (fresco) en la que se relacionen aspectos como la consistencia, fluidez, grado de compactación y cohesión de las partículas. Este ensayo está regido por la normativa NTC-396 en la cual describe el procedimiento adecuado para desarrollar de manera correcta este ensayo. (ARGOS360, 2019)

#### *Procedimiento del ensayo*

Para dar inicio al ensayo, se requiere de una mezcla de concreto en estado plástico, la cual se toma antes de ser vertida en los elementos estructurales que se van a intervenir. Seguido a eso, se toma el cono de Abrams anteriormente lubricado, y se coloca en una superficie totalmente horizontal, limpia y sin ningún tipo de saltos ni desniveles. Posteriormente se empieza a verter la mezcla de concreto en 3 capas homogéneas y se empieza a dar golpes con una varilla de acero de 16mm, la cual penetrará de forma vertical y sin ocasionar ningún sobre esfuerzo, 25 veces por cada una de las capas. Al finalizar la adecuación de dichos niveles de concreto, se procede a retirar los excesos del mismo, presentes encima del nivel del cono de Abrams y en los alrededores. Cabe resaltar que estos excesos deben ser retirados para que la mezcla pueda asentarse naturalmente sobre su propio volumen. Una vez retirado este exceso, se procede a retirar el cono, con suma precaución de no generar movimientos bruscos que puedan alterar el ensayo, esto debe hacerse de forma vertical, sin prisas y sin movimientos laterales. Una vez retirado el cono, se procede a colocarlo al lado de la mezcla expuesta y con ayuda de la varilla se crea un eje de referencia inicial para proceder a medir el asentamiento del concreto desde la parte más alta hacia la varilla, no pasando más de 7 segundos después de haberlo retirado, si no está de forma horizontal el cono de concreto realizado, se debe medir desde la distancia media hacia la varilla.

### **Figura 28**

Ensayo de Slump Test



A continuación, se muestran los resultados de los ensayos realizados en obra:

### Figura 29

Ensayos de asentamientos realizados en obra

<i>Fechas de ensayos de asentamiento</i>					
Fecha.	Tipo	Asentamiento (in)	asentamiento (mm)	Clasificación	Evidencia fotográfica
6/02/2021	Pilotes	7,5	190,5	Muy húmeda	
	Cabezal C1	5	127	Húmeda	
17/02/2021	Cabezal E2	7	177,8	Muy húmeda	
19/02/2021	Cabezal E1	5	127	Húmeda	
	Pilotes	6,5	165,1	Muy húmeda	
8/03/2021	Cabezal E6	7	177,8	Muy húmeda	
12/03/2021	Cabezal C2 - D2	3	76,2	Media	
7/04/2021	Columnas	5,5	139,7	Húmeda	

#### *Análisis de resultados*

Para el análisis de los resultados obtenidos en los ensayos realizados, se apoyó de la siguiente tabla, la cual especifica valores recomendados según el tipo de construcción a la cual se va a hacer el destino final de la mezcla.

**Figura 30**

Valores de Asentamientos de concreto reforzados recomendados

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (MM)	EJEMPLO DE TIPO DE CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE COLOCACIÓN	SISTEMA DE COMPACTACIÓN
Muy seca	0-20	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantallas de cimentación	Con vibradores de formaleta, concretos de proyección neumática (lanzado)	Secciones sujetas a vibración extrema, puede requerirse presión
Seca	20-35	Pavimentos	Pavimentadoras con terminadora vibratoria	Secciones sujetas a vibraciones intensa
Semi-seca	35-50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple	Colocación con maquinas operadas manualmente	Secciones simplemente reforzadas, con vibración
Media	50-100	Pavimentos compactados a mano, losas muros, vigas	Colocación manual	Secciones medianamente reforzadas, sin vibración
Húmeda	100-150	Elementos estructurales esbeltos	Bombeo	Secciones bastante reforzadas, sin vibración
Muy húmeda	150 o más	Elementos muy esbeltos, pilotes fundidos "in situ"	Tubo-embudo Tremie	Secciones altamente reforzadas, sin vibración. (Normalmente no adecuados para vibrarse)

Nota: Asentamientos recomendados para concreto reforzado según tipo de construcción. Tomado de Tecnología del concreto y del mortero; tabla 11,3 Página 228

Se puede apreciar que, para micropilotes, los valores recomendados de asentamiento de la mezcla varían en un rango de 150 mm o más, concordando con los resultados obtenidos ya que es necesario que la mezcla sea muy fluida para que se distribuya de manera uniforme en las perforaciones de 15m en las cuales van vertidos con ayuda de los tubos y así evitar la posible segregación.

En el caso de los cabezales en concreto, los valores recomendados deben ser de una mezcla húmeda, con unos valores que oscilan entre 100-150 mm de asentamiento, parámetro el cual no se cumplió en 2 de los ensayos realizados, aunque no muy alejado de los resultados requeridos, ya que para los cabezales del proyecto, en los cuales la colocación del concreto debe ser manual, se tuvo en cuenta también que las secciones de acero son altamente reforzadas, y por ende este valor debe tener esa fluidez para poder llegar a los espacios más reducidos y así evitar errores en las fundiciones de los elementos estructurales.

### 5.3.3. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto

La resistencia a la compresión es una característica física – mecánica muy importante del concreto. Ésta se define como la capacidad de soportar cargas por unidad de área, normalmente en kg/cm<sup>2</sup>, Mpa y en muchos casos en PSI.

Estos ensayos se realizan para verificar que la mezcla cumpla con las especificaciones de resistencia dadas para el proyecto, y suelen utilizarse especímenes con edades de 7, 14 y 28 días, y en algunos casos con edades entre esos rangos.

Esta resistencia puede variar dependiendo de múltiples factores, entre los cuales está el contenido de cemento, la relación agua/cemento de la mezcla, tipo de agregados y tamaño de estos, fraguado del concreto, edad, curado y temperatura.

Este ensayo está regido por la normativa NTC 550 y 673, siendo la primera el manual para la elaboración de los cilindros y la segunda la encargada del procedimiento de laboratorio para determinar estas características y es de suma importancia que estos procedimientos se cumplan para evitar en lo posible incluir nuevas variables que puedan afectar los resultados esperados.

#### *Procedimiento del ensayo*

Inicialmente se debe contar con un espacio plano, sin ninguna deformación ni superficie que pueda alterar el nivel de los cilindros. Seguido a eso se debe utilizar mezcla de concreto a la cual se le va a hacer el respectivo análisis preparada *in-situ*, para así proceder a realizar 3 capas simétricas dentro de los cilindros y en cada una de ellas elaborar 25 golpes para compactar correctamente la mezcla y asegurar la correcta expansión de la misma. Cabe resaltar que estos golpes no deben excederse de fuerza y no se debe utilizar la varilla para acomodar manualmente el concreto. Posteriormente se debe retirar el concreto sobrante y enrazar para que la superficie del cilindro quede totalmente horizontal, ya que cualquier variación en alguna de la capa superior o inferior puede generar fallas a la hora de ensayar los cilindros y por ende no se podrán obtener resultados confiables. Finalmente se deben dejar secar los especímenes durante 24 horas para después desencofrarlos y verterlos en tanques de agua para conseguir el correcto curado de los mismos, y mantenerlos así hasta el momento en que se vayan a ensayar según la edad en la que se vayan a realizar.

**Figura 31**

Ensayo de resistencia a la compresión



Estos ensayos eran realizados por los contratistas del Consorcio Biblioteca y posteriormente entregados los resultados, se hizo una recolección de todos y se realizaron las distintas gráficas de resistencia, para ver todos los resultados, dirigirse al [Apéndice 6. Ensayos de compresión y asentamiento](#), a continuación, se muestra parte del formato mencionado:

**Tabla 17**

Resultados de ensayo de compresión del concreto

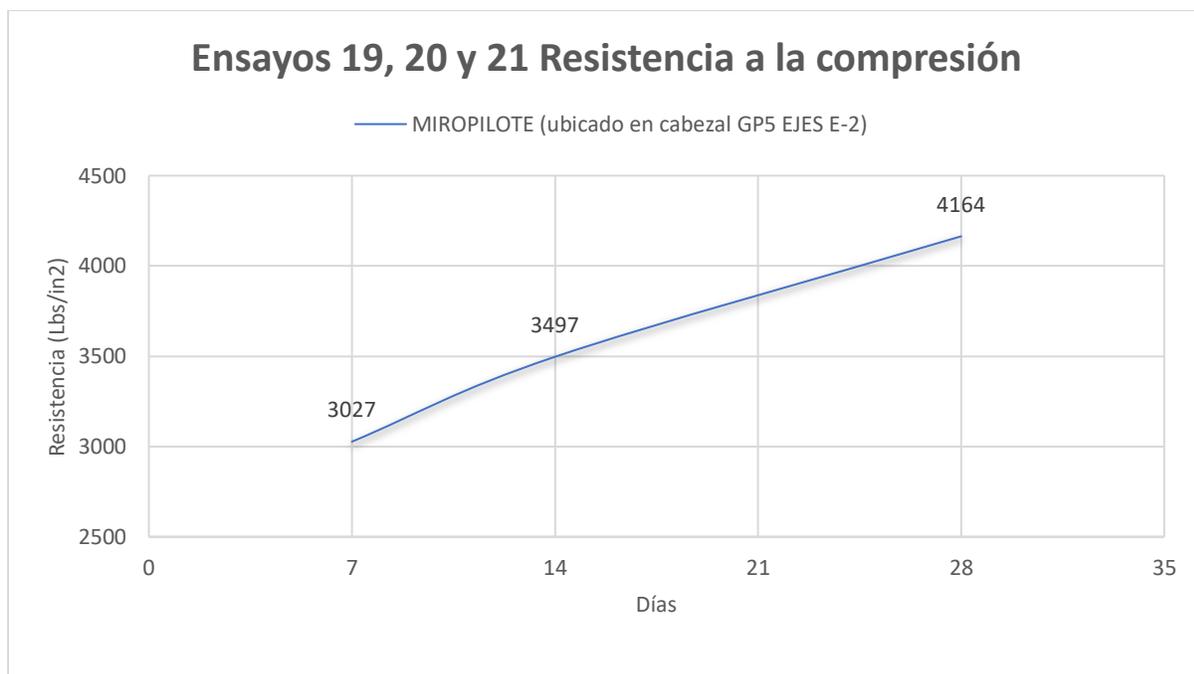
LOCALIZACIÓN	ENSAYO No	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD DÍAS	RESISTENCIA REAL	PORCENTAJE DE RESISTENCIA
MIROPILOTE (ubicado en cabezal GP10 EJES AB-9)	16	1/02/2021	8/02/2021	7	3587	89.7
	17		15/02/2021	14	4179	104.5
	18		1/03/2021	28	4893	122.3
MIROPILOTE (ubicado en cabezal GP5 EJES E-2)	19	6/02/2021	13/02/2021	7	3027	75.7
	20		20/02/2021	14	3497	87.4
	21		6/03/2021	28	4164	104.1
CABEZAL GP5 (ubicado en LOS EJES C-1)	22	6/02/2021	13/02/2021	7	2659	66.5
	23		20/02/2021	14	3540	88.5
	24		6/03/2021	28	4101	102.5
CABEZAL GP5 (ubicado en LOS EJES D-1)	25	8/02/2021	15/02/2021	7	3415	85.4
	26		22/02/2021	14	4304	107.6
	27		8/03/2021	28	4912	122.8
CABEZAL GP5 (ubicado en LOS EJES E-3)	28	17/02/2021	20/02/2021	3	3392	84.8
	29		24/02/2021	7	4366	109.2
	30		17/03/2021	28	---	---

MIROPILOTE (ubicado en cabezal GP4 EJES E-6)	31	19/02/2021	26/02/2021	7	3914	97.9
	32		5/03/2021	14	4000	100.0
	33		19/03/2021	28	---	---
MICROPILOTE (Eje E7)	34	22/02/2021	1/03/2021	7	3254	81.3%
	35		8/03/2021	14	3759	94.0%
	36		22/03/2021	28	4360	109.0%
MICROPILOTE (Eje 2 entre C y D)	37	24/02/2021	3/03/2021	7	3142	78.5%
	38		10/03/2021	14	3629	90.7%
	39		24/03/2021	28	4210	105.3%
MICROPILOTE (Eje 2 entre C y D)	40	26/02/2021	5/03/2021	7	3224	80.6%
	41		12/03/2021	14	3724	93.1%
	42		26/03/2021	28	4320	108.0%
CABEZAL (7B)	43	26/02/2021	5/03/2021	7	3097	77.4%
	44		12/03/2021	14	3648	91.2%
	45		26/03/2021	28	4305	107.6%
CABEZAL (2B)	46	1/03/2021	8/03/2021	7	3183	79.6%
	47		15/03/2021	14	3677	91.9%
	48		29/03/2021	28	4265	106.6%
MICROPILOTE (Eje 3C)	49	3/03/2021	10/03/2021	7	3176	79.4%
	50		17/03/2021	14	3669	91.7%
	51		31/03/2021	28	4256	106.4%
MICROPILOTE (Eje C entre 4 y 5)	52	6/03/2021	13/03/2021	7	3193	79.8%
	53		20/03/2021	14	3688	92.2%
	54		3/04/2021	28	4278	107.0%
MICROPILOTE (Eje C entre 7 y 8)	55	10/03/2021	17/03/2021	7	3218	80.4%
	56		24/03/2021	14	3717	92.9%
	57		7/04/2021	28	4312	107.8%
CABEZAL (Eje 2 entre C y D)	58	12/03/2021	19/03/2021	7	3189	79.7%
	59		26/03/2021	14	3725	93.1%
	60		9/04/2021	28	4433	110.8%

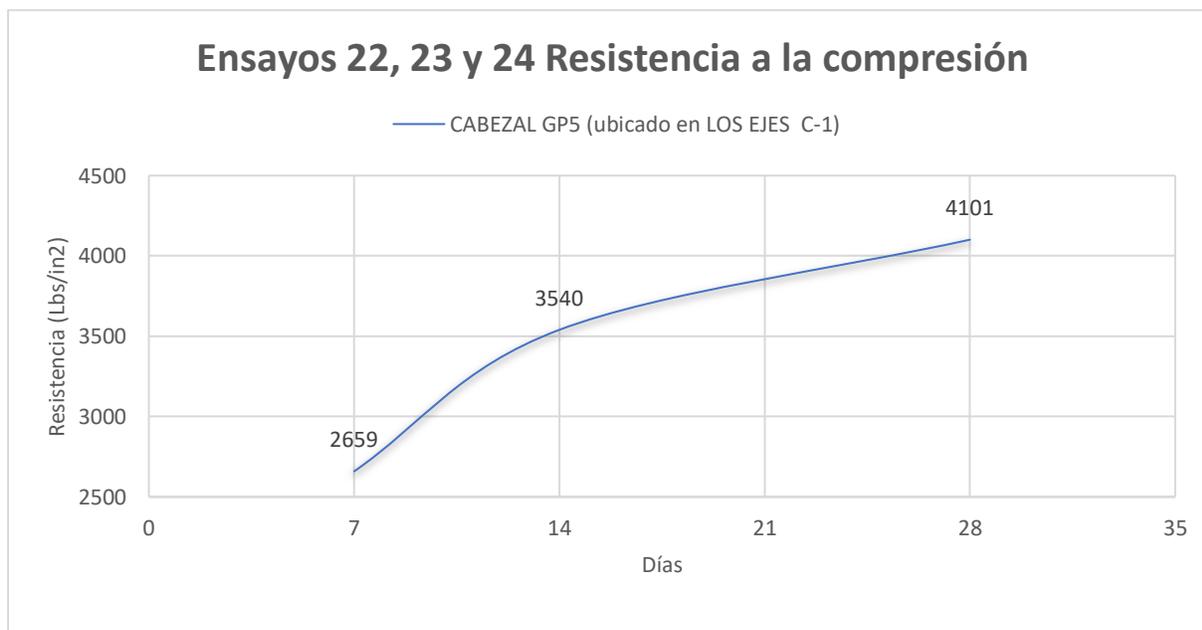
A continuación, se muestran 2 de las curvas de resistencia a la compresión dadas para micropilotes y cabezales fundidos en el desarrollo de la práctica.

**Figura 32**

Gráfica de resistencia a la compresión de micropilote

**Figura 33**

Gráfica de resistencia a la compresión para cabezal



### *Análisis de los resultados*

En diseño de la mezcla de concreto diseñada para el proyecto de 4000 PSI constantemente es analizado con los ensayos de resistencia a la compresión del concreto. En los resultados arrojados para cada uno de los ensayos, se puede determinar que la resistencia real a los 28 días supera este valor, llegando a superar la resistencia esperada hasta por un 122.8% llegando a una resistencia de 4912 PSI, como ocurrió en el ensayo #27, y de manera general, en algunos especímenes llegando a la resistencia esperada desde los 14 días, lo cual indica que la mezcla se elaboró de manera correcta.

A continuación, se muestra el patrón típico de falla de los cilindros ensayados en los tiempos de ejecución de la práctica:

#### **Figura 34**

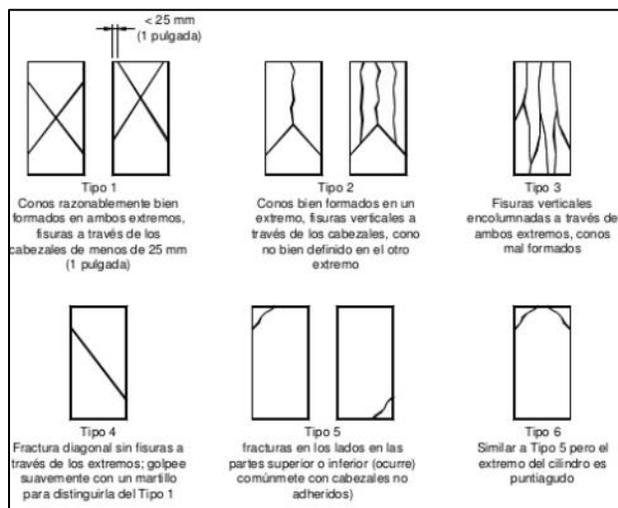
Falla típica presente en los especímenes ensayados



Según la norma NTC-396 se puede analizar que la fractura presente normalmente en los ensayos de resistencia a la compresión del concreto del proyecto, es tipo 6, la cual es causada en cabezales no adheridos o por la forma puntiaguda de los cilindros en los extremos, sacando este análisis de la siguiente tabla, tomada de la normativa NTC-376, la cual reglamenta el procedimiento del ensayo.

**Figura 35**

Esquema de modelos de fractura típicos



Fuente: Esquema de modelos de fractura típicos en ensayos de resistencia a la compresión del concreto. Tomado de NTC-673

## 5.4. Cálculo de las cantidades de materiales.

### 5.4.1. Cálculo de los materiales utilizados en obra:

En el desarrollo de la práctica empresarial, se realizó un seguimiento a los avances del proyecto por cada una de las actividades, y por ende, el cálculo de los materiales utilizados en obra. Como el proyecto se encontraba aún en fase de cimentaciones, los materiales calculados fueron los correspondientes a cemento en bultos de 42.5kg, agregados pétreos como arena y triturado, y acero de refuerzo para cada uno de los elementos fundidos en obra.

Este análisis se realizó a medida que iba avanzando el proyecto, haciéndolo de manera semanal y quincenal, para al final tener un balance general de los materiales gastados en obra y hacer una comparación con los que se gastaron en el desarrollo de cada tarea. Cabe resaltar, que debido a que existe tanta información, se hicieron formatos simplificados en los cuales se puede apreciar la cantidad de materiales por **Elementos intervenidos**, para ver todos los cálculos realizados a lo largo de la práctica empresarial, dirigirse al [Apéndice 7. Cantidades de Obra](#) para ver el seguimiento completo y al [Apéndice 8. Cantidades de materiales utilizados](#), para ver los formatos completos.

A continuación, se muestran los formatos resumen de los materiales utilizados por elementos fundidos, tanto para concreto de saneamiento, micropilotes, cabezales, vigas de cimentación, columnas y muros.

### Cantidad de concreto para micropilotes m3

**Tabla 18**

Cantidades de concreto m3 micropilotes

Cantidades de obra Micropilote				
Diámetro	Altura	Área	Volumen (M3)	Volumen (m3) +5%
0,4	15	0,13	1,88	1.979

**Tabla 19**

Cantidades de concreto m3 cabezales según tipo

ÍTEM	ANCHO	LARGO	ALTURA	VOLUMEN	+5% DESPERDICIO
Gp1	6,6	4,4	1,6	46,464	48,7872
Gp2	5,5	4,4	1,6	38,72	40,656
Gp3	3,3	4,4	1,4	20,328	21,3444
Gp4	3,3	2,2	1	7,26	7,623
Gp5	3,3	3,3	1	10,89	11,4345
Gp6	2,2	2,2	1	4,84	5,082
Gp7	3,3	3,3	1,2	13,068	13,7214

### Cantidades de materiales para concreto de saneamiento intervenido

**Tabla 20**

Cantidad de materiales saneamiento vigas nivel -3

<b><i>Cantidades de materiales de saneamiento para vigas de amarre en nivel -3</i></b>					
ITEM	Unidad	Cantidad	Espesor (m)	Cantidad Total	5% desperdicio
Área	m2	33,84	<b><u>0,05</u></b>	1,692	1,777
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	127,40		6,370	6,688
Arena	m3	18,61		0,931	0,977
Triturado	m3	34,86		1,743	1,830

**Tabla 21**

Cantidad de materiales saneamiento cabezales nivel -3

<b><u>Cantidades de materiales de concreto de saneamiento para cabezales en nivel -3</u></b>					
<b>CABEZAL TIPO GP1</b>					
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fundidos</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>5% desperdicio</b>
Volumen	m3	1,452	<b><u>1</u></b>	1,452	1,525
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	5,47		5,466	5,740
Arena	m3	0,80		0,799	0,839
Triturado	m3	1,50		1,496	1,570
<b>CABEZAL TIPO GP3</b>					
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fundidos</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>5% desperdicio</b>
Volumen	m3	0,726	<b><u>1</u></b>	0,726	0,762
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	2,73		2,733	2,870
Arena	m3	0,40		0,399	0,419
Triturado	m3	0,75		0,748	0,785
<b>CABEZAL TIPO GP4</b>					
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fundidos</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>5% desperdicio</b>
Volumen	m3	0,363	<b><u>4</u></b>	1,452	1,525
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	1,37		5,466	5,740
Arena	m3	0,20		0,799	0,839
Triturado	m3	0,37		1,496	1,570
<b>CABEZAL TIPO GP5</b>					
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fundidos</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>5% desperdicio</b>
Volumen	m3	0,5445	<b><u>2</u></b>	4,901	5,146
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	2,05		18,449	19,371
Arena	m3	0,30		2,695	2,830
Triturado	m3	0,56		5,048	5,300

### Cantidades de materiales para cabezales intervenidos

**Tabla 22**

Cantidad de materiales cabezales nivel -3

<b><u>Cantidades de materiales para cabezales fundidos en nivel -3</u></b>					
<b>CABEZAL TIPO GPI</b>					
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fundidos</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>5% desperdicio</b>
Volumen	m3	46,46	<b><u>1</u></b>	46,464	49
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	571,78		571,781	600
Arena	m3	20,86		21	22
Triturado	m3	11,71		11,709	12,294
Acero de refuerzo #8	Kg	1655,15		1655,152	1737,909
Acero de refuerzo #6	Kg	1820,18		1820,184	1911,193
Acero de refuerzo #8	Kg	1655,15		1655,152	1737,909
Acero de refuerzo vert #5	Kg	936,91		936,911	983,757
<b>CABEZAL TIPO GP3</b>					
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fundidos</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>5% desperdicio</b>
Volumen	m3	20,328	<b><u>1</u></b>	20,328	21,344
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	250,15		250,154	263
Arena	m3	9,13		9,127	9,584
Triturado	m3	5,12		5,123	5,379
Acero de refuerzo #8	Kg	844,39		844,395	886,615
Acero de refuerzo #6	Kg	935,12		935,124	981,880
Acero de refuerzo #8	Kg	844,39		844,395	886,615
Acero de refuerzo vert #5	Kg	841,31		841,308	883,374
<b>CABEZAL TIPO GP4</b>					
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fundidos</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>5% desperdicio</b>
Volumen	m3	7,623	<b><u>4</u></b>	30,492	32,017
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	93,81		375,231	394
Arena	m3	3,42		13,691	14,375

Triturado	m3	1,92		7,684	8,068
acero de refuerzo #7	Kg	334,32		1337,263	1404,126
acero de refuerzo #6	Kg	237,80		951,216	998,777
acero de refuerzo #5	Kg	163,58		654,323	687,039
acero de refuerzo vert #5	Kg	150,58		602,300	632,415
<b>CABEZAL TIPO GP5</b>					
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fundidos</b>	<b>Cantidad Total</b>	<b>5% desperdicio</b>
Volumen	m3	11,4345	<b>2</b>	102,911	108,056
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	140,71		1266,405	1329,725
Arena	m3	5,13		46,207	48,517
Triturado	m3	2,88		25,933	27,230
acero de refuerzo #7	Kg	485,50		4369,529	4588,005
acero de refuerzo #6	Kg	347,32		3125,871	3282,165
acero de refuerzo #5	Kg	245,84		2212,531	2323,158
acero de refuerzo vert #5	Kg	236,62		2129,561	2236,039

### Cantidades de materiales para muros de contención y estructurales intervenidos

**Tabla 23**

Cantidad de materiales muros contención

<u><b>Cantidades de materiales para muros de contención fundidos</b></u>			
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>5% desperdicio</b>
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	413,016	433,667
Arena	m3	15,070	15,823
Triturado	m3	8,458	8,881
acero de refuerzo #4	Kg	2272,582	2386,211
acero de refuerzo #5	Kg	1475,797	1549,587

**Tabla 24**

Cantidad de materiales muros estructurales

<b><u>Cantidades de materiales para muros estructurales fundidos</u></b>			
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>5% desperdicio</b>
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	54,361	57,079
Arena	m3	1,983	2,083
Triturado	m3	1,113	1,169
acero de refuerzo #3	Kg	283,231	297,393
acero de refuerzo #4	Kg	12,226	12,838
acero de refuerzo #5	Kg	1442,584	1514,713
acero de refuerzo #7	Kg	3212,352	3372,970

**Cantidades de materiales para columnas intervenidas****Tabla 25**

Cantidad de materiales columnas nivel -3

<b><u>Cantidades de materiales para columnas fundidas en nivel -3</u></b>			
<b><i>Columnas fundidas hasta h=2,5m</i></b>			
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>5% desperdicio</b>
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	143,364	150,532
Arena	m3	5,231	5,492
Triturado	m3	2,936	3,083
acero de refuerzo #5	Kg	3106,483	3261,807
acero de refuerzo #6	Kg	3259,971	3422,970
acero de refuerzo #7	Kg	602,316	632,432
acero para estribos y ganchos #3	Kg	3279,342	3443,309

### Cantidades de materiales para vigas de amarre intervenidas

**Tabla 26**

Cantidad de materiales vigas de cimentación nivel -3

<b><u>Cantidades de materiales para vigas fundidas en nivel -3</u></b>			
<b>VIGA 00C (1)</b>			
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>5% desperdicio</b>
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	51,131	53,687
Arena	m3	1,866	1,959
Triturado	m3	1,047	1,099
acero de refuerzo #6	Kg	721,905	758,000
acero para estribos #3	Kg	391,334	410,900
<b>VIGA 00D</b>			
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>5% desperdicio</b>
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	55,376	58,145
Arena	m3	2,021	2,122
Triturado	m3	1,134	1,191
Acero de refuerzo #6	Kg	696,203	731,013
Acero de refuerzo #5	kg	7,760	8,148
Acero para estribos #3	Kg	331,117	347,673
<b>VIGA 00E</b>			
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>5% desperdicio</b>
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	44,609	46,839
Arena	m3	1,628	1,709
Triturado	m3	0,914	0,959
Acero de refuerzo #6	Kg	474,938	498,684
Acero para estribos #3	Kg	247,358	259,725
<b>VIGA 002 (1)</b>			
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>5% desperdicio</b>
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	29,965	31,463
Arena	m3	1,093	1,148
Triturado	m3	0,614	0,644
Acero de refuerzo #6	Kg	308,430	323,852
Acero para estribos #3	Kg	145,527	152,804
<b>VIGA 003</b>			
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>5% desperdicio</b>
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	16,921	17,767
Arena	m3	0,617	0,648

Triturado	m3	0,347	0,364
Acero de refuerzo #6	Kg	308,430	323,852
Acero para estribos #3	Kg	145,527	152,804
<b>VIGA 005</b>			
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>5% desperdicio</b>
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	19,197	20,157
Arena	m3	0,700	0,735
Triturado	m3	0,393	0,413
Acero de refuerzo #6	Kg	282,728	296,864
Acero de refuerzo #5	Kg	31,040	32,592
Acero para estribos #3	Kg	168,381	176,800
<b>VIGA 006</b>			
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>5% desperdicio</b>
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	14,829	15,570
Arena	m3	0,541	0,568
Triturado	m3	0,304	0,319
Acero de refuerzo #6	Kg	207,855	218,248
Acero de refuerzo #5	Kg	15,520	16,296
Acero para estribos #3	Kg	106,064	111,367
<b>VIGA 007</b>			
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>5% desperdicio</b>
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	16,921	17,767
Arena	m3	0,617	0,648
Triturado	m3	0,347	0,364
Acero de refuerzo #6	Kg	258,143	271,050
Acero de refuerzo #5	Kg	3,880	4,074
Acero para estribos #3	Kg	138,746	145,683
<b>VIGA 008</b>			
<b>ITEM</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>5% desperdicio</b>
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	16,028	16,830
Arena	m3	0,585	0,614
Triturado	m3	0,328	0,345
Acero de refuerzo #6	Kg	112,868	118,511
Acero de refuerzo #7	Kg	295,074	309,828
Acero para estribos #3	Kg	135,649	142,431

### Cantidades de materiales para micropilotes intervenidos

**Tabla 27**

Cantidad de materiales micropilotes nivel -3

<u><i>Cantidades de materiales para micropilotes fundidos en nivel -3</i></u>					
ITEM	Unidad	Cantidad	Fundidos	Cantidad Total	5% desperdicio
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	23,14	<b><u>141</u></b>	3262,465	3425,589
Arena	m3	0,84		119,036	124,988
Triturado	m3	0,47		66,809	70,149
Acero refuerzo Long #5	Kg	207,97		29323,488	30789,662
Acero refuerzo espiral #3	Kg	40,53		5715,125	6000,881

**Tabla 28**

Cantidad de materiales micropilotes nivel 0

<u><i>Cantidades de materiales para micropilotes fundidos en nivel 0</i></u>					
ITEM	Unidad	Cantidad	Fundidos	Cantidad Total	5% desperdicio
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	23,14	<b><u>138</u></b>	3193,051	3352,704
Arena	m3	0,84		116,504	122,329
Triturado	m3	0,47		65,387	68,657
Acero refuerzo Long #5	Kg	207,97		28699,584	30134,563
Acero refuerzo espiral #3	Kg	40,53		5593,526	5873,203

#### 5.4.2. Control de materiales en obra

La cantidad de los materiales totales fue calculada, consiguiendo cantidades generales de cemento (bultos de 42.5kg), arena (m3), triturado (m3) y acero de refuerzo (kg) para cada tipo de elemento intervenido, y así finalmente hacer un balance de los materiales en bodega y los gastados en cada una de las actividades.

Para el seguimiento de las cantidades disponibles en bodega, se solicitó la información a los contratistas del consorcio Biblioteca, para hacer el debido seguimiento, creando formatos de cada

material. Parte de estos formatos se muestran a continuación y se pueden ver completos en el Apéndice 9. Cantidades ingresadas en obra

**Tabla 29**

Cantidades de triturado contratados en obra (m3)

Cantidades de triturado contratadas					
Remisión	Fecha	Ítem	cantidad	Unidad	Observación
11867	1/02/2021	Triturado	6	m3	ninguna
11896	2/02/2021	Triturado	6	m3	ninguna
11949	4/02/2021	Triturado	6	m3	ninguna
11997	5/02/2021	Triturado	6	m3	ninguna
12017	6/02/2021	Triturado	6	m3	ninguna
12050	9/02/2021	Triturado	6	m3	ninguna
12780	12/03/2021	Triturado	6	m3	ninguna
12789	12/03/2021	Triturado	6	m3	ninguna
12803	13/03/2021	Triturado	6	m3	ninguna
12826	15/03/2021	Triturado	6	m3	ninguna
12745	17/03/2021	Triturado	6	m3	ninguna
13038	23/03/2021	Triturado	6	m3	ninguna
13040	23/03/2021	Triturado	6	m3	ninguna
13081	25/03/2021	Triturado	6	m3	ninguna
13082	25/03/2021	Triturado	6	m3	ninguna
12877	26/03/2021	Triturado	6	m3	ninguna
13153	27/03/2021	Triturado	6	m3	ninguna
13159	30/03/2021	Triturado	6	m3	ninguna
13172	31/03/2021	Triturado	6	m3	ninguna
13270	7/04/2021	Triturado	6	m3	ninguna
13273	7/04/2021	Triturado	6	m3	ninguna

**Tabla 30**

Cantidades de arena contratadas en obra (m3)

Cantidades de arena contratadas					
Remisión	Fecha	Ítem	cantidad	Unidad	Observación
11894	2/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
11948	4/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
12016	6/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
12038	8/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
12083	10/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
12230	17/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
12247	18/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
12290	20/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
12293	20/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
12310	22/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
12393	24/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
12421	26/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
12423	26/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
12466	1/03/2021	Arena	6	m3	ninguna
12546	3/03/2021	Arena	6	m3	ninguna
12554	4/03/2021	Arena	6	m3	ninguna
12582	5/03/2021	Arena	6	m3	ninguna
12572	9/03/2021	Arena	6	m3	ninguna
12675	9/03/2021	Arena	6	m3	ninguna
12703	10/03/2021	Arena	6	m3	ninguna
12773	11/03/2021	Arena	6	m3	ninguna
11894	2/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
11948	4/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
12016	6/02/2021	Arena	6	m3	ninguna
12038	8/02/2021	Arena	6	m3	ninguna

**Tabla 31**

Cantidades de cemento contratados (Bultos de 42.5Kg)

cantidades de Cemento en bultos de 42,5kg contratados				
Fecha	Ítem	cantidad	Unidad	Observación
22/12/2020	Cemento	827	Bultos 42,5kg	ninguna
21/01/2021	Cemento	823	Bultos 42,5kg	ninguna
2/02/2021	Cemento	400	Bultos 42,5kg	ninguna
2/02/2021	Cemento	400	Bultos 42,5kg	ninguna
10/02/2021	Cemento	800	Bultos 42,5kg	ninguna
15/02/2021	Cemento	800	Bultos 42,5kg	ninguna
26/02/2021	Cemento	800	Bultos 42,5kg	ninguna
4/03/2021	Cemento	800	Bultos 42,5kg	ninguna
11/03/2021	Cemento	800	Bultos 42,5kg	ninguna
15/03/2021	Cemento	800	Bultos 42,5kg	ninguna
26/03/2021	Cemento	800	Bultos 42,5kg	ninguna
30/03/2021	Cemento	800	Bultos 42,5kg	ninguna
14/04/2021	Cemento	800	Bultos 42,5kg	ninguna
17/04/2021	Cemento	800	Bultos 42,5kg	ninguna
17/04/2021	Cemento	800	Bultos 42,5kg	ninguna
24/04/2021	Cemento	236	Bultos 42,5kg	ninguna
30/04/2021	Cemento	236	Bultos 42,5kg	ninguna
30/04/2021	Cemento	236	Bultos 42,5kg	ninguna
30/04/2021	Cemento	236	Bultos 42,5kg	ninguna
27/05/2021	Cemento	236	Bultos 42,5kg	ninguna
28/05/2021	Cemento	236	Bultos 42,5kg	ninguna
1/06/2021	Cemento	236	Bultos 42,5kg	ninguna
1/06/2021	Cemento	236	Bultos 42,5kg	ninguna
2/06/2021	Cemento	236	Bultos 42,5kg	ninguna

**Tabla 32**

Cantidades de acero de refuerzo contratadas (Kg)

Cantidades de acero contratados					
Fecha	longitud	cantidad	Unidad	Densidad	Kg
Barra N3					
5/02/2021			Aros	0,56	27000
Barra N4					
5/02/2021	12	180	UND	0,994	2147,04
Barra N5					
Existente	12	1866	UND	1,552	34752,384
Existente	12	1885	UND	1,552	35106,24
5/02/2021	12	1000	UND	1,552	18624
6/02/2021	12	1055	UND	2,552	32308,32
Barra N6					
Existente	12	1327	UND	2,235	35590,14
5/02/2021	12	122	UND	2,235	3272,04
Barra N7					
Existente	12	291	UND	3,042	10622,664
5/02/2021	12	150	UND	3,042	5475,6
Barra N8					
Existente	12	214	UND	3,973	10202,664
5/02/2021	12	75	UND	3,973	3575,7

Las cantidades generales de materiales utilizados a lo largo de la supervisión técnica, para cada uno de los elementos intervenidos como micropilotes, cabezales, vigas de cimentación, muros y columnas, se muestran a continuación:

**Tabla 33**

Cantidad de materiales generales usados en obra

ITEM	Unidad	Cantidad	5% desperdicio
Cemento (B. 42,5kg)	Bulto	12666	13300
Arena	m3	470,23	494,0
Triturado	m3	279,46	293,44
acero de refuerzo pilotes	Kg	87472,28	91845,90
acero de refuerzo cabezales	Kg	51237,61	53799,49
acero de refuerzo vigas de cimentación	Kg	19532,79	20509,43
acero de refuerzo muros	Kg	8698,77	9133,71
acero de refuerzo columnas	Kg	10388,41	10907,83

Cabe resaltar que dichas cantidades de acero contratados en obra, cuentan también con un registro contratado antes de dar inicio a las prácticas empresariales, y se contaba en el momento con una gran cantidad almacenada en obra. Se tuvieron en cuenta todas para no generar ningún tipo de desequilibrio y se realiza el balance de obra, para lo cual se tiene en cuenta las cantidades utilizadas al momento de realizar el debido seguimiento, y se obtienen las cantidades restantes las cuales deberían de haber quedado en obra. Este balance se muestra a continuación:

**Tabla 34**

Balance de materiales en almacén

Cantidades contratadas en el proyecto			
Cemento (Bultos 42.5kg)	Arena (m3)	Triturado (m3)	Acero (Kg)
13538	516	312	218676,792
Cantidades ejecutadas en obra			
Cemento (Bultos 42.5kg)	Arena (m3)	Triturado (m3)	Acero (Kg)
13300	494,0	293,44	186196,36
Balance de materiales en almacén			
Cemento (Bultos 42.5kg)	Arena (m3)	Triturado (m3)	Acero (Kg)
238	22	19	32480

### 5.5. Apoyo a la oficina de Planeación

En el transcurso del desarrollo de la práctica empresarial, se realizaron actividades de apoyo para la oficina de planeación de la universidad de Pamplona, en las cuales se hizo un recorrido por las instalaciones de la Universidad presentes en todo el municipio, recolectando necesidades en adecuaciones para cada uno de los bloques de las sedes Campus Principal, Casona, Casa Águeda Gallardo, Teatro Jáuregui, Virgen del Rosario y CIADTI, evidenciando cada una de las actividades y determinando el nivel de urgencia de intervención y creando formatos de control para llevar de una manera más ordenada todas las necesidades físicas necesarias para cada edificio que contienen éstas sedes.

En la tabla se evidencia el tipo de formato utilizado, para ver todos las adecuaciones y remodelaciones necesarias, y se puede referir al Apéndice 10. Adecuaciones bloques UP.

#### Figura 36

Identificación de adecuaciones y remodelaciones UP



Tabla 35

Formato adecuaciones instalaciones UP

<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento Tecnológico					LOCALIDAD	SEMESTRE	AÑO
<input type="checkbox"/> Mantenimiento de Infraestructura Física					Pamplona	1	2021
Descripción de Actividades	Ubicación	Fecha de Inicio	Fecha Terminación	Fecha de Ejecución	Prioridad en mantenimiento		
Mantenimiento Cambio de cubierta	Oficina de planeación				Urgente importante		
Resane y pintura de fachada					Urgente, puede esperar		
Pintura puertas y rejas					Urgente, puede esperar		
Mantenimiento Cambio de cubierta	Oficina de Bienestar				Urgente importante		
Resane y pintura de fachada					Urgente, puede esperar		
Pintura puertas y rejas					Urgente, puede esperar		
Resane y pintura de fachada	Planta de carnes				Urgente, puede esperar		
Pintura puertas y rejas					Urgente, puede esperar		
Mantenimiento acceso peatonal	Oficinas vegetales				Urgente importante		
Resane y pintura de fachada					Urgente, puede esperar		
Pintura puertas y rejas					Urgente, puede esperar		
Mantenimiento canaletas	Oficina confitería				Urgente importante		
Resane y pintura de fachada	microbióloga				Urgente, puede esperar		
Pintura puertas y rejas					Urgente, puede esperar		
Mantenimiento canaletas	Oficina lácteos				Urgente importante		
Resane y pintura de fachada	microbiología				Urgente, puede esperar		
Pintura puertas y rejas					Urgente, puede esperar		
Mantenimiento acceso peatonal						Urgente importante	
Mantenimiento acceso peatonal	Acceso peatonal antiguo administrativo hacia entrada de la universidad				Urgente importante		
Mantenimiento de cunetas					Urgente importante		

Fuente: Formato proporcionado por la oficina de planeación y diligenciado por el pasante.

## 5.6. Cumplimiento al objetivo investigativo con el software Revit

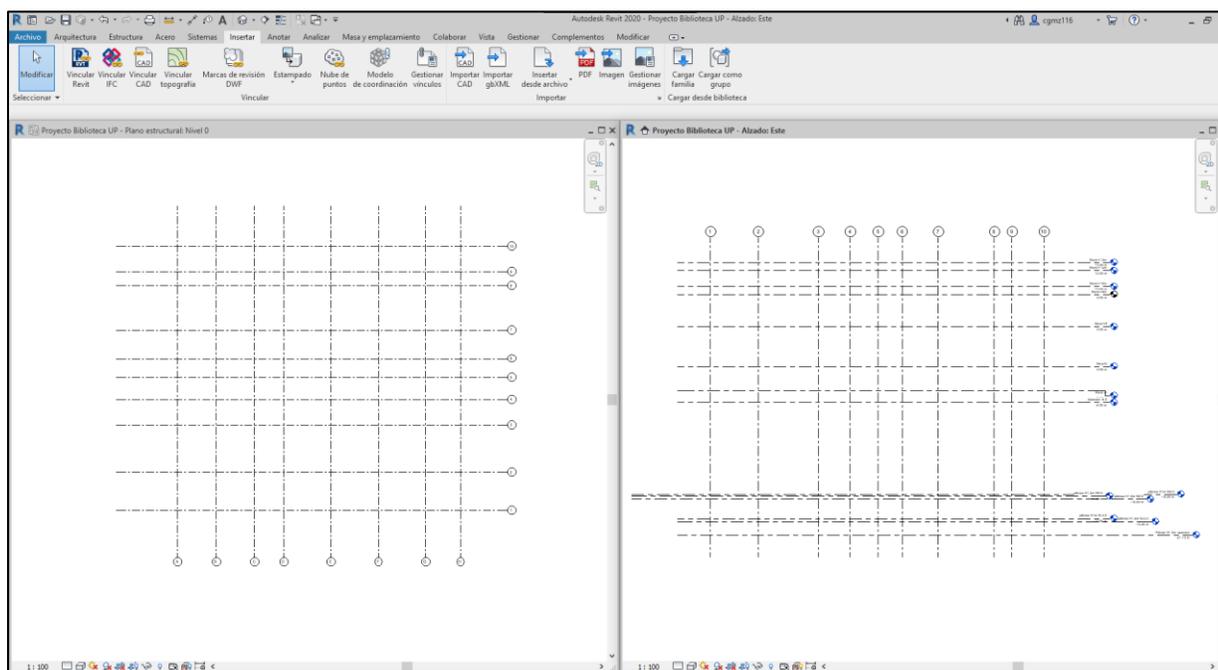
### 5.6.1. Creación de los niveles de referencia y rejilla del proyecto

Inicialmente, se encuentra la interfaz del proyecto, para la cual se utilizó una plantilla de construcción. Revit tiene por defecto diversas plantillas para facilitar las herramientas necesarias para cada tipo de aplicación, sean tipo estructural, arquitectónica, hidráulica, eléctrica, entre muchas otras. Para el desarrollo del proyecto se utilizó la plantilla de construcción, la cual contiene de manera general todas las características anteriormente mencionadas habilitadas para nuestro uso, junto con las familias de elementos y características generales.

Para el proyecto se crearon así las debidas rejillas y niveles del proyecto, teniendo en cuenta las profundidades y alturas correspondientes al diseño proporcionado, para facilitar la importación de los planos estructurales.

### Figura 37

niveles y rejillas de plano de trabajo en Revit



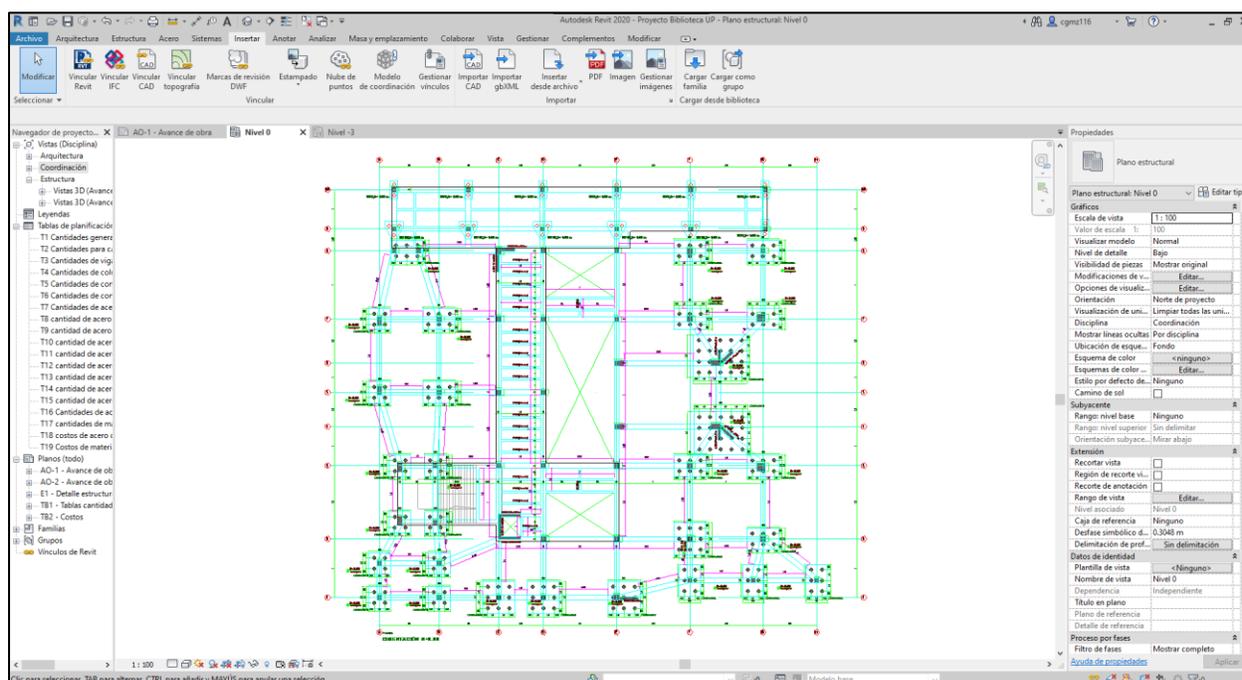
### 5.6.2. Importación de los planos del proyecto al software Revit.

El software Revit cuenta con la facilidad de importar múltiples tipos de archivos, los cuales facilitan la realización de proyectos de construcción contando con diferentes tipos de

documentos que contengan información del proyecto. Los planos proporcionados por la Oficina de Planeación, contenían los planos estructurales del proyecto junto con todas las especificaciones requeridas del proyecto, y se realizó la importación de los diferentes planos, tanto de cimentación de nivel -3 y nivel 0, así como los de entrepisos de nivel +5 y cubiertas de niveles +9, +10, +12 y +13, dados para el proyecto.

**Figura 38**

Adaptación de los planos del proyecto en Revit



Nota: Se puede apreciar la interfaz principal del software Revit y la importación de los planos estructurales del proyecto, en esta imagen se muestra la cimentación del nivel 0.

### 5.6.3. Adaptación de los elementos estructurales del proyecto

Para la adaptación de cada uno de los elementos, se seleccionaron las familias correspondientes para cada tipo de elemento, como *encepado rectangular* para los cabezales, *pilares estructurales* para las columnas, *viga rectangular jácena* para las vigas tanto de cimentación como estructurales y *muros estructurales*.

La creación de los micropilotes fue diferente, ya que era totalmente necesario modificar la *familia* de los pilares estructurales, ya que los pilotes que vienen en el proyecto no cuentan con la

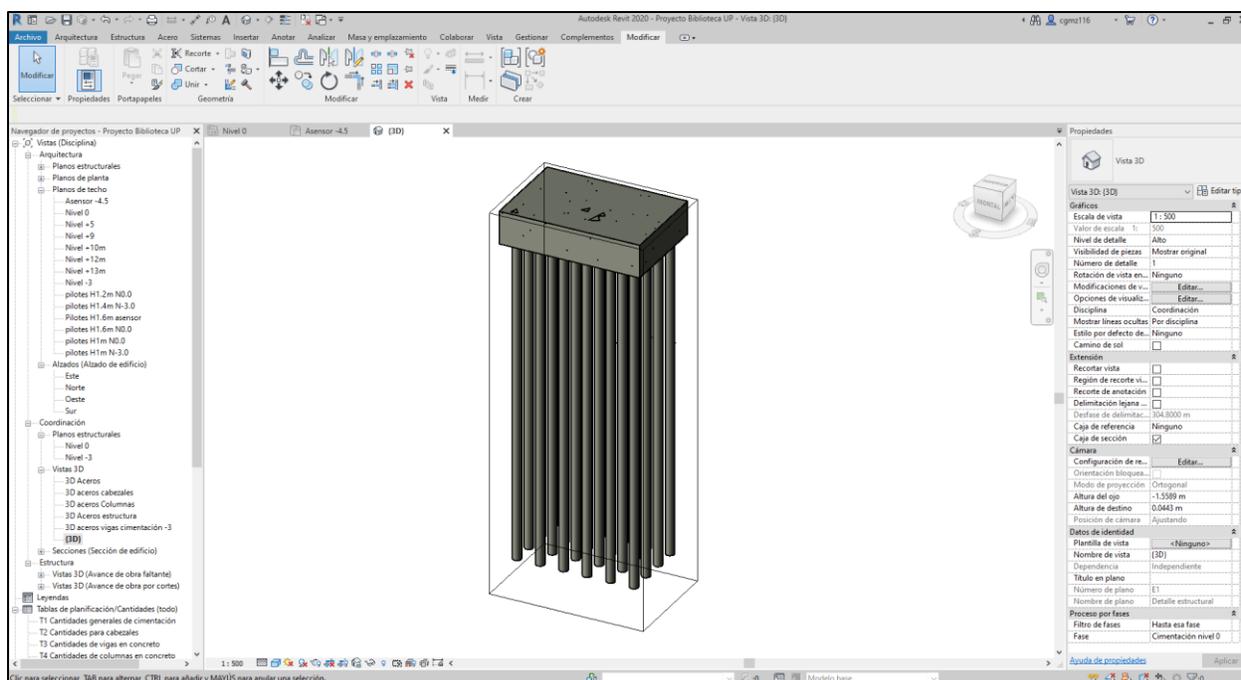
opción de cambiarles sus características físicas, ya que vienen estandarizados y con acero estructural como material. Así bien, fue necesario modificar y crear esta nueva *familia* cambiando la finalidad de aplicación de *pilar estructural* a *cimentación estructural*, y así poder aplicarle las longitudes, diámetros, tipo de material y recubrimientos exigidos para el proyecto.

Cada elemento o *familia* (como se llama en la interfaz del programa), fue duplicada para crear elementos “tipo”, los cuales contenían características diferentes, ya que se contaba con 9 diferentes tipos de cabezales, 7 diferentes tipos de columnas debido a las secciones, 4 tipos distintos de vigas, y 7 tipos de muros estructurales disímiles, así como la gran cantidad de viguetas para las placas de entrepisos y cubiertas.

A todos éstos elementos se les puede modificar sus propiedades, medidas, tipos de material según las dosificaciones y especificaciones necesarias, incluirles notas como fabricantes, URL de referencia, descripciones, códigos de montaje, costos, marcas entre otros, para así poder diferenciar y crear elementos únicos con características independientes a otros, y así desarrollar proyectos de construcción con suficientes datos guías, que serán totalmente necesarios en el transcurso de su desarrollo.

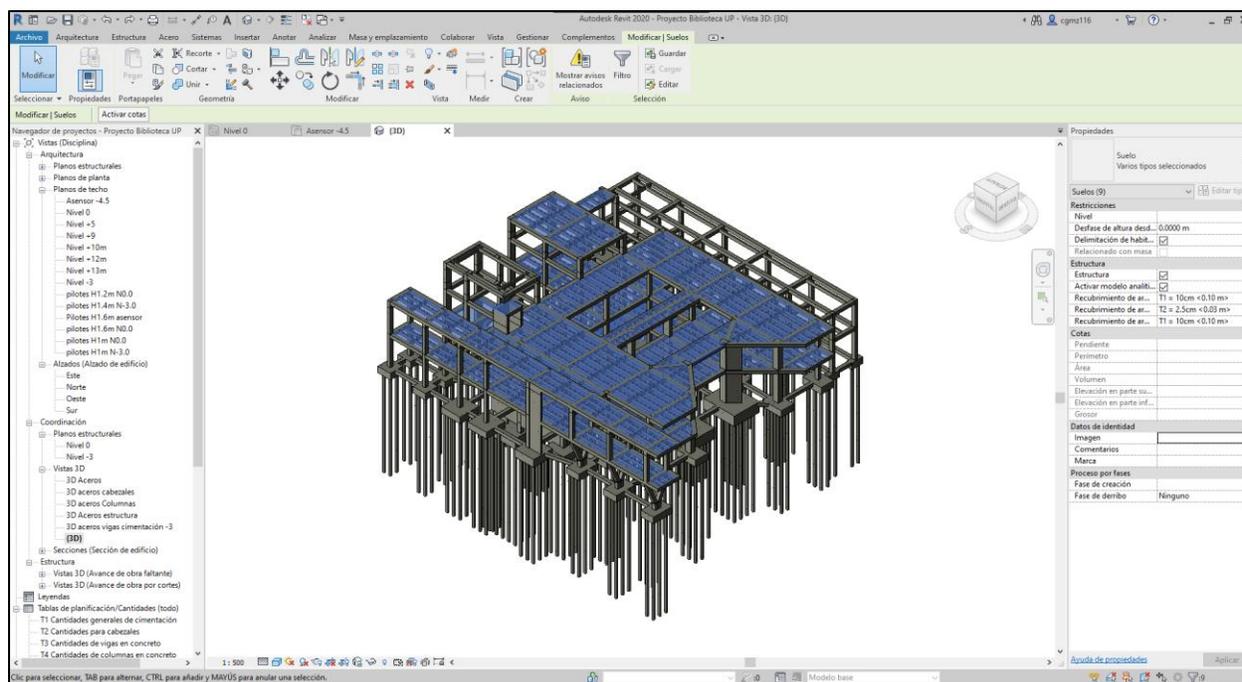
### Figura 39

Cabezal tipo Gp1 y micropilotes según diseño en Revit



**Figura 40**

Elementos estructurales del proyecto en Revit



#### 5.6.4. Adaptación del acero estructural

La adaptación del acero estructural, con las especificaciones técnicas del proyecto, es un proceso sumamente riguroso, en el que se debe contar con las debidas cuantías, longitudes, ganchos, posiciones de barras y estribos, recubrimiento y diámetros de aceros de refuerzo.

Este proceso resulta ser un poco lento y tedioso, ya que se debe tener total cuidado a la hora de insertar estos elementos, y que todos esos parámetros mencionados anteriormente se cumplan y para el desarrollo del proyecto no fue la excepción, ya que el diseño estructural es único y muy pocos elementos podían ser duplicados, a lo cual, solo se facilitó en los cabezales y columnas intervenidas, pero en las vigas de cimentación del nivel -3 fue un proceso largo y de sumo cuidado.

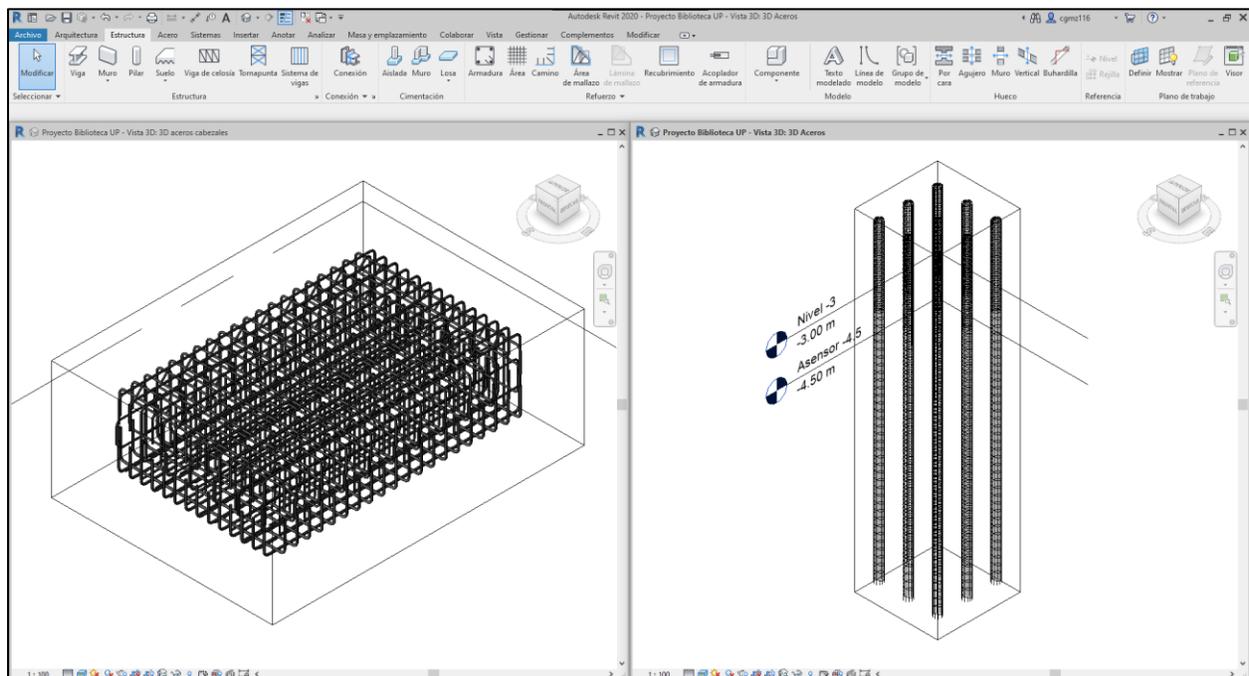
Para lograr hacerlo de una manera más ágil, se crearon modelos estándar de cada acero de refuerzo para cabezales y se duplicaron en cada sección y eje de ubicación requerida, cumpliendo con los recubrimientos, alturas y separaciones exigidas para el proyecto y ubicando los aceros de refuerzo, de tal forma que no se cruzaran entre sí, para que esto no afectara las

cantidades calculadas al final. Esto se logra hacer con el llamado de las *familias de acero de refuerzo estructural* y de terminando todos los diámetros de barras necesarios, los cuales vienen en el contenido del programa, y tipo de armadura estructural contando con más de 40 formas diferentes de acero de refuerzo disponibles para el uso del usuario y según la necesidad de cada elemento que resultan ser útiles a la hora de adaptarlas, contando con la ventaja de solo modificar diámetro de las barras y longitudes.

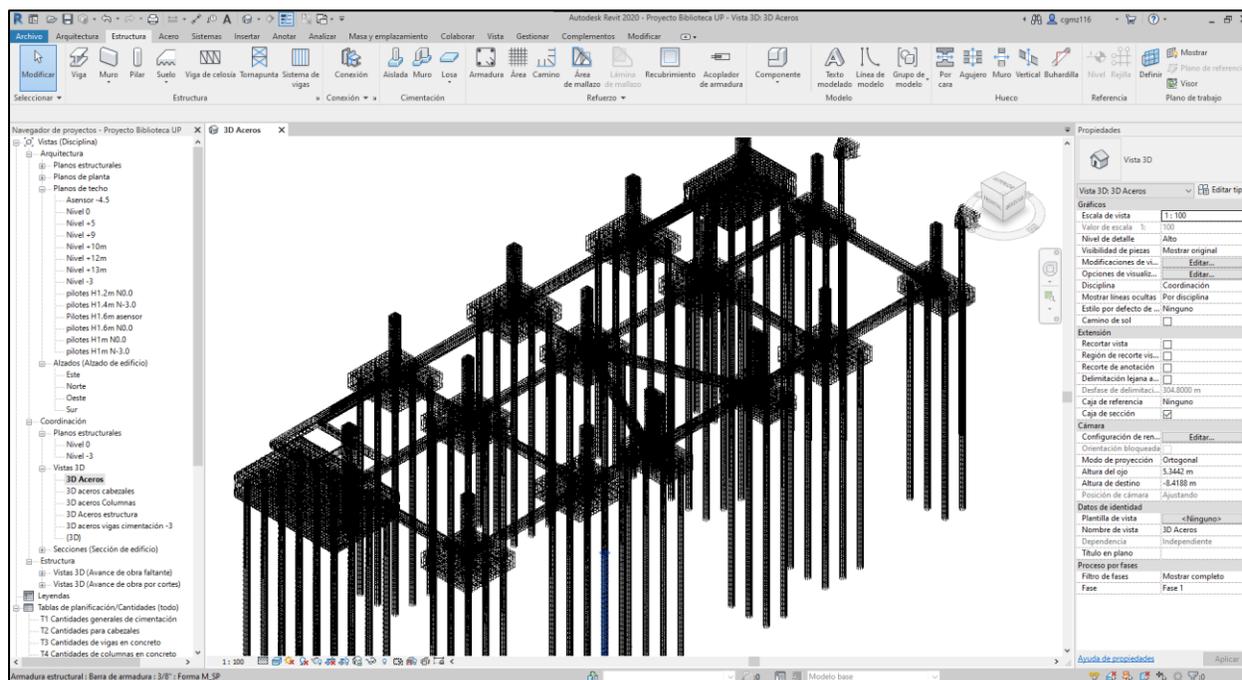
A continuación, se muestran de forma general estas herramientas utilizadas:

### Figura 41

Acero estructural para cabezales y micropilotes en Revit



**Figura 42**  
Aceros de refuerzo cimentación nivel -3 en Revit



### 5.6.5. creación de fases del proyecto

Una de las herramientas más llamativas de este software, es la capacidad de crear fases del proyecto, para lo cual se muestra en planos el proceso constructivo que debe llevarse para el cumplimiento del desarrollo de actividades del proyecto.

Para sacarle provecho a esta extensión que tiene Revit, se hizo un plano de fases para los avances de cortes quincenales alcanzados en la supervisión del desarrollo de la práctica empresarial y otro con las fases restantes que quedaban para culminar la totalidad del proyecto real en la parte estructural.

Para crear este tipo de vistas de fase del proyecto, se debe contar con todas las actividades que comprenden el proyecto, para así poder darle a cada elemento una fase de creación, derribo o temporal, las cuales pueden irse filtrando y mostrando, según se requiera, el avance acumulado o parcial según como se agrupen, ya sea avances por semanas, cortes quincenales, o para una vista más detallada, por cada una de las actividades y así llevar un control en la ejecución de la obra.

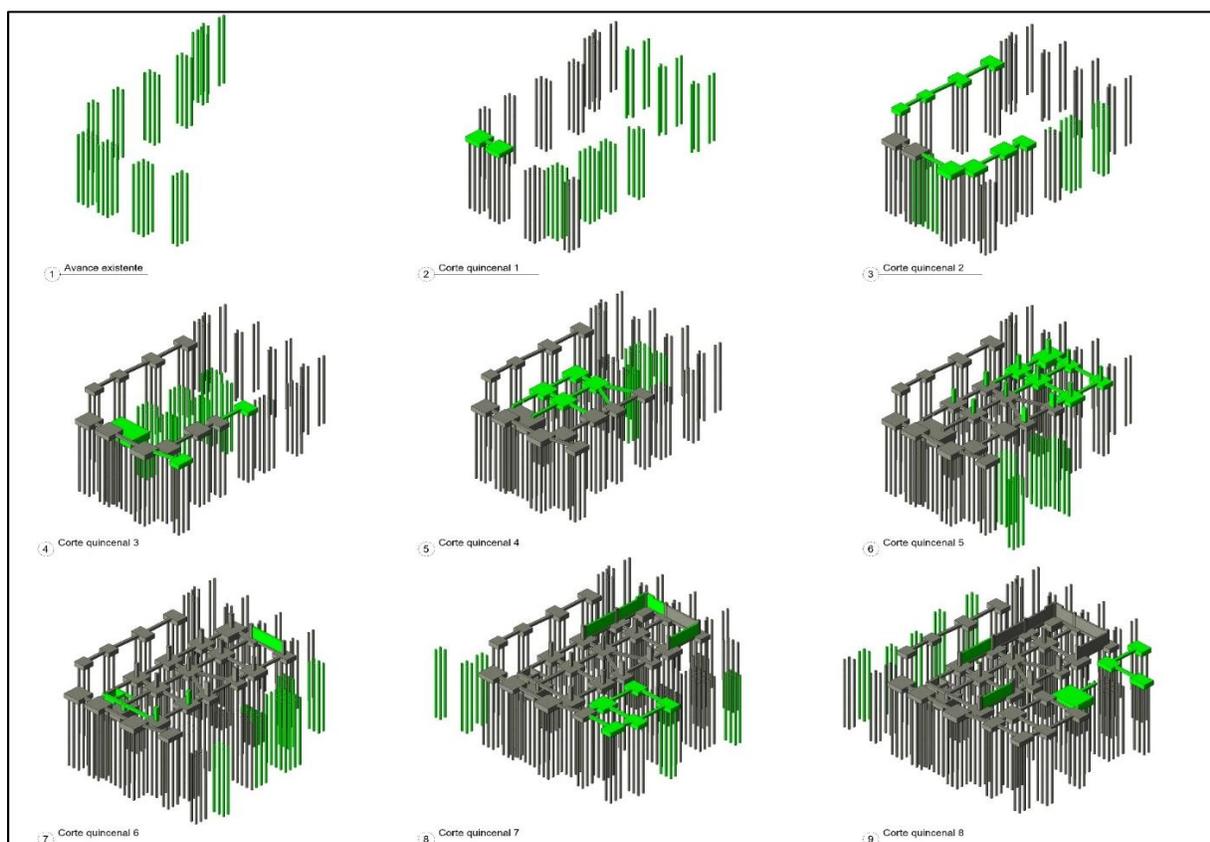
Este tipo de fases es necesario crearlas desde cero, en la pestaña *gestionar* y seguido a eso en *fases del proyecto*. Acá se pueden añadir y modificar todas las fases que se requieran, aplicándoles los debidos filtros de fases y hasta modificadores gráficos de las mismas.

A continuación, se muestran las fases creadas para el proyecto, en las que se agregaron tanto para avances por cortes quincenales y avances restantes, los filtros de fases de correspondientes, para mostrar el avance acumulado en un tono gris y el avance parcial en un tono verde, para diferenciarlos y así tener una perspectiva más clara de las actividades las cuales siguen o anteceden los procesos en los cuales se cuenta en el momento el proyecto.

Para verlos en un formato más amplio, se pueden dirigir a los [Apéndice 11. Avances por cortes quincenales en Revit](#) y [Apéndice 12. Avances restantes biblioteca UP en Revit](#) o al [Apéndice 14. Proyecto biblioteca UP en Revit](#) como formato Revit.

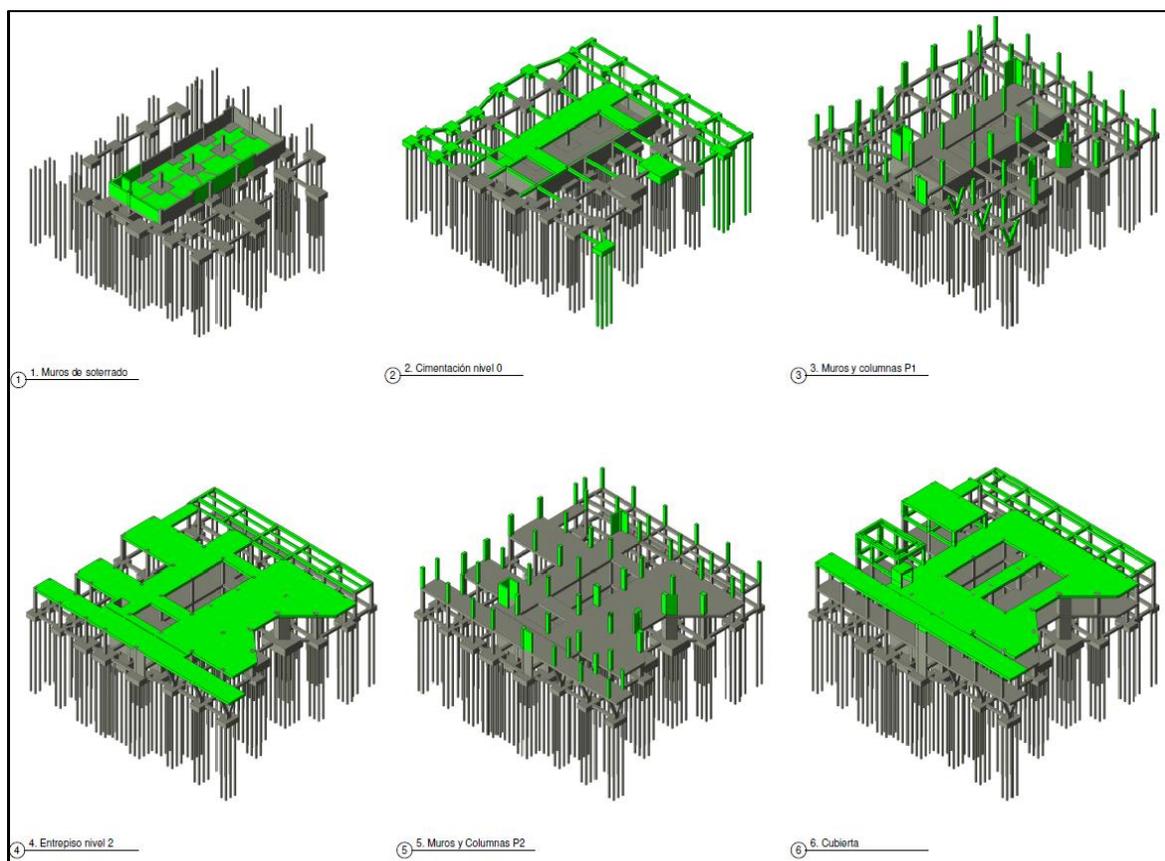
### Figura 43

Avance el proyecto por cortes en Revit



**Figura 44**

Avance estructural restante del proyecto en Revit



#### 5.6.6. Creación de tablas de planificación

Las tablas de planificación en Revit es una herramienta anexa que trae el software por defecto, en el cual se pueden disponer de las cantidades de obra según los *huéspedes* que se hayan anexado, los cuales comprenden todos los elementos o familias utilizados en el desarrollo de la modelación y así, de manera organizada, crear la documentación necesaria para el proyecto.

Para este caso se hicieron varias tablas de planificación, las cuales se separaron para dar un mayor orden según tipo de elementos, ya que se muestran cada uno de los elementos y las tablas pueden llegar a extenderse considerablemente, aunque también Revit da la facilidad de agrupar dichas cantidades por algunas características que tengan en común, ya sea por marcas, tipo de elemento, diámetros y longitudes en el caso de los aceros de refuerzo, y muchos otros más.

En primer lugar, se tomó la tabla de planificación de concretos de estructura general y se le anexaron parámetros de lectura, a los cuales se les incluyeron las cantidades de cemento (kg), arena (m3) y triturado (m3) para la dosificación entregada para el proyecto de 4000 PSI para 1 m3 de concreto y precios unitarios para cada material, y parámetros calculados, en las cuales se agregaron formulas en las que se computaban los precios de cantidades de materiales totales según las cantidades de concreto de cada elemento.

En segundo lugar, se tomó la tabla de planificación que contenía las cantidades de acero de refuerzo de cimentación y también se le agregaron estos parámetros, los cuales contenían los precios unitarios por kg de cada tipo de barra según su diámetro, y finalmente los costos unitarios por los kg de acero utilizados en cada uno de los elementos diseñados en el proyecto.

Cabe resaltar que los precios son solamente referencias, y puede variar dependiendo del lugar o ubicación del proyecto. Dicho esto, las tablas de planificación se muestran a continuación:

**Figura 45**  
Cantidades y precios de materiales de concreto en Revit

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Marca	Material	Nombre	Volumen (m3)	Arena (m3)	Triturado (m3)	Cemento (kg)	Cemento (B 4205Kg)	Precio Arena (\$/m3)	Precio Triturado (\$/m3)	Precio Cemento (\$/Bulto)
A1	Concreto 4000PSI	2.50 m³	1.1225	0.63	1307.5	30 764706	40088 965	16411.5	932170 588235	
A2	Concreto 4000PSI	2.50 m³	1.1225	0.63	1307.5	30 764706	40088 965	16411.5	932170 588235	
A3	Concreto 4000PSI	5.85 m³	2.62665	1.4742	3059.55	71 989412	93008 1781	38402.91	2181279 176471	
A4	Concreto 4000PSI	5.85 m³	2.62665	1.4742	3059.55	71 989412	93008 1781	38402.91	2181279 176471	
A5	Concreto 4000PSI	5.40 m³	2.4246	1.3608	2824.2	66 451765	86592 1644	35448.84	2013488 470588	
A7	Concreto 4000PSI	5.40 m³	2.4246	1.3608	2824.2	66 451765	86592 1644	35448.84	2013488 470588	
A8	Concreto 4000PSI	2.50 m³	1.1225	0.63	1307.5	30 764706	40088 965	16411.5	932170 588235	
A9	Concreto 4000PSI	2.25 m³	1.01025	0.567	1176.75	27 688235	36000 0686	14770.35	838953 529412	
A10	Concreto 4000PSI	2.25 m³	1.01025	0.567	1176.75	27 688235	36000 0686	14770.35	838953 529412	
B1	Concreto 4000PSI	2.50 m³	1.1225	0.63	1307.5	30 764706	40088 965	16411.5	932170 588235	
B2	Concreto 4000PSI	2.50 m³	1.1225	0.63	1307.5	30 764706	40088 965	16411.5	932170 588235	
B3	Concreto 4000PSI	3.25 m³	1.45925	0.819	1699.75	39 994118	52115 6545	21334.95	1211821 764706	
B5	Concreto 4000PSI	3.00 m³	1.347	0.756	1569	36 917647	48106 758	19693.8	1118604 705882	
B7	Concreto 4000PSI	3.00 m³	1.347	0.756	1569	36 917647	48106 758	19693.8	1118604 705882	
B8	Concreto 4000PSI	2.50 m³	1.1225	0.63	1307.5	30 764706	40088 965	16411.5	932170 588235	
B9	Concreto 4000PSI	2.25 m³	1.01025	0.567	1176.75	27 688235	36000 0686	14770.35	838953 529412	
B10	Concreto 4000PSI	2.25 m³	1.01025	0.567	1176.75	27 688235	36000 0686	14770.35	838953 529412	
C1	Concreto 4000PSI	2.50 m³	1.1225	0.63	1307.5	30 764706	40088 965	16411.5	932170 588235	
C3	Concreto 4000PSI	5.00 m³	2.245	1.26	2615	61 529412	80177 93	32623	1864341 176471	
C5	Concreto 4000PSI	7.20 m³	3.23155	1.81357	3764 26635	88 576973	115415 328456	47248 38927	2683700 489118	
C7	Concreto 4000PSI	7.20 m³	3.23155	1.813704	3764 155213	88 568358	115411 320894	47245 985293	2683621 245618	
C8	Concreto 4000PSI	5.76 m³	2.58049	1.45143	3012 257725	70 876652	92358 160236	37809 306045	2147562 566294	
Cabezal Tipo Gp1	Concreto 4000PSI	46.46 m³	20 862336	11 709528	24300 672	571 780518	745077 467904	305017 5744	17324949 684706	
Cabezal Tipo Gp2	Concreto 4000PSI	77.44 m³	34 77056	19 51488	40561 12	952 367329	1241795 77964	508362 624	28974916 14176	
Cabezal Tipo Gp3	Concreto 4000PSI	20.33 m³	9 127272	5 122656	10631 544	250 153976	325971 382208	133445 1888	7579665 487595	
Cabezal Tipo Gp4	Concreto 4000PSI	123.42 m³	55 41558	31 10184	64548 66	1518 792	1979112 02412	810202 932	46919397 6	
Cabezal Tipo Gp5	Concreto 4000PSI	130.68 m³	58 67532	32 93136	68345 64	1608 132706	2095530 37848	857881 928	48726420 988235	
Cabezal Tipo Gp6	Concreto 4000PSI	48.40 m³	21 7316	12 1968	25313 2	595 604706	776122 3624	31725 64	1984822 588235	
Cabezal Tipo Gp7	Concreto 4000PSI	13.07 m³	5 807532	3 293136	6834 564	160 81371	209553 87848	85788 1928	4872642 98824	
Cabezal Tipo Gp9	Concreto 4000PSI	10.64 m³	4 77736	2 68128	5564 72	130 934588	170618 63504	69847 344	3967318 02329	
Cabezal Tipo Gp10	Concreto 4000PSI	11.29 m³	5 069348	2 845157	5904 830547	138 937189	181046 688426	74116 349153	4209796 836823	
Caux	Concreto 4000PSI	0.45 m³	0 20205	0 1134	235 36	5 537647	7216 0137	2954 07	167790 705882	
D1	Concreto 4000PSI	2.50 m³	1.1225	0.63	1307.5	30 764706	40088 965	16411.5	932170 588235	
D2	Concreto 4000PSI	4.30 m³	1 93281	1 084784	2251 3581	52 973132	69028 387054	28258 63362	1605985 892471	
D3	Concreto 4000PSI	3.98 m³	1 786459	1 002645	2080 88625	48 962029	63801 587798	26118 90225	1483549 491176	
D5	Concreto 4000PSI	5.96 m³	2 674917	1 50129	3115 7725	73 312294	95532 003595	39108 6045	2221362 511765	

**Figura 46**  
Cantidades y costos acero de cimentación en Revit

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Marca	Diámetro de barra	Cantidad	Longitud de barra (m)	Longitud Total (m)	Peso/ml (kg/ml)	Peso total (Kg)	Precio/kg	Precio total (\$)
Acero de refuerzo Gp1		3/4"	294	35.20 m	23.465111	2.235	1101.334985	10380	11431857.147618
Acero de refuerzo Gp1		3/4"	84	18.88 m	99.107135	2.235	886.017786	10380	9196864.6167
Acero de refuerzo Gp1		3/4"	42	20.76 m	96.871423	2.235	649.522893	10380	6742047.62935
Acero de refuerzo Gp1		3/4"	28	183.742847	2.235	433.015262	10380	4484698.419567	
Acero de refuerzo Gp1		1"	84	9.81 m	205.966401	3.973	1636.690024	18535	30334548.255613
Acero de refuerzo Gp1		1"	14	7.10 m	99.455467	3.973	395.136571	18535	7323856.336602
Acero de refuerzo Gp1		1"	28	7.10 m	198.910934	3.973	790.273141	18535	14647712.673204
Acero de refuerzo Gp2		3/4"	504	60.34 m	23.465111	2.235	1888.002832	10380	19597469.395016
Acero de refuerzo Gp2		3/4"	36	9.43 m	84.843263	2.235	379.249385	10380	3936608.614896
Acero de refuerzo Gp2		3/4"	108	29.32 m	84.948973	2.235	416.549231	10380	4323781.022238
Acero de refuerzo Gp2		3/4"	112	46.56 m	2.235	1456.784646	10380	15121424.624301	
Acero de refuerzo Gp2		1"	140	19.62 m	171.639668	3.973	2727.681706	18535	50557590.426022
Acero de refuerzo Gp2		1"	108	24.02 m	162.106972	3.973	2576.204002	18535	47749941.176931
Acero de refuerzo Gp3		3/4"	140	14.76 m	20.665111	2.235	461.865231	10380	4794161.098866
Acero de refuerzo Gp3		3/4"	56	14.24 m	49.631423	2.235	445.492924	10380	4624216.551134
Acero de refuerzo Gp3		3/4"	40	18.64 m	46.593874	2.235	416.549231	10380	4323781.022238
Acero de refuerzo Gp3		1"	54	7.61 m	102.706972	3.973	816.109601	18535	15126591.454466
Acero de refuerzo Gp3		1"	40	9.81 m	98.070239	3.973	779.33763	18535	14445022.978863
Acero de refuerzo Gp4		5/8"	1700	195.86 m	11.520943	1.552	3039.685726	7030	21368990.655412
Acero de refuerzo Gp4		5/8"	320	75.70 m	1.552	1174.901585	7030	8259558.145338	
Acero de refuerzo Gp4		5/8"	20	4.85 m	24.270394	1.552	75.353302	7030	539607.172882
Acero de refuerzo Gp4		5/8"	224	111.59 m	24.409276	1.552	1212.262262	7030	8522203.762675
Acero de refuerzo Gp4		5/8"	14	7.06 m	1.552	76.671624	7030	539001.519221	
Acero de refuerzo Gp4		3/4"	340	42.83 m	50.387748	2.235	1914.482467	10380	19872328.009026
Acero de refuerzo Gp4		3/4"	238	61.53 m	50.671423	2.235	1925.260727	10380	19984206.346318
Acero de refuerzo Gp4		7/8"	340	44.40 m	52.234708	3.042	2701.265674	14150	38222909.281192
Acero de refuerzo Gp4		7/8"	238	63.10 m	51.964295	3.042	2687.281572	14150	38025034.236834
Acero de refuerzo Gp5		5/8"	1200	138.24 m	1.552	2145.541603	7030	15083157.469876	
Acero de refuerzo Gp5		5/8"	440	152.55 m	34.670394	1.552	2367.571843	7030	16644030.059389
Acero de refuerzo Gp5		5/8"	40	4.14 m	46.770304	1.552	218.058204	7030	1530776.085763

Nota: Para observar detalladamente puede dirigirse al archivo en formato Revit [Apéndice 13. Tablas de planificación de cantidades y presupuesto](#) o al [Apéndice 14. Proyecto biblioteca UP en formato Revit](#) para observar todas las tablas de cantidades realizadas.

## Análisis de resultados

Las cantidades de materiales calculadas, tanto para concreto (m<sup>3</sup>) y acero de refuerzo de cimentación (kg) fueron bastante aproximadas a las entregadas para el proyecto, en las que se evidencia que el software de manera confiable, puede arrojar cantidades y utilizarlas para calcular precios unitarios y como herramienta para computo de presupuestos.

Se puede inferir entonces que el *software Revit*, es una herramienta confiable para la gestión de proyectos de construcción para el cálculo de cantidades de obra, y, por ende, para el análisis de precios unitarios de cada uno de los materiales que conforman el proyecto.

A continuación, se muestra una comparación sobre las cantidades reales para el proyecto y las cantidades dadas por el software Revit en la fase de cimentación y estructural:

**Tabla 36**

Comparación de cantidades

<b>Comparación de cantidades de obra</b>			
Cantidades reales		Cantidades calculadas	
acero (kg)	Concreto (m3)	acero (kg)	Concreto (m3)
155127	2392,2	157700	2150

Nota: Las cantidades reales del proyecto fueron sacadas del presupuesto entregado por la oficina de planeación.

Este programa permite llevar de manera organizada toda la información referente al proyecto, y puede resultar de manera útil, modelar el proyecto deseado con todas las especificaciones completas, que, aunque es un procedimiento bastante tedioso, puede ser una herramienta útil, descriptiva y con la capacidad de dar a conocer la información contenida de una forma sencilla.

## CONCLUSIONES

Gracias a la realización de las prácticas empresariales en la Obra Nueva Biblioteca de la Universidad de Pamplona, de la mano de la oficina de Planeación, se logró obtener experiencia, destreza y perfeccionamiento de habilidades de supervisión de proyectos, seguimiento y lectura de planos y especificaciones técnicas dadas para un proyecto de construcción, velando por su cumplimiento.

Se logró identificar el estado de los avances del proyecto alcanzados antes de dar inicio a las prácticas empresariales como auxiliar de residente de supervisión, en la obra Nueva Biblioteca de la universidad de Pamplona, el cual fue de un 14.095%, y se hizo el debido diagnóstico del estado de dichos avances, encontrando anomalías en aceros de refuerzo de micropilotes y sus separaciones, y teniéndolas en cuenta para mejorar la supervisión a ejecutar.

Se realizaron los debidos seguimientos por cortes quincenales de los avances del proyecto, haciendo la supervisión técnica de cada una de las actividades ejecutadas, consiguiendo así obtener porcentaje de avance máximo de 6.22% dado en el corte quincenal 3 y mínimo de 3.05% dado en el corte quincenal 5.

Se logró realizar la verificación del presupuesto y avance de obra final, en el cual se determinó un porcentaje de avance total acumulado de 51.20%, del cual al el 37,11% corresponde al avance supervisado por el pasante, y un avance promedio de 4.64% por cada corte quincenal dispuesto en el desarrollo de la práctica empresarial.

Se realizó la debida supervisión técnica para el cumplimiento de las especificaciones dadas para el proyecto, para lo cual se realizó la adecuada revisión de las respectivas cuantías y separaciones con los debidos planos de diseño del proyecto y la correcta aplicación y calidad del concreto utilizado en obra de 4000 PSI, reportando cualquier anomalía a la oficina de Planeación.

Posteriormente, gracias al seguimiento riguroso de las cantidades ejecutadas y avances por cada una de las actividades, se logró determinar un cronograma final modificado, en el cual se puede evidenciar las actividades retrasadas, junto con los tiempos de ejecución y duraciones reales obtenidas a lo largo de la supervisión, en las que muestra dichas demoras y por ende duraciones mayores a las dispuestas inicialmente en el cronograma del proyecto.

El diseñar formatos de control de actividades en Excel y bitácora diaria de obra, junto a avances quincenales del proyecto permitieron al pasante gestionar un adecuado control de los avances de obra y cantidades ejecutadas en el proyecto, junto con el balance de obra y de materiales usados y almacenados en obra, reportando alguna novedad en caso de presentarse.

Se realizó el seguimiento a los rendimientos de obra dispuestos en el diseño del proyecto y se compararon con los reales alcanzados en el proyecto, en el cual se evidencia una leve disminución en el porcentaje de estos, debido a condiciones climáticas, equipos y herramientas en estado regular, y mal estado de la maquinaria, en la que se evidenció las fallas mecánicas de la máquina piloteadora AF-80, y los días en los que se mantuvo sin funcionamiento. Adicionalmente, se veló por el cumplimiento de las normas de seguridad dentro de la obra en las que se realizaron formatos para la verificación del cumplimiento de elementos de protección persona, estado y uso correcto de los mismos.

Debido a la emergencia sanitaria dada por la pandemia del virus COVID-19, se realizó un seguimiento a los protocolos de bioseguridad dispuestos por la normativa PAPSO y el cumplimiento de éste en obra, en los cuales se verificaron distanciamientos, uso correcto del tapabocas, y el cumplimiento por parte del consorcio de la desinfección de personal y herramientas, toma de temperatura y lavado de manos constante.

Para verificar la calidad de la mezcla de concreto utilizada en obra se le hizo un seguimiento a la dosificación entregada por el consorcio biblioteca y su cumplimiento en su elaboración *in situ* además de realizar el debido acompañamiento al momento de desarrollar los ensayos de compresión y asentamiento, determinando en el primer caso que si se está cumpliendo con la resistencia requerida para el proyecto, superando comúnmente a los 28 días los 4000 PSI y en algunos casos a los 14, y segundo, la verificación del asentamiento del concreto en obra para su correcta aplicación, junto con el correcto vibrado del mismo.

Se realizó el debido apoyo a actividades de la oficina de planeación de la Universidad Pamplona, en la cual se hicieron las verificaciones de las necesidades físicas para cada una de las instalaciones del Campus principal, Casona, Virgen del Rosario, Casa Águeda Gallardo, Teatro Jáuregui y CIADTI, en las que se evidenciaron cada una de ellas junto con su respectiva necesidad de ejecución.

Se evidenció, como el Software Revit puede ser una herramienta útil y ágil para el diseño, creación de fases, disposición de especificaciones técnicas, cálculo de cantidades de obra, entre muchas otras herramientas, siendo ésta última característica muy relevante, ya que al momento de realizar el modelo del proyecto en su interfaz, permite crear tablas de planificación que se actualizan automáticamente según se vayan incluyendo distintos elementos o reajustando los existentes, ahorrando tiempo muy valioso, para así generar informes completos de todos y cada uno de los parámetros incluidos, siendo una herramienta para gestión y seguimiento de proyectos bastante exacta, debido a sus innumerables características incorporadas.

Se puede inferir finalmente que el software Revit ha demostrado ser una excelente herramienta para el análisis de precios unitarios y presupuestos de un proyecto de construcción, en el cual permitiendo vincular cada uno de los elementos de un diseño, con sus debidas especificaciones técnicas, se pueden crear tablas de planificación que de manera ordenada, detallada e incluyendo parámetros como precios unitarios, se pueden calcular las cantidades generales junto con los costos totales y por cada uno de los elementos incluidos en el proyecto, que para éste caso se centró en cimentaciones y concreto estructural, mostrando cantidades muy cercanas a las dispuestas en el presupuesto oficial de la obra, demostrando así fiabilidad para su adecuada implementación en futuros proyectos.

## RECOMENDACIONES

Se debe realizar el correcto almacenamiento de los materiales utilizados en obra, como el acero de refuerzo, para protegerlo de los efectos climáticos y evitar así la corrosión y por ende alteración de sus propiedades físico-mecánicas, y como los agregados pétreos, con la necesidad de que se cubran, para lo alterar su humedad por el clima o las lluvias.

Se recomienda realizar un debido control a los desperdicios de material en la obra, ya que desde que llegan los agregados pétreos hasta que se realizan las debidas preparaciones *in situ* de la mezcla de concreto y su aplicación, se desperdicia considerablemente, y por parte del acero de refuerzo, por descuido de los operarios de la maquinaria, se llegan a doblar y dañar aceros de refuerzo colocados en obra aledaños a lugares en los que tienen que intervenir, y todo esto generando pérdidas de materiales y finalmente económicas.

Se debe verificar la correcta elaboración de la mezcla de concreto en obra, ya que la relación agua cemento se ve afectada, y por ende la manejabilidad de este, la cual se evidencia en los ensayos de asentamiento realizados, dejando la mezcla más húmeda de la requerida.

El orden en la obra es un factor muy importante, tanto en presentación como en comodidad, y el aseo y limpieza es un factor que se debe corregir, debido a las diversas zonas en las cuales se evidencia este descuido, el cual inicialmente era muy común, aunque al final fue corrigiéndose progresivamente.

## REFERENCIAS

- ARGOS360. (2019). *ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO - NTC 396*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/ensayo-de-asentamiento-del-concreto>
- ARGOS360. (2019). *RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - NTC 396*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion>
- Argos360. (2020). *Importancia del vibrado del concreto*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/importancia-del-vibrado-en-el-concreto>
- CAMACOL. (2020). *GUÍA DEL PLAN DE APLICACIÓN DEL PROTOCOLO DE SEGURIDAD EN LA OBRA - PAPSO*. Obtenido de <https://camacol.co/sites/default/files/Gu%C3%ADa%20de%20Elaboraci%C3%B3n%20-%20PAPSO%20-%20Protocolo%20Construcci%C3%B3n%20de%20Edificaciones.pdf>
- Chile.cubica. (2009). *Manual de supervisor de obra civil*. Obtenido de <https://www.chilecubica.com/app/download/12787120631/ahumadatrejo.pdf?t=1559761605>
- Echeverry Hoyos, J. D., & Giraldo Palma, M. X. (2012). *Mejoramiento de procesos constructivos de una edificación a partir de la simulación Digital y videos Time Lapse*. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/2545/EcheverryHoyosJuanDiego2012.pdf;sequence=1>
- Gómez, C. (21 de Junio de 2021). Apéndices de trabajo de grado. (C. H. Gómez Jaimes, Ed.) Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Obtenido de [https://drive.google.com/drive/folders/1tgvDX8LBzrVNtLXS\\_HVKIU22KSbs0rR7?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1tgvDX8LBzrVNtLXS_HVKIU22KSbs0rR7?usp=sharing)

- Jiménez, L. J. (2009). *Tesis sobre Supervision técnica en la construccion de edificaciones* . Obtenido de <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/344/2/T692.5P438.pdf>
- Ministerio de Ambiente, v. y. (2010). *Reglamento Colombiano de construccion sismoresistente*. Bogotá.
- NSR-10. (2010). *Titulo C - Concreto estructural*. Obtenido de <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/3titulo-c-nsr-100.pdf>
- PAZ, H. W. (s.f.). *PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE UN PROYECTO DE VIVIENDA DE DOS NIVELES EN UN SECTOR RESIDENCIAL, UTILIZANDO TÉCNICA CPM Y PROGRAMA DE COMPUTACIÓN MICROSOFT PROJECT*”. Obtenido de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2568\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2568_C.pdf)
- PBOT. (2015). *Plan básico de ordenamiento territorial de la ciudad de Pamplona*. Obtenido de <http://pamplona-nortedesantander.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/DIAGN%C3%93STICO%20PBOT%20PAMPLONA.pdf>
- Reyes, H. A. (2009). *SUPERVISION DE OBRA*. Obtenido de [https://www.academia.edu/24646618/SUPERVISION\\_DE\\_OBRA\\_Argrey\\_Grupo\\_Constructor](https://www.academia.edu/24646618/SUPERVISION_DE_OBRA_Argrey_Grupo_Constructor)
- SURA. (s.f.). *Normas básicas para el trabajo en excavaciones* . Obtenido de Construcción segura : [http://www.ridsso.com/documentos/muro/207\\_1487114373\\_58a390850d65b.pdf](http://www.ridsso.com/documentos/muro/207_1487114373_58a390850d65b.pdf)
- UIS. (2014). *Manual de supervisión e interventoría* . Obtenido de <https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/contratacion/Manuales/MCO.01.pdf>