

**PROYECTO**  
**AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA**  
**MULTIFAMILIAR Y COMERCIO, EDIFICIO SENDERO DE PRAGA.**

**POR:**  
**HENRY ANDERSSON GARZON MELLIZO**

Código: 04092073

C.C: 1061739390



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN**  
**POPAYAN**  
**CAUCA**  
**2018**

**PROYECTO**  
**AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA**  
**MULTIFAMILIAR Y COMERCIO, EDIFICIO SENDERO DE PRAGA.**

**MODALIDAD: PASANTIA**

**POR:**  
HENRY ANDERSSON GARZON MELLIZO

Código: 04092073

C.C: 1061739390

**DIRECTOR:**  
DIEGO FERNANDO MARTINEZ CABANILLAS

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN**  
**POPAYAN**  
**CAUCA**  
**2018**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

El Director y los Jurados han evaluado este documento, escuchando la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al egresado para que desarrolle las gestiones administrativas para optar al título de Ingeniero Civil.

---

Ing. DIEGO FERNANDO MARTINEZ

*Director*

---

Ing. FREDY JARAMILLO

*Jurado*

Popayán, Junio de 2018.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, el ser más magnifico, impresionante y perfecto que el hombre puede encontrar por medio de Jesús.

A mi familia, que cuando desmayaba, me dio el apoyo necesario para levantarme y continuar.

A mis amigos, que con sus oraciones, palabras de aliento y sonrisas hicieron todo esto posible.

A la universidad, compañeros y profesores, en especial a mi tutor por su dirección y consejo en todo este proyecto.

Y por último, nuevamente a Ti, el iniciador y consumidor de Todo, Alfa y Omega... El Principio y El Fin.

## CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	12
2. JUSTIFICACION.....	13
3. OBJETIVOS.....	14
3.1 OBJETIVO GENERAL	
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	
4. METODOLOGIA.....	15
5. DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	17
5.1 UBICACIÓN.....	17
5.2 DESCRIPCION.....	18
6. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	19
6.1 LOSA NERVADA DEL CUARTO PISO.....	19
6.1.1 ENCOFRADO.....	20
6.1.2 REPLANTEO.....	21
6.1.3 AMARRE DE REFUERZO.....	21
6.1.4 CIERRE PERIMETRAL Y UBICACIÓN DE CASETONES...	22
6.1.5 INSTALACIONES ELECTRICAS.....	24
6.1.6 INSTALACIONES SANITARIAS.....	25
6.1.7 INST DE ACERO DE RETRACION Y TEMPERATURA.....	26
6.1.8 FUNDICION DE LA LOSA DE ENTREPSIO.....	27
6.1.8.1 REVISION DEL CONSTRUCTOR Y DE LA INTERVENTORIA PARA VACIAR.....	28

6.1.8.2	REPARACION, TRANSPORTE, COLOCACION Y COMPACTACION DE LA MEZCLA.....	28
6.1.8.3	TOMA DE MUESTRAS PARA CONTROLES DE CALIDAD Y RESISTENCIA.....	30
6.1.8.4	RECORRIDO CON REGLA.....	30
6.1.8.5	ANOTACION EN LA BITACORA.....	31
6.1.8.6	PROTECCION Y CURADO DURANTE 7 DIAS.....	31
6.1.8.7	ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A 7 Y A 28 DIAS.....	32
6.2	COLUMNAS CUARTO PISO.....	33
6.3	DESENCOFRADO DE PLACA.....	37
6.4	LOSA NERVADA DEL QUINTO PISO.....	37
6.4.1	ENCOFRADO.....	37
6.4.2	REPLANTEO Y AMARRE DE ACEROS.....	39
6.4.3	CIERRE PERIMETRAL Y UBICACIÓN DE CASETONES...	42
6.4.4	FUNDICION DE LA LOSA DE ENTRE PISO N°5.....	44
6.4.4.1	CLIMA.....	46
6.5	COLUMNAS DEL QUINTO PISO.....	47
6.5.1	PREPARACION DEL EQUIPO Y DEL LUGAR DE COLOCACION.....	48
6.5.2	MEZCLADO.....	49
6.5.3	TRANSPORTE.....	49
6.5.4	COLOCACION.....	50

6.5.5 CURADO.....	50
6.6 DESENCOFRADO DE PLACA.....	51
6.7 REPARACION DE VACIOS.....	52
6.8 ESCALERAS.....	53
6.9 CUBIERTA.....	56
6.9.1 ENCOFRADO, REPLANTEO Y AMARRE DE CUBIERTA.....	59
6.9.2 FUNDICION DE VIGAS DE CUBIERTA.....	61
6.9.3 CURADO.....	62
6.9.4 MAMPOSTERIA EN CUBIERTA.....	63
6.9.5 ALFAJIA.....	63
6.9.6 CINTA DE AMARRE.....	64
6.10 CARPINTERIA METALICA.....	65
6.11 TECHADO.....	67
6.12 MAMPOSTERIA.....	68
6.13 CIELO RASO.....	73
6.14 PRESUPUESTO.....	74
7. CONCLUSIONES.....	80
8. BIOGRAFIA.....	81
9. ANEXOS.....	82





## TABLA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Ubicación SENDERO DE PRAGA	17
<b>Figura 2.</b> Anterior construcción	18
<b>Figura 3.</b> Edificio Sendero de Praga. Confección de placa N°4	19
<b>Figura 4.</b> Encofrado de placa N°4.	20
<b>Figura 5.</b> Placa N°4. Amarre de vigas	21
<b>Figura 6.</b> Ubicación de casetones en placa N°4.	23
<b>Figura 7.</b> Llenado de casetones.	23
<b>Figura 8.</b> Instalaciones eléctricas.	24
<b>Figura 9.</b> Instalaciones Sanitarias.	25
<b>Figura 10.</b> Refuerzo de retracción y temperatura.	26
<b>Figura 11.</b> Mixer y bomba para concreto	29
<b>Figura 12.</b> Fundición de la placa N°4.	29
<b>Figura 13.</b> Cilindros.	30
<b>Figura 14.</b> Vaciado de concreto hasta el eje 5.	31
<b>Figura 15.</b> Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.	32
<b>Figura 16.</b> Columnas cuarto piso.	33
<b>Figura 17.</b> Revestimiento de encofrado.	34
<b>Figura 18.</b> Encofrado y Fundición	35
<b>Figura 19.</b> Pantalla eje1.	35
<b>Figura 20.</b> Grava.	36
<b>Figura 21.</b> Cercha y gato.	38
<b>Figura 22.</b> Gato y tijeras	38
<b>Figura 23.</b> Amarre de losa N°5	39
<b>Figura 24.</b> Vigas tipo VR. Placa N°4.	40
<b>Figura 25.</b> Vigas tipo VC. Placa N°5.	41
<b>Figura 26.</b> Lista de acero figurado.	42
<b>Figura 27.</b> Casetones sin relleno.	43

<b>Figura 28.</b> Placa 5	44
<b>Figura 29.</b> Lubricado	45
<b>Figura 30.</b> Inicio de fundición	46
<b>Figura 31.</b> Inicio de fundición	46
<b>Figura 32.</b> Placa 5	47
<b>Figura 33.</b> Fundición de columna	48
<b>Figura 34.</b> Fundición de columna	48
<b>Figura 35.</b> Columnas del último nivel	49
<b>Figura 36.</b> Fundición de columna C2	50
<b>Figura 37.</b> Columnas de la placa N°5	51
<b>Figura 38.</b> Casetones no rellenos con mortero	51
<b>Figura 39.</b> Reparación de casetones no rellenos	52
<b>Figura 40.</b> Reparación de casetones no rellenos	52
<b>Figura 41.</b> Plano arquitectónico de las escaleras	53
<b>Figura 42.</b> Elaboración de gradas del último nivel	54
<b>Figura 43.</b> Elaboración de gradas del último nivel	54
<b>Figura 44.</b> Gradas ubicadas en el sótano	55
<b>Figura 45.</b> Gradas ubicadas en el cuarto piso	55
<b>Figura 46.</b> Plano de cubierta	56
<b>Figura 47.</b> Plano de vigas de cubierta.	57
<b>Figura 48.</b> Vigas de cubierta	58
<b>Figura 49.</b> Vigas de cubierta.	59
<b>Figura 50.</b> Encofrado de vigas de cubierta	60
<b>Figura 51.</b> Amarre de vigas de cubierta	60
<b>Figura 52.</b> Recubrimiento de encofrado	60
<b>Figura 53.</b> Fundición de vigas de cubierta.	61
<b>Figura 54.</b> Desencofrado de vigas de cubierta.	62
<b>Figura 55.</b> Muros de cubierta.	63
<b>Figura 56.</b> Recubrimiento alfajía	64
<b>Figura 57.</b> Alfajía	64
<b>Figura 58.</b> Detalles de refuerzo.	65

<b>Figura 59.</b> Cinta de amarre	65
<b>Figura 60.</b> Esfuerzo cortante.	66
<b>Figura 61.</b> Esfuerzo de flexión.	66
<b>Figura 62.</b> Estructura metálica.	67
<b>Figura 63.</b> Techado	68
<b>Figura 64.</b> Revisión	69
<b>Figura 65.</b> Mampostería.	70
<b>Figura 66.</b> Toma de plomo	70
<b>Figura 67.</b> Refuerzo de columneta	71
<b>Figura 68.</b> Vigas de amarre muros	72
<b>Figura 69.</b> Vigas de amarre muros	72
<b>Figura 70.</b> Verificación de nivel	73

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Formato presupuesto de obra	74
<b>Tabla 2.</b> Valor capitulo vs Valor ejecutado	75
<b>Tabla 3.</b> Valor Presupuestado vs Valor Ejecutado	78

## 1. INTRODUCCION

Actualmente, la demanda de comercialización y vivienda han aumentado rápidamente por el desarrollo general de las ciudades<sup>1</sup>. En Colombia, el municipio de Popayán (Cauca), no ha sido la excepción a este avance; además de ser una ciudad cultural y tranquila, sin dejar su representatividad, se visiona como una capital más grande, donde se promueva la industrialización, comodidad y abastecimiento<sup>2</sup>. Esto solo será logrado con la participación de profesionales dedicados a la construcción de la obra civil.

Este trabajo de grado consiste en la intervención de un aspirante al título de Ingeniero civil, en el edificio Sendero de Praga, ubicado en el barrio el Recuerdo, en la ciudad de Popayán, donde se busca fortalecer los conocimientos adquiridos durante el proceso académico con lo practicado, para ser parte de la visión de la ciudad. Además, lleva los objetivos que el estudiante quiere alcanzar durante su práctica profesional junto con su metodología. También, muestra un cronograma de actividades, donde expone los tiempos para realizar los objetivos que se quieren conseguir. Todo esto, con el fin de consolidar, aprender y formarse como un profesional.

---

<sup>1</sup> CAMACOL. Construcción en cifras. 2017

<sup>2</sup> ALCALDIA DE POPAYAN. Misión y Visión. 2017.

## 2. JUSTIFICACIÓN

A nivel nacional se ha establecido promover la educación para el desarrollo económico, social y político<sup>3</sup>. Por lo anterior, se hace indispensable la participación de profesionales, en este caso particular, de ingenieros civiles, para garantizar la seguridad y comodidad de las personas, debido al constante renuevo de la sociedad.

Se debe agregar que a los ingenieros de hoy en día se les exige una experiencia laboral e integridad ética, con el fin de satisfacer las necesidades de una entidad contratante. Sin embargo, la habilidad solo se logra involucrándose en el ámbito laboral, por lo tanto, se convierte en una oportunidad para al aspirante en donde puede adquirir la formación ideal mostrando lo relevante de la práctica profesional.

La pasantía, para futuros ingenieros, permite explorar el campo de trabajo e implementar los conocimientos adquiridos, de manera que sean reforzados y confinados con lo práctico. Además, ayuda al estudiante a tener cierta experiencia con el manejo de personal y actuar ante inconvenientes que se puedan presentar.

Independientemente de la tendencia profesional del futuro ingeniero civil, realizar una participación como Auxiliar de Ingeniería, en los proyectos de una empresa, abre las posibilidades y lo dota de herramientas importantes que van más allá del conocimiento teórico y que involucran la capacidad ingenieril adquirida durante el proceso práctico. Sendero de Praga, es un proyecto que sin duda puede ayudar a un estudiante a desarrollar una experiencia en la organización, dirección, planeación, verificación y administración de una obra civil, debido a que alberga y requiere varios conocimientos ingenieriles.

---

<sup>3</sup> MINEDUCACION. Misión, Propósito Superior y Visión. 2016.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar el control técnico y operativo como auxiliar de ingeniería en el edificio Sendero de Praga, ejerciendo todas las labores asistenciales en este campo, bajo la supervisión del profesional a cargo de la obra, hasta la culminación de la obra gris, en el periodo comprendido entre los meses de Marzo y Junio del 2017.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Controlar y verificar la calidad de los procesos constructivos de acuerdo a la normatividad vigente.
- Dirigir y coordinar el personal de acuerdo a las actividades programadas para el proyecto.
- Verificar el cumplimiento del presupuesto inicial.

#### 4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El edificio Sendero de Praga, actualmente se encuentra en las siguientes condiciones:

- Maneja un personal de 17 obreros entre maestros, oficiales y ayudantes.
- Tiene un auxiliar en SISO, un almacenista y dos vigilantes.
- Elementos estructurales construidos: semisótano, losa entrepiso y columnas del primer, segundo y tercer piso.
- Cierre perimetral en mampostería en el primer piso.

Para los escenarios descritos, se busca intervenir en la parte ingenieril de la construcción de todos los elementos estructurales y no estructurales faltantes.

Estas son las actividades, en forma general, que se desarrollaran:

- Mampostería
- Losa de entrepiso
- Construcción de escaleras
- Carpintería metálica

La metodología será la siguiente:

Para cumplir los dos primeros objetivos específicos, el pasante tendrá en cuenta las normas de construcción como la NSR-10; y estará bajo la supervisión y las instrucciones de la Directora de obra.

Durante la jornada laboral, de 7:00 am a 12:00 m y de 1:00 pm a 5:00 pm, el estudiante estará en la obra procediendo de la siguiente manera:



En el lugar de pasantía, antes de que el oficial empiece a construir, se establecerán los objetivos a cumplir con el maestro. Luego, en el lugar de trabajo habrá observación y verificación del replanteo. A continuación, en el proceso de construcción, el practicante estará al tanto de cumplir los diseños establecidos en los planos arquitectónicos. Además, durante y al finalizar éste proceso, verificará que esté nivelado, aplomado y con estándares de calidad. Lo anterior será reformado dependiendo del elemento a construir.

La verificación del presupuesto inicial será guiada por la Directora de obra y se llevará a cabo cada fin de mes de la siguiente manera: cada 15 y 30 del mes, habrá actas de avance y actas de pagos, donde el pasante intervendrá en la comprobación de los elementos construidos y ayudará en la realización de las actas. Al finalizar cada mes, durante el proceso de práctica, se comprobará el presupuesto inicial con el presupuesto llevado hasta ese momento.

Para la realización del Trabajo de Grado, el aspirante trabajará conjuntamente con el Director a cargo, siguiendo las recomendaciones e indicaciones que este requiera. Y se regirá según lo decretado en la Resolución 281 de 2005, siguiendo las normas y deberes que la misma establece.

En conclusión, la metodología estará orientada por la Directora de obra y el Director de trabajo de grado, manejando la resolución presente y siguiendo todas las recomendaciones emergentes para cumplir los objetivos mencionados.

## 5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 5.1 UBICACIÓN

El proyecto “SENDERO DE PRAGA” se encuentra ubicado al norte de la ciudad de Popayán (Cauca) en el barrio el Recuerdo, en la Carrera 7 con calle 14N. Cerca de la CONSTRUCTORA ADRIANA RIVERA y LA FACULTAD DE SALUD DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA.

**Figura 1** Ubicación SENDERO DE PRAGA



**Fuente:** Elaboración propia.

## 5.2 DESCRIPCION

Inicialmente el lote destinado para el proyecto estaba compuesto por una vivienda de dos plantas, la cual fue demolida en su totalidad una vez concertada la compra.

**Figura 2** Anterior construcción



**Fuente:** Elaboración propia.

El edificio a construir es de cinco pisos y un sótano, destinados de la siguiente manera: sótano para parqueadero de automóviles, motos y bicicletas; primer piso: dos locales y tres apartamentos; demás pisos: 5 apartamento por cada nivel; tiene además un área aproximada de construcción de 1200 m<sup>2</sup> y su finalización e inauguración está destinada para el año 2018.

## 6. DESARROLLO DE LA PASANTIA

Durante la primera y segunda semana de ingreso a la construcción del edificio Sendero de Praga, el pasante fue instruido en las actividades a desempeñar en la obra, además fue socializado con el personal y con los avances estructurales alcanzados a la fecha.

Para garantizar la calidad de los procesos constructivos se tomó como referente la norma NSR-10 estipulada por el Congreso de Colombia en la ley 400 de 1997, en la cual se adoptan normas sobre construcciones sismos resistentes<sup>4</sup>. A continuación seguirá la descripción de los eventos realizados durante el primer mes de práctica profesional por parte del pasante.

### 6.1 LOSA NERVADA DEL CUARTO PISO

**Figura 3.** Edificio Sendero de Praga. Confección de placa N°4



**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>4</sup> CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 400. 1997

La obra comenzaba el levantamiento del encofrado de la placa número cuatro. El diseño correspondía a las placas anteriores y era inspeccionado por el maestro constructor y el pasante.

### 6.1.1 ENCOFRADO

El encofrado consistió básicamente en la articulación de gatos, cerchas, tijeras, teleras y tableros, bajo un nivel estandarizado de 2,46 m. El pasante aportó en la verificación del nivel, la sujeción de la estructura y la inspección de los acoples entre las tijeras y los gatos.

**Figura 4.** Encofrado de placa N°4.



**Fuente:** Elaboración propia.

### 6.1.2 REPLANTEO

Terminado el encofrado de la placa cuarta, el maestro constructor realizó el trazado de las zonas dispuestas para escaleras, buitrón y vigas. El replanteo, constó de la previa interpretación de los planos estructurales y la correspondiente representación en campo con cimbra, con intervención del pasante.

**Figura 5.** Placa N°4. Amarre de vigas



**Fuente:** Elaboración propia.

### 6.1.3 AMARRE DE REFUERZO

A medida que el maestro plasmaba la enmarcación de las vigas, los ayudantes iniciaban el amarre de las vigas longitudinales y transversales; hacían la instalación de la malla de gallinero, para la torta de concreto, y la determinación de las dimensiones para cada artesón.

El acero de refuerzo fue obtenido figurado para aumentar el rendimiento de la obra. El grado del acero correspondía a 60, es decir a 420 MPa de resistencia; era de tipo corrugado y las características dicen que puede ser soldado.

Las normas que rigieron la construcción, colocación y el diseño del acero de refuerzo están estipuladas en la NSR-10, título C, sección C.7, C.8, C-9, C-10, C-11 y C-12.

La placa 4, está constituida por tres vigas longitudinales, caracterizadas como VC; las transversales como VR; las de borde como VB; viguetas y riostras como Vt y Vr respectivamente.

Las vigas tipo VC fue construida en gran parte por barras #4, pero también se utilizaron barras #5, #6, #7 y #8, según el despiece. En ocasiones, debido a unas barras que sobraron de la cimentación, la directora de obra solicitó al pasante utilizar esas barras en las vigas. Las barras contaban con diámetros mayores a los descritos en los planos, entonces el pasante calculó el espaciamiento mínimo entre barras y coordinó con el maestro la distribución del refuerzo. Además, revisó los traslapes; despiece y longitudes.

#### **6.1.4 CIERRE PERIMETRAL Y UBICACIÓN DE CASETONES**

Armado el refuerzo de la placa, los trabajadores emprendieron la formaleta, para los vacíos y para el borde perimetral. Esta constaba de tablas recubiertas con ACPM y debían tener el ancho de la placa, también tenían que estar bien ancladas y aplomadas. El pasante participó en la comprobación de que la formaleta cumpliera con lo descrito anteriormente.

El material aligerante para la losa fue casetones de guadua; los cuales no se elaboraron en obra, sino que, tomaron las medidas directamente de la placa y las dibujaron para luego pedirlos. Una vez en obra, instalaron los casetones en sus respectivos lugares teniendo en cuenta el espacio para las viguetas y riostras. Terminado todo este proceso, empezó el amarre de columnas para el cuarto piso, y también, la instalación de aceros para columnetas. Lo siguiente serían las instalaciones eléctricas e hidro-sanitarias.

**Figura 6.** Ubicación de casetones en placa N°4.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 7.** Llenado de casetones.



**Fuente:** Elaboración propia.



## 6.1.5 INSTALACIONES ELECTRICAS

**Figura 8.** Instalaciones eléctricas.



**Fuente:** Elaboración propia

Las instalaciones eléctricas fueron realizadas por un contratista especialista en esa área, igualmente las instalaciones hidrosanitarias. Estas instalaciones empezaron una vez colocados, y llenados los casetones con mortero.

La instalación eléctrica consistía en la ubicación de puntos que alimentaban la iluminación del piso anterior a la palca y los propios del piso. La decisión más importante fue la reubicación de los puntos de alimentación para todo el edificio; estaban colocados en el corredor, cerca del último apartamento de cada piso. El rompimiento de los muros de cada habitación generaba una inestabilidad, así que, la propuesta del contratista fue colocarlos en la zona del buitrón. La ingeniera evaluó la opción y fue aceptada.

Dos contratiempos graves que se presentaron fueron:

- El plano eléctrico no tenía relación alguna con la escala descrita y
- El contratista tomaba decisiones sin consultar.

La Directora de obra tomó la responsabilidad en este sentido. Las soluciones que presentó fueron:

- La elaboración del plano a escala
- Dialogo con el contratista respecto a cada decisión que fuera a realizar.
- Anotación, por parte del pasante, de actividades eléctricas realizadas en el día.

Estas indicaciones resolvieron el problema inicial y evitaron que ocurrieran inconvenientes mayores.

### **6.1.6 INTALACIONES SANITARIAS**

La localización de las instalaciones sanitarias comenzó con la ubicación de los puntos para desagüe, ejemplo: los puntos de lava manos, ducha, baño, lavadero, etc. Los más importantes a tener en cuenta, por su precisión, fueron los baños, debido a la capacidad limitada de maniobra en la instalación de un sanitario.

**Figura 9.** Instalaciones Sanitarias.



**Fuente:** Elaboración propia.

El pasante participó en la comprobación de puntos sanitarios en cada apartamento, observando que no faltara alguno, verificando la posición y evitando que el lugar de instalación estuviera en las vigas, riostras o viguetas.

Al construir la red sanitaria se debía evitar atravesar las vigas de concreto independientemente del tipo que fuese, hecho que el pasante comprobó, observando que cumplía con el proceso constructivo y con las especificaciones de la edificación. La siguiente actividad era la instalación y el amarre del acero de retracción.

#### 6.1.7 INSTALACION DE ACERO RETRACION Y TEMPERATURA

**Figura 10.** Refuerzo de retracción y temperatura.



**Fuente:** Elaboración propia.

Para evitar el fisurado de los 5 cm del espesor de la losa de concreto, la norma NSR-10 en el título C, inciso C.7.12 – Refuerzo de retracción y temperatura, establece la cuantía mínima de acero a suministrar y la separación máxima entre refuerzos. El ingeniero proyectista estableció que la dimensión del espacio entre aceros fuera de 45 cm, pero en la obra se realizó de 30 cm debido a que al aplicar

el dimensionamiento predispuesto en la primera placa, según la Directora de Obra, había presentado demasiada fisura. En C.7.12.2.2 de la misma norma dice que: “El refuerzo de retracción y temperatura no debe colocarse con una separación mayor de 5 veces el espesor de la losa ni de 450 mm<sup>5</sup>”; Esto quiere decir que la separación máxima para la placa no debía ser mayor que 25 cm, el pasante confirmo esta medida, y al ver que después del fraguado de la losa, no había fisuras importantes, no objeto por redimensionar. El siguiente paso era la fundición de la placa.

### **6.1.8 FUNDICION DE LA LOSA DE ENTREPISO**

La norma NSR-10 establece la calidad, el mezclado y la colocación del concreto, en el capítulo C.5 y también en el capítulo 4.8 del libro Construcción 1<sup>6</sup> hay recomendaciones para la ejecución del vaciado de una losa de concreto reforzado. Entre ellas están:

- Revisión del constructor y de la interventoría para vaciar.
- Preparación, transporte, colocación y compactación de la mezcla.
- Toma de muestras para controles de calidad y resistencia.
- Recorrido con la regla.
- Anotación en la bitácora.
- Protección y curado durante 7 días.
- Análisis de los resultados de los ensayos de resistencia a 7 y a 28 días.

Todos los puntos anteriores, fueron objeto de estudio y ejecución por parte del pasante. A continuación se describen con más detalle:

---

<sup>5</sup> REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE. Titulo C. 2010

<sup>6</sup> CONSTRUCCION. Volumen I

#### **6.1.8.1 REVISIÓN DEL CONSTRUCTOR Y DE LA INTERVENTORÍA PARA VACIAR.**

Durante la obra no hubo intervención de la interventoría debido a que la construcción era elaborada por la asociación dueña del proyecto. Entonces la revisión fue realizada por una persona delegada, el pasante y el constructor.

La verificación consistió en chequear el adecuado espacio para el recubrimiento de los aceros con concreto; también, con la comprobación del anclaje y el plomo de toda la formaleta, utilizada para vacíos y el cierre perimetral; además del chequeo de las instalaciones eléctricas, sanitarias y la estructura de soporte de la placa. Todo lo anterior descrito bajo lo establecido en los planos constructivos avalados por la curaduría de Popayán.

Esta revisión fue hecha dos días previos a la fundición de la placa. En el día primero los elementos por terminar eran pocos; el objetivo era encontrar errores para ser solucionados antes del vaciado del concreto. El segundo día fue para comprobar que todos los elementos, como las eventualidades, estuvieran terminadas, y para confirmar que la fundición sería realizada al día siguiente.

#### **6.1.8.2 PREPARACIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA.**

La empresa Predelca S.A. fue quien suministró el concreto premezclado. Utilizaron aproximadamente 32 m<sup>3</sup>, equivalente a 4 mixer llenos, con capacidad de 7 m<sup>3</sup>, más un mixer con 4 m<sup>3</sup>. El vaciado se realizó con una bomba para concreto y duró media jornada. Donde la directora de obra, el maestro constructor, el pasante y demás contratistas estuvieron presentes para solucionar cualquier eventualidad y constatar la fundición.

**Figura 11.** Mixer y bomba para concreto



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 12.** Fundición de la placa N°4.



**Fuente:** Elaboración propia.

### **6.1.8.3 TOMA DE MUESTRAS PARA CONTROLES DE CALIDAD Y RESISTENCIA.**

La toma de muestras para la verificación de resistencia a la compresión de la losa fue hecha según lo establecido en la NTC 454 (ASTM C172) y en el capítulo C.5.6 de la NSR-10. La administración a cargo de la anterior actividad fue la empresa Geoanálisis-Lab, quien suministró todos los elementos necesarios, como el personal, para la elaboración del ensayo. El pasante estuvo presente en toda esta actividad.

**Figura 13.** Cilindros.



**Fuente:** Elaboración propia.

### **6.1.8.4 RECORRIDO CON LA REGLA.**

Para garantizar el nivel de la losa nervada de concreto el instrumento utilizado fue el codal, el cual era manejado por el oficial, teniendo como referencia la altura de la formaleta de los vacíos y del cierre perimetral. El pasante cooperó en la dirección de la adecuada distribución y vibración de la mezcla de concreto.

**Figura 14.** Vaciado de concreto hasta el eje 5.



**Fuente:** Elaboración propia.

#### **6.1.8.5 ANOTACIÓN EN LA BITÁCORA.**

Una de las funciones del pasante era escribir las actividades y sucesos importantes que ocurrían durante el día en la bitácora. La fundición de la losa, es un evento que no fue excluido y no pasó desapercibido en la misma. Por tanto se subscribió la fecha, y el tiempo empleado para el vaciado del concreto, y las eventualidades que se presentaron, en este caso, no hubo ninguna.

#### **6.1.8.6 PROTECCIÓN Y CURADO DURANTE 7 DÍAS.**

El clima que presentó la ciudad de Popayán el día de la fundición fue muy favorable, debido a que no había presencia de lluvia y tampoco había una intensidad solar. Estaba nublado, y según registros del IDEAM las lluvias tendrían a ocasionarse a estancias de la tarde. Por tanto el fraguado del concreto no tuvo alteraciones.

El vaciado comenzó a mediados de la 9 am y terminó prácticamente a las 2 pm. La primera sección en cubrir con concreto, a las 2pm ya presentaba endurecimiento y las 6 pm todo la placa había fraguado. El curado empezó ese mismo día, en horas de la tarde, continuado por los siguientes, con un riego de agua en la mañana y en




la tarde. Las lluvias presentadas durante estos días en horas de la tarde ayudaron a desarrollar una buena resistencia en el concreto.

### 6.1.8.7 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A 7 Y A 28 DÍAS.

La siguiente imagen muestra los resultados de los ensayos realizados a los cilindros de concreto a los 7, 14 y 28 días después de la fundición.

**Figura 15.** Resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

		<b>RESISTENCIA A COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO HIDRAULICO</b>			VERSION: F2116 FECHA:						
OBRA: CONSTRUCCION EDIFICIO A 5 NIVELES - SENDERO DE PRAGA UBICACION: CARRERA 5A # 14 N 20 B/ EL RECUERDO SOLICITA: TRANSFORMAR PROYECTOS - ING XIMENA CARVAJAL MATERIALES: CONCRETO PREMEZCLADO - PREDELCA S.A.S											
MUEST No	FECHA FUNDIDA	LOCALIZACION	FECHA ROTURA	AST. Pg.	TIPO DE MEZCLA	RESISTENCIA PSI				OBSERVACIONES	
						P.S.I.	RESISTENCIA EN PSI				PROB A 28 DIAS
						Ton	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS		
1	03-mar-17	FUNDICION 4 PLACA	10-mar-17		3000	33,98	2679			3742	
2	03-mar-17		17-mar-17			38,52		3037			
3	03-mar-17		31-mar-17			46,21				3643	
4	03-mar-17		TESTIGO								
<b>PRENSA HIDRAULI</b> OBSERVACIONES: LA PROYECCION DE RESISTENCIA A 28 DIAS SE REALIZA CON LA CURVA DE SOLINGRAL LA CUAL SE ANEXA. NO OBTANTE SE DEBE TENER EN CUENTA QUE ESTA RELACION DEBE HACERSE CON UNA CURVA PROPIA DEL CONCRETO ENSAYADO. NOTA:											
ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD Calle 42N No.6-28 Barrio Vega de Prieto Tel. 0202306 Cel.3154683980 Popayán Email:geoanalislabs@hotmail.com											

**Fuente:** Elaboración propia.

Los anteriores datos sirvieron para garantizar la resistencia a la compresión y para determinar sí a los 14 días se podía desencofrar toda la placa; evento que pudo hacerse, debido que, a ese tiempo, ya presentaba la capacidad establecida de 3000 psi.

## 6.2. COLUMNAS CUARTO PISO

En las semanas siguientes, la obra empezó la construcción de 21 columnas y 2 pantallas estructurales en el cuarto piso; en las cuales, el pasante participó en el chequeo de acero suministrado, la revisión de amarre de aceros, el encofrado, la toma de plomos, la fundición y el curado, tomando las restricciones convenientes ante cada incertidumbre y defecto que surgía.

**Figura 16.** Columnas cuarto piso.



**Fuente:** Elaboración propia.

El proceso constructivo de las columnas comenzó previamente por identificar en los planos el tipo de columna a levantar. El edificio contaba, según las especificaciones, con tres tipos, definidas como C-1, C-2 y C-3 las cuales se diferenciaban por el dimensionamiento y el tipo de acero a utilizar.

**Figura 17.** Revestimiento de encofrado.



**Fuente:** Elaboración propia.

La columna tipo C-1, consistía en un dimensionamiento de 35 cm X 40 cm con 12 barras #5, la tipo C-2 tenía la misma dimensión y el mismo número de barras pero cambiaban en su diámetro, estas eran de #6; por último, la tipo C-3, posaba en una columna de 30 cm X 30 cm, en su dimensionamiento, y sus 12 barras radicaban en 4#5 y 8#4. En todas utilizaron estribos #3 espaciados según el despiece de las columnas.

Una vez identificada el tipo de columna junto con el maestro constructor, el pasante revisaba nuevamente los planos con el objetivo de interpretar y evitar contratiempos; después, una vez el maestro había dado las indicaciones a su equipo de trabajo, comprobaba que hubiera cumplido las especificaciones e indicaciones dadas. En ocasiones, el pasante, encontró columnas desplomadas, entonces, primero procedió a comunicar a la Directora de obra para hacer la observación al maestro del ajuste a realizar; en ausencia de ella, solo fue directamente al maestro. Luego, en presencia del pasante, el maestro corregía el desajuste, así cumplió con el chequeo y el aval para fundir.

**Figura 18.** Encofrado y Fundición.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 19.** Pantalla eje1.



**Fuente:** Elaboración propia.

Cuando fundían las columnas, el pasante comprobaba que el plomo no estuviera alterado. Solo en una ocasión se desplomó una columna durante la fundición, debido a que, una vez vaciado el concreto, la formaleta empezó a zarandearse, y esto desarticuló uno de los gatos que la mantenían. Cuando terminó la fundición, no era notoria la inclinación, debido al campo visual que tenía, pero una vez desmantelado los andamios, para fundir la columna siguiente, fue visible la inclinación en comparación a las demás, entonces el pasante comunicó al maestro el desplome y se procedió a reajustarla regulando los gatos laterales hasta que cumpliera con el nivel; En ese momento, el pasante, evaluó: el por qué había ocurrido y las previsiones para que no volviera ocurrir. Por lo demás, no hubo muchos contratiempos, el rendimiento de la fundición fue 12 columnas por semana, incluyendo las pantallas de concreto, en otras palabras, 2 columnas por día.

Para las columnas, la norma NSR-10 en el título C describe los requisitos de control estructural<sup>7</sup>. En él, están las normas técnicas, ensayos mínimos para los materiales, agregados, acero de refuerzo, materiales cementantes y demás para obtener una buena calidad en el concreto. En obra no hubo ensayos a los materiales, la constructora confió plenamente en las empresas proveedoras y en el acabado dado por el maestro constructor; la norma dice que se deben tomar muestras representativas y ponerlas a prueba<sup>8</sup>. El pasante verificó que los elementos constructivos tuvieran buena apariencia al llegar a la obra y residieran almacenados adecuadamente.

**Figura 20.** Grava.



**Fuente:** Elaboración propia.

Los incisos utilizados fueron C.5.7, C.5.8, C.5.9, C.5.10 y C.5.11. Esta descripción estará en detalle más adelante, en la elaboración de las columnas del quinto piso, debido a que se utilizó el mismo procedimiento. Así finalizaba la construcción de las columnas del cuarto piso, la actividad siguiente fue el erguimiento de la placa número 5.

---

<sup>7</sup> REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE. Titulo C. Capitulo C.3-Materiales.

<sup>8</sup> *Ibíd.*, p. C-25

### **6.3 DESENCOFRADO**

Durante la edificación de las columnas del cuarto piso, la Directora de obra y el pasante, evaluaban la posibilidad de desencofrar la placa N°4, a los 14 días, después de su fundición. Las bases para tomar la anterior decisión fueron: el resultado de los ensayos de resistencia a la compresión y la opinión de un ingeniero estructural; quien dijo, que la estructura podía desencofrarse, sí el concreto había desarrollado más del 80% de la resistencia de diseño.

A los 14 días el concreto presentó una capacidad portante de 3037 psi, es decir, mayor a la estipulada. La ingeniera entonces optó por desencofrar, debido a las condiciones de resistencia que el hormigón presentaba a esa fecha. El pasante siguió las órdenes del desmantelamiento, velando y coordinando la seguridad de los trabajadores y la de las residencias colindantes. Terminado el proceso anterior, empezó la edificación de la formaleta para la losa nervada del 5 piso.

## **6.4 LOSA NERVADA DEL QUINTO PISO**

### **6.4.1 ENCOFRADO**

El encofrado de la placa N°5 fue el mismo realizado para la placa N°4, no presentó ninguna alteración. El pasante, participó en la observación del nivel y el ajuste de toda la estructura.

De los detalles importantes, después de garantizar el nivel, era la sujeción de las cerchas y los gatos. Para lograrlo fue necesario la utilización de bastidores, de tablas de corta dimensión y de la supervisión por parte del pasante.

**Figura 21.** Cercha y gato.



**Fuente:** Elaboración propia.

Por cada cercha, hubo dos teleras para evitar el desplazamiento lateral de los tableros. Las tablas de corta dimensión fueron utilizadas para alcanzar el nivel requerido con los tacos y para mantener la posición.

Otra forma de garantizar la estabilidad del encofrado fue colocar los gatos en forma perpendicular a la losa y verificar que las cerchas encajaran entre estos; También, se utilizó alambre dulce y teleras entre gatos cuando no era posible una adecuada sujeción.

**Figura 22.** Gato y tijeras.



**Fuente:** Elaboración propia.

Una de las anotaciones dadas por el Ing. Luis Fernando Polanco, en el libro, Construcción 1, en el capítulo 4, es que durante la operación de vaciado del concreto, una persona permanentemente controle el comportamiento de la formaleta de soporte<sup>9</sup>. Esta recomendación, fue llevada a cabo por el personal del maestro constructor, por instrucción del pasante, y no hubo presencia de eventualidades extraordinarias.

#### 6.4.2 REPLANTEO Y AMARRE DE ACEROS

**Figura 23.** Amarre de losa N°5



**Fuente:** Elaboración propia.

Terminada la estructura de apoyo, inició el replanteo de las dimensiones de las vigas sobre los tableros. El diseño de la placa era el mismo de la anterior y el pasante participó, por indicación de la Directora de obra, en el rediseño de refuerzos.

El motivo del rediseño de las vigas fue la utilización óptima del acero sobrante en obra; La Directora comentó al pasante, que después de la fundición de la

---

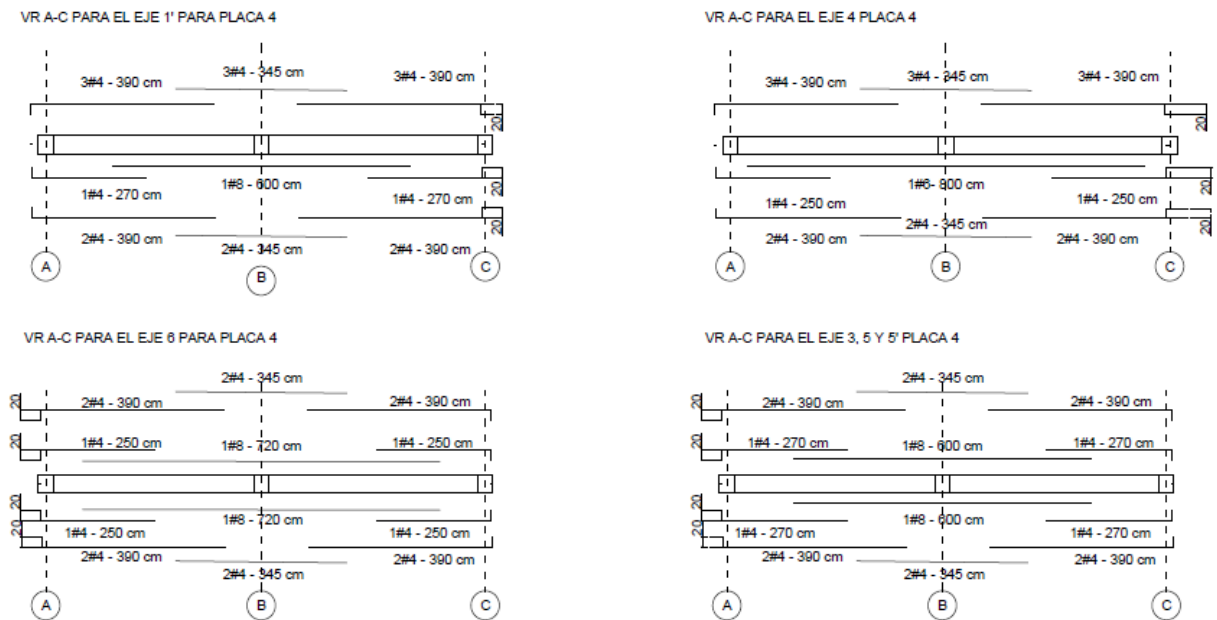
<sup>9</sup> ING. LUIS FERNANDO POLANCO. Construcción 1. Tomo 1.



cimentación, sobró bastante refuerzo, debido a una equivocación en el cálculo, por tal razón, dispuso que las barras sobrantes fueran esgrimidas en las placas del edificio. El pasante acató la orden, manejando el espacio entre barras dispuesto en la sección C.7.6-Límites del espacionamiento del refuerzo de la NSR-10 y apuntes obtenidos a lo largo del proceso universitario; Además, informó y guio al maestro en los nuevas indicaciones e inquietudes que se presentaron.

Las siguientes imágenes ilustran las vigas intervenidas por el pasante:

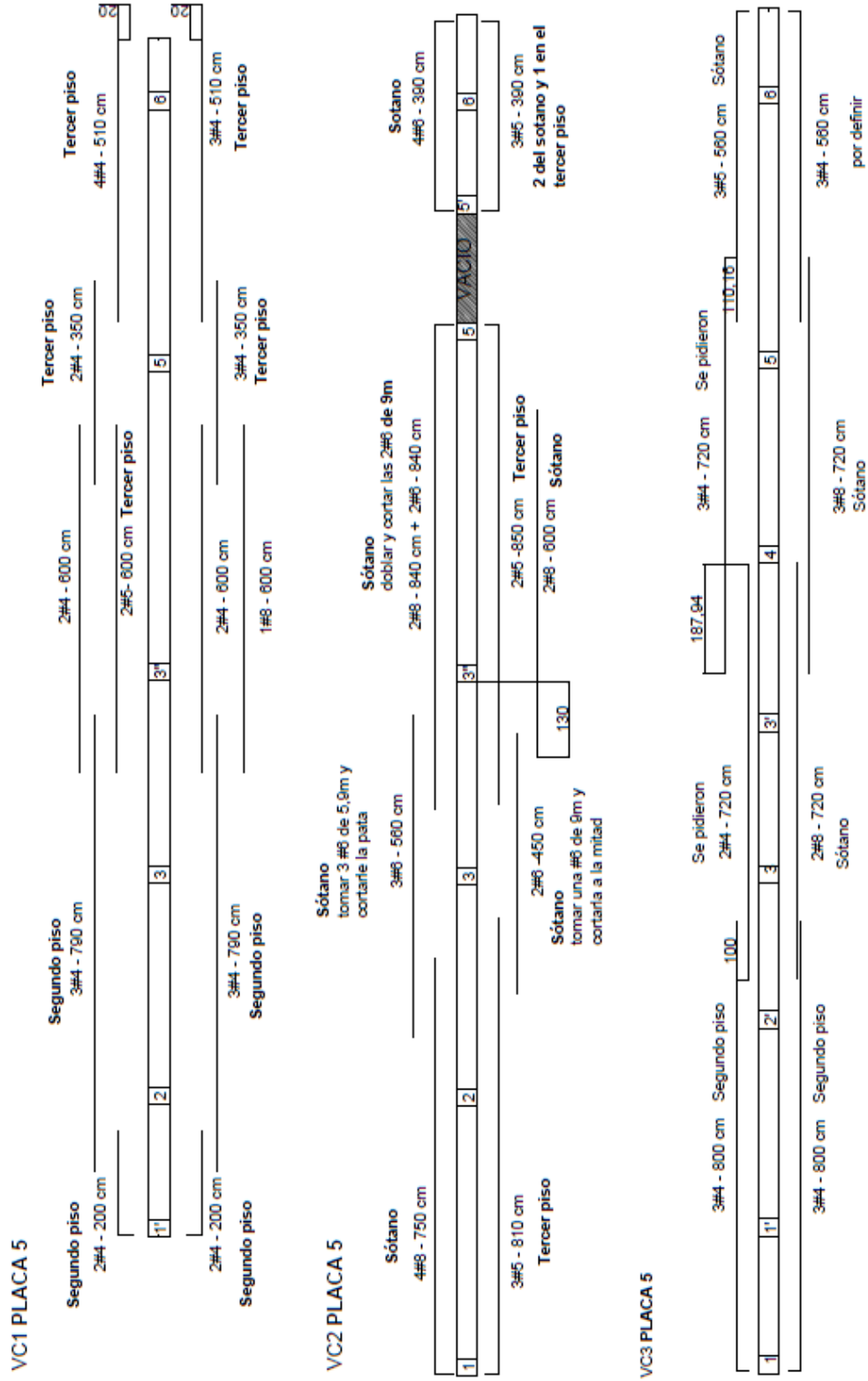
**Figura 24.** Vigas tipo VR. Placa N°4.



**Fuente:** Elaboración propia.

En la anterior figura el objetivo era adicionar barras N°8 y realizar el despiece; en la siguiente fue utilizar las barras sobrantes, distribuidas en el edificio. Para evitar errores de corte, el pasante especificó la zona donde estaban ubicados los aceros, dio indicaciones al maestro y supervisó el amarre y despiece en obra.

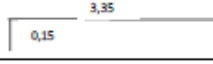
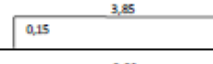
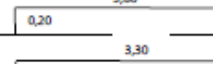
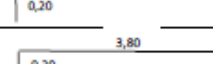
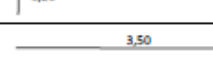

**Figura 25. Vigas tipo VC. Placa N°5.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Para un mayor rendimiento en la formación de la armadura de aceros, la empresa optó por comprar el refuerzo figurado; Terminado el diseño definitivo del despiece, el pasante, establecía el número, la longitud y la cantidad de barras a comprar; Por medio de lista, el almacenista comprobaba que el pedido llegado a obra, fuera el correspondiente.

**Figura 26.** Lista de acero figurado.

CARTILLA DE FIGURADO Y CANTIDADES							
REF	FIGURA SIN ESCALA	LONGITUD	CANTIDAD	#2	#3	#4	#5
VT2		3,5	5		17,5		
VT2		4	5			20	
VT2		4	5			20	
VT2		3,5	5			17,5	
VT3		4	22		88		
VT3		3,5	3				10,5

**Fuente:** Elaboración propia.

Un inconveniente, presentado en todo el proceso constructivo de amarre fue que en la viga VC3 de la placa 5, entre ejes 1 y 2', la distancia en campo era 30 cm menos de la especificada en los planos. La razón de este acontecimiento es que durante el replanteo, el topógrafo, alineó inadecuadamente la columna de ejes c y 1', afectando el despiece de la viga. Sin embargo, el rediseño mantuvo las dimensiones de campo y la distribución de vigas más acertada.

### 6.4.3 CIERRE PERIMETRAL Y UBICACIÓN DE CASETONES

Terminado el amarre de la placa N°5, inició la instalación del refuerzo, para el mortero de cielo; también la formaleta de vacíos y cierre perimetral.

En el proceso de reutilizar la formaleta usada en otras fundiciones primero se limpiaba de todo residuo de concreto y luego volvía a revestirse con ACPM; Para

desecharla, observaban que presentara un pandeo notable o un mal aspecto. Las condiciones climáticas y el desencofrado afectaban la formaleta, por tanto hubo que adecuar zonas de almacenamiento y de reparación. El pasante participó en la revisión del estado de la formaleta.

Finalizado el encofrado comenzó la ubicación de los elementos aligerantes y el vaciado de mortero. Para esta losa hubo un rediseño de casetones, debido a que algunas instalaciones hidrosanitarias de la placa N°4 no permitían un recubrimiento adecuado para los nervios. Con el nuevo diseño establecido tomaron las nuevas dimensiones de los casetones para la respectiva compra. El mortero para cielo fue vaciado en los artesones no marcados de la placa (los marcados eran para instalaciones sanitarias).

**Figura 27.** Casetones sin relleno.



**Fuente:** Elaboración propia.

La placa N°5 presentó la falta de llenado de casetones debido a una marcación equivocada, el error no fue evidente durante la fundición, solo cuando removieron, la formaleta de la losa, pudo observarse la falla.

Para proteger las residencias colindantes se utilizó poli sombra en las partes mas propensas a producir el daño. Cuando finalizó la instalación de los elementos aligerantes y la formaleta, inició la ubicación de puntos eléctricos e hidrosanitarios.

Los puntos eléctricos e hidrosanitarios no fueron diferentes a los de las losas anteriores por tanto, los contratistas manejaron las indicaciones establecidas con anterioridad, bajo revisión por parte de la Directora de obra y el pasante.

Seguidamente empezó la instalación del acero de retracción y temperatura de la losa y la evaluación del armado de la placa para dar el aval de fundición. El pasante estuvo presente, revisando y corrigiendo el recubrimiento mínimo de las vigas, el cumplimiento de las especificaciones de los planos y la estabilidad del encofrado.

**Figura 28.** Placa 5.



**Fuente:** Elaboración propia.

#### **6.4.4 FUNDICION DE LA LOSA DE ENTREPISO N°5**

La fundición nuevamente fue intervenida con concreto premezclado de la empresa Predelca S.A. y vaciado por medio de bomba para concreto; el procedimiento fue supervisado por la Directora de obra, contratistas eléctricos e hidrosanitarios y el pasante; este último, intervino en la distribución y vibrado del hormigón.

**Figura 29.**Lubricado



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 30.** Inicio de fundición



**Fuente:** Elaboración propia.

La elaboración de cilindros para el ensayo de resistencia a la compresión, esta vez no fue realizada.

#### 6.4.4.1 CLIMA

El clima durante el vaciado de concreto fue variable. Durante las primeras horas de la mañana el día presentaba un ambiente frío y nublado; a eso de las 10 am, empezó a tornarse luminoso y claro, generando un ambiente más cálido, y a eso de las 11 am, la intensidad solar comenzó a generar unas temperaturas elevadas que perduraron hasta la tarde. El cambio de clima a medio día produjo que el concreto fundido inicialmente fragura con rapidez y que su retracción fuese agresiva. El diseño del acero de retracción y temperatura optado en la placa anterior presentó minúsculas deficiencias al observarse que en el concreto había ligeras fisuras. Para evitar un mayor agrietamiento, el pasante constató el curado del concreto en estado húmedo, ordenado por la Directora de obra.

**Figura 31.** Inicio de fundición



**Fuente:** Elaboración propia.

El estado climático de los siguientes días, después de la fundición, apoyó en el desarrollo de la resistencia del concreto. El concreto fue humedecido en horas de la mañana y de la tarde por el personal presente en obra; acompañados de lluvias naturales que duraban casi toda la noche.

A los tres días siguientes del vaciado del concreto culminó el desencofrado perimetral de la losa, como también el desmantelamiento de la poli sombra; juntamente, los obreros realizaban el amarre de las columnas del quinto piso y el pasante verificaba el ajuste de aceros.

**Figura 32.** Placa 5



**Fuente:** Elaboración propia.

## **6.5 COLUMNAS DEL QUINTO PISO**

Para las columnas, la empresa optó por comprar el faltante de longitud de acero en diámetro de barra número 5, cambiando el diseño de todas las columnas C-2, que eran un diámetro mayor.

El proceso constructivo para el erguimiento de las columnas y las pantallas de concreto estuvo regido según los incisos de la NRS-10 en el título C, sección C.5. A continuación se describe los procedimientos donde el pasante estuvo presente:



**Figura 33.** Fundición de columna



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 34.** Fundición de columna



**Fuente:** Elaboración propia.

### **6.5.1 PREPARACIÓN DEL EQUIPO Y DEL LUGAR DE COLACIÓN**

Los equipos utilizados en la fundición de las columnas y de las pantallas fueron: buggies, pluma grua, vibrador eléctrico y mezcladora.

Todos los elementos que obstruyeran la calidad del concreto, como escombros, estuvieron fuera del área de vaciado del concreto.

El encofrado fue recubierto con ACPM para garantizar un desmoldado adecuado y una buena apariencia en las columnas.

Tuberías, como eléctrica, sanitaria o de agua potable, no atravesaban el interior de las columnas, por tanto no hubo ninguna preocupación por esta parte.

**Figura 35.** Columnas del último nivel



**Fuente:** Elaboración propia.

### **6.5.2 MEZCLADO**

El diseño de mezclas fue tenido en cuenta en este punto, garantizando la dosificación por volumen de los agregados (1:3:4). Inicialmente, era suministrado agregado grueso con agua en la mezcladora, luego el cemento y seguidamente el restante de arena y agregado.

La mezcladora tenía una capacidad para dos bultos de cemento, manejando una velocidad entre 28 y 32 rpm, funcionaba a gasolina, y sus características no eran alteradas por parte del operario.

El pasante cronometró el mezclado de los elementos utilizados en la creación de concreto, obteniendo entre 3 y 4 min el tiempo de mezclado para la homogenización.

### **6.5.3 TRANSPORTE**

El hormigón era directamente vaciado sobre el bache de la pluma grúa, la cual elevaba el concreto hasta el piso quinto donde era regado en el buggie para ser

llevado al lugar de vaciado. Se utilizaron dos buggies para mantener una velocidad constante en la fundición. El ciclo duraba alrededor de 7 min.

#### **6.5.4 COLOCACIÓN**

El concreto fue vaciado por medio de baldes una vez el buggy llegara al área de fundición; después, era vibrado por medio del vibrador eléctrico, repitiendo todo este procedimiento, hasta alcanzar la altura de la columna.

El pasante observó que el concreto no fuera alterado por adicción de agua y que el vibrado, no fuera excesivo.

**Figura 36.** Fundición de columna C2



**Fuente:** Elaboración propia.

#### **6.5.5 CURADO**

Debido a la temperatura promedio que sostiene la ciudad de Popayán puede decirse que el concreto mantenía más de 10 °C y estuvo en condiciones húmedas, cumpliendo con la sección C.5.11 de la NSR-10.

**Figura 37.** Columnas de la placa N°5



**Fuente:** Elaboración propia.

## 6.6 DESENCOFRADO

Terminando la fundición de las columnas comenzó el desmantelamiento del encofrado de la placa N°5. El pasante estuvo presente en el desencofrado y observó los casetones que no habían sido llenados con la torta de mortero. El suceso fue informado a la directora de obra y al maestro constructor, seguidamente inició la reparación.

**Figura 38.** Casetones no rellenos con mortero



**Fuente:** Elaboración propia.

## 6.7 REPARACION DE VACIOS

La solución para el revestimiento de los casetones no rellenos fue utilizar una malla con vena, la mezcla de mortero y la formaleta. La anterior actividad la realizó un oficial y estuvo supervisada por el pasante.

**Figura 39.** Reparación de casetones no rellenos



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 40.** Reparación de casetones no rellenos

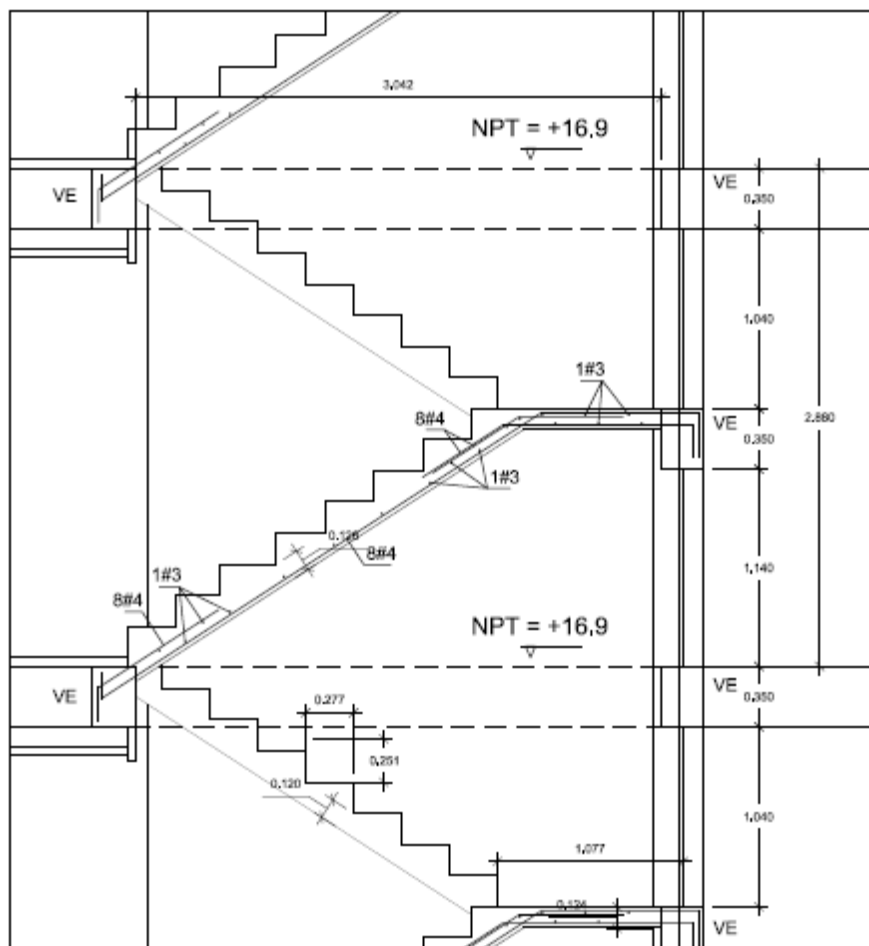


**Fuente:** Elaboración propia.

## 6.8 ESCALERAS

Otra de las construcciones realizadas en la obra fue el erguimiento de las escaleras. El edificio Sendero de Praga está diseñado con gradas para llegar a cada piso. Estas, fueron descritas en el plano de diseño y su construcción fue revisada por el pasante.

**Figura 41.** Plano arquitectónico de las escaleras



**Fuente:** Transformarproyectos

Las escaleras están conformadas por (8) barras longitudinales #4 y (12) barras transversales #3 con dimensiones de 4 m y 1.20 m respectivamente, para todas las secciones.

La correcta elaboración de las escaleras dependió del buen replanteo y de la formación de la formaleta. El pasante estuvo presente en el erguimiento de la escalera como en la fundición.

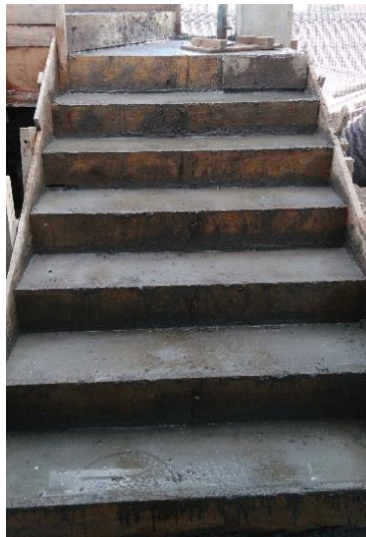
**Figura 42.** Elaboración de gradas del último nivel



**Fuente:** Elaboración propia.

Las gradas fueron realizadas por un oficial a cargo del maestro constructor bajo la supervisión del pasante. El pasante revisó el encofrado, la sujeción de los gatos, la fundición y el curado.

**Figura 43.** Elaboración de gradas del último nivel



**Fuente:** Elaboración propia.

Anteriormente, un oficial, había realizado unas escaleras ubicadas en el sótano que subían al primer piso; después del desencofrado se observó que, la parte inferior, tenía una deformación notable ocasionada por el desajuste de los gatos hidráulicos. Por tanto el pasante constató que la formación de las siguientes escaleras cumpliera con el diseño del plano, tuviera una formaleta nivelada y resistente; y además, que los gatos estuvieran perfectamente ajustados.

**Figura 44.** Gradas ubicadas en el sótano



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 45.** Gradas ubicadas en el cuarto piso



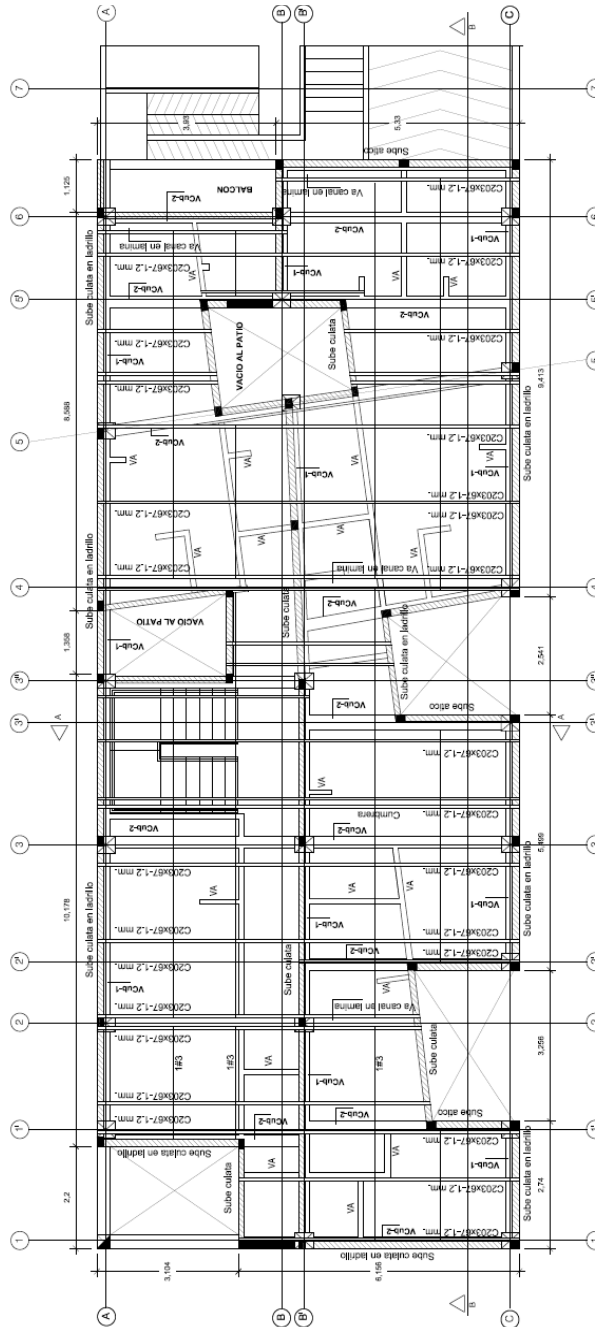
**Fuente:** Elaboración propia.



## 6.9 CUBIERTA

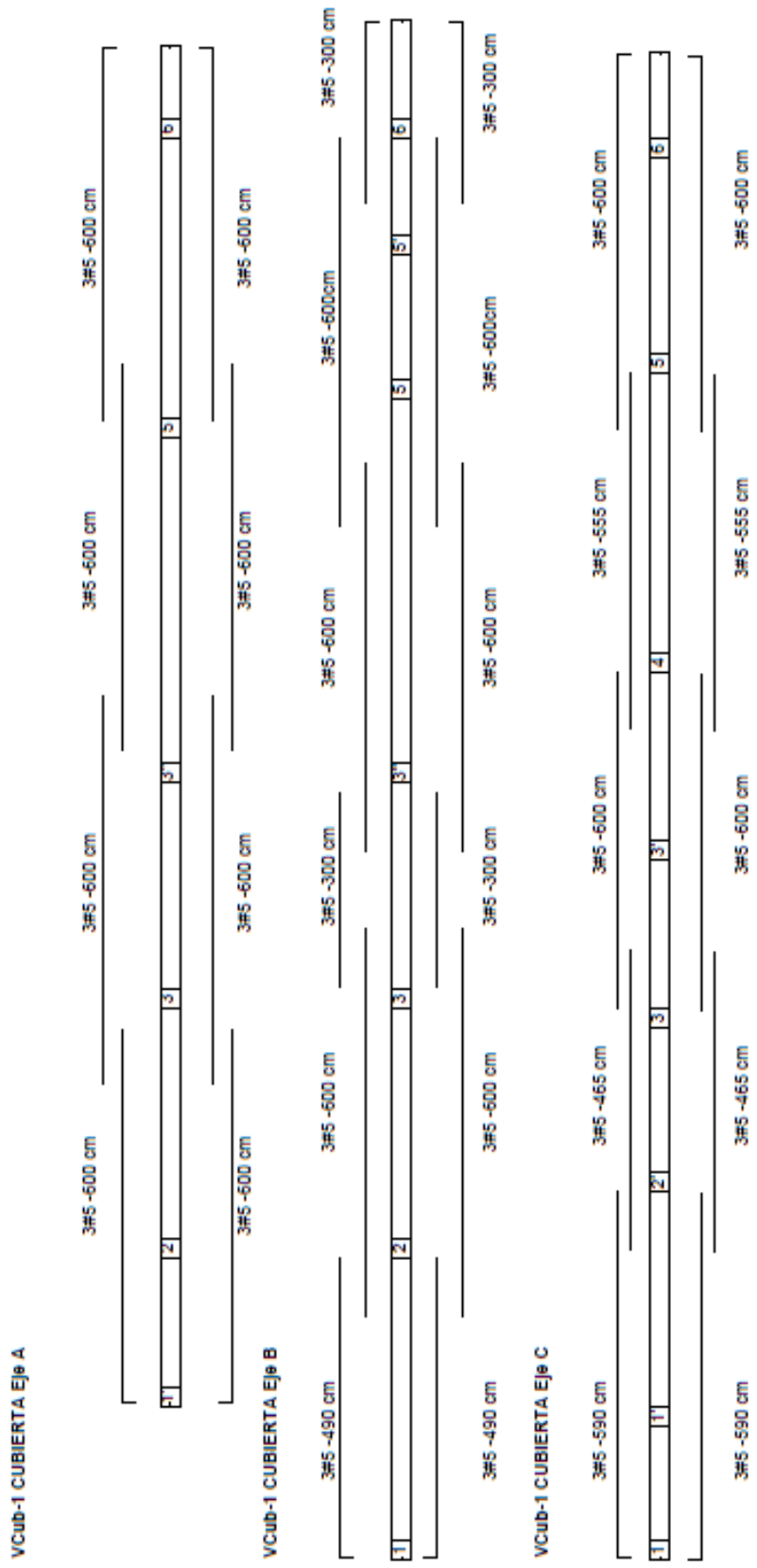
Culminada la elaboración de columnas del quinto nivel del edificio, inició la construcción de las vigas de cubierta; las cuales están identificadas como VCub-1 y VCub-2.

Figura 46. Plano de cubierta



Fuente: Transformarproyectos.

**Figura 47. Plano de vigas de cubierta.**

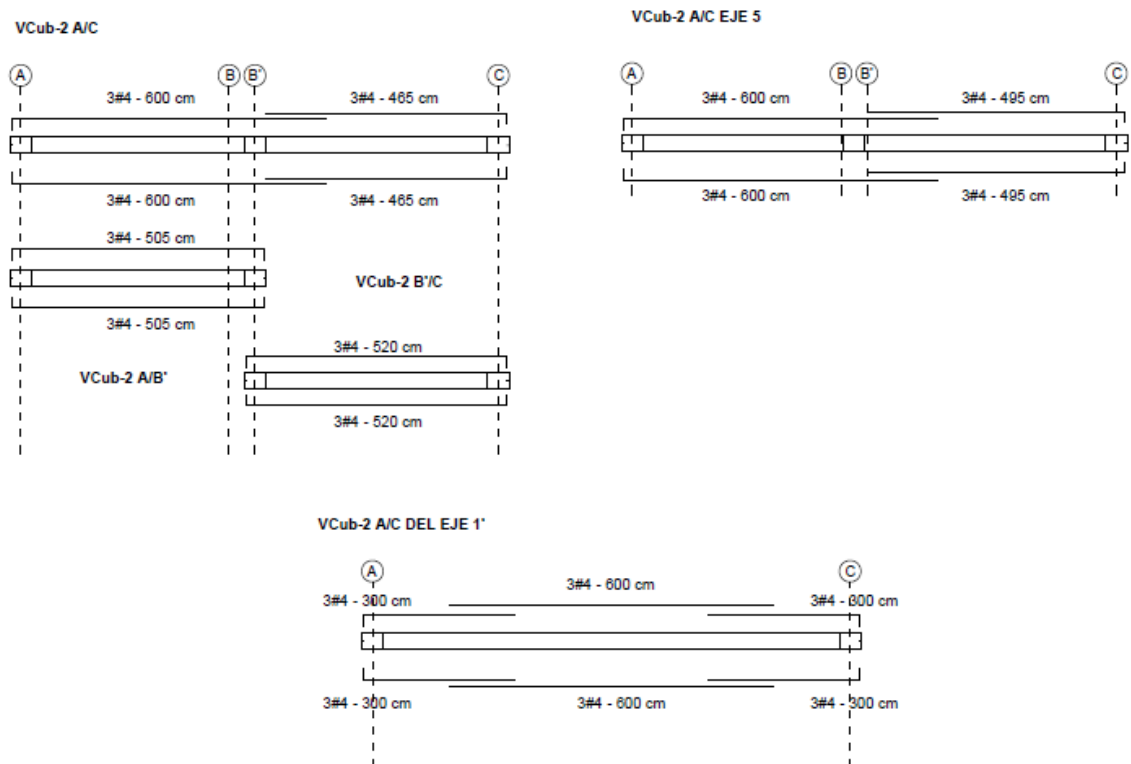


**Fuente:** Elaboración propia.

Las vigas tipo VCub fueron guiadas por el pasante, el cual estableció el despiece y la cuantía de acero para la posterior compra y ubicación en obra, sin cambiar las dimensiones predispuesta de las vigas establecidas en los planos arquitectónicos. La *Figura 70. Plano de vigas de cubierta* muestra la distribución de aceros para la cubierta utilizada en obra.

La norma NSR-10 establece el gancho estándar del refuerzo. Para las vigas de cubierta el dobléz fue de 90° con una extensión de 12 veces el diámetro de la barra; para los dos tipos de diámetros, el pasante estableció la longitud del gancho como 20 cm por facilidades de construcción<sup>10</sup>.

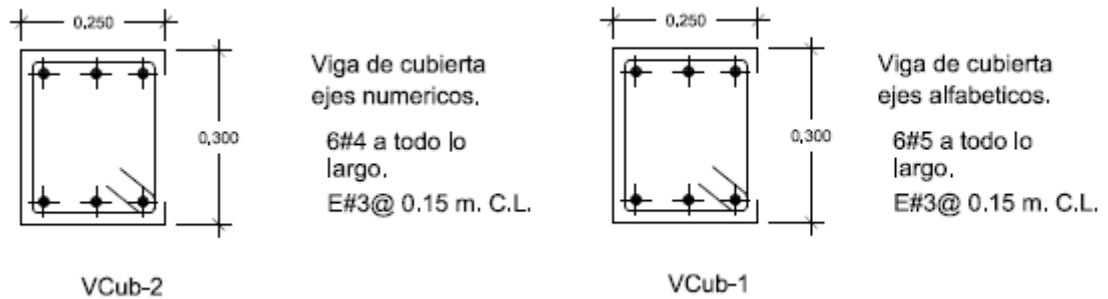
**Figura 48.** Vigas de cubierta



**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>10</sup> REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE. Titulo C.

**Figura 49.** Vigas de cubierta.



**Fuente:** Transformarproyectos

Los estribos fueron doblados en frio con una longitud de 92 cm incluyendo los ganchos de 7 cm, cumpliendo con el diámetro mínimo de doblado y las recomendaciones estipuladas en los incisos C.7.2 y C.7.3 de la norma NSR-10. El pasante observó el corte y la elaboración del acero transversal.

Con el diseño definido el pasante concertó la distribución de aceros en la cubierta con el maestro constructor, y junto con él, se realizó el encofrado, el replanteo y la ubicación de las barras de acero.

### **6.9.1 ENCOFRADO Y REPLANTEO DE CUBIERTA**

El encofrado fue establecido de tal forma que garantizara la altura de las vigas de cubierta, establecida en el plano arquitectónico como 2,45 m. El pasante estuvo en la formación de la estructura de apoyo, observando que cumpliera con el nivel establecido y velando por la seguridad de los obreros. Después, siguió el replanteo de las Vigas tipo VCub-1. El pasante estuvo presente en la marcación de las vigas de cubierta.

**Figura 50.** Encofrado de vigas de cubierta



**Fuente:** Elaboración propia.

Terminado el replanteo de las Vigas tipo VCub-1, comenzó el amarre de aceros donde el pasante estuvo supervisando la cantidad de barras, el cumplimiento de las dimensiones y la sujeción de los estribos. Los anteriores procedimientos también se realizaron con las vigas tipo VCub-2. El paso siguiente fue el encofrado.

**Figura 51.** Amarre de vigas de cubierta

**Figura 52.** Recubrimiento de encofrado



**Fuente:** Elaboración propia.



**Fuente:** Elaboración propia.

La formaleta estuvo revestida, en una de sus caras, por ACPM, para dar un buen acabado a la viga de cubierta y también para facilitar el desencofrado. El pasante observó que se garantizara el recubrimiento de la viga y que el encofrado no estuviera desajustado, como lo indica la tolerancia en el concreto, definido en la norma NSR inciso C.7.5.2.1 y lo indica el punto C.6.1.3 sobre la conservación de la posición y forma del encofrado. Finalizada la anterior actividad siguió la fundición.

### 6.9.2 FUNDICION DE VIGAS DE CUBIERTA

Antes de la fundición, el pasante y el maestro constructor, ubicaron las zonas donde iban estar las cumbreras y los canales, dispuestos para el techado, con el fin de establecer las columnetas que sostendrían la cinta de amarre, los perlines y las hojas de asbesto cemento.

**Figura 53.** Fundición de vigas de cubierta.



**Fuente:** Elaboración propia.

El vaciado de concreto para la viga de cubierta fue realizado en tres partes. Primeramente fueron recubiertas con concreto las vigas VCub encontradas entre los ejes 1 y 3, mientras era realizado el encofrado de las demás vigas.

Seguidamente se fundió las vigas entre los ejes 3 y 5 y por ultimo las realizadas entre 5 y 6'. El pasante supervisó la fundición, el vibrado del concreto y el uso de adhesivo para concreto nuevo sobre concreto viejo, observando la sección C.5.10 de la NSR-10, que habla sobre la colocación del concreto.

### 6.9.3 CURADO

Después del vaciado de concreto comenzó el curado, el cual fue realizado en las horas de la mañana y de la tarde, basado en notas de construcción adquiridas durante el proceso universitario y lo establecido en el inciso C.5.11.1 de la NSR-10. Así concluía la construcción de las vigas de cubierta. La actividad que continuaba era el levantamiento de los muros de cubierta y la elaboración de la cinta de amarre.

**Figura 54.**Desencofrado de vigas de cubierta.



**Fuente:** Elaboración propia.

#### 6.9.4 MAMPOSTERIA EN CUBIERTA

Los muros de cubierta fueron realizados con ladrillo farol y mortero de pega; los elementos que los acompañaron fueron: la alfajía de doble ala y las columnetas, estas últimas, disponían de anclajes, para el mantenimiento del edificio en la parte externa. El pasante participó en la toma de plomos y la linealidad de los muros, también en la construcción de las columnetas, observando la norma sismo resistente del 2010.

**Figura 55.** Muros de cubierta.



**Fuente:** Elaboración propia.

#### 6.9.5 ALFAJIA

El diseño original de la alfajía correspondía a un ala, pero terminó acordándose la elaboración con dos para mejorar el escurrimiento del agua. El pasante participó en el proceso constructivo de la alfajía; supervisando la elaboración del encofrado, el amarre de aceros y la fundición; con apoyo de las secciones C.5 y C.6 de la norma NSR-10.



**Figura 56.** Recubrimiento alfajía.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 57.** Alfajía.

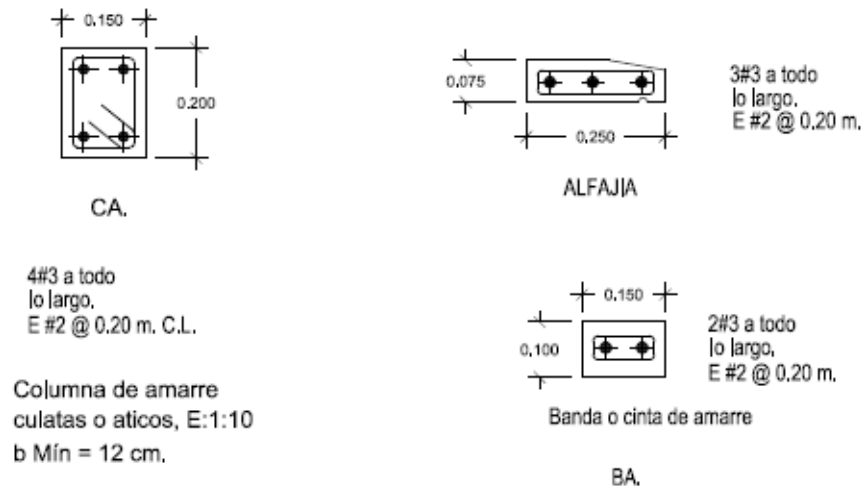


**Fuente:** Elaboración propia.

#### **6.9.6 CINTA DE AMARRE**

Durante la formación de la alfajía también se constituía la cinta de amarre, la cual fue replantada, encofrada y fundida en presencia del pasante, también teniendo en cuenta las secciones de encofrado y colocación del concreto, descritas en la NSR-10, título C. Antes del vaciado del concreto fueron puestos los aceros que iban a sujetar los perlines; donde el pasante observó que cumplieran con la ubicación establecida en el plano de cubierta. Terminado este proceso, inició el curado de la banda de amarre y la formación de la estructura metálica, según recomendaciones recibidas en el proceso instructivo y órdenes dadas por parte de la directora de obra.

**Figura 58.** Detalles de refuerzo.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 59.** Cinta de amarre



**Fuente:** Elaboración propia.

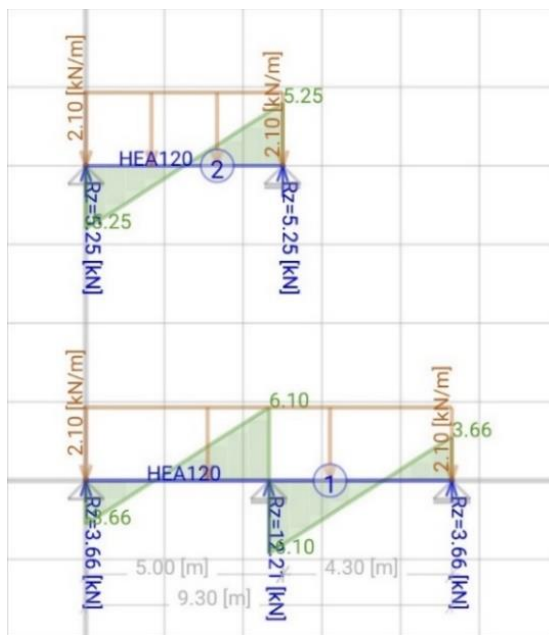
## 6.10 CARPINTERIA METALICA

Para la estructura metálica, la directora de obra decidió, a criterio propio, cambiar el calibre y mantener la dimensión de los perlines, para garantizar una mayor

resistencia. El pasante cooperó en el cálculo de cantidad y evaluación de la capacidad portante, teniendo como fundamento las especificaciones dadas en los planos estructurales y examinando los posibles perlines, bajo efecto de esfuerzos cortantes y de flexión.

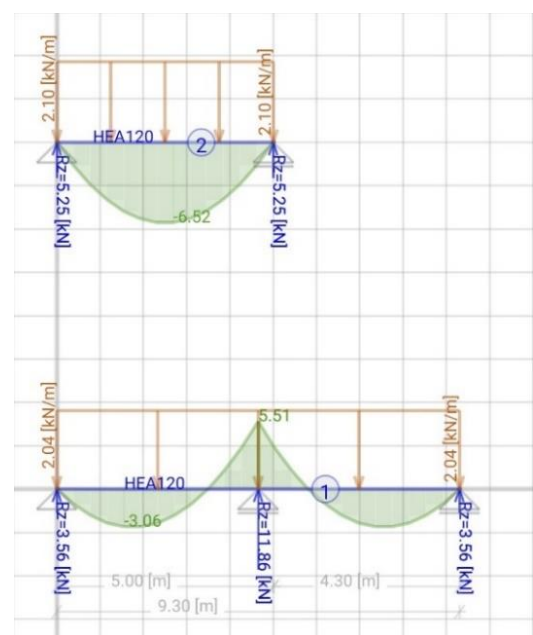
El pasante, de acuerdo a las cargas establecidas en la NSR-10, calculó una carga distribuida de 2.1 kN/m; esta fue evaluada en dos condiciones: en un sistema simplemente apoyado y el otro, como viga continua. Los siguientes son los datos obtenidos:

**Figura 60.** Esfuerzo cortante.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 61.** Esfuerzo de flexión.



**Fuente:** Elaboración propia.

La dimensión del perfil tipo C, descrita en el plano, corresponde a 203x67-1.2 mm con tensores cada 1700 mm. El Manual Técnico de perfiles de la compañía ACESCO dice que este tipo de perfil tiene una resistencia a la flexión de 6.07 kNm y a cortante de 7.83 KN<sup>11</sup>. Esto último indica que el perline no era adecuado y que un calibre mayor, manteniendo las dimensiones, era la mejor decisión.

<sup>11</sup> MANUAL TECNICO DE PERFILES. ACESCO. 2016.

**Figura 62.** Estructura metálica.



**Fuente:** Elaboración propia.

Toda la estructura metálica estuvo a cargo de un contratista quien se comprometió a terminar toda la estructura soldada y recubierta con pintura anticorrosiva. El pasante revisó las uniones de la estructura y además que cumpliera con lo estipulado en el plano arquitectónico de cubierta.

### **6.11 TECHADO**

Finalizada la estructura metálica, comenzó el techado de la cubierta con hojas de asbesto cemento. El pasante observó que las hojas de eternit fueran transportadas adecuadamente; también supervisó el corte, empalme y la sujeción de las hojas; y el sellado de los puntos de sujeción, junto con la ubicación de las solapas. Así terminaba la construcción de la cubierta.

**Figura 63. Techado**



**Fuente:** Elaboración propia.

## **6.12 MAMPOSTERIA**

Al mismo tiempo que el personal realizaba la edificación de columnas y la losas aligeradas, erguían los muros de mampostería para cada nivel, según la viabilidad de las zonas; Estos, están conformados por columnetas, ladrillo farol y anclajes horizontales. En la norma se definen según el capítulo E.3, sección E.3.1, como muros no estructurales.

Para tener un rendimiento alto en la construcción de muros, la empresa contrató por medio del maestro, dos contratistas especialistas en pega de ladrillos farol. Una vez inscritos a la ARL, los nuevos obreros recibieron las reglas básicas de la empresa, como ejemplo, les fue anunciado que debían portar el casco y botas con punta de acero siempre que estuvieren dentro de la obra. Además cada vez que iniciaran un nuevo muro, debían informar y esperar a que el replanteo fuese realizado junto con el maestro o por la ingeniera o por el pasante. El pasante verificó que las indicaciones básicas se llevaran a cabo y además colaboró con replanteos de muros.

En el primer piso del edificio, Sendero de Praga, están los 2 locales destinados al comercio, también está la recepción y tres aparta-estudios. Estos últimos, están constituidos por sala, alcoba, baño y cocina. Para los demás pisos hay 5 apartamentos por cada nivel sin modificaciones, es decir, basados en un mismo diseño.

Para garantizar la calidad de los muros el pasante tuvo en cuenta las indicaciones de la Directora de obra, los planos arquitectónicos, incisos del título E de la norma NSR-10, toma de plomos y revisión de anclajes.

**Figura 64.** Revisión



**Fuente:** Elaboración propia.

Debido a que los muros son arquitectónicos, no hay muchas especificaciones en la norma NSR-10 para tales muros. Del título E de la norma, el pasante tuvo en cuenta la definición de muros no estructurales (E.3.1.1.2), el amarre de muros no estructurales(E.3.1.3), pérdida de sección (E.3.1,4) y muros divisorios (E.5.3) ;otras precauciones fueron: el almacenamiento de materiales, dosificación del mortero de pega, agregados, agua, mortero de pega y refuerzos de juntas.

**Figura 65.** Mampostería.



**Fuente:** Elaboración propia.

Durante la inspección de la Directora de obra y el Arquitecto, surgieron cambios de posiciones de muros. Estas nuevas disposiciones provocaban la demolición de muros y el respectivo replanteamiento. El pasante estuvo presente en las nuevas indicaciones y las llevó acabo, encaminando al contratista a cargo.

**Figura 66.** Toma de plomo.



**Fuente:** Elaboración propia.

Para el mortero de pega no hubo ensayos de resistencia, descrito por la Norma Sismo Resistente del 2010 en la sección D.3.8.1.1 (Morteros de pega), tampoco los ensayos de las unidades de mampostería, descritos en la misma sección.

Las columnetas comprenden las siguientes dimensiones: 20 cm de largo, 10 cm de ancho y 246 cm de alto. De refuerzo tenían: 4 barras longitudinales #4 y estribos #3 espaciados cada 15 cm.

**Figura 67.** Refuerzo de columneta



**Fuente:** Elaboración propia.

La fundición de las columnetas estaba precedida por la inspección de amarre de aceros, la revisión de anclajes con el aditivo epóxico y la verificación de la resistencia de la formaleta y la comprobación del plomo, por parte del pasante. Las primeras fundiciones de columnetas no fueron muy exitosas, debido a que quedaban zonas sin cubrir por el concreto, por tanto el pasante recomendó a la ingeniera la disminución de los estribos. Aun así, siguieron surgiendo columnetas en mal aspecto, a pesar de que el tamaño del agregado cumpliera con la sección C.3.3.2 donde define las dimensiones máximas de agregado grueso; entonces se procedió a reducir el agregado de 3/4 a 1/2. Estas modificaciones mejoraron la calidad de las columnetas debido a que el problema estaba en el espaciamiento entre los estribos y la formaleta.



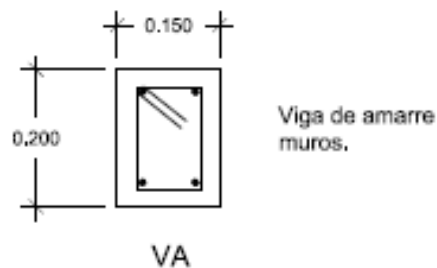
En los muros de mampostería del quinto piso, además de garantizar los niveles y los plomos, había que asegurarlos con la viga de amarre de muros. El pasante supervisó el anclaje, el amarre de aceros, el encofrado, la fundición y el curado de las vigas tipo VA.

**Figura 68.** Vigas de amarre muros



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 69.** Vigas de amarre muros



**Fuente:** Elaboración propia.

En la parte de mampostería el pasante tomó las dimensiones de cada muro junto con el maestro para la realización de las actas de pago. Las medidas de muros eran realizadas cada 15 días, y se hizo para toda la obra referida a muros.

### 6.13 CIELO RASO

Una vez terminado cada piso con el levante de los muros en mampostería y la fundición de las columnetas, comenzó el repello del cielo raso para cada nivel.

La dosificación para el repello fue de 1:4 y fue llevada por un oficial con la participación del pasante en revisión de niveles. También, el pasante cooperó con la medición de los cielos rasos terminados para las actas de pago.

**Figura 70.** Verificación de nivel



**Fuente:** Elaboración propia.

El pasante verificó que la arena a utilizar para el repello estuviera limpia y cernida. Además, que no hubiera tanto desperdicio de pañete y también que, antes de comenzar, la zona, estuviera sin virutas de concreto. Este procedimiento se realizó para cada apartamento hasta culminar el acabado de cielo raso de todo el edificio.

## 6.14 PRESUPUESTO

En la parte del presupuesto el pasante solo participó en la medición de los elementos construidos cada 15 y 30 del mes, para la elaboración de las actas de pago.

Los valores económicos que comprende este proyecto son los obtenidos durante los meses de pasantía y los referentes a la obra gris. La siguiente imagen ilustra el presupuesto inicial del edificio Sendero de Praga.

**Tabla 1.** Formato presupuesto de obra

TRANSFORMAR PROYECTOS S.A.S		FORMATO					
		Presupuesto de Obra					
		PROGRAMA DE CONSTRUCCION					
EDIFICIO SENDERO DE PRAGA. BARRIO EL RECUERDO - POPAYAN							
Presupuesto General							
Cod	Item	Unidad Medida	Cantidad Obra	Valor Unitario	Valor Parcial	Valor Capitulo	13/06/2016 Incidencia %
100	<b>DESMONTES Y DEMOLICION</b>		-	-	-	\$27.024.295	2,39%
200	<b>PRELIMINARES</b>		-	-	-	\$14.977.551	1,32%
201	Cubierta del campamento en eternit reutilizado, incluye estructura	M2	32,00	\$19.562	\$625.987		
202	Cierre en zinc con guadua	M2	45,00	\$14.492	\$652.133		
203	Cierre de muro con esterilla para campamento	M2	120,00	\$16.121	\$1.934.526		
204	Puertas en madera para bodega con candado	UN	2,00	\$83.169	\$166.338		
205	Letreros de precaución	UN	2,00	\$81.443	\$162.886		
206	Excavacion manual, incluye retiro	m3	383,00	\$29.858	\$11.435.680		
207	Excavacion con máquina. Incluye bote en el sitio para relleno	M3	-	\$11.248	\$0		
208	Excavacion con máquina. Incluye retiro	M3	-	\$18.503	\$0		
220	<b>CIMENTACION Y ESTRUCTURA</b>					\$436.804.244	38,61%
221	Localización y replanteo losa de cimentación, semi-sótano	M2	235,29	\$7.798	\$1.834.744		
222	Localización y replanteo muros	ML	910,00	\$1.673	\$1.522.247		
223	Relleno compactado con material del sitio, incluye acarreo	M3	\$110,00	\$18.036	\$1.983.939		
224	Relleno compactado con material importado, incluye acarreo	M3	120,00	\$57.036	\$6.844.297		
225	SOLADO EN CONCRETO (2500 PSI)	M3	10,94	\$408.546	\$4.468.188		
226	HIERRO 3/8 - 1" FIGURADO	KG	78.500	\$3.016	\$201.230.022		
227	CONCRETO 3.00 PSI, INCLUYE FORMALETA	M3	410,00	\$528.993	\$216.886.933		
228	ICOPOPOR DERIVAS VECINOS	M2	405,00	\$5.022	\$2.033.873		
230	<b>MAMPOSTERIA</b>					\$61.377.989	5,43%
231	MAMPOSTERIA EN BLOQUE COMUN 12x23x9	M2	350,00	\$32.367	\$11.328.594		
232	MAMPOSTERIA EN BLOQUE FAROL 10 x 20 x 30	M2	1.600,00	\$31.281	\$50.049.395		
240	<b>CUBIERTA</b>					\$28.337.531	2,50%
241	Estructura de cubierta en perfil de acero en C 120 x 50 , 2 mm. Incluye soldadura, pernos de fijación de 3/8, anticorrosivo y pintura	M2	246,52	\$45.718	\$11.270.722		
242	Cubierta Teja Fibrocemento N° 8	M2	246,52	\$69.230	\$17.066.810		
250	<b>PAÑETES, ESTUCOS, CIELORASOS Y PINTURAS</b>					\$155.085.540	13,71%
251	Mortero de nivelación 1:4	M2	838,00	\$21.022	\$17.616.237		
252	Pañetes 1:4	M2	3.544,20	\$13.738	\$48.688.781		
253	Carteras	ML	680,00	\$6.054	\$4.116.755		
254	Repello liso sobre cielos	M2	661,00	\$17.670	\$11.680.154		
255	Muro en Superboard	M2	58,00	\$87.296	\$5.063.177		
256	Cielo raso en panel yeso	M2	177,00	\$35.134	\$6.218.724		
257	Estuco plástico	M2	4.380,00	\$7.319	\$32.056.016		
258	Estuco carteras	ML	780,00	\$3.212	\$2.504.986		
259	Pintura Vinilo Tipo 1	M2	4.380,00	\$5.807	\$25.433.456		

<b>270</b>	<b>ENCHAPES</b>						<b>\$67.359.014</b>	<b>5,95%</b>
271	Piso en cerámica 0.60 x 0.60 para Interiores	M2	660,00	\$48.823	\$32.223.476			
272	Piso en cerámica para baños	M2	72,00	\$45.143	\$3.250.328			
273	Piso en cerámica para patios, pasillos, gradas, fachadas	M2	245,00	\$57.768	\$14.153.132			
274	Muros en cerámica, baños y cocina	M2	270,00	\$36.419	\$9.833.251			
275	Guardaescoma en cerámica	ML	1.293,00	\$6.109	\$7.898.827			
<b>300</b>	<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS- RED CONTRA INCENDIOS</b>						<b>\$63.738.468</b>	<b>5,63%</b>
<b>350</b>	<b>SANITARIOS, LAVAMANOS, LAVADEROS, LAVAPLATOS</b>						<b>\$16.514.372</b>	<b>1,46%</b>
351	Suministro e instalación de Sanitario	UN	26,00	\$172.491	\$4.484.766			
352	Suministro e instalación de Lavamanos	UN	26,00	\$152.840	\$3.973.840			
353	Suministro e instalación de Ducha	UN	23,00	\$64.658	\$1.487.134			
354	Suministro e instalación de Lavadero	UN	24,00	\$138.936	\$3.334.464			
355	Suministro e instalación de lavaplatos	UN	23,00	\$140.616	\$3.234.168			
<b>360</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS Y GAS</b>						<b>\$75.017.752</b>	<b>6,63%</b>
361	Eléctrica General	UN	82,00	\$362.795	\$20.824.422			
362	Punto Electrico	UN	90,00	\$634.815	\$39.993.329			
363	Instalaciones a gas	UN	1,00	\$14.200.000	\$14.200.000			
<b>370</b>	<b>ELECTRODOMESTICOS, COCINAS</b>						<b>\$83.580.000</b>	<b>7,39%</b>
371	Calentador a gas 5L	UN	23,00	\$470.000	\$10.810.000			
372	Estufa a gas 2 puestos	UN	15,00	\$280.000	\$4.200.000			
373	Estufa a gas 4 puestos	UN	8,00	\$460.000	\$3.680.000			
374	Campana extractora	UN	23,00	\$200.000	\$4.600.000			
375	Mesón de cocina	ML	50,00	\$175.000	\$8.750.000			
376	Muebles cocina	ML	100,00	\$320.000	\$32.000.000			
377	Mueble lavamanos - baño	UN	25,00	\$220.000	\$5.500.000			
378	Clósets	UN	27,00	\$520.000	\$14.040.000			
<b>400</b>	<b>CARPINTERIA EN ALUMINIO Y METALICA</b>						<b>\$91.261.290</b>	
401	Suministro e instalación de ventanas en aluminio, incluye vidrio	UN	156,80	\$180.465	\$28.296.912			8,07%
402	Suministro e instalación de puertas en madera con marco 0.65.075.0	UN	77,00	\$290.000	\$22.330.000			
403	Suministro e instalación de puertas en vidrio templado	M2	24,60	\$288.120	\$7.087.752			
404	Suministro e instalación de divisiones de baño	UN	23,00	\$750.000	\$17.250.000			
405	Suministro e instalación de barandas metálicas	M2	60,21	\$135.906	\$8.182.900			
406	Suministro e instalación de canales galvanizados	ML	21,00	\$58.662	\$1.231.902			
407	Suministro e instalación de cerraduras baños y alcobas	UN	54,00	\$25.656	\$1.385.424			
408	Suministro e instalación de cerraduras puertas principales	UN	25,00	\$53.656	\$1.341.400			
409	Suministro e instalación de puerta garaje automatizada	UN	1,00	\$4.155.000	\$4.155.000			
<b>410</b>	<b>ASEO GENERAL, OBRAS EXTERIORES</b>						<b>\$10.261.600</b>	<b>0,91%</b>
411	Aseo general de obra	M2	2.488,00	\$3.200	\$7.961.600			
412	Jardín exterior	GL	1,00	\$2.300.000	\$2.300.000			
	<b>TOTAL</b>						<b>\$1.131.339.647</b>	<b>100,0%</b>
	<b>Imprevistos</b>		<b>5%</b>				<b>\$56.566.982</b>	
	<b>T O T A L</b>						<b>\$1.187.906.629</b>	<b>64,08%</b>

**Fuente:** Transformarproyectos

Para el control del presupuesto la directora de obra evaluaba cada mes el desarrollo de la construcción y el capital invertido. Este suceso era registrado en el presupuesto general sin intervención del pasante. A continuación se presenta el capital ejecutado hasta el 31 de julio del 2017.

**Tabla 2. Valor capitulo vs Valor ejecutado**

TRANSFORMAR PROYECTOS S.A.S		FORMATO				
		Presupuesto de Obra				
		PROGRAMA DE CONSTRUCCION				
EDIFICIO SENDERO DE PRAGA. BARRIO EL RECUERDO - POPAYAN						
Presupuesto General						
Cod	Item	Unidad Medida	Cantidad Obra	Valor Parcial	Valor Capítulo	Ejecutado 31/07/2017
<b>100</b>	<b>DESMONTES Y DEMOLICION</b>		-	-	<b>\$27.024.295</b>	<b>\$27.616.563</b>
<b>200</b>	<b>PRELIMINARES</b>		-		<b>\$14.977.551</b>	<b>\$14.008.690</b>
201	Cubierta del campamento en eternit reutilizado, incluye estructura	M2	32,00	\$625.987		\$2.322.000
202	Cierre en zinc con guadua	M2	45,00	\$652.133		\$224.400
203	Cierre de muro con esterilla para campamento	M2	120,00	\$1.934.526		\$1.856.758
204	Puertas en madera para bodega con candado	UN	2,00	\$166.338		\$0
205	Letreros de precaución	UN	2,00	\$162.886		\$0
206	Excavacion manual, incluye retiro	m3	383,00	\$11.435.680		\$5.345.532
207	Excavacion con máquina. Incluye bote en el sitio para relleno	M3	-	\$0		\$4.260.000
208	Excavacion con máquina. Incluye retiro	M3	-	\$0		\$0
<b>220</b>	<b>CIMENTACION Y ESTRUCTURA</b>				<b>\$436.804.244</b>	<b>\$377.493.509</b>
221	Localización y replanteo losa de cimentación, semi-sótano	M2	235,29	\$1.834.744		\$700.000
222	Localización y replanteo muros	ML	910,00	\$1.522.247		\$0
223	Relleno compactado con material del sitio, incluye acarreo	M3	\$110,00	\$1.983.939		\$2.082.279
224	Relleno compactado con material importado, incluye acarreo	M3	120,00	\$6.844.297		\$352.780
225	SOLADO EN CONCRETO (2500 PSI)	M3	10,94	\$4.468.188		\$2.874.400
226	HIERRO 3/8 - 1" FIGURADO	KG	78.500	\$201.230.022		\$155.427.452
227	CONCRETO 3.00 PSI, INCLUYE FORMALETA	M3	410,00	\$216.886.933		\$215.305.738
228	ICOPOR DERIVAS VECINOS	M2	405,00	\$2.033.873		\$750.860
<b>230</b>	<b>MAMPOSTERIA</b>				<b>\$61.377.989</b>	<b>\$62.446.328</b>
231	MAMPOSTERIA EN BLOQUE COMUN 12x23x9	M2	350,00	\$11.328.594		\$7.093.170
232	MAMPOSTERIA EN BLOQUE FAROL 10 x 20 x 30	M2	1.600,00	\$50.049.395		\$55.353.157
<b>240</b>	<b>CUBIERTA</b>				<b>\$28.337.531</b>	<b>\$13.422.118</b>
241	Estructura de cubierta en perfil de acero en C 120 x 50 , 2 mm. Incluye soldadura, pernos de fijación de 3/8, anticorrosivo y pintura	M2	246,52	\$11.270.722		\$7.054.200
242	Cubierta Teja Fibrocemento N° 8	M2	246,52	\$17.066.810		\$6.367.918
<b>250</b>	<b>PAÑETES, ESTUCOS, CIELORASOS Y PINTURAS</b>				<b>\$155.085.540</b>	<b>\$49.416.398</b>
251	Mortero de nivelación 1:4	M2	838,00	\$17.616.237		\$0
252	Pañetes 1:4	M2	3.544,20	\$48.688.781		\$20.955.403
253	Carteras	ML	680,00	\$4.116.755		\$40.989
254	Repello liso sobre cielos	M2	661,00	\$11.680.154		\$15.411.462
255	Muro en Superboard	M2	58,00	\$5.063.177		\$0
256	Cielo raso en panel yeso	M2	177,00	\$6.218.724		\$0
257	Estuco plástico	M2	4.380,00	\$32.056.016		\$4.299.136
258	Estuco Carteras	ML	780,00	\$2.504.986		\$2.142
259	Pintura Vinilo Tipo 1	M2	4.380,00	\$25.433.456		\$8.707.265
<b>270</b>	<b>ENCHAPES</b>				<b>\$67.359.014</b>	<b>\$24.874.000</b>
271	Piso en ceramica 0.60 x 0.60 para Interiores	M2	660,00	\$32.223.476		\$24.874.000
272	Piso en cerámica para baños	M2	72,00	\$3.250.328		\$0
273	Piso en ceramica para patios, pasillos, gradas, fachadas	M2	245,00	\$14.153.132		\$0
274	Muros en cerámica, baños y cocina	M2	270,00	\$9.833.251		\$0
275	Guardaesoba en cerámica	ML	1.293,00	\$7.898.827		\$0
<b>300</b>	<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS- RED CONTRA INCENDIOS</b>		-	-	<b>\$63.738.468</b>	<b>\$28.334.036</b>
						\$0
						\$0

350	<b>SANITARIOS, LAVAMANOS, LAVADEROS, LAVAPLATOS</b>				<b>\$16.514.372</b>	<b>\$338.000</b>
351	Suministro e instalación de Sanitario	UN	26,00	\$4.484.766		\$0
352	Suministro e instalación de Lavamanos	UN	26,00	\$3.973.840		\$0
353	Suministro e instalación de Ducha	UN	23,00	\$1.487.134		\$0
354	Suministro e instalación de Lavadero	UN	24,00	\$3.334.464		\$169.000
355	Suministro e instalación de lavaplatos	UN	23,00	\$3.234.168		\$169.000
						\$0
360	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS Y GAS</b>				<b>\$75.017.752</b>	<b>\$46.163.448</b>
361	Eléctrica General	UN	82,00	\$20.824.422		\$25.306.422
362	Punto Electrico	UN	90,00	\$39.993.329		\$20.857.026
363	Instalaciones a gas	UN	1,00	\$14.200.000		\$0
370	<b>ELECTRODOMESTICOS, COCINAS</b>				<b>\$83.580.000</b>	<b>\$0</b>
371	Calentador a gas 5L	UN	23,00	\$10.810.000		\$0
372	Estufa a gas 2 puestos	UN	15,00	\$4.200.000		\$0
373	Estufa a gas 4 puestos	UN	8,00	\$3.680.000		\$0
374	Campana extractora	UN	23,00	\$4.600.000		\$0
375	Mesón de cocina	ML	50,00	\$8.750.000		\$0
376	Muebles cocina	ML	100,00	\$32.000.000		\$0
377	Mueble lavamanos - baño	UN	25,00	\$5.500.000		\$0
378	Ciòsets	UN	27,00	\$14.040.000		\$0
400	<b>CARPINTERIA EN ALUMINIO Y METALICA</b>				<b>\$91.261.290</b>	<b>\$3.346.520</b>
401	Suministro e instalación de ventanas en aluminio, incluye vidrio	UN	156,80	\$28.296.912		\$0
402	Suministro e instalación de puertas en madera con marco 0,65,075,0	UN	77,00	\$22.330.000		\$0
403	Suministro e instalación de puertas en vidrio templado	M2	24,60	\$7.087.752		\$0
404	Suministro e instalación de divisiones de baño	UN	23,00	\$17.250.000		\$0
405	Suministro e instalación de barandas metálicas	M2	60,21	\$8.182.900		\$2.125.050
406	Suministro e instalación de canales galvanizados	ML	21,00	\$1.231.902		\$1.221.470
407	Suministro e instalación de cerraduras baños y alcobas	UN	54,00	\$1.385.424		\$0
408	Suministro e instalación de cerraduras puertas principales	UN	25,00	\$1.341.400		\$0
409	Suministro e instalación de puerta garaje automatizada	UN	1,00	\$4.155.000		\$0
410	<b>ASEO GENERAL, OBRAS EXTERIORES</b>				<b>\$10.261.600</b>	<b>\$2.430.200</b>
411	Aseo general de obra	M2	2.488,00	\$7.961.600		\$2.430.200
412	Jardín exterior	GL	1,00	\$2.300.000		\$0
	<b>TOTAL</b>				<b>\$1.131.339.647</b>	<b>\$649.889.810</b>
	<b>Imprevistos</b>	5%			<b>\$56.566.982</b>	<b>\$7.600.904</b>
	<b>T O T A L</b>				<b>\$1.187.906.629</b>	<b>\$0</b>

**Fuente:** Transformarproyectos

Los anteriores ítems se establecieron en forma general, según su especificación, en la siguiente tabla, buscando comparar entre el presupuesto inicial y el valor ejecutado.

**Tabla 3. Valor Presupuestado vs Valor Ejecutado**

Cod	Item	Valor	Ejecutado	Diferencia	Porcentaje
		Capítulo	31/07/2017		Ejecutado a Julio 31/17
100	DESMONETES Y DEMOLICION	\$ 27.024.295	\$ 27.616.563	-\$ 592.268	102%
200	PRELIMINARES	\$ 14.977.551	\$ 14.008.690	\$ 968.861	94%
220	CIMENTACION Y ESTRUCTURA	\$ 436.804.244	\$ 377.493.509	\$ 59.310.735	86%
230	MAMPOSTERIA	\$ 61.377.989	\$ 62.446.328	-\$ 1.068.339	102%
240	CUBIERTA	\$ 28.337.531	\$ 13.422.118	\$ 14.915.413	47%
250	PAÑETES, ESTUCOS, CIELO RASO Y PINTURAS	\$ 155.085.540	\$ 49.416.398	\$105.669.142	32%
270	ENCHAPES	\$ 67.359.014	\$ 24.874.000	\$ 42.485.014	37%
300	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS- RED CON	\$ 63.738.468	\$ 28.334.036	\$ 35.404.432	44%
350	SANITARIOS, LAVAMANOS, LAVADEROS, LAVA	\$ 16.514.372	\$ 338.000	\$ 16.176.372	2%
360	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y GAS	\$ 75.017.752	\$ 46.163.448	\$ 28.854.304	62%
370	ELECTRODOMESTICOS, COCINAS	\$ 83.580.000	\$ -	\$ 83.580.000	0%
400	CARPINTERIA EN ALUMINIO Y METALICA	\$ 91.261.290	\$ 3.346.520	\$ 87.914.770	4%
410	ASEO GENERAL, OBRAS EXTERIORES	\$ 10.261.600	\$ 2.430.200	\$ 7.831.400	24%
	<b>TOTAL</b>	\$1.131.339.646	\$ 649.889.810	\$481.449.836	

A la fecha de Julio 31 del 2017, los códigos terminados eran los correspondientes a DESMONTE Y DEMOLICION, PRELIMINARES, CIMENTACION Y ESTRUCTURA MAMPOSTERIA Y CUBIERTA; códigos como el 250, 300, 360 y 410 iban en transición, es decir, en avance de ejecución; los demás aún no se iniciaban debido al orden constructivo.

Los rectángulos resaltados indican el valor excedido del presupuesto inicial. Si solo tenemos en cuenta los ítems terminados, vemos que el valor de los excedidos equivale a \$ 1'660,607 y los demás suman \$ 75'205,009 mostrando un soporte financiero de \$ 73'544,402 para los demás códigos a ejecutar. Decir algo más al respecto sería especular, sin embargo, sí hubo y se mantiene la buena planeación y administración, el éxito del presupuesto, sin duda, será total.

## 7. CONCLUSIONES

- En el transcurso del proyecto es evidente que aspectos constructivos regidos por la NSR-10 fueron lineamientos principales para la elaboración y control de la construcción; Mas no son suficientes para dar con asertividad un nivel de seguridad, debido a la falta de ensayos primordiales, como el ensayo de cilindros, ensayo de consistencia, entre otros; y datos que constaten o refuten las opiniones que surjan al respecto.
- Aunque haya mano de obra calificada, esto no garantiza que no se presenten errores e inconvenientes en el transcurso del proyecto, por tanto no es de menos la constante supervisión y la experiencia como el ingenio para resolver las eventualidades que se presenten.
- Durante el periodo de práctica profesional en el edificio Sendero de Praga el pasante estuvo expuesto a varias circunstancias que, en general, son algunos de los sucesos que pasan en cualquier obra civil; Además también estuvo en presencia de los materiales y métodos constructivos e interactuó con profesionales esenciales para el logro del proyecto. Por tanto se puede decir que una pasantía es una experiencia ampliamente enriquecedora donde el aspirante al título despeja dudas, aprende conceptos, crea conciencia de su profesión y observa la magnitud de la misma.
- Con respecto a la comparación del presupuesto con el ejecutado, observamos que lo referente a la obra gris, hasta la fecha, ha sido un éxito debido al poco desborde del presupuesto final con el margen previsto y esto se debe en gran medida a la buena planeación, distribución y administración por parte de la Directora de obra.



## BIOGRAFIA

CAMACOL. Construcción en cifras. [En línea]. Citado el 17 de febrero de 2017. Disponible en: <http://camacol.co/informacion-economica/construccion-en-cifras>.

ALCALDIA DE POPAYAN. Misión y Visión. [En línea]. Citado el 17 de febrero de 2017. Disponible en: <http://popayan.gov.co/ciudadanos/la-alcaldia/mision-y-vision>.

CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 400. Por la cual se adoptan normas sobre Construcciones Sismo Resistentes. Decretado el 19 de agosto de 1997. Santa fe de Bogotá. 1997.

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE. Titulo C. Concreto Estructural. C.7.12- Refuerzo de retracción y temperatura. 2010.

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE. Titulo C. Concreto Estructural. Capitulo C.3-Materiales. 2010.


ING. LUIS FERNANDO POLANCO. Construcción 1. Tomo 1. Capitulo 4. Estructura. Armada y vaciado de losas de concreto reforzado. Anotaciones.

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE. Titulo C. Inciso C.7.1-Ganchos estándar. C7.1.2. 2010.

MANUAL TECNICO DE PERFILES. ACESCO. Apéndice. Propiedades mecánicas y de diseño. 2016.

## ANEXOS

### Anexo A. Copia carta de presentación del estudiante a la entidad, expedida por la Universidad del Cauca.

  
Universidad  
del Cauca

Facultad de Ingeniería Civil

8.3.2-92.8/140

Popayán, 27 de Febrero de 2017

Doctora  
María Ximena Carvajal  
Gerente  
Transformar Proyectos S.A.S  
Ciudad

Asunto: Solicitud Pasantes

Cordial saludo

Me es grato presentar al estudiante HENRY ANDERSSON GARZON MELLIZO, identificado con la cédula de ciudadanía No. 1.061.739.390, quien aspira a participar en una pasantía en la empresa de la cual usted hace parte.


EL estudiante HENRY ANDERSSON GARZON MELLIZO es estudiante de Décimo semestre del Programa de Ingeniería Civil y mucho ayudaría en su formación personal y profesional el que pudiera ser admitido en las prácticas que ustedes puedan programar para estudiantes de Ingeniería.


EL estudiante GARZON MELLIZO tiene la disponibilidad de tiempo para atender este trabajo, si así lo dispone la empresa, a partir de la fecha que convengan los interesados. El tiempo exigido por la Universidad es de quinientas setenta y seis (576) horas.

La actividad del mencionado estudiante se encuentra cubierta mediante a afiliación a Riesgos Laborales según el Decreto 055 del 14 de enero de 2015 para lo cual se anexa soportes y será supervisada bajo la tutoría de un docente de la Facultad.

Al finalizar la práctica, le solicito amablemente allegar una certificación que exprese el grado de cumplimiento de la práctica, en una escala de 1 a 5.


Atentamente,


  
ANA JULIA MUÑOZ IBARRA  
Secretaria General





*Willinton Andres Tate G.*

Carrera 2 calle 15N Esquina, Campus Universitario de  
Florencia Popayán, Cauca, Colombia  
Teléfonos: (2) 8209820 Fax: (2) 8209800  
Ext. 2200 2201 2205. E-mail: d-civiliz@unicauca.edu.co

  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA

  
NEQOP 1000

  
ISO 9001

  
TECNOLÓGICO

**Anexo B. Copia carta de Aceptación del Estudiante por parte de la Empresa.**

**TRANSFORMAR PROYECTOS S.A.S**  
**NIT. 900858535 – 6**  
**Carrera 6A No. 14N -20. Popayán**  
**Teléfono: 3158832951**

Popayán, 28 de Marzo de 2017

Señores

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

Atención: Arquitecto **GUSTAVO ADOLFO ANGEL VERA**

Coordinador Facultad de Ingeniería Civil.

**ASUNTO: ACEPTACION PASANTIA -su comunicación 8-3-2-92 8/140**

Nos es grato dirigirme a Usted (es) acusando recibo de su comunicación de fecha 27 de febrero del año en curso, ACEPTANDO PASANTIA de HENRY ANDERSSON GARZON MELLIZO, identificado con la cedula de ciudadanía No.1.061.739.390 expedida en Popayán, estudiante de Décimo Semestre del Programa Ingeniería Civil , con una intensidad de QUINIENTOS SETENTA Y SEIS (576) HORAS, exigidas por la Universidad.

FECHA DE INICIO PASANTIA	Marzo de 2.017
FECHA DE CULMINACION	Junio de 2.017
HORARIO DE PASANTIA	7:00 AM A 5:00 PM
DIRECCION DE LA EMPRESA	Carrera 6A # 14 N-20. Barrio El Recuerdo
CIUDAD	Popayán
TELEFONOS	3158832951
ARL	Positiva
CORREO ELECTRONICA DE LA EMPRESA	transformarproyectos@gmail.com

Nuestra empresa se hace responsable del pago de la ARL del estudiante durante el tiempo que dure la pasantía.

Sin otro particular al cual hace referencia, y de acuerdo a su solicitud, al final de la práctica se expedirá certificación expresa del grado de cumplimiento del estudiante.

Cordialmente,

  
**MARIA XIMENA CARVAJAL BURBANO**  
Representante legal

**Anexo C. Copia Resolución de Trabajo de grado, expedida por Universidad del Cauca.**



**Facultad de Ingeniería Civil  
Consejo de Facultad**

**RESOLUCIÓN No. 048 DE 2017  
29 DE MARZO  
8.3.2-90.13**

Por la cual se autoriza un TRABAJO DE GRADO, **PRACTICA PROFESIONAL-Pasantía** y se designa su Director.  
EL CONSEJO DE FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL de la Universidad del Cauca, en uso de sus atribuciones funcionales y,

**CONSIDERANDO**

Que mediante los Acuerdos 002 de 1989, 003 y 004 de 1994 y 027 de 2012, emanados del Consejo Académico de la Universidad del Cauca, se estableció el TRABAJO DE GRADO y por Resolución No. 820 de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, se reglamentó dicho Trabajo de Grado en las modalidades Investigación, Pasantía y Práctica Social.

**RESUELVE**

ARTICULO ÚNICO: Autorizar al estudiante **HENRY ANDERSON GARZON MELLIZO**, con código 04092073 la ejecución y desarrollo del Trabajo de grado, **Práctica Profesional-Pasantía** titulado: **"Auxiliar de Ingeniería en la Construcción de vivienda multifamiliar y comercio, edificio Sendero de Praga**, bajo la dirección del Ingeniero(a) Diego Martínez Cabanillas, avalado por el Consejo de Facultad como requisito parcial para optar al título de Ingeniero(a) Civil.

**COMUNIQUESE Y CÚMPLASE**

Se expide en Popayán, a los veintinueve (29) días del mes de marzo de dos mil diecisiete (2017)

**Ing. ALDEMAR JOSÉ GONZÁLEZ FERNÁNDEZ**  
Decano

**ANA JULIA MUÑOZ IBARRA**  
Secretaría General

Carrera 2 Calle 15N Campus Universitario de Tulcán  
Popayán Cauca Colombia  
Teléfono: 8209800 ext. 2200 2201 2205 2283  
E-mail: d-civil@unicauca.edu.co



**Anexo D. Certificado de Horas pasantía por la Empresa.**

**TRANSFORMAR PROYECTOS SAS**

NIT 900858535-6  
KRA 7 N° 18AN-34  
Popayán C.  
CEL: 3158832951

Popayán, 20 de febrero de 2018

Señores:  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA

ASUNTO: Terminación de Pasantía a Satisfacción.

Atento Saludo,

Por medio de la presente, formalmente queremos agradecer la presentación del estudiante de ingeniería civil, el señor **HENRY ANDERSSON GARZON MELLIZO** identificado con cedula de ciudadanía N°1.061.739.390 y manifestar que cumplió satisfactoriamente su práctica dentro del proyecto SENDERO DE PRAGA, ubicado en la carrera 6ª N° 14N-20 barrio el Recuerdo en la ciudad de Popayán, en los términos y condiciones establecidos por la universidad y por la empresa TRANSFORMAR PROYECTOS SAS.

Cordialmente,

  
**MARIA XIMENA CARVAJAL**  
C.C.N° 34.554.235  
CEL N° 3158832951  
Represente legal – Gerente

**TRANSFORMAR  
PROYECTOS SAS**  
Nit. 900.858.535-6

