

**PRACTICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL EN LA EMPRESA  
METÁLICAS E INGENIERÍA S.A. PARA LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO  
COMERCIAL CAMPANARIO**



**EDWIN AUGUSTO CAMARGO VARGAS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
POPAYÁN  
2016**

**PRACTICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL EN LA EMPRESA  
METÁLICAS E INGENIERÍA S.A. PARA LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO  
COMERCIAL CAMPANARIO**



**EDWIN AUGUSTO CAMARGO VARGAS**

**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL PARA OPTAR POR EL  
TÍTULO DE INGENIERA CIVIL**

**DIRECTOR:  
INGENIERO LUIS ILDEMAR BOLAÑOS ANDRADE**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
POPAYÁN  
2016**

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.

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Director

Popayán, Agosto 2016

*Dedico este logro a mis padres  
Rodrigo Nepomuceno y Rita  
Rosa y a mis hermanos, quienes  
me brindaron el apoyo  
incondicional en todo el tiempo  
de formación profesional.*

*A las personas que sin pensar se  
convirtieron en mi segunda  
familia y me abrieron las puertas  
de su hogar haciéndome sentir  
como parte de ellos.*

## AGRADECIMIENTOS

*Quiero agradecer a Dios por brindarme la vida, la salud, el conocimiento e iluminar el camino para alcanzar esta meta tan importante de mi vida*

*A mis padres quienes día a día lucharon para brindarme lo necesario para que este sueño se hiciera realidad, por los consejos y por la fortaleza para no desfallecer en este camino.*

*A mis compañeros por el apoyo brindado y convirtieron este proceso en una competencia sana que me permitió esforzarme día a día buscando ser y evolucionar como persona y como profesional.*

*A todas las personas que a lo largo de estos 5 años estuvieron a mi lado aconsejándome y apoyándome”*

*Al grupo de trabajo de Metálicas e Ingeniería S.A. que me abrieron sus puertas para adquirir la experiencia laboral que me convierta en alguien competitivo.*

*Y a mis profesores quienes depositaron su confianza en mí y nunca desistieron al enseñarme y transmitirme todos los conocimientos para ser un buen profesional.*

*Por último agradecer a la Universidad del Cauca que me acogió y me abrió sus puertas para cumplir este sueño.*

## CONTENIDO

	Pág
RESUMEN.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
1. OBJETIVOS .....	15
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2. INFORMACIÓN GENERAL .....	16
2.1. EMPRESA RECEPTORA.....	16
2.2. TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA .....	16
2.3. TUTOR POR PARTE DE LA ENTIDAD RECEPTORA.....	17
2.4. DURACIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL .....	17
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	18
3.1. GENERALIDADES .....	18
3.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	18
4. METODOLOGÍA.....	20
5. CRONOGRAMA DE TRABAJO .....	21
6. EJECUCIÓN DE LA PASANTÍA .....	22
6.1. CAPÍTULO 1: CIMENTACIÓN.....	22
6.1.1. CIMENTACIÓN PROFUNDA.....	22
Proceso constructivo de caisson.....	22
6.1.2. CIMENTACIÓN SUPERFICIAL.....	27
Dados de cimentación .....	27
Vigas de cimentación, viga cinturón y viga corona.....	31
Actividades de control por parte del pasante de ingeniería .....	34
6.2. CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA METÁLICA.....	37
Actividades de control por parte del pasante de ingeniería .....	43

6.3.	CAPÍTULO 4: ESTRUCTURA CONCRETO .....	46
6.3.1.	Estructura de pavimento.....	46
	Actividades de control por parte del pasante de ingeniería .....	49
6.3.2.	Losas mixtas de entrepiso .....	54
	Actividades de control por parte del pasante de ingeniería .....	57
6.3.3.	Columnas y pantallas de concreto .....	59
	Actividades de control por parte del pasante de ingeniería .....	61
6.4.	CANTIDAD DE DE OBRA EJECUTADA DURANTE LA PRÁCTICA PROFESIONAL .....	66
7.	CONCLUSIONES .....	69
8.	OBSERVACIONES.....	71
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	72

## LISTA DE TABLAS

	Pág
TABLA 1. CANTIDADES DE OBRA EJECUTADA DURANTE EL MES .....	67
TABLA 2. REPORTE DE RESISTENCIAS DE LAS MUESTRAS ENVIADAS AL LABORATORIO ...	68

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
FIGURA 1. PROYECTO AMPLIACIÓN CENTRO COMERCIAL CAMPANARIO.....	18
FIGURA 2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	19
FIGURA 3. LOCALIZACIÓN Y DEMOLICIÓN DEL PAVIMENTO (PREHUECO).....	22
FIGURA 4. INICIO DE LA EXCAVACIÓN CON LA PILOTEADORA.....	23
FIGURA 5. FUNDICIÓN DEL PRIMER ANILLO. ....	23
FIGURA 6. COLOCACIÓN DE POSTES Y CARRETEL. ....	24
<i>FIGURA 7. EVACUACIÓN DEL MATERIAL EXCAVADO. ....</i>	<i>24</i>
FIGURA 8. INSTALACIÓN DE FORMALETA SEGUNDO ANILLO .....	25
FIGURA 9. ARMADO DEL CASTILLO. ....	25
FIGURA 10. IZAJE DEL CASTILLO. ....	26
FIGURA 11. VACIADO Y FUNDICIÓN DEL CAISSON MEDIANTE BOMBA DE HORMIGÓN. ....	26
FIGURA 12. FUNDICIÓN CON TUBERÍA TREMIE. ....	26
FIGURA 13. VISTA EN PLANTA Y PERFIL DEL CABEZAL DE PILOTE. ....	27
<i>FIGURA 14. DESCABECE DE CAISSON. ....</i>	<i>28</i>
<i>FIGURA 15. INSTALACIÓN DE ANCLAJE PARA COLUMNA PERFIL METÁLICO. ....</i>	<i>28</i>
<i>FIGURA 16. INSTALACIÓN Y AMARRE ACERO DADO DE CIMENTACIÓN. ....</i>	<i>29</i>
<i>FIGURA 17. INSTALACIÓN DE FORMALETA PARA DADOS DE CIMENTACIÓN.....</i>	<i>29</i>
<i>FIGURA 18. FUNDICIÓN DE CONCRETO MEDIANTE DESCARGA DIRECTA DESDE EL CAMIÓN HORMIGONERA. ....</i>	<i>30</i>
FIGURA 19. RETIRO DE FORMALETA Y CIMENTACIÓN FUNDIDA.....	30
<i>FIGURA 20. VIGA DE CIMENTACIÓN.....</i>	<i>31</i>
FIGURA 21. VIGA CINTURÓN. ....	31
FIGURA 22. VIGA CORONA.....	32
FIGURA 23. ANCLAJE DE PLATINA PARA BROCHAL DE CONEXIÓN A VIGA METÁLICA. ....	32
FIGURA 24. FUNDICIÓN DE VIGAS.....	33
FIGURA 25. PLANOS DE CAISSON .....	34
FIGURA 26. VISTA LONGITUDINAL DE VIGA DE CIMENTACIÓN .....	35
FIGURA 27. DISEÑO VIGA CINTURÓN .....	35
FIGURA 28. CORTE TRANSVERSAL VIGA CORONA .....	35
FIGURA 29. INSTALACIÓN APLOME Y ASEGURAMIENTO DE PERFIL.....	37
FIGURA 30. FUNDICIÓN DEL GROUTING.....	38
FIGURA 31. BROCHAL DE CONEXIÓN A VIGA CORONA .....	38
FIGURA 32. MONTAJE DE VIGAS Y VIGUETAS POR MEDIO DE GRÚA. ....	39
FIGURA 33. CONEXIÓN A MOMENTO .....	39

FIGURA 34. CONEXIÓN A CORTANTE .....	40
FIGURA 35. INSTALACIÓN DE LÁMINA COLABORANTE .....	40
FIGURA 36. INSTALACIÓN DE COLLARES DE COLUMNA.....	41
FIGURA 37. INSTALACIÓN DE TESTERO (BORDE LOSA).....	41
FIGURA 38. INSTALACIÓN DE CONECTORES DE CORTE. ....	41
FIGURA 39. INSPECCIÓN DE SOLDADURA POR LÍQUIDOS PENETRANTES. ....	42
FIGURA 40. INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO. ....	42
<i>FIGURA 41. SUPERVISIÓN PLANO CON MONTAJE FÍSICO. ....</i>	<i>43</i>
<i>FIGURA 42. AJUSTE DE TUERCA.....</i>	<i>43</i>
FIGURA 43. AJUSTE DE CONEXIÓN POR MEDIO DE CALZA.....	44
FIGURA 44. PERNO CENTRAL TRAGADO EN LA TUERCA. ....	44
FIGURA 45. FORMAleta CON PASADORES DE TRANSMISIÓN DE ESFUERZOS. ....	46
FIGURA 46. COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO EN ÁREAS DE CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS.....	47
FIGURA 47. NIVELACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE PLANTAS. ....	47
FIGURA 48. VIBRADO Y TALLADO DE LA CAPA DE RODADURA. ....	47
FIGURA 49. APLICACIÓN DEL ENDURECEDOR. ....	48
FIGURA 50. PULIMENTO DE LA CAPA DE RODADURA.....	48
FIGURA 51. SECCIÓN TÍPICA PAVIMENTO. ....	49
FIGURA 52. DETALLE JUNTA DE CONTRACCIÓN.....	49
FIGURA 53. DETALLE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN. ....	50
FIGURA 54. DETALLE JUNTA DE DILATACIÓN.....	50
FIGURA 55. DETALLE PLANO DE JUNTAS. ....	51
FIGURA 56. PRUEBA DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO.....	52
FIGURA 57. MUESTRA DE VIGUETAS CON CONCRETO MR 38.....	52
FIGURA 58. CORTE DE LAS JUNTAS DE CONTRACCIÓN. ....	53
FIGURA 59. APUNTALAMIENTO DE VIGAS Y VIGUETAS.....	54
FIGURA 60. RIEGUE DE LA MALLA ELECTRO SOLDADA. ....	54
FIGURA 61. INSTALACIÓN DE ACERO DE REFUERZO NEGATIVO .....	55
FIGURA 62. DESCARGA Y VERTIMIENTO DE CONCRETO .....	55
FIGURA 63. COLOCACIÓN DE ESTOPAS DE FIQUE PARA GARANTIZAR LA HUMEDAD Y CORRECTO CURADO DEL CONCRETO .....	56
FIGURA 64. LOCALIZACIÓN Y CORTE DE JUNTAS DE DILATACIÓN.....	56
FIGURA 65. AMARRE Y VERIFICACIÓN DE TRASLAPOS.....	57
FIGURA 66. INSTALACIÓN DE PANELAS DE CONCRETO PARA GARANTIZAR RECUBRIMIENTO .....	58
FIGURA 67. TOMA DE NIVELES EN LOSA TÉCNICA DE CUBIERTA .....	58
FIGURA 68. AMARRE DE ACERO .....	59
FIGURA 69. INSTALACIÓN DE FORMAleta Y CHEQUEO DE VERTICALIDAD .....	60

FIGURA 70. FUNDICIÓN Y VIBRADO DE CONCRETO DE COLUMNA .....	60
FIGURA 71. SECCIÓN TRANSVERSAL DE COLUMNA Y DISTRIBUCIÓN DE ACERO PRINCIPAL COLUMNA.....	61
FIGURA 72. TOMA DE MUESTRA DEL CONCRETO UTILIZADO PARA COLUMNAS, PANTALLAS Y CIMENTACIÓN .....	62
FIGURA 73. CURADO DE LAS MUESTRAS.....	63
FIGURA 74. COLUMNA CON BASE HORMIGONADA.....	63
FIGURA 75. COLUMNA FUNDIDA CON PASTA INICIAL DE RELACIÓN 1:1 (.....	64
FIGURA 76. COLUMNA CUBIERTA CON PELÍCULA DE PLÁSTICO PARA CONSERVAR LA HUMEDAD Y GARANTIZAR CORRECTO CURADO DEL CONCRETO.....	65

## LISTA DE ANEXOS

Pág

ANEXO 1: PLAN DE IZAJE DE LA MAQUINARIA PARA MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA .....	73
ANEXO 2: COPIA RESOLUCIÓN No. 065 DE 2016 .....	74
ANEXO 3: COPIA CERTIFICACIÓN PRÁCTICA PROFESIONAL.....	75

## RESUMEN

El trabajo de grado modalidad práctica profesional se desarrolló durante el periodo comprendido entre el 14 febrero al 14 de mayo del año 2016 como pasante de Ingeniería en la empresa Metálicas e Ingeniería S.A. en la construcción de la estructura de cimentación, montaje de la estructura metálica, construcción de la estructura de concreto y de pavimento de la ampliación del centro comercial Campanario.

Durante los 3 meses de la práctica profesional se combinó el trabajo, realizando principalmente actividades en obra referentes a la supervisión de los procesos constructivos, verificando el cumplimiento de las especificaciones establecidas en los diseños. Igualmente se realizaron actividades de oficina que implicaron labores administrativas tales como; planeación de obra, control y manejo de material, realización de actas y revisión de planos.

Las actividades desarrolladas para alcanzar los objetivos propuestos se realizaron de manera progresiva cumpliendo con el tiempo establecido en el cronograma, obteniendo como resultando final una práctica llena de conocimientos y experiencias que permitió complementar todo aquellos conocimientos adquiridos durante el periodo de formación académica.

Se resalta que toda la información descrita es resultado de la observación y que la información que se anexa es fruto del trabajo en campo del pasante, aquellos cálculos para diseño y planos fueron facilitados por la empresa constructora. Las imágenes son la evidencia del trabajo del pasante en el proyecto.

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la resolución No.065 de 24 de Febrero de 2016, mediante la cual se establece la modalidad de práctica profesional para optar por el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad del Cauca, se realizó una participación activa como Pasante de Ingeniería en la construcción de la ampliación del centro comercial Campanario en el municipio de Popayán-Cauca.

Como estudiante de Ingeniería Civil es importante participar en proyectos de este tipo durante la formación académica para complementar y fortalecer los fundamentos y criterios que se han adquirido durante el ciclo académico porque además de permitir aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso académico contribuye al progreso y mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad.

La Constructora METÁLICAS E INGENIERÍA S.A. contribuye a la educación permitiendo que alumnos de la comunidad universitaria puedan complementar su proceso académico, ofreciendo oportunidades para realizar prácticas profesionales, buscando beneficiar al estudiante y brindarle un campo en el cual pueda aplicar sus conocimientos y a su vez pueda adquirir experiencia laboral.

El presente documento expone información sobre las labores realizadas en la construcción del proyecto durante el periodo de la práctica profesional y se consigna un registro fotográfico, donde se relacionan las actividades supervisadas referentes al desarrollo de obra en el cual se participó como pasante de ingeniería.

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. OBJETIVO GENERAL

Participar como Pasante de ingeniería civil en la empresa METÁLICAS E INGENIERÍA S.A. en la supervisión de control de calidad de los procesos de construcción de la estructura de cimentación, montaje de la estructura metálica y construcción de la estructura de concreto y de pavimento de la ampliación del centro comercial campanario, mediante el correcto cumplimiento de las especificaciones de diseños del proyecto, cuantificación y cálculo de cantidades de obra.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Participar en la supervisión de los procesos técnicos y constructivos de la obra y el control de calidad de los materiales usados en la construcción de la ampliación del centro comercial CAMPANARIO.
- Profundizar en las diferentes actividades técnicas y administrativas necesarias para el correcto desempeño de la obra, cumpliendo con la normatividad correspondiente.
- Informar a la empresa oportunamente acerca de daños, falta de suministros, posibles deficiencias en materiales estructurales, procesos constructivos, equipos, mano de obra o cualquier otro factor que pueda afectar la construcción, y vigilar que se tomen los debidos correctivos.

## 2. INFORMACIÓN GENERAL

### 2.1. EMPRESA RECEPTORA

#### **METÁLICAS E INGENIERÍA S.A.**

##### **MISIÓN**

“**MEISA**” es una empresa, orientada a fabricar estructuras metálicas para todo lo que implica la construcción de cualquier clase de obras civiles, especialmente puentes, bodegas, edificios, casas y apartamentos, así como de la transformación de todo tipo de elementos metálicos en estructuras y artículos en carpintería metálica, buscando siempre una excelente calidad y la satisfacción del cliente, de una manera eficiente y rentable.

##### **VISIÓN**

“**MEISA**” busca ser una empresa sustentada en principios éticos y morales; sostenible y nacionalmente competitiva en términos de eficiencia, productividad, actualización y tecnología de equipos y materiales; así como ser la mejor opción a la hora de suplir las necesidades de nuestros clientes actuales y futuros.

#### **VALORES EMPRESARIALES**

Calidad, Efectividad, Aprendizaje Continuo, Integridad, Respeto, Lealtad, Pasión.

**DIRECTOR DE OBRA:** Ing. Omar Harol Méndez Alegría

**RESIDENTE DE OBRA:** Ing. Mailleth Johana Arrieta Lobo

### 2.2. TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Ingeniero Luis Ildemar Bolaños Andrade

### **2.3. TUTOR POR PARTE DE LA ENTIDAD RECEPTORA**

Ingeniero Omar Harold Méndez Alegría

### **2.4. DURACIÓN DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL**

La modalidad adoptada con la que se desarrolló el trabajo de grado tuvo una duración de 576 horas, iniciándose en el 14 de febrero 2016 y terminando el 14 de mayo del 2016, teniendo en cuenta que la asistencia se realizó de forma continua de lunes a sábado durante 12 semanas.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 3.1. GENERALIDADES



*Figura 1. Proyecto ampliación centro comercial Campanario (Fuente: Constructora arquitectos e ingenieros S.A.)*

El proyecto de ampliación del centro comercial campanario tiene un área de 38.233 m<sup>2</sup> distribuidos en 4 niveles (Sótano, primer piso, segundo piso y tercer piso) conformado por zonas comunes, 62 locales comerciales, 18 oficinas, 465 parqueaderos de motos y 379 parqueaderos para vehículos entre otros. El propósito fundamental de la ampliación del centro comercial Campanario es consolidar el proyecto comercial que le cambió la cara a Popayán y que se convirtió en un punto de encuentro ciudadano.

#### 3.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de ampliación del centro comercial Campanario se encuentra ubicado en la ciudad de Popayán (Cauca), en el predio cuya dirección es Carrera 25 N # 9N-37, en un sector central y de fácil acceso que permite concurrir a toda la comunidad payanesa.

El lote cuenta con una topografía plana pero de acuerdo al diseño arquitectónico requirió de una excavación de gran proporción ya que el sótano quedó en una cota de -4.02 metros.



*Figura 2. Ubicación del proyecto (Fuente: web Google Earth)*

## 4. METODOLOGÍA

Esta práctica se desarrolló en torno a las actividades descritas en los tres capítulos que abarcan lo ejecutado en la pasantía. Los tres capítulos son cimentación, estructura metálica y estructura de concreto.

### **CAPÍTULO 1: CIMENTACIÓN**

- Cimentación profunda
- Cimentación superficial

### **CAPÍTULO 2: ESTRUCTURA METÁLICA**

- Izaje de columnas
- Montaje de vigas y viguetas
- Instalación de lámina

### **CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA CONCRETO**

- Estructura de pavimento
- Losas de entepiso
- Columnas y pantallas de concreto

## 5. CRONOGRAMA DE TRABAJO

ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3			
	SEMANA				SEMANA				SEMANA			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Documentación anteproyecto y vinculación empresa MEISA	■	■										
Inspeccionar los sitios de la obra	■	■										
Seguimiento programación de obra		■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y los requerimientos de la obra		■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Supervisión de los procesos de control de la calidad del concreto	■		■			■		■		■		
Elaboración de informes mensuales				■				■				
Elaboración de informe final			■	■			■	■	■	■	■	
Entrega de informe final											■	■

## 6. EJECUCIÓN DE LA PASANTÍA

Las actividades se realizaron de acuerdo con lo estipulado por la Universidad del Cauca en el programa de Ingeniería Civil para el Trabajo de grado mediante la modalidad de PRÁCTICA PROFESIONAL y por medio de la Resolución No. 820 del 14 de octubre del 2014.

### 6.1. CAPÍTULO 1: CIMENTACIÓN

#### 6.1.1. CIMENTACIÓN PROFUNDA

En el transcurso de la práctica profesional se construyeron 13 caissons de los cuales 12 se excavaron con máquina piloteadora y uno de forma manual con el método del pozo de cimentación (pozo indio).

##### Proceso constructivo de caisson

- Se hizo la localización con la comisión topográfica por medio de coordenadas ubicadas con la estación total.
- Se tomó el punto localizado por el topógrafo y se demarco el círculo de diámetro de 1.2 metros para guiar la excavación. Este diámetro se hizo con esa longitud ya que el diámetro del caisson es de 1 metro y el anillo fue de un espesor de 0.1 metro; para la excavación con piloteadora el prehueco fue con el fin de evitar que se corra el barreno (ver figura 3).



*Figura 3. Localización y demolición del pavimento (prehueco). (Fuente: Autoría Propia)*

- Para los caissons construidos mediante piloteadora en primer lugar se aplomo el barreno y se hizo la excavación hasta llegar al estrato resistente de acuerdo al estudio de suelos (ver figura 4).



*Figura 4. Inicio de la excavación con la piloteadora. (Fuente: Autoría Propia)*

- Para el procedimiento manual se hizo la excavación del primer anillo con una profundidad de 1.2 metros teniendo en cuenta que la formaleta existente en la obra es de ese tamaño. A esta excavación se le hizo un corte y perfilado de para facilitar la colocación de la formaleta y garantizar el espesor del anillo, posteriormente se fundió del primer anillo con concreto de 18 Mpa (ver figura 5).



*Figura 5. Fundición del primer anillo. (Fuente: Autoría Propia)*

- Luego se colocaron los postes para ubicar y asegurar el carretel sobre su eje (ver figura 6) y se excavo el suelo para la construcción del segundo anillo, con el sistema de poleas se extrajo el material excavado (ver figura 7).



*Figura 6. Colocación de postes y carretel. (Fuente: Autoría Propia)*



*Figura 7. Evacuación del material excavado. (Fuente: Autoría Propia)*

- Así se hizo sucesivamente cada anillo hasta llegar al estrato resistente determinado por el estudio de suelos (ver figura 8), para estos caissons la profundidad máxima fue de 9 metros.



*Figura 8. Instalación de formaleta segundo anillo (Fuente: Autoría Propia)*

- De acuerdo a las posibilidades el castillo se armó en la parte externa para luego colocarlo en la excavación o de lo contrario se armó dentro del orificio excavado (ver figura 9). Para el caso de la piloteadora el izado de del castillo se hizo con la maquina (ver figura 10).



*Figura 9. Armado del castillo. (Fuente: Autoría Propia)*



*Figura 10. Izaje del castillo. (Fuente: Autoría Propia)*

- Luego se hizo el vaciado del concreto de 28 Mpa por medio de bomba o por descarga directa desde el camión hormigonera (ver figura 11). para el procedimiento con tubería tremie se hizo con ayuda de la piloteadora (ver figura 12).



*Figura 11. Fundición con tubería tremie. (Fuente: Autoría Propia)*

### 6.1.2. CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

Durante la práctica profesional se desarrollaron diferentes actividades para la construcción de la cimentación superficial en lo referente a la construcción de vigas de cimentación, construcción de dados de cimentación, construcción de vigas cinturón y viga corona realizando el siguiente procedimiento:

#### Dados de cimentación

- Recibidos los planos de diseño (ver figura 13) se localizó cada uno de los dados, los cuales fueron construidos sobre los caissons que se habían construido en la primera fase del proyecto.

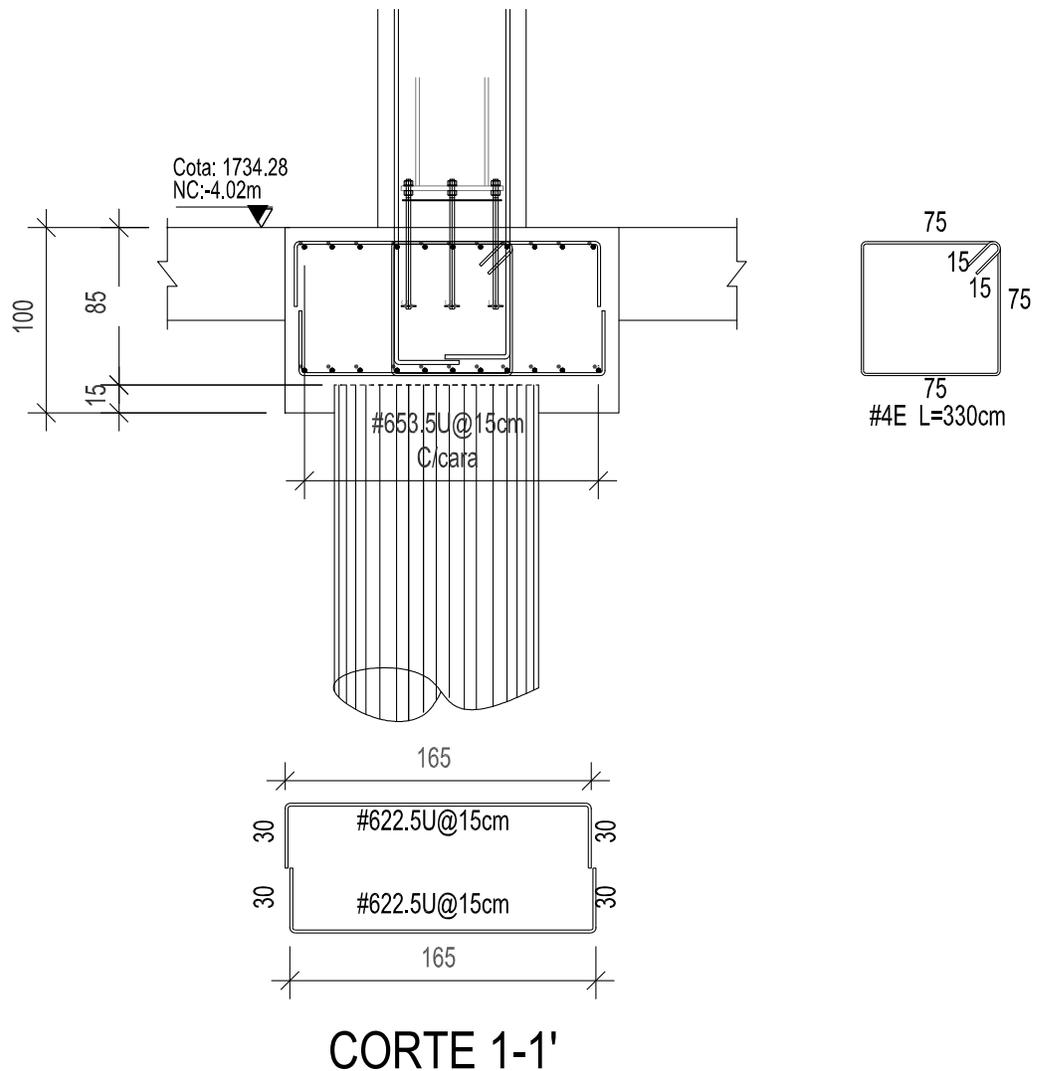


Figura 12. Vista en planta y perfil del cabezal de pilote. (Dado de cimentación) (Fuente: Departamento de diseño Metálicas e Ingeniería S.A.)

- Se descabezaron cada uno de los pilotes con el fin de demoler el concreto contaminado que afecta la resistencia del mismo, de la misma forma liberar el acero que se va a anclar en la estructura del dado de cimentación (ver figura 14).



*Figura 13. Descabece de caisson. (Fuente: Autoría Propia)*

- En las zonas donde el terreno no había sido excavado se retiró el material manualmente o con la retroexcavadora mixta para despejar el área y ubicar la platina de anclaje donde se iba a instalar la columna perfil IPE (ver figura 15), luego se hizo el amarre de las parrillas (ver figura 16) y la instalación del acero de arranque de las columnas; el procedimiento de localización se hizo con la comisión topografía ya que requería precisión en las coordenadas y la cota para garantizar el nivel estipulado en el diseño.



*Figura 14. Instalación de anclaje para columna perfil metálico. (Fuente: Autoría Propia)*



*Figura 15. Instalación y amarre acero dado de cimentación. (Fuente: Autoría Propia)*

- Revisado el amarre y las especificaciones de diseño, se encofró y se fundió el dado de cimentación con concreto de 28 Mpa mediante descarga directa (ver figura 17 y 18).



*Figura 16. Instalación de formaleta para dados de cimentación. (Fuente: Autoría Propia)*



*Figura 17. Fundición de concreto mediante descarga directa desde el camión hormigonera. (Fuente: Autoría Propia)*

- 24 horas después de fundido el dado de cimentación se desencofro la estructura de cimentación (ver figura 19).



*Figura 18. Retiro de formaleta y cimentación fundida. (Fuente: Autoría Propia)*

### Vigas de cimentación, viga cinturón y viga corona

- Las vigas de cimentación se construyeron para dar amarre entre los dados de cimentación lo que permite articular estos elementos a nivel de cimentación (ver figura 20); la viga cinturón es el elemento estructural construido para estabilizar provisionalmente los empujes producidos por el terreno sobre las pantallas y barretes pre-excavados cimentación (ver figura 21); la viga corona es el elemento estructural de remate superior construido para finalizar el muro de contención y que enlaza las pantallas y barretes cimentación (ver figura 22).



Figura 19. Viga de cimentación. (Fuente: Autoría Propia)



Figura 20. Viga cinturón. (Fuente: Autoría Propia)



*Figura 21. Viga corona. (Fuente: Autoría Propia)*

- Recibidos los planos de diseño se hizo su localización, luego se excavo manualmente o con la retoexcavadora mixta y se hizo el solado con concreto pobre.
- Posteriormente se hizo el amarre del acero conforme a los planos de diseño y se instalaron en la viga corona los anclajes con terminación en forma de platina para posteriormente soldarle los brochales que conectan este elemento con las vigas metálicas (ver figura 23). Este procedimiento de localización se hizo con la comisión topografía para garantizar las correctas coordenadas.



*Figura 22. Anclaje de platina para brochal de conexión a viga metálica. (Fuente: Autoría Propia)*

- Se encofro y se fundió el elemento con concreto de 21 Mpa (ver la figura 24).



*Figura 23. Fundición de vigas. (Fuente: Autoría Propia)*

**Actividades de control por parte del pasante de ingeniería.**

- Recibidos los planos por parte del área de diseño ver figura 25, 26, 27 y 28, se hizo el despique y se ordenó al oficial encargado del patio de herrería hacer el corte y el figurado del acero.

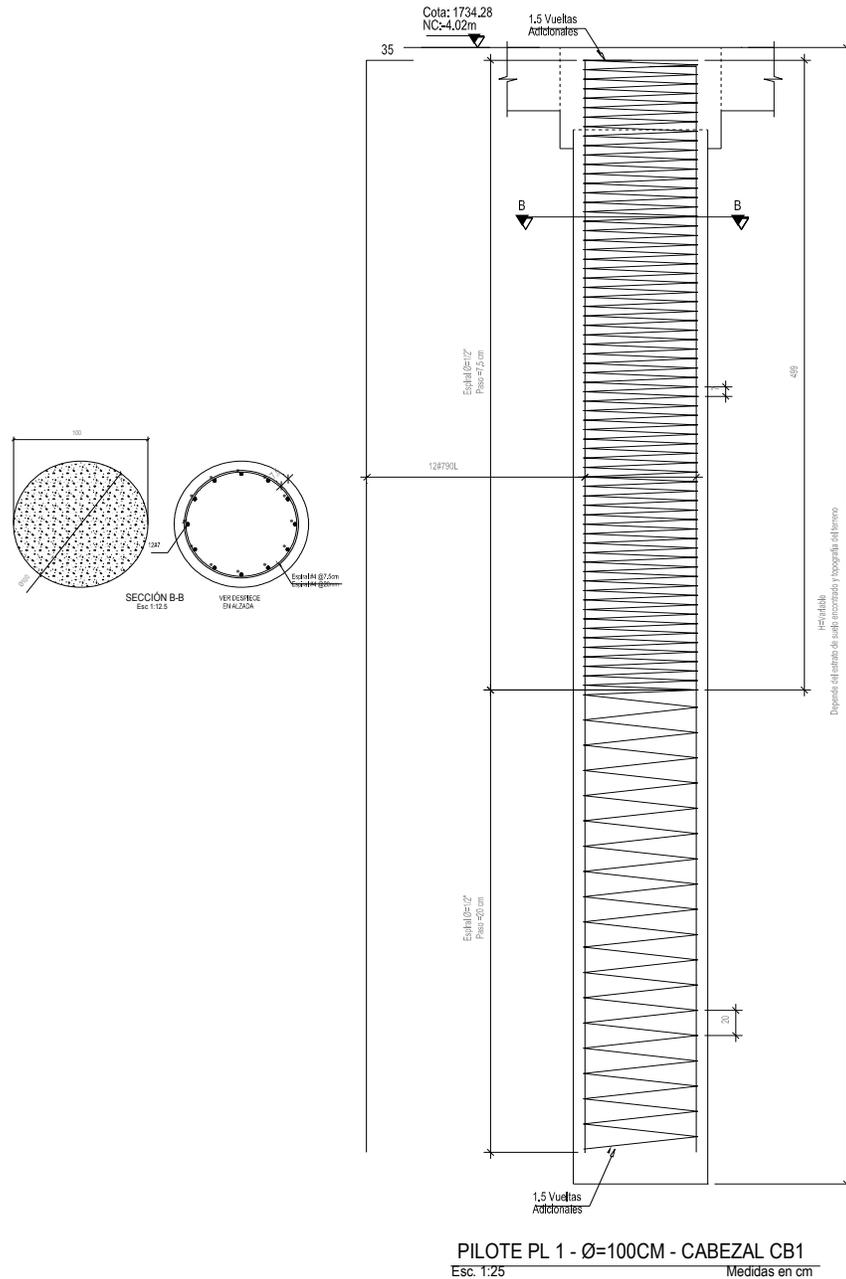


Figura 24. Planos de caisson (Fuente: Departamento de diseño Metálicas e Ingeniería S.A.)

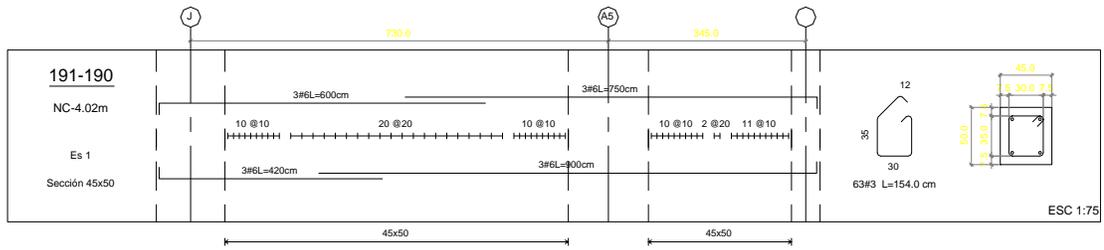


Figura 25. Vista longitudinal de viga de cimentación (Fuente: Departamento de diseño Metálicas e Ingeniería S.A.)

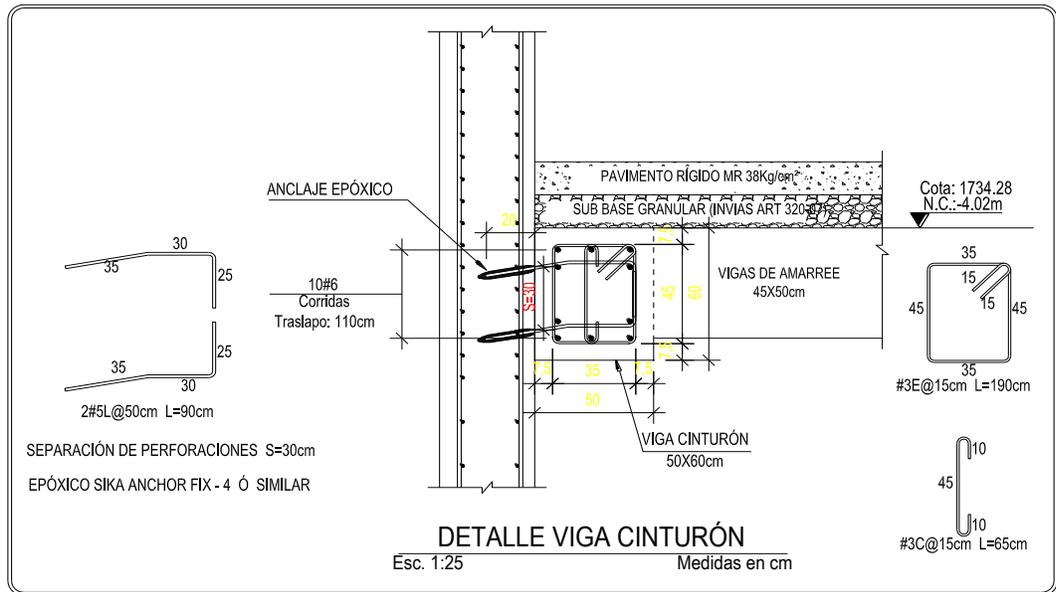


Figura 26. Diseño viga cinturón (Fuente: Departamento de diseño Metálicas e Ingeniería S.A.)

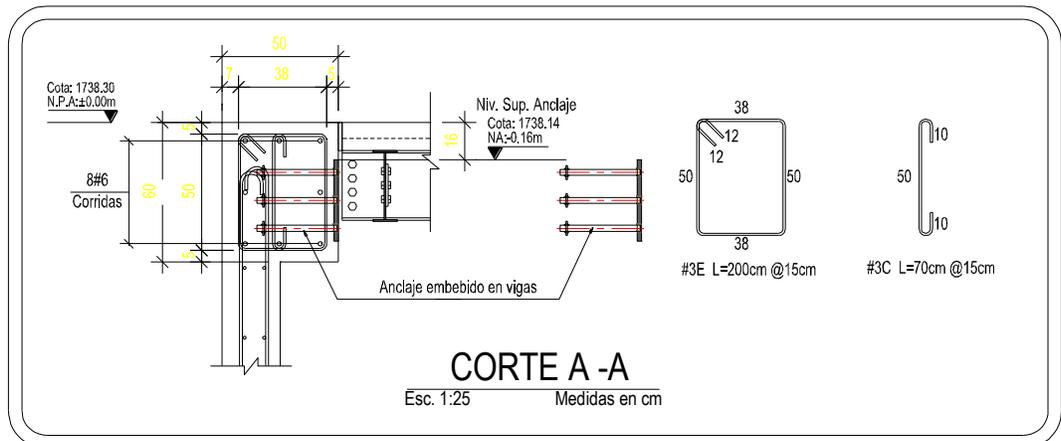


Figura 27. Corte transversal viga corona (Fuente: Departamento de diseño Metálicas e Ingeniería S.A.)

- Durante el procedimiento de amarre el pasante de ingeniería verificó el espaciamiento de los estribos de acuerdo a el detalle de los planos, la correcta longitud de los traslapos (ver tabla 1), el alineamiento de los elementos estructurales y la correcta instalación de la formaleta como es su alineación y plomo, la instalación de los separadores que garantizaron el recubrimiento estipulado en los planos; para el caso de la cimentación profunda se verificó que el barreno correspondiera del diámetro estipulado y que antes de iniciar la excavación se garantizara la verticalidad de este equipo.

Detalle de doblamiento y traslapos de Barras -  $f'c=21\text{MPa}$

Barra No.	db (mm)	D (mm)	Gancho 180°			Gancho 90°		Long. de desarrollo Ld (mm)	Long. de traslapo Lt (mm)
			L (mm)	C (mm)	M (mm)	L (mm)	C (mm)		
No. 2	6.4	38.4	96	51	51	112	102	300	366
No. 3	9.5	57.0	142	76	76	166	152	418	543
No. 4	12.7	76.2	190	102	102	222	203	559	727
No. 5	15.9	95.4	238	127	127	278	254	699	909
No. 6	19.1	114.6	286	153	153	334	306	840	1092
No. 7	22.2	133.2	333	178	178	388	355	1220	1586
No. 8	25.4	152.4	381	203	203	444	406	1397	1816

Tabla 1. Longitudes de desarrollo, longitudes de traslapo y ganchos para barras de acero. (Fuente: Departamento de diseño Metálicas e Ingeniería S.A.)

- Ya verificado lo anterior el pasante de ingeniería midió cada uno de los elementos a fundir con el fin de solicitar a la planta de concreto el volumen necesario para la fundición sumando un 5% de desperdicio.
- Durante el proceso de fundición para el caso de los caisson el pasante de ingeniería supervisó que el vaciado del concreto fuera de manera lenta con el fin de evitar que el castillo de acero se levantara y se afectara la cota establecida; para la fundición de la cimentación superficial el pasante de ingeniería supervisó que se vibrara el concreto de la manera adecuada con el fin de evitar el hormigueo y que se hicieran el ensayo de asentamiento de concreto (ICONTEC, 1992) (ver **figura 56**) y se tomaran las muestras cilíndricas para posteriormente ser enviadas al laboratorio para su evaluación (ICONTEC, 2000) (ver tabla 3), además para el caso de los dados de cimentación y la viga corona se verifico la correcta posición de los anclajes.

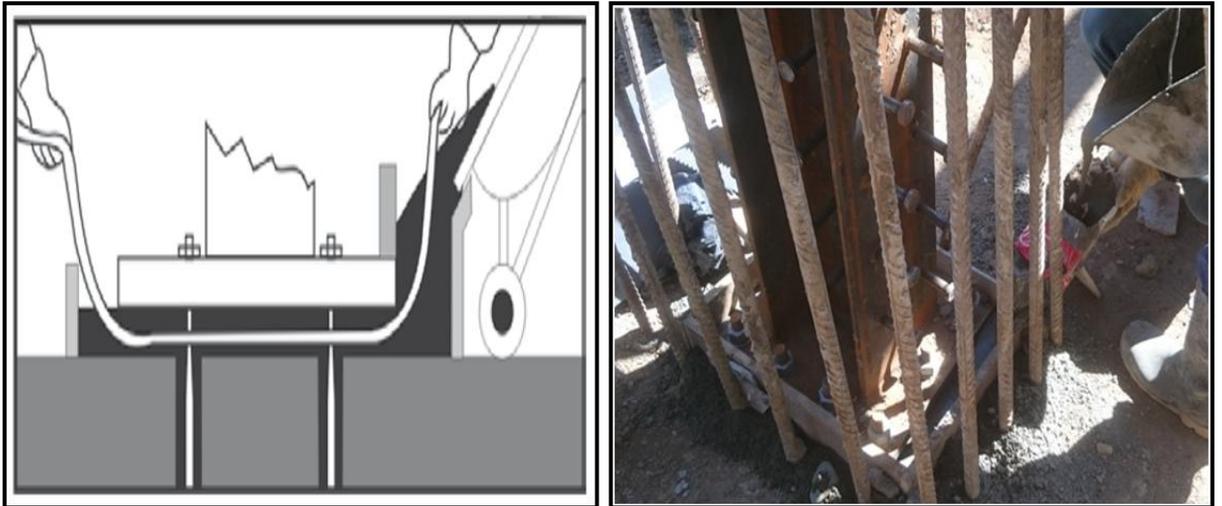
## 6.2. CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA METÁLICA

Durante la práctica profesional se realizó montaje de estructura metálica de los siguientes elementos: columnas, vigas, viguetas e instalación de lámina colaborante.

- El montaje se hizo con grúas, derrick, diferenciales y mástiles; para el izaje con grúa se diligencio el plan de izaje el cual permitió evaluar la capacidad de la grúa para el levantamiento de cada elemento (ver anexo 1).
- Las columnas se instalaron sobre los anclajes fundidos en los dados de cimentación y con las tuercas de nivelación se ajustó de tal manera que se garantizó su verticalidad (plomo) con una tolerancia de  $(H/500)$  (ASOCIACION COLOMBNIANA DE INGENIERIA SISMICA, 2010) en las dos direcciones (ver figura 29). Después se fundió en la parte inferior con grouting (ver figura 30), que es un mortero sin contracción, listo para usar en rellenos de anclajes y trabajos de nivelación, el cual está hecho para resistir altas cargas a compresión y con ello se evitó el desplazamiento al momento de la instalación de las vigas y viguetas. este producto se dejó curar por un lapso de 24 horas para continuar el montaje de la estructura metálica.

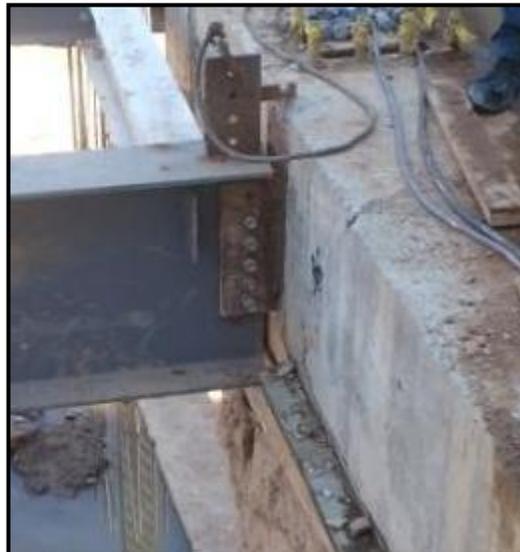


*Figura 28. Instalación aplome y aseguramiento de perfil. (Fuente: Autoría Propia)*



*Figura 29. Fundición del grouting (Fuente: Autoría Propia)*

- Para la conexión entre las vigas y viguetas con la viga corona se soldaron los brochales según lo indicado en el plano de montaje, los cuales deben cumplir con un espesor y orificios con diámetro estipulado en diseño y la localización y nivel correspondiente (ver figura 31).



*Figura 30. Brochal de conexión a viga corona (Fuente: Autoría Propia)*

- Después de instalar las columnas se continuo con el montaje de vigas y viguetas (ver figura 32) las cuales van conectadas mediante varios tipos de conexión según diseño, así: conexiones a momento (ver figura 33); conexiones a cortante en las cuales se utilizó una platina de conexión que transmite los esfuerzos de la viga a la columna y donde el esfuerzo que se genera en esa zona es soportado por los pernos de conexión (ver figura 34).



*Figura 31. Montaje de vigas y viguetas por medio de grúa. (Fuente: Autoría Propia)*



*Figura 32. Conexión a momento (Fuente: Autoría Propia)*



*Figura 33. Conexión a Cortante (Fuente: Autoría Propia)*

- Teniendo la estructura completa (columnas, vigas y viguetas), se instaló la lámina colaborante (MEISADECK) calibre 22 soldándola a cada una de las vigas y viguetas (ver figura 35), en la zona de las columnas se instalaron collares en perfiles en L de 3 pulgadas en los cuales se apoya la lámina colaborante (ver figura 36), se instaló el testero (borde losa) en las zonas donde remata la losa, el cual tiene una altura dependiendo del espesor de la losa donde en un 98% fue de 120 mm (ver figura 37) y simultáneamente se soldaron los conectores de corte (studs) que soportan todos los esfuerzos a cortante que recibe la losa (ver figura 38) permitiendo que las vigas y losa actúen en conjunto.



*Figura 34. Instalación de lámina colaborante (Fuente: Autoría Propia)*



Figura 35. Instalación de collares de columna. (Fuente: Autoría Propia)



Figura 36. Instalación de testero (borde losa). (Fuente: Autoría Propia)

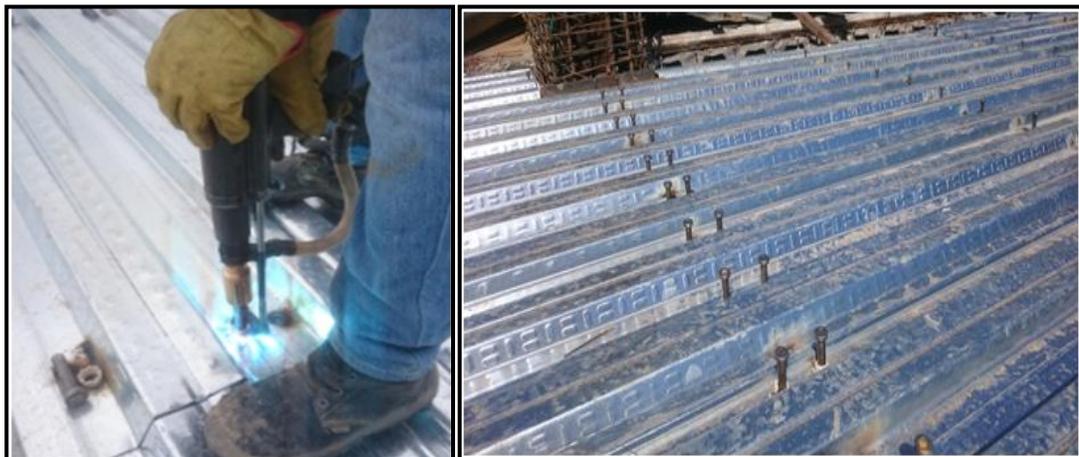


Figura 37. Instalación de conectores de corte. (Fuente: Autoría Propia)

- Como control de calidad y para garantizar que la soldadura que se hace en obra cumple con las especificaciones de diseño, se realizaron los procedimientos de inspección de soldadura por líquidos penetrantes el cual es un ensayo no destructivo que permite detectar las discontinuidades de la soldadura (AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS, 1995) (ver figura 39) y para elementos soldados con espesores mayores a 18 mm se realizó la inspección por ultrasonido que es un método de examen no destructivo en el cual ondas de sonido son introducidas dentro de la pieza a ser examinada para determinar discontinuidades internas (AMERICAN WEILDING SOCIETY, 2010) ver figura (40).



*Figura 38. Inspección de soldadura por líquidos penetrantes. (Fuente: Autoría Propia)*



*Figura 39. Inspección por ultrasonido. (Fuente: Autoría Propia)*

### Actividades de control por parte del pasante de ingeniería

- En el montaje de vigas y viguetas se supervisó que el elemento corresponda al plano de montaje (ver figura 419), el alineamiento de las vigas y viguetas, los niveles de cada elemento, que se colocaran los pernos definidos en el diseño y que su ajuste se hiciera por el procedimiento de ajuste de tuerca el cual consiste en que la presión ejercida no debe superar un tercio de vuelta como lo indica la NTC 5832 (ver figura 42).



Figura 40. Supervisión plano con montaje físico. (Fuente: Autoría Propia)

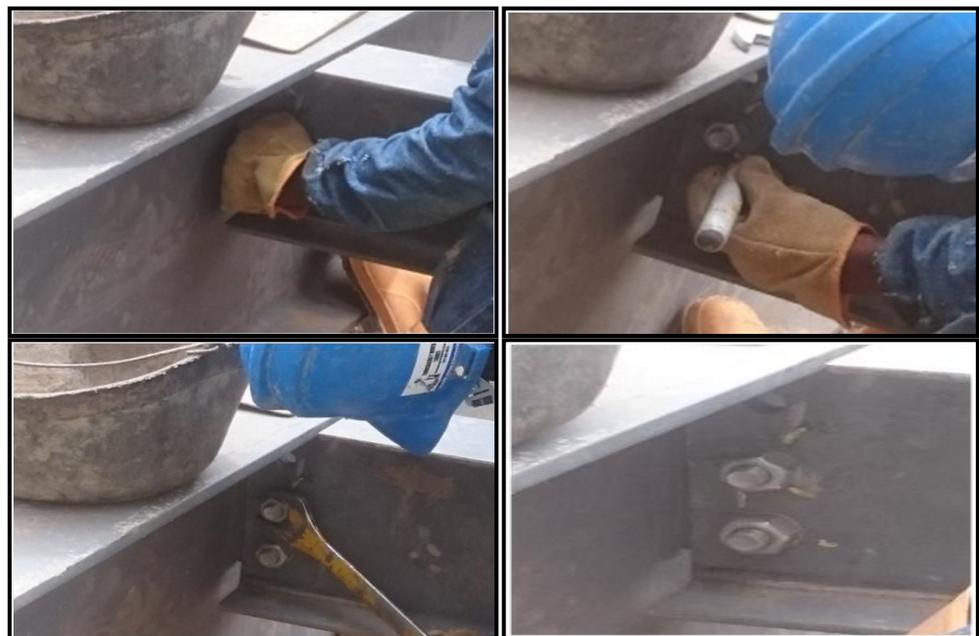


Figura 41. Ajuste de tuerca. (Fuente: Autoría Propia)

- Para las conexiones a momento el pasante de ingeniería verifico que los End plates estén bien unidos o que no superen los 6 mm; en caso que la luz entre las platinas superara esta longitud se instaló una calza (ver figura 43)



*Figura 42. Ajuste de conexión por medio de calza. (Fuente: Autoría Propia)*

- Para todas las conexiones el pasante de ingeniería superviso que el perno no quedara tragado en la tuerca, garantizado que este salga o que quede a ras de la superficie de la tuerca de tal manera que el perno funcione correctamente con su máxima capacidad de resistencia (ver figura 44).



*Figura 43. Perno central tragado en la tuerca. (Fuente: Autoría Propia)*

- Se verificó que los conectores de corte estén ubicados conforme al plano de montaje, estos conectores se chequearon con un golpe en dos direcciones para garantizar que estén correctamente soldados.

### 6.3. CAPÍTULO 4: ESTRUCTURA CONCRETO

Durante la práctica profesional se construyó estructura de concreto basada específicamente en la fundición de losas de entre piso, columnas, pantallas y pavimento mediante los siguientes procedimientos:

#### 6.3.1. Estructura de pavimento

La estructura de pavimento estuvo bajo la responsabilidad de dos contratistas de la siguiente manera:

La empresa Victoria Ariza Excavaciones y Obras Civiles S.A.S. Encargada del mejoramiento del suelo, estructura de sub-base y base y la empresa Metálicas e ingeniería S.A. encargada de la fundición de la capa de rodadura en concreto hidráulico con acabado pulido. De esta manera el procedimiento supervisado por el pasante de ingeniería fue el siguiente:

- Se colocó la formaleta con los pasadores de transmisión (ver figura 45). Se instaló malla electro soldada de 7 mm espaciada cada 15 cm en las áreas donde se concentran esfuerzos como son cajas hidráulicas o áreas irregulares que no garantizan la relación 1:3 (ver figura 46). Durante el vaciado del concreto se tomaron los niveles con nivel de precisión y se hicieron las plantas garantizando un espesor de 15 cm. Ya con las plantas hechas se vibró y se talló con la regla vibradora (ver figura 47) y luego se aliso la superficie con la flota canal.



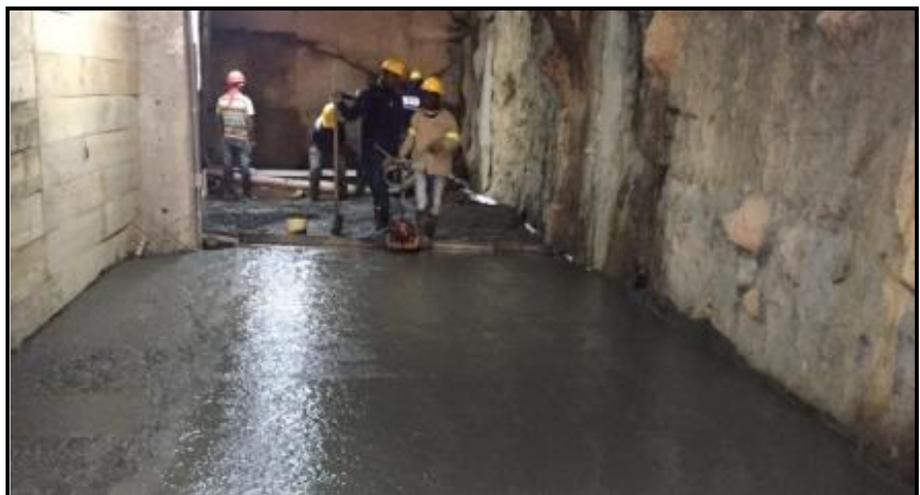
*Figura 44. Formaleta con pasadores de transmisión de esfuerzos.  
(Fuente: Autoría Propia)*



*Figura 45. Colocación de acero de refuerzo en áreas de concentración de esfuerzos. (Fuente: Autoría Propia)*



*Figura 46. Nivelación y localización de plantas. (Fuente: Autoría Propia)*



*Figura 47. Vibrado y tallado de la capa de rodadura. (Fuente: Autoría Propia)*

- Se aplicó el endurecedor con una cantidad de 3 kg por metro cuadrado (ver figura 49), luego se pulió hasta dar el acabado requerido, este procedimiento se hizo en aproximadamente 8 horas (ver figura 50).



*Figura 48. Aplicación del endurecedor. (Fuente: Autoría Propia)*



*Figura 49. Pulimento de la capa de rodadura. (Fuente: Autoría Propia)*

- En la construcción de la capa de rodadura alrededor de las columnas se dejan unas áreas en forma de rombo para que recibieran los esfuerzos que trasmite la columna al suelo y así evitar las fisuras que dañarían la capa de rodadura; Los rombos fueron fundidos posteriormente de manera independiente.

### Actividades de control por parte del pasante de ingeniería

- Se verificó los planos de diseño con el fin de ordenar al contratista la instalación de todos los elementos requeridos para la fundición (ver figura 51, 52, 53, 54, 55).

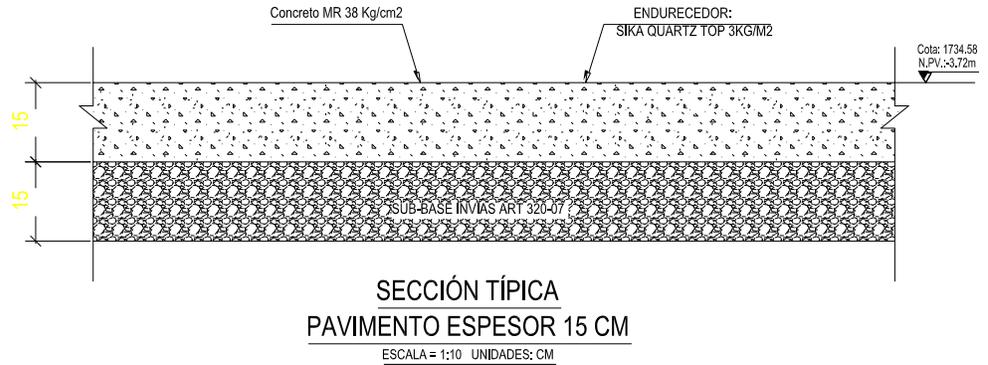
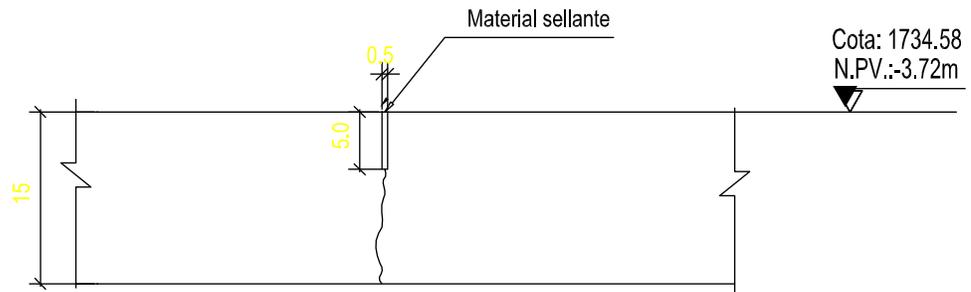


Figura 50. Sección típica pavimento. (Fuente: departamento de diseño Metálicas e ingeniería S.A.)



NOTA: LAS JUNTAS DE CONTRACCION, SERAN DEL TIPO "RANURA SIMULADA" O PLANO DEBILITADO, ES DECIR, QUE SE MARCARAN CUANDO EL CONCRETO SE ENCUENTRE MEDIANAMENTE ENDURECIDO. ESTAS JUNTAS SE ESPACIARAN A NO MAS DE 2.6 mts. RELACION LARGO/ANCHO DEL PAÑO MAX. 1.30.

Figura 51. Detalle junta de contracción. (Fuente: departamento de diseño Metálicas e ingeniería S.A.)

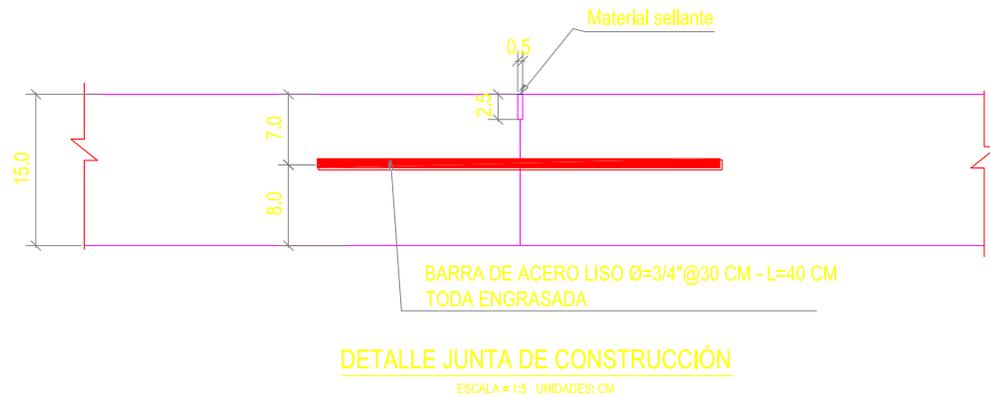


Figura 52. Detalle junta de construcción. (Fuente: departamento de diseño Metálicas e ingeniería S.A.)

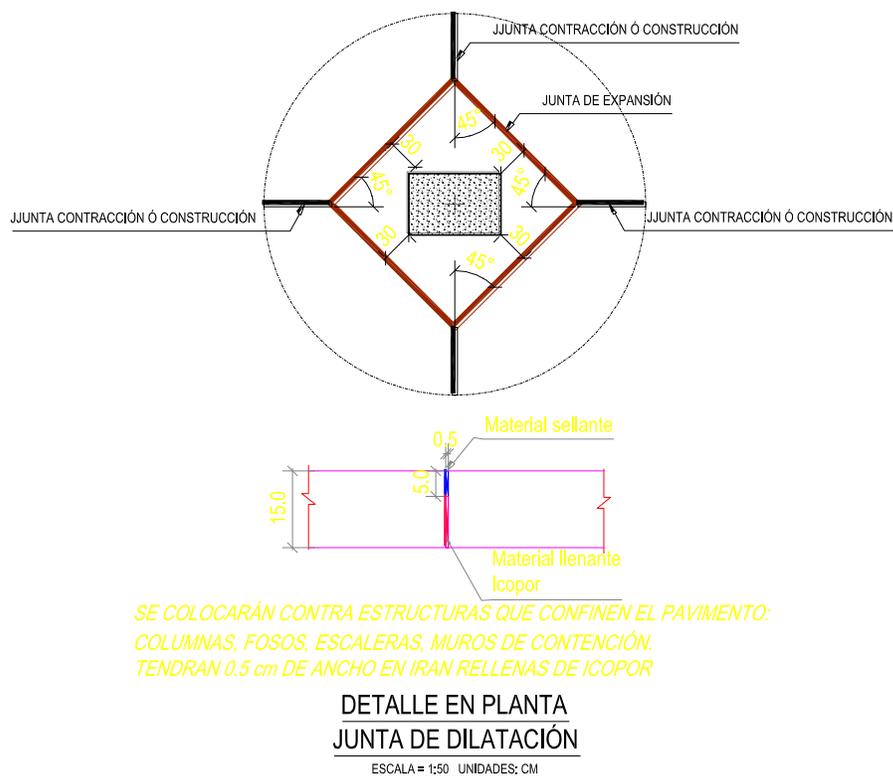


Figura 53. Detalle junta de dilatación. (Fuente: Departamento de diseño Metálicas e ingeniería S.A.)

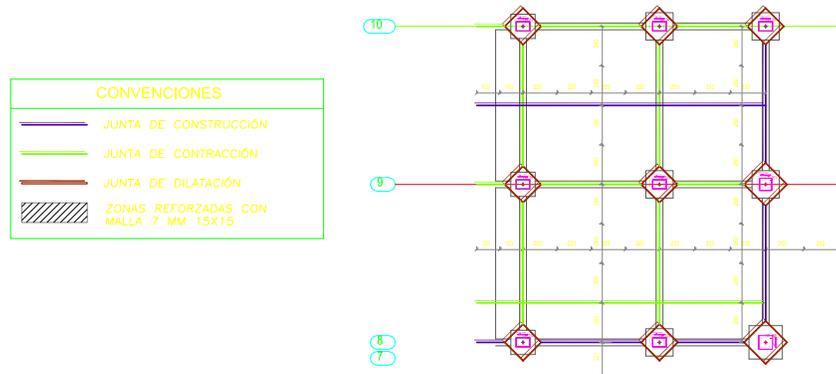


Figura 54. Detalle plano de juntas. (Fuente: departamento de diseño Metálicas e ingeniería S.A.)

- Al ser liberada por parte de interventoría la zona de pavimento a fundir, el pasante de ingeniería superviso la instalación de la formaleta y chequeo los niveles con nivel de precisión; se superviso que se instalaran los pasadores de transmisión de esfuerzos (barras lisas # 6 de 0.4 metros de longitud) y se verifico que estuvieran engrasadas para evitar la adherencia del concreto y permitir el movimiento para evitar las fisuras en el paño al momento de recibir la carga.
- En las áreas donde se reforzó con malla electro soldada, se verificó que se cumpliera con la longitud de traslape de 30 cm y que se colocaran los separadores que garantizaran el recubrimiento.
- Se midió el área a fundir y se calculó el volumen para solicitarlo en la planta de concreto, el concreto utilizado para este tipo de estructura es MR 38 el cual tiene una resistencia a la flexión de  $38 \text{ kg/cm}^2$ .
- Para la fundición de la capa de rodadura de la estructura de pavimento el pasante de ingeniería supervisó que se hicieran el ensayo de asentamiento de concreto (ICONTEC, 1992) (ver figura 56) y se tomaran las muestras para el ensayo de resistencia a la flexión (ver figura 57) y posteriormente ser enviadas al laboratorio para su evaluación (INVIAS, 2007) (ver tabla 3), así mismo el pásate de ingeniería tomo los niveles para hacer las plantas y garantizar una superficie nivelada con espesor de la capa de 15 cm.



*Figura 55. Prueba de asentamiento del concreto. (Fuente: Autoría Propia)*



*Figura 56. Muestra de viguetas con concreto MR 38. (Fuente: Autoría Propia)*

- Se supervisó que al día siguiente a la fundición se hicieran las juntas de contracción con profundidad de 5 cm con la cortadora de piso conforme a los planos de diseño (ver figura 52) de tal manera que se conserve la

relación de 1:3, esto con el fin de evitar las fisuras por los esfuerzos de contracción que ejerce el fraguado del concreto (ver figura 58).



*Figura 57. Corte de las juntas de contracción. (Fuente: Autoría Propia)*

- Pasados los 28 días que el concreto desarrolla su máxima resistencia el pasante de ingeniería verifico que se aplicara en las juntas de contracción el sellante de poliuretano autonivelante para evitar la filtración de líquidos y de suciedad.

### 6.3.2. Losas mixtas de entepiso

Durante la práctica profesional en el proyecto se construyó losas mixtas de entepiso de espesor de 12 cm mediante el siguiente procedimiento:

- Se apuntalo en el centro de luz de cada una de las vigas y viguetas del área a fundir (ver figura 59). Luego se distribuyó y se amarró la malla de retracción de 7 mm cada 15 cm y de 5 mm cada 25 cm (ver figura 60).



Figura 58. Apuntalamiento de vigas y viguetas. (Fuente: Autoría Propia)

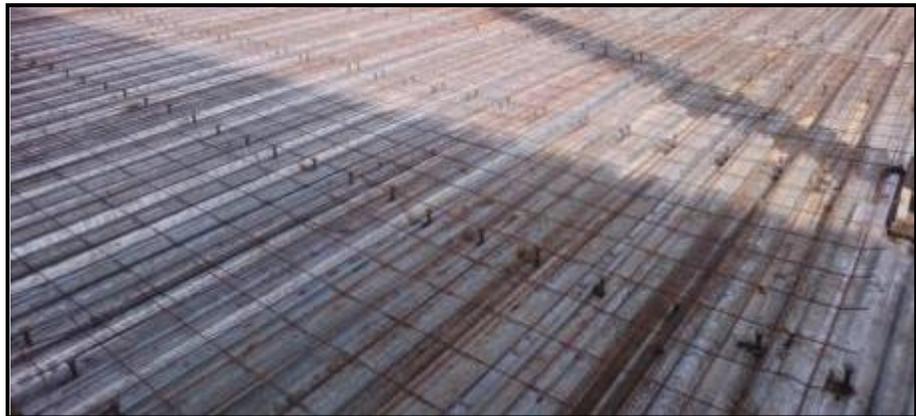


Figura 59. Riego de la malla electro soldada. (Fuente: Autoría Propia)

- Para las zonas donde se diseñó con mayores cargas se colocó barras # 4 con una longitud de 1 metro las cuales iban colocadas sobre las viguetas con el fin de contrarrestar los esfuerzos negativos que se generan en esos apoyos (ver figura 61).



Figura 60. Instalación de acero de refuerzo negativo (Fuente: Autoría Propia)

- Luego se midió el área a fundir y con un factor de  $0.103 \text{ m}^3 / \text{m}^2$  se obtuvo el volumen requerido para la fundición, es de anotar que este factor es para el espesor de 12 cm.
- El vaciado se hizo con bomba de concreto; se construyeron las plantas de 12 cm de espesor y se chequearon con nivel de precisión, luego se vibró y se tallo con la regla vibratoria (ver figura 62).



Figura 61. Descarga y vertimiento de concreto. (Fuente: Autoría Propia)

- Con el fin de garantizar un correcto curado del concreto, después de haber fraguado se colocó costales de fique humedecidos lo cual también permitió minimizar los efectos negativos de los rayos directos del sol (ver figura 63) y al día siguiente se hizo el corte de las juntas de contracción con una profundidad de 3 cm para evitar las fisuras (ver figura 64).



*Figura 62. Colocación de estopas de fique para garantizar la humedad y correcto curado del concreto (Fuente: Autoría Propia)*



*Figura 63. Localización y corte de juntas de dilatación (Fuente: Autoría Propia)*

- El concreto utilizado para las losas de entre piso es de un  $f'c$  de 3000 psi

### Actividades de control por parte del pasante de ingeniería

- El pasante de ingeniería inicialmente verificó que cada viga y vigueta estuviera apuntalada en el centro de la luz con gatos y que cada uno de ellos estuviera soldado con puntos de soldadura para evitar el movimiento de los mismos y prevenir algún accidente; el apuntalamiento obedece a que el diseño de la estructura busca que trabaje las vigas con la losa mixta en conjunto, de tal manera que el eje neutro quede sobre la sección del concreto y la viga de acero soporte todos los esfuerzos de tracción, para ello se requiere que al momento de fundir la losa las vigas no presenten ningún tipo de deflexión y de esta manera al momento de fraguar el concreto el asuma todos los esfuerzos de compresión que se generan en la estructura cuando se retire el apuntalamiento y trabaje para lo que fue diseñada.
- Se verifico que la malla de retracción fuera colocada en la dirección correcta de tal manera que las barras de 7 mm de diámetro quedaran en dirección de las canales de la lámina colaborante y las barras de 5 mm de diámetro ortogonales a ellas; Ya distribuida la malla de retracción en el área a fundir, se verifico el traslapo de 30 cm (ver figura 65), así mismo se verificó la instalación de separadores en concreto que alejaban la malla de retracción de la lámina colaborante 4 cm y garantizaban el espesor de recubrimiento (ver figura 66), así mismo la instalación y correcta distribución del acero negativo según planos de diseño, los cuales generalmente estaban ubicados en áreas donde se iban a instalar grandes cargas y en la zona de voladizos.

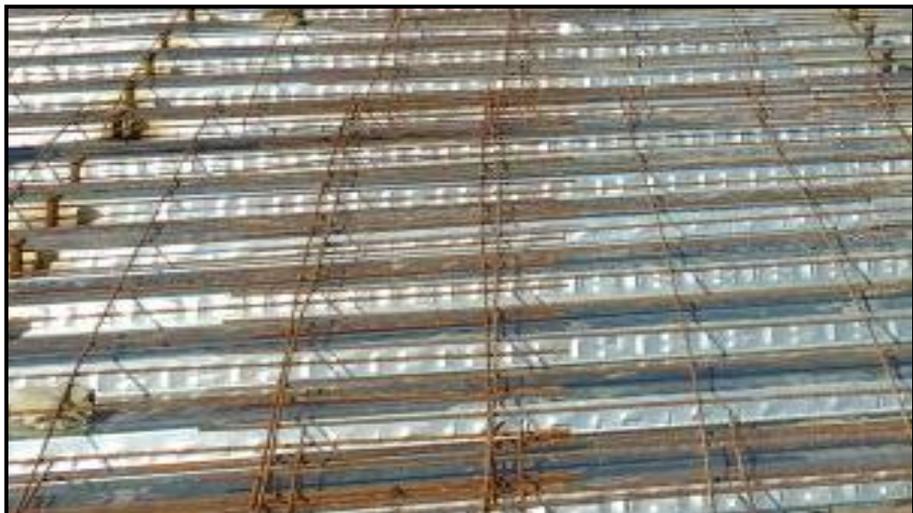


Figura 64. Amarre y verificación de traslapos. (Fuente: Autoría Propia)



*Figura 65. Instalación de panelas de concreto para garantizar recubrimiento (Fuente: Autoría Propia).*

- Se verificó que se hicieran el ensayo de asentamiento de concreto (ICONTEC, 1992) (ver figura 56) y se tomaran las muestras cilíndricas para posteriormente ser enviadas al laboratorio para su evaluación (ICONTEC, 2000) (ver tabla 3).
- El pasante de ingeniería tomó los niveles de la superficie de la losa con nivel de precisión con el fin de garantizar el espesor de la misma (ver figura 67) y al día siguiente estuvo controlando que la juntas de contracción se hicieran de acuerdo al plano de diseño y que se aplicara agua para un correcto curado.



*Figura 66. Toma de niveles en losa técnica de cubierta (Fuente: Autoría Propia).*

### 6.3.3. Columnas y pantallas de concreto

Durante la práctica profesional en el proyecto se construyeron pantallas y columnas de sección cuadrada, rectangular y circular de diferentes dimensiones, pero su proceso constructivo se hizo de la misma manera variando únicamente su forma y la formaleta utilizada así:

- Se hizo el amarre del acero principal y los estribos como estaba según planos de diseño, los estribos de la parte superior fueron soldados a las almas de las vigas con un cordón de soldadura para garantizar el correcto confinamiento del concreto con el acero (ver figura 68).



*Figura 67. Amarre de acero (Fuente: Autoría Propia).*

- Se demarcaron los puntos para la instalación de la formaleta (ver figura 69) y ya con la formaleta instalada se hizo el ajuste de verticalidad en dos direcciones se tomaron medidas y se calculó el volumen para ser pedido a la planta; el concreto utilizado para la fundición de columnas fue de 4000 psi.



*Figura 68. Instalación de formaleta y chequeo de verticalidad (Fuente: Autoría Propia).*

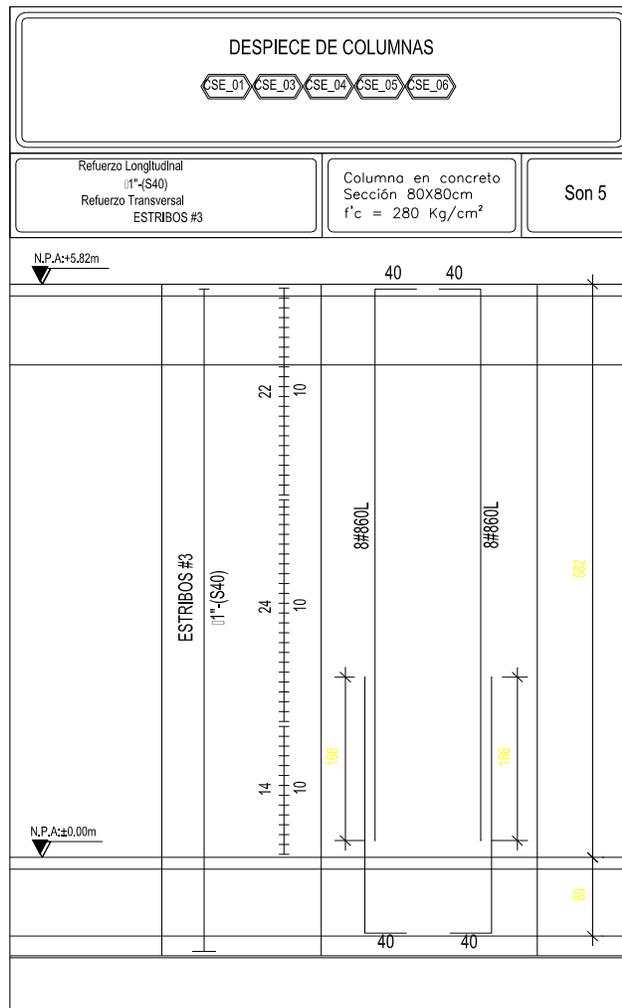
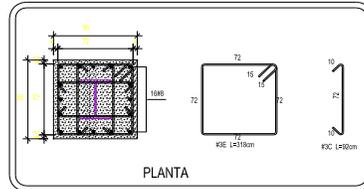
- El vaciado del concreto se hace por medio de la bomba o por descarga directa dependiendo las condiciones del terreno y de la estructura y se vibra para eliminar los vacuos en el concreto (ver figura 70).



*Figura 69. Fundición y vibrado de concreto de columna (Fuente: Autoría Propia).*

**Actividades de control por parte del pasante de ingeniería**

- Recibidos los planos de diseño se hizo el despiece del acero y se autorizó el corte y figurado en el patio de herrería (ver figura 71).



**ESQUEMA GENERAL \_ DESPIECE DE COLUMNAS**

Esc. 1:50

Medidas en cm

*Figura 70. Sección transversal de columna y distribución de acero principal columna. (Fuente: Departamento de diseño Metálicas e Ingeniería S.A.)*

- Se verifico el diámetro y longitud de las barras, longitud y ubicación de los traslapos (ver tabla 1), distribución y espaciado de los estribos y se chequeó que los estribos de la parte superior sobre el nudo estuvieran soldados en el alma de la viga a lo largo del gancho de estribo para garantizar el correcto confinamiento del concreto con el acero.
- Se chequeó los puntos de instalación de la formaleta por medio de plomada para garantizar su correcta posición y el correcto alineado de la columna; también de verificaron la instalación de los separadores para garantizar el recubrimiento.
- Se verificó que se hicieran el ensayo de asentamiento de concreto (ICONTEC, 1992) (ver figura 56) y se tomaran las muestras cilíndricas y se curaran para posteriormente ser enviadas al laboratorio para su evaluación (ICONTEC, 2000) (ver figura 72, 73 y tabla 3).



*Figura 71. Toma de muestra del concreto utilizado para columnas, pantallas y cimentación (Fuente: Autoría Propia).*



*Figura 72. Curado de las muestras (Fuente: Autoría Propia).*

- Teniendo en cuenta que la altura de las columnas del primero y segundo nivel fueron de 5.8 metros, al momento del vaciado se generó segregación del concreto y en la base de la columna se presentó un hormigueo (ver figura 74), por lo anterior se optó por aplicar una pasta inicial de relación 1:1 que garantizó la resistencia del concreto y corrigió el problema de hormigueo (ver figura 75).



*Figura 73. Columna con base hormigonada (Fuente: Autoría Propia).*



*Figura 74. Columna fundida con pasta inicial de relación 1:1 (Fuente: Autoría Propia).*

- Se verificó por cada metro de altura de vaciado de concreto se colocara el vibrador dentro del concreto para su correcta distribución y compactación.
- Se supervisó que pasadas 24 horas de fundida la columna se retira la formaleta, y se le aplicara anti sol para conservar su humedad y que se forra con Película plástica que permite correcto curado del concreto (ver figura 76).



*Figura 75. Columna cubierta con película de plástico para conservar la humedad y garantizar correcto curado del concreto (Fuente: Autoría Propia).*

#### 6.4. CANTIDAD DE DE OBRA EJECUTADA DURANTE LA PRÁCTICA PROFESIONAL

DESCRIPCIÓN (Corresponde a los ítems o productos contratados)	UND	CANTIDADES
<b>CIMENTACIÓN</b>		
Excavación Cimientos profundos tipo Pilote diámetro 100 cm, Prof. máx. 10.5 mts, con lodos bentoniticos 50 kq/m3	M3	89.91
Excavación Cimientos profundos tipo Pilote diámetro 120 cm, Prof. máx. 10,5 mts, con lodos bentoniticos 50 kq/m3	M3	7.92
Manejo, Cargue y retiro de lodos y sobrantes procedentes de la excavación profunda, medido en volqueta.	M3	165.00
Dados en concreto de F'c 21 Mpa. Incluye formaleta	M3	39.53
Acero de refuerzo Cimentación profunda. Fy 420 Mpa. Suministro, Figurado, Amarrado y Colocación.	KG	5,263.00
Suministro y Colocación de Concreto Tremie F'c 21 Mpa. Para Pilotes.	M3	65.00
Demolición (descabece de pilotes H máx. 100 cm). Incluye retiro	UND	12.00
Vigas de amarre para cimentación en concreto de Fc 21 Mpa. Incluye Formaleta	M3	110.67
Solados de Limpieza para muros de contención y vigas de amarre en concreto F'c 14 Mpa, espesor 5 cm	M2	285.95
Acero de refuerzo para dados, muros de contención y vigas de cimentación. Fy 420 Mpa. Suministro, figurado, amarrado y colocación.	KG	18967.52
Excavación manual vigas de cimentación, dados y zarpa para muro de contención	M3	174.53

Concreto normal para pavimento (asentamiento 3" +/- 1") a 28 días, grava de 1" MR 38 kg/cm <sup>2</sup>	M3	817.5
Acero de refuerzo para pavimento	KG	13132.45
<b>ESTRUCTURA METÁLICA EDIFICIO</b>		
Estructura aporcionada en Alma Llena, Vigas Armadas o en Perfilera H, I, En acero Astm A 572 Gr 50, Placas base en lámina Astm A-36, Tornillería A-325, Limpieza SSPC SP3, Pintura Anticorrosiva 3 mil. Para un área de losas fundidas aprox de 22.494 m <sup>2</sup> y una cuantía de 61 kg/m <sup>2</sup>	KG	774232.5
Lámina colaborante Steel deck Cal 22 x 2" para losas	KG	36,243.85
<b>ESTRUCTURA CONCRETO EDIFICIO</b>		
Concreto para losa en steel deck espesor 12 cm F'c 21 Mpa	M3	482.20
Preparación terreno para fundición losa cinturón	M2	213.80
Losa Cinturón aligerada en concreto de F'c 21 Mpa.	M3	93.43
Acero de refuerzo Losa Aligerada. Fy 420 Mpa. Suministro, Figurado, Amarrado y Colocación.	KG	11,309.66
Concreto para losa en steel deck espesor 12 cm F'c 21 Mpa	M3	191.25
Malla Electrosoldada para losa en steel deck.	KG	13,216.68
Columnas encamisadas en Concreto F'c 28 Mpa.	M3	725.9
Acero de refuerzo para encamisado de Columnas. Fy 420 Mpa. Suministro, Figurado, Amarrado y Colocación.	KG	145,328.3

*Tabla 2. Cantidades de obra ejecutada durante el periodo de la práctica profesional.*

REGISTRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO											Código:	CT-ROO-CE01
											Versión:	1
											Páginas:	1 de 1
NORMAS REFERENCIA:		INV. E-401, E-402, E-403, E404, E-410, E-412									Fecha Formato:	12-ene-2010
FECHA INFORME: 20-may-16 O B R A : AMPLIACIÓN CENTRO COMERCIAL CAMPANARIO SECTOR: ZONA URBANA MUNICIPIO DE POPAYÁN INTERVENTOR: AVENIDA CAPITAL CONSTRUCTOR: METALICAS E INGENIERIA S.A - MEISA S O L I C I T Ó : METALICAS E INGENIERIA S.A - MEISA FECHA ENTRADA: 20-mar-16											ODS: 033C	
RESISTENCIA DE DISEÑO: 3000 PSI												
ESTRUCTURA:												
Ref.	fecha	fecha	Edad	Perimetro	Carga	Resistencia				DETALLE OBRA		
NP	toma	rotura	días	cm	Lb	KN	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	PSI			
A	386	19-mar	29-mar	10	47.7	85156	334.6	188	18.5	2676	LOSA 8-4 2do PISO A-BE	
A	386	19-mar	29-mar	10	47.9	86225	338.8	189	18.5	2687		
B	386	19-mar	16-abr	28	48.0	100986	396.8	221	21.6	3134		
B	386	19-mar	16-abr	28	48.1	99535	391.1	217	21.2	3076		
C	386	19-mar	14-may	56	48.2	105847	415.9	229	22.5	3257		
C	386	19-mar	14-may	56	48.1	107603	422.8	234	22.9	3325		
A	388	22-mar	29-mar	7	47.7	101469	398.7	225	22.0	3188	COLUMNA 1er PISO BC-6	
A	388	22-mar	29-mar	7	47.8	97983	385.0	216	21.1	3066		
B	388	22-mar	19-abr	28	48.0	133562	524.8	292	28.6	4145		
B	388	22-mar	19-abr	28	47.9	136310	535.6	299	29.3	4248		
C	388	22-mar	17-may	56								
C	388	22-mar	17-may	56								
A	390	23-mar	30-mar	7	48.1	77623	305.0	169	16.5	2399	LOSA 2do PISO 8-10 BC-B6	
A	390	23-mar	30-mar	7	48.3	80956	318.1	175	17.1	2481		
B	390	23-mar	20-abr	28	48.4	112413	441.7	242	23.7	3431		
B	390	23-mar	20-abr	28	48.6	109026	428.4	232	22.8	3300		
C	390	23-mar	18-may	56	48.5	116281	456.9	249	24.4	3534		
C	390	23-mar	18-may	56	48.4	118343	465.0	254	24.9	3612		
A	392	28-mar	04-abr	7	47.9	89457	351.5	196	19.2	2788	LOSA 2do PISO BC-B6 AD-7	
A	392	28-mar	04-abr	7	48.1	94012	369.4	205	20.0	2905		
B	392	28-mar	25-abr	28	48.2	140891	553.6	305	29.9	4336		
B	392	28-mar	25-abr	28	48.2	136219	543.1	300	29.3	4254		
C	392	28-mar	23-may	56								
C	392	28-mar	23-may	56								
OBSERVACIONES: MUESTRAS TRAJIDAS AL LABORATORIO POR EL INTERESADO. MUESTRAS A 56 DIAS ALMACENADAS COMO TESTIGOS Proveedor: CONCREINSA CERTIFICADO DE CALIBRACION N°: F-1624 EXPEDIDO POR: PINZUAR Ltda FECHA DE EXPEDICIÓN: 14-ago-14 VIGENCIA: 14-ago-18												
LOS RESULTADOS CONTENIDOS EN ESTE DOCUMENTO APLICAN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA INGRESADA Y PROCESADA EN LABORATORIO ESTA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN LA AUTORIZACIÓN DEL INGENIERO DE CALIDAD DE CITEC Ltda.												

Tabla 3. Reporte de resistencias de las muestras enviadas al laboratorio

## 7. CONCLUSIONES

Es necesario conocer y manejar la información técnica que nos brinda toda la normatividad en materia de construcción como es la NSR-10 en sus títulos y capítulos, norma en la cual se rigen todas las construcciones del país. Desde el punto de vista estructural, título F- ESTRUCTURAS METÁLICAS- TITULO A – REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE.

Se requiere un trabajo coordinado con la interventoría ya que ella se encarga de supervisar, avalar y aprobar los procesos constructivos en la obra, y para ello se deben seguir todas las especificaciones técnicas para cumplir satisfactoriamente cada una de las actividades desarrolladas y generar confianza en el cliente y en el ente interventor.

El manejo del recurso humano, la planeación y coordinación de actividades es un tarea compleja pero de las más importantes en la obra, por tal razón se requiere de un correcto direccionamiento para garantizar un efectivo, eficiente y eficaz trabajo que permita un óptimo desarrollo y cumplimiento de los compromisos definidos.

El pasante de ingeniería debe tener el carácter, el conocimiento y el criterio para la toma de decisiones bajo presión y para aprobar o rechazar un proceso constructivo que se considere que no se está ejecutando correctamente o que pueda dar como resultado un producto de mala calidad lo cual puede poner en riesgo los recursos humanos y económicos.

en el desarrollo de la práctica profesional se pudo ver malas prácticas en los procesos constructivos, longitudes de traslapo cortas, mala distribución de estribos, ajuste incorrecto de pernos, malos procesos de compactación entre otros, esto debido a que los trabajadores adoptan métodos constructivos que pueden facilitar el trabajo pero que pueden afectar estructuralmente el correcto trabajo de la edificación, es por ello que se deben controlar y supervisar el cumplimiento de las especificaciones estipuladas en los planos y que están avaladas por los ingenieros estructurales.

Una de las actividades de mayor importancia en el campo de la construcción es la seguridad y salud en el trabajo, por tal razón es deber de las personas que tienen responsabilidad sobre la obra y los trabajadores exigir que se cumplan con todas las medidas de seguridad y protección estipuladas en las normas para prevenir cualquier accidente.

La práctica profesional como pasante de ingeniería en un proyecto de tal magnitud y donde se construyó con un sistema fuera de lo común como fue estructura compuesta (metálica y concreto hidráulico) me permitió ampliar y adquirir nuevos conocimientos y poner en práctica aquellos adquiridos teóricamente durante la etapa de formación, lo que me permito abrir la mente a otras opciones de aprendizaje. Es por ello que la pasantía como opción de grado fue una decisión acertada para complementar mi formación profesional.

Se cumplieron los objetivos planteados, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos y aprendiendo nuevos conceptos útiles para la carrera como profesional.

## 8. OBSERVACIONES

Es importante realizar una planeación de tal manera que se pueda realizar un plan de trabajo bajo unos objetivos que permitan llevar un control y cumplir una programación.

Se debe involucrar al personal que tiene mando de tal manera que se logre una sinergia entre todos los involucrados en el proyecto.

Es necesario que un profesional este pendiente en cada uno de los procesos constructivos para garantizar la correcta construcción de cada elemento, de tal manera que el cliente se sienta seguro y satisfecho del trabajo realizado.

Una estructura mixta tiene ventajas sobre las tradicionales de concreto, pero tiene una desventaja muy importante y es el fuego, por tal razón se recomienda que se le aplique a las vigas un producto que aislé el acero del fuego en caso de un incendio.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS. (1995). *ASTM E165-95 Método de prueba estándar para el examen de líquido penetrante*. American Society of Testing Materials.

AMERICAN WELDING SOCIETY. (2010). *AWSD1.1/D1.1M:2010 Código de soldadura estructural*. Miami: American Welding Society.

ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA. (2010). *reglamento colombiano de construccion sismo resistente NSR-10 (Vol. F)*. Bogotá: Asociacion Colombiana de Ingeniería Sísmica.

ICONTEC. (1992). *NTC-396 Asentamiento del concreto*. Bogotá: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.

ICONTEC. (2000). *NTC 550 Elaboracion y curado de especimenes en concreto en la obra*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

INVIAS. (2007). *INV E-402 " Elaboración y curado de muestras de concreto para ensayos de compresión y flexión"*. Bogotá: INVIAS.

RIVERA, G. (s.f.). *Concreto simple*. universidad del cauca.

VALENCIA, G. (2013). *Manual de inspección de estructuras metálicas durante la fabricacion y el montaje*. Bogotá: escuela colombiana de ingenieria.



**PLAN DE IZAJE DE CARGAS**

Versión	01
Fecha Vigencia	11/1/2016
Gestión Integral	
Página 1 de 1	

Página 1 de 1

Fecha	Sitio de la maniobra	Peso de la carga	Cuadrante de operación
16-05-2016	Obra Camarón	X	X
Supervisor ejecución	Operador de grúa	Aparejador	Encargado SSTA
<i>[Firma]</i>	<i>FERRERIA COME</i>		<i>[Firma]</i>
Radio inicial	Radio final	Angulo inicial	Angulo final
50	40 pcc	50	35 pcc
Longitud pluma inicial	Longitud pluma final	Capacidad grúa	
10.300	6.9 Desc	X	11.500

Nota: Algunas grúas tienen capacidad diferente al frente y en 360°, verificar

Datos Aparejos		Lbs./ Kg./ Ton
Capacidad de estingos	6	Capacidad de Grúas
Peso de carga		Calculos
Peso aparejos	5000 lbs	Carga neta
Peso guicho y aguilón	100 lbs	Capacidad grúa
	400 lbs	Carga neta / cap. grúa
Carga Neta	5500 lbs	

Observaciones

Si es mayor a 80% el izaje es crítico y requiere aprobación del Ingeniero residente y/o Director de Obra

*[Firma]*

Autorización de izaje crítico, Ing. Residente o Director de obra, Firma y cedula

**RESOLUCIÓN No. 065 DE 2016**  
**24 DE FEBRERO**  
8.3.2-90.13

Por la cual se autoriza TRABAJO DE GRADO – PRACTICA PROFESIONAL - PASANTIA se designa su Director.

EL CONSEJO DE FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, de la Universidad del Cauca, en uso de sus atribuciones funcionales y,

**C O N S I D E R A N D O**

Que el Acuerdo 027 de 2012, emanado del Consejo Superior 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 – Practica Profesional.

**R E S U E L V E**

ARTICULO UNICO: Autorizar al estudiante **EDWIN AUGUSTO CAMARGO VARGAS** código 100411024793, la ejecución y desarrollo del Trabajo de Grado – Practica Profesional - Pasantía titulado: "**Pasante Auxillar de Ingeniería Civil en Metálicas e Ingeniería S.A. en la Construcción de la Estructura de Cimentación, el Montaje de la Estructura Metálica y Construcción de la Estructura de Concreto y de Pavimento de la Ampliación del centro Comercial Campanario**" Avalado por el Consejo de Facultad, como requisito parcial para optar al título de Ingeniera Civil y designar al Ingeniero Luis Idemar Bolaños Andrade, como Director del mencionado Trabajo de Grado – Práctica Profesional.

**COMUNIQUESE Y CUMPLASE**

Se expide en Popayán, a 01 días del mes de Marzo de dos mil dieciséis (2016)

  
**ALDEMAR JOSÉ GONZÁLEZ FERNÁNDEZ**  
Decano

  
**ANA JULIA MUÑOZ IBARRA**  
Secretario General



**CONSTANCIA**  
**DE PRACTICA PROFESIONAL**

Por medio de la presente hago constar que el Estudiante **EDWIN AUGUSTO CAMARGO VARGAS** identificado con C.C. N° 79.923.821 de Bogotá ha realizado su Práctica Profesional de Ingeniería Civil en la empresa **METÁLICAS E INGENIERÍA S.A.**, realizando las funciones correspondiente a la supervisión y control de los procesos constructivos de la estructura de cimentación, estructura de concreto, estructura de pavimento y del montaje de estructura metálica en el proyecto de la ampliación del centro comercial campanario Popayán desde el 14 de febrero de 2016 hasta el 14 de mayo de 2016 con una duración de 576 horas de práctica.

Popayán Cauca, 15 de Mayo de 2016

Ingeniero **OMAR HAROLD MÉNDEZ ALEGRÍA**  
Director de Obra **MEISA**