

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



**PARTICIPACIÓN COMO AUXILIAR DE RESIDENCIA EN EL MEJORAMIENTO DE  
DIFERENTES VÍAS URBANAS, CONSTRUCCION DE VÍAS, ANDENES Y REPOSICIÓN DE  
PAVIMENTOS UBICADOS EN LOS BARRIOS LOS CAMPOS II, LOS SAUCES, PERPETUO  
SOCORRO, UCRANIA, BELALCAZAR, LA ESMERALDA Y LOS ROSALES - CIUDAD DE  
POPAYAN (CAUCA)**

**MARÍA ISABEL BEJARANO ERAZO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE GEOTÉCNIA  
POPAYÁN- CAUCA**

**2023**

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



**PARTICIPACIÓN COMO AUXILIAR DE RESIDENCIA EN EL MEJORAMIENTO DE  
DIFERENTES VÍAS URBANAS, CONSTRUCCION DE VÍAS, ANDENES Y REPOSICIÓN DE  
PAVIMENTOS UBICADOS EN LOS BARRIOS LOS CAMPOS II, LOS SAUCES, PERPETUO  
SOCORRO, UCRANIA, BELALCAZAR, LA ESMERALDA Y LOS ROSALES - CIUDAD DE  
POPAYAN (CAUCA)**

**MARÍA ISABEL BEJARANO ERAZO**

**COD. 100411024749**

**Cel. 3186571787**

**DIRECTOR:**

**ING. LUIS FERNANDO GARCÉS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE GEOTÉCNIA  
POPAYÁN- CAUCA**

**2023**

## **NOTA DE ACEPTACIÓN**

El director y los jurados han evaluado el presente documento y la sustentación del mismo por su autora el cual aprueban, por lo cual autorizan a la egresada para que desarrolle las gestiones administrativas para optar por el título de ingeniera Civil.

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del director

## DEDICATORIA

*“Para Dios, quien hizo posible mi paso para la realización de mi carrera, dándome entendimiento y sabiduría en el transcurso de ella. A mi madre que día a día me mantuvo con fuerza, con sus palabras llenas de amor y sus buenos consejos. A mi padre que con su apoyo fiel y sincero pudo sostenerme cada vez que el miedo y la derrota aparecía. A mi hermano que me enseñó que todo se puede resolver dándole la cara al desasosiego, a todos ellos que me ofrecieron la mano cuando pensé que no podía más, porque este no solo es mi triunfo sino también es un pedacito de ellos.”*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por ser quien me dio las fuerzas necesarias para alcanzar este logro con sabiduría y entendimiento.

A mi madre, a mi padre y a mi hermano por su dedicación total, por su apoyo y el amor que supieron darme desde que era una niña, cuidando de mí en todo sentido, regalándome palabras sabias y llenas de conocimiento, por enseñarme lo que está bien y lo que no para llegar a ser no solo buena profesional si no ser también un buen ser humano, porque me regalaron la satisfacción de entender que todos somos iguales y todos merecemos respeto, sin importar la religión, etnia o clase social.

A Martha, mi otra madre, que desde niña me cuidó y siempre me desea lo mejor en cada una de sus tiernas palabras.

Gracias a cada uno de los profesores, con los que tuve la dicha de ver clases, que me supieron guiar con cada uno de sus conocimientos, al ingeniero Homero Erazo, que con cada una de sus clases nos alentó mucho a seguir adelante.

Gracias a Edward y a Luisa, dos grandes personas que pude conocer en las aulas de clases, grandes amigos que siempre pudieron ver lo mejor de mí, que sus frases de aliento nunca me hagan falta, que sus consejos siempre estén presentes.

Gracias a Isaac, que supo levantarme cuando mi mente no sabía cómo recuperarse, que confío siempre en que podía dar cada vez más, gracias por su apoyo incondicional presente en esta última etapa de mi carrera.

## Índice de contenido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
3.1	OBJETIVO GENERAL	16
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
<b>4</b>	<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>	<b>17</b>
4.1	ENTIDAD RECEPTORA	17
4.2	MISIÓN Y VISIÓN	17
4.2.1	<i>Misión</i>	17
4.2.2	<i>Visión</i>	17
4.3	TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA	18
4.4	TUTOR POR PARTE DE LA ENTIDAD RECEPTORA	18
<b>5</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO</b>	<b>19</b>
5.1	GENERALIDADES	19
5.2	LOCALIZACIÓN	19
5.2.1	<i>Localización de los Diferentes Frentes</i>	21
5.2.1.1	Los Campos II	21
5.2.1.2	Los Sauces	21
5.2.1.3	Perpetuo Socorro – Santa Elena	22
5.2.1.4	Los Rosales	22
5.2.1.5	Belalcázar	23
5.2.1.6	La Esmeralda	23
5.2.1.7	Ucrania	24
<b>6</b>	<b>EJECUCIÓN DE LA PASANTÍA</b>	<b>25</b>
6.1	ESTUDIOS PREVIOS REALIZADOS EN LOS BARRIOS LOS CAMPOS II, SAUCES, PERPETUO SOCORRO Y UCRANIA	25
6.1.1	<i>Frente los Campos II</i>	25
6.1.2	<i>Frente Barrio los Sauces</i>	28
6.1.3	<i>Frente Barrio Ucrania</i>	31
6.1.4	<i>Frente Barrio Perpetuo Socorro</i>	35
6.2	PROCESO CONSTRUCTIVO	37
6.2.1	<i>Frente Barrio los Sauces</i>	37
6.2.1.1	Trabajo topográfico	38
6.2.1.2	Excavación	38
6.2.1.3	Nivelación	39
6.2.1.4	Compactación	40
6.2.1.5	Concreto Hidráulico	41
6.2.1.6	<i>Instalación de Formaletas</i>	41
6.2.1.7	Vaciado del Concreto	42
6.2.1.7.1	<i>Vibrado de la Mezcla de Concreto Extendida</i>	43
6.2.1.7.2	<i>Nivelación con Regla Metálica</i>	43
6.2.1.7.3	<i>Macro Texturizado</i>	44
6.2.1.7.4	<i>Curado</i>	44
6.2.1.8	Acero	45
6.2.1.8.1	<i>Juntas</i>	45

6.2.1.8.2	<i>Detalle de Canastillas o Barras Pasa Juntas.</i>	46
6.2.1.8.3	<i>Parrillas de Acero.</i>	47
6.2.1.8.4	<i>Extracción de Formaleta.</i>	47
6.2.1.8.5	<i>Corte de Juntas de Dilatación</i>	48
6.2.2	<i>Frente Barrio Ucrania</i>	48
6.2.2.1	Trabajo Topográfico	48
6.2.2.2	Excavación.	48
6.2.2.3	Nivelación.	49
6.2.2.4	Compactación.	50
6.2.2.5	Concreto Hidráulico.	51
6.2.2.5.1	<i>Instalación de Formaletas.</i>	51
6.2.2.5.2	<i>Vaciado del Concreto.</i>	52
6.2.2.5.3	<i>Vibrado de la Mezcla de Concreto Extendida.</i>	53
6.2.2.5.4	<i>Nivelación con Regla Metálica.</i>	54
6.2.2.5.5	<i>Macro Texturizado.</i>	54
6.2.2.5.6	<i>Curado.</i>	55
6.2.2.6	Acero	55
6.2.2.6.1	<i>Juntas.</i>	55
6.2.2.6.2	<i>Detalle de Canastillas o Barras Pasa Juntas.</i>	57
6.2.2.6.3	<i>Parrillas de Acero.</i>	58
6.2.2.6.4	<i>Extracción de Formaleta.</i>	58
6.2.2.6.5	<i>Corte de Juntas de Dilatación</i>	58
6.2.3	<i>Frente barrio los Campos II</i>	59
6.2.3.1	Trabajo Topográfico	59
6.2.3.2	Excavación.	59
6.2.3.3	Nivelación.	60
6.2.3.4	Compactación.	61
6.2.3.5	Concreto Hidráulico.	62
6.2.3.5.1	<i>Instalación de Formaletas.</i>	62
6.2.3.5.2	<i>Vaciado del Concreto.</i>	63
6.2.3.5.3	<i>Vibrado de la Mezcla de Concreto Extendida.</i>	64
6.2.3.5.4	<i>Nivelación con Regla Metálica.</i>	64
6.2.3.5.5	<i>Macro Texturizado.</i>	64
6.2.3.5.6	<i>Curado.</i>	65
6.2.3.6	Acero	66
6.2.3.6.1	<i>Juntas.</i>	66
6.2.3.6.2	<i>Detalle de Canastillas o Barras Pasa Juntas.</i>	66
6.2.3.6.3	<i>Parrillas de Acero.</i>	67
6.2.3.6.4	<i>Extracción de Formaleta.</i>	68
6.2.3.6.5	<i>Corte de Juntas De Dilatación</i>	68
6.2.4	<i>Frente Barrio Perpetuo Socorro</i>	68
6.2.4.1	Trabajo Topográfico	68
6.2.4.2	Excavación.	69
6.2.4.3	Nivelación.	69
6.2.4.4	Compactación.	71
6.2.4.5	Mezcla asfáltica.	71
6.2.4.6	Extensión de Mezcla Asfáltica.	72
6.2.4.7	Compactación de la Mezcla Asfáltica.	73
6.2.5	<i>Frente del Barrio los Rosales</i>	73
6.2.5.1	Excavación.	74
6.2.5.2	Nivelación y Compactación de la Sub Base Granular.	75

6.2.5.3	Mezcla asfáltica. ....	75
6.2.5.4	Extensión de mezcla asfáltica. ....	76
6.2.5.5	Compactación de la Mezcla Asfáltica. ....	77
6.2.6	<i>Frente del Barrio Belalcázar</i> .....	78
6.2.6.1	Excavación. ....	78
6.2.6.2	Nivelación y Compactación de la Sub Base Granular. ....	79
6.2.6.3	Mezcla Asfáltica. ....	80
6.2.6.4	Extensión de Mezcla Asfáltica. ....	80
6.2.6.5	Compactación de la Mezcla Asfáltica. ....	81
6.2.7	<i>Frente Barrio la Esmeralda</i> .....	82
6.2.7.1	Excavación. ....	82
6.2.7.2	Nivelación y Compactación de Material de Relleno.....	83
6.2.7.3	Concreto Hidráulico. ....	84
6.2.7.3.1	<i>Instalación de Formaletas.</i> .....	84
6.2.7.3.2	<i>Vaciado del Concreto.</i> .....	84
6.2.7.3.3	<i>Vibrado de la Mezcla de Concreto Extendida.</i> .....	85
6.2.7.3.4	<i>Nivelación con Regla Metálica.</i> .....	85
6.2.7.3.5	<i>Macro Texturizado.</i> .....	86
6.2.7.3.6	<i>Corte de Juntas</i> .....	86
6.2.7.3.7	<i>Curado.</i> .....	86
6.2.7.3.8	<i>Extracción de Formaleta.</i> .....	87
6.3	OBRAS PARALELAS .....	87
6.3.1	<i>Obras paralelas</i> ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
6.3.1.1	Reparación de Obras Húmedas. ....	87
6.3.1.2	Reparación de Redes de Gas Natural. ....	88
6.4	CONTROL DE CALIDAD.....	89
6.4.1	<i>Control y Planeación por Parte del Pasante</i> .....	89
6.4.2	<i>Control del Grado de Compactación de la Sub Rasante y la Sub Base</i> .....	90
6.5	TRABAJO DE OFICINA Y ACTAS.....	91
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>93</b>

## Lista de Fotos

Foto 1. Limitantes de la ciudad de Popayán – Cauca .....	20
Foto 2. Ciudad de Popayán 3D.....	20
Foto 3. Barrio Los Campos 2 .....	21
Foto 4. Barrio Los Sauces. ....	21
Foto 5. Barrio Perpetuo Socorro – Santa Helena .....	22
Foto 6. Barrio Los Rosales. ....	22
Foto 7. Barrio Los Rosales .....	23
Foto 8. Barrio la Esmeralda .....	23
Foto 9. Barrio Ucrania.....	24
Foto 10. Apique para exploración del terreno.....	26
Foto 11. Localización de sondeos .....	26
Foto 12. Exploración del terreno.....	28
Foto 13. Exploración del terreno.....	32
Foto 14.Exploración del terreno.....	35
Foto 15. Excavación del terreno .....	38
Foto 16. Colocación de material de mejoramiento sobre geotextil a lo largo del tramo .....	39
Foto 17. Compactación del terreno.....	40
Foto 18. Compactación material sub base .....	41
Foto 19.Colocación de la formaleta en el tramo .....	42
Foto 20. Vaciado de la mezcla de concreto.....	42
Foto 21. Vibración de la mezcla de concreto.....	43
Foto 22. Nivelación con regla metálica .....	43
Foto 23. Texturizado de la mezcla de concreto.....	44
Foto 24. Curado del pavimento.....	44
Foto 25. Distribución de juntas y de barras .....	46
Foto 26. Canastillas o barras pasa juntas.....	47
Foto 27. Parrillas de acero.....	47
Foto 28. Corte de juntas .....	48
Foto 29. Excavación del terreno .....	49
Foto 30. Colocación del geotextil a lo largo del tramo .....	50
Foto 31. Sellado de material de mejoramiento .....	51
Foto 32. Compactación material sub base .....	51
Foto 33. Cubrimiento del tramo con plástico .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

Foto 34. Colocación de la formaleta en el tramo .....	52
Foto 35. Vaciado de la mezcla de concreto .....	53
Foto 36. Vibración de la mezcla de concreto .....	53
Foto 37. Nivelación con regla metálica .....	54
Foto 38. Texturizado de la mezcla de concreto .....	54
Foto 39. Curado del pavimento .....	55
Foto 40. Canastillas o barras pasa juntas .....	57
Foto 41. Parrillas de acero .....	58
Foto 42. Corte de juntas .....	58
Foto 43. Excavación del terreno .....	60
Foto 44. Nivelación de la sub base en el tramo, con hilos .....	61
Foto 45. Cubrimiento de material de mejoramiento en el tramo con geotextil .....	62
Foto 46. Compactación material sub base .....	62
Foto 47. Colocación de la formaleta en el tramo .....	63
Foto 48. Vaciado de la mezcla de concreto .....	64
Foto 49. Nivelación con regla metálica .....	64
Foto 50. Texturizado de la mezcla de concreto .....	65
Foto 51. Curado del pavimento .....	65
Foto 52. Parrillas de acero .....	67
Foto 53. Corte de juntas .....	68
Foto 54. Excavación del terreno .....	69
Foto 55. Presencia de acumulación de agua en el frente .....	70
Foto 56. Nivelación y sellado del material de mejoramiento .....	70
Foto 57. Compactación del material de base granular .....	71
Foto 58. Riego de imprimación .....	72
Foto 59. Extensión de la mezcla asfáltica .....	73
Foto 60. Compactación de la mezcla asfáltica .....	73
Foto 61. Área encontrada en mal estado .....	74
Foto 62. Excavación de áreas fracturadas .....	74
Foto 63. Compactación de la sub base granular .....	75
Foto 64. Riego de imprimación .....	76
Foto 65. Extensión de la mezcla asfáltica .....	77
Foto 66. Compactación de la mezcla asfáltica .....	77
Foto 67. Compactación de mezcla asfáltica .....	78

Foto 68. Excavación de áreas fracturadas .....	79
Foto 69. Compactación de la sub base granular .....	79
Foto 70. Riego de imprimación .....	80
Foto 71. Extensión de la mezcla asfáltica.....	81
Foto 72. Compactación de la mezcla asfáltica .....	81
Foto 73. Excavación de áreas fracturadas .....	82
Foto 74. Tramo totalmente excavado .....	83
Foto 75. Compactación de material de relleno .....	83
Foto 76. Colocación de la formaleta en el tramo .....	84
Foto 77. Vaciado de la mezcla de concreto .....	85
Foto 78. Mezcla de concreto ya consolidada, después de nivelación con regla metálica .....	85
Foto 79. Texturizado de la mezcla de concreto .....	86
Foto 80. Corte de juntas en andén con regla metálica .....	86
Foto 81. Curado del pavimento.....	87
Foto 82. Extracción de formaleta en losas.....	87
Foto 83. Daño a tubería por retro excavadora .....	88
Foto 84. Arreglo de red de gas natural superficial .....	88
Foto 85. Arreglo de fallo ubicado en K0+008.....	90
Foto 86. Toma de densidades IN SITU, tramo del barrio los Sauces.....	90
Foto 87. Toma de densidades IN SITU, tramo Perpetuo Socorro .....	91

## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Espesores de diseño método PCA.....	27
Ilustración 2. Localización de sondeos .....	29
Ilustración 3. Perfil Estratigráfico .....	29
Ilustración 4. Espesores de diseño Método PCA.....	31
Ilustración 5. Localización de sondeos .....	32
Ilustración 6. Perfil Estratigráfico .....	33
Ilustración 7. Espesores de diseño Método PCA.....	34
Ilustración 8. Espesores de diseño Método PCA.....	37
Ilustración 9. Vista en planta de juntas .....	45
Ilustración 10. Distribución de juntas y de barras .....	45
Ilustración 11. Vista en planta y alzado lateral de las canastillas .....	46
Ilustración 12. Vista en planta de juntas .....	56
Ilustración 13. Distribución de juntas y de barras .....	56
Ilustración 14. Distribución de juntas y de barras .....	56
Ilustración 15. Vista en planta y alzado lateral de las canastillas .....	57
Ilustración 16. Distribución de juntas y de barras .....	66
Ilustración 17. Vista en planta y alzado lateral de las canastillas .....	67
Ilustración 18. Grado de compactación, resultado de densidades en laboratorio .....	91

### **Lista de tablas**

Tabla 1. Población Popayán DANE 2018 .....	19
Tabla 2. Número de horas trabajadas por la pasante.....	25
Tabla 3. Caracterización del suelo de subrasante, resultados de laboratorio .....	27
Tabla 4. Resumen perfil estratigráfico .....	30
Tabla 5. Resumen perfil estratigráfico .....	33

## 1 Introducción

El proceso de la pasantía o práctica profesional se realizó conforme lo permite la resolución No. 820 del 14 de octubre de 2014, en la que se reglamenta el trabajo de grado en la facultad de Ingeniería Civil de Universidad de Cauca, por lo que se establece la modalidad de pasantía o práctica empresarial para optar por el título de ingeniera Civil basado en los conocimientos teóricos aprendidos previamente en la institución.

Se realizó la participación como auxiliar de residencia en la ejecución de obras públicas, la construcción, rehabilitación y/o mejoramiento de diferentes vías y andenes ubicados en los barrios Los Campos II, Los Sauces, Perpetuo Socorro, Ucrania, Belalcázar, La Esmeralda y Los Rosales en la ciudad de Popayán, Cauca. Este proyecto hace parte del objeto del contrato por la **Alcaldía de Popayán con ICONS INGENIERÍA Y CONTRATOS S.A.S.**

ICONS INGENIERÍA Y CONTRATOS S.A.S., conformado por el ingeniero Jorge Luis Gonzales Reyes, me dio la oportunidad de participar en la construcción, mejoramiento y/o rehabilitación de los diferentes tramos ubicados en la ciudad de Popayán, como auxiliar del residente apoyando la ejecución de las diferentes actividades diarias de la obra, la proyección de la construcción de la estructura de pavimentos en los barrios de los Campos II, Sauces y Ucrania, la construcción de la estructura de pavimento flexible en el barrio Perpetuo Socorro, los andenes en el barrio la Esmeralda y mejoramiento y/o rehabilitación vial en los barrios los Rosales, Belalcázar, se realizó la supervisión que los procesos constructivos se realizaran acorde al objeto contratado y los detalles explícitos por el diseño.

En este manuscrito se encuentra la información sobre el estado en el que se encontraba la obra antes de iniciar la pasantía, las actividades realizadas en obra durante el tiempo de duración del contrato, de la misma manera se da a conocer el estado al finalizar el contrato y que se dio cumplimiento con los objetos planteados para este trabajo.

## 2 Justificación

La pasantía, además de ser un requerimiento académico, es uno de los primeros contactos de manera laboral y es en donde se podrá hacer práctica de todos los conocimientos que se adquirieron en la facultad, los cuales darán cierta experiencia en un mercado cada vez más competitivo y son consideradas como un valor de agregado importante. Así que este proyecto facilita al estudiante a tener un contacto laboral de manera real para ser un integrante productivo y que pueda enfrentar retos que puedan presentarse en la vida laboral y profesional.

Actuando en calidad de representante legal de la sociedad el ingeniero Jorge Luis González Reyes, cuyo objetivo es la realización de la construcción y reposición de siete diferentes tramos en la ciudad de Popayán, para brindar soluciones de movilidad las cuales brindan sostenibilidad a la misma comunidad.

De esta manera el estudiante con la ayuda de este proyecto podrá ampliar los conocimientos adquiridos durante el transcurso de su carrera profesional, en donde obtuvo varios conocimientos técnicos, teóricos y administrativos los cuales le serán necesarios para ponerlos en práctica para obtener los mejores resultados.

El proceso de pasantía de la Universidad del Cauca, por medio de la resolución No. 820 del 14 de octubre de 2014, reglamenta el trabajo de grado en la facultad de Ingeniería Civil y establece la modalidad de pasantía para adquirir el título de ingeniero Civil, basándose en los conocimientos adquiridos previamente durante su carrera profesional aprendidos en la institución.

### **3 Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Ofrecer acompañamiento y apoyo residente de obra, al personal técnico y al ingeniero encargado de liderar la obra pública por parte de la empresa ICONS - INGENIERÍA Y CONTRATOS S.A.S., en todo lo que respecta al mejoramiento, construcción y ejecución del proyecto.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Apoyar por medio de bitácora, el control de métodos y procesos constructivos que se realizan diariamente en la obra.
- Informar al residente de obra de inconsistencias o novedades que se presentan en el desarrollo del proyecto.
- Realizar apoyo técnico en control de materiales que son necesarios para la ejecución de la obra.
- Registrar información necesaria para la realización de actas finales y actas de pago.

## 4 Información General

### 4.1 Entidad Receptora



**Nombre:** ICONS - INGENIERÍA Y CONTRATOS S.A.S

**NIT:** 901389503-1

**Dirección:** Calle 9 N° 4-47 El Banco – Magdalena

**Teléfono:** 3017551067

**Correo:** icons.sas@hotmail.com

**Tipo de sociedad:** Sociedad por acciones simplificada

**Actividad principal:** Construcción de obras de Ingeniería Civil

**Representante legal:** Ing. Jorge Luis Gonzáles Reyes

### 4.2 Misión y Visión

#### 4.2.1 Misión

Brindar a nuestros clientes del sector público y privado, servicios de diseño, consultoría y construcción de obras de Ingeniería Civil, que busca dar satisfacción a nuestros clientes a través de personal calificado y comprometido con cada una de sus actividades para así lograr la satisfacción de sus clientes, con experiencia en cada una de sus áreas, asegurando calidad en nuestros productos y servicios.

#### 4.2.2 Visión

Consolidarnos en el ámbito regional y nacional, como la mejor sociedad en la rama del diseño, consultoría y la construcción de obras civiles, que busca satisfacer las necesidades de nuestros clientes, tomando como base la calidad, la responsabilidad,

compromiso, servicio y cumplimiento, fomentando el desarrollo personal de cada uno de sus colaboradores para el crecimiento económico y empresarial.

#### **4.3 Tutor por Parte de la Universidad Del Cauca**

Ingeniero Luis Fernando Garcés

#### **4.4 Tutor por Parte de la Entidad Receptora**

Ingeniero Paúl Burbano, residente de obra

## 5 Descripción General del Proyecto

### 5.1 Generalidades

El 21 de diciembre de 2022 se da inicio a las actividades de obra para la construcción de pavimentos, andenes y reposición de las vías de los siete diferentes tramos en la ciudad de Popayán.

Se realizó la construcción de pavimento rígido en los barrios los Campos 2, los Sauces y Ucrania; en el barrio Perpetuo Socorro, se realizó la construcción de pavimento flexible; andenes en el barrio la Esmeralda, en la urbanización los Rosales y Belalcázar se ejecutó una reposición del pavimento, tanto para los barrios en los cuales se efectuará las obras de pavimento rígido como en el pavimento flexible se realizó respetando los diseños presentados por ICONS - INGENIERÍA Y CONTRATOS S.A.S a la secretaría de infraestructura de la alcaldía de Popayán.

Para ciertos tramos como los Sauces, Rosales, la Esmeralda y Belalcázar fue necesario la demolición del pavimento existente ya que se evidencia deterioro del mismo.

### 5.2 Localización

El proyecto se realiza en el área urbana del municipio de Popayán, capital del departamento del Cauca, que se encuentra ubicado a una altura media de 1760 msnm, con una extensión territorial de 512  $km^2$ , con una temperatura promedio de 14-19 °C. Con una población de:

*Tabla 1. Población Popayán DANE 2018*

<b>Población Popayán DANE 2018</b>	
<b>Población</b>	<b>Habitantes</b>
<b>Total</b>	318059
<b>Urbana</b>	254966

*Fuente: Wikipedia*

Popayán limita al occidente con los municipios del Tambo y Timbio, al oriente con los municipios de Totoró, Puracé, Silvia y el departamento del Huila, al norte con Cajibío, Piendamó y Totoró y al sur con los municipios de Sotará y Puracé.

Foto 1. Limitantes de la ciudad de Popayán – Cauca

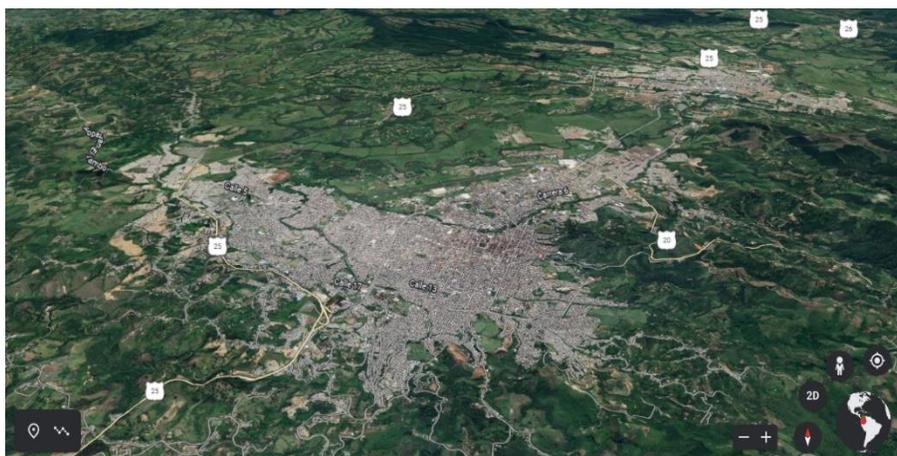


**Fuente:** Google Earth

Popayán se encuentra dividido en 9 comunas en el área urbana y 23 corregimientos para el área rural con una extensión de 483.11 Km<sup>2</sup>.

El proyecto se encuentra localizado en diferentes barrios de la ciudad de Popayán – Cauca, los cuales son: Los Campos II, Los Sauces, Perpetuo Socorro – Santa Helena, Ucrania, Belalcázar. La Esmeralda y Los Rosales.

Foto 2. Ciudad de Popayán 3D



**Fuente:** Google Earth

## 5.2.1 Localización de los Diferentes Frentes

### 5.2.1.1 Los Campos II.

Barrio ubicado en la comuna 7, en el sur – occidente de la ciudad de Popayán, cerca del barrio La Libertad y San José, frente ubicado en calle 15 desde la carrera 34 hacia la transversal 33 D.

Foto 3. Barrio Los Campos 2

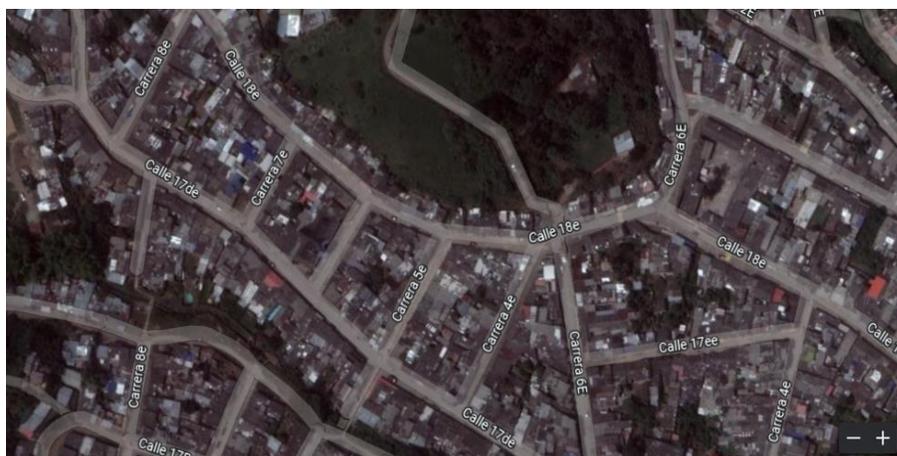


Fuente: Google Earth

### 5.2.1.2 Los Sauces.

Barrio ubicado en la comuna 5, al sur - oriente de la ciudad de Popayán. Frente ubicado en calle 18 desde la carrera 8E hacia la carrera 6E.

Foto 4. Barrio Los Sauces.

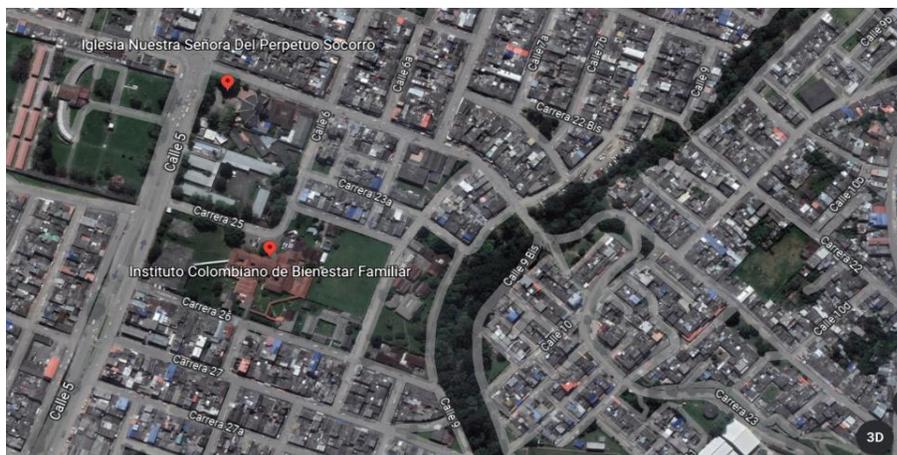


Fuente: Google Earth

### 5.2.1.3 Perpetuo Socorro – Santa Elena.

Barrio ubicado en la comuna 8, en el sur - occidente de la ciudad de Popayán, cerca del barrio José María Obando y El Libertador. Frente ubicado en calle 8 desde la carrera 23<sup>a</sup> hacia la carrera 26.

Foto 5. Barrio Perpetuo Socorro – Santa Helena

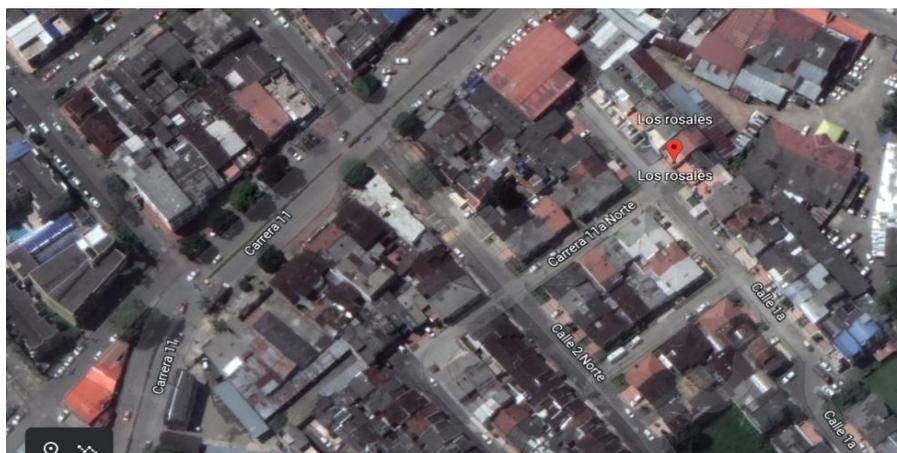


Fuente: Google Earth

### 5.2.1.4 Los Rosales.

Barrio ubicado en la comuna 1, en el centro de la ciudad de Popayán, cerca del barrio Modelo.

Foto 6. Barrio Los Rosales.

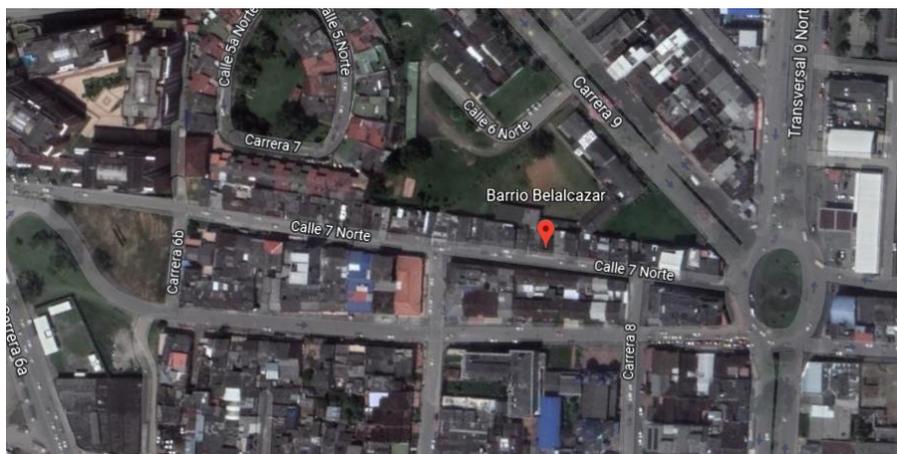


Fuente: Google Earth

### 5.2.1.5 Belalcázar.

Barrio ubicado en la comuna 1, en el centro de la ciudad de Popayán, cerca del barrio Loma Linda y Bolívar.

Foto 7. Barrio Los Rosales

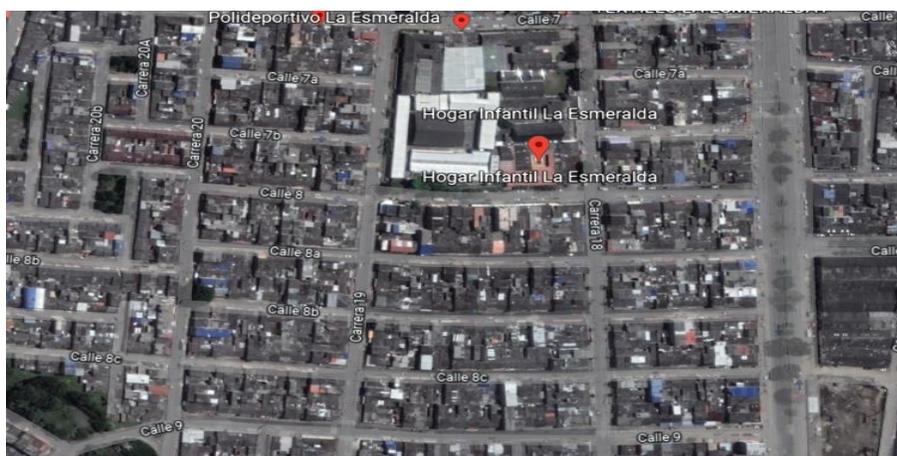


Fuente: Google Earth

### 5.2.1.6 La Esmeralda.

Barrio ubicado en la comuna 8, en el sur - occidente de la ciudad de Popayán, cerca del barrio Pandiguando y José María Obando.

Foto 8. Barrio la Esmeralda



Fuente: Google Earth

### 5.2.1.7 Ucrania.

Barrio ubicado en la comuna 3, en el norte de la ciudad de Popayán, cerca del barrio José Antonio Galán y Las Acacias. Frente ubicado en la carrera 1 desde la calle 27 AN hacia la calle 27 BN.

*Foto 9. Barrio Ucrania*



**Fuente:** Google Earth

## 6 Ejecución de la Pasantía

El pasante contó con disponibilidad de tiempo completo, con permiso del ingeniero residente para asistir a las actividades académicas pendientes, por lo tanto, hizo la pasantía en el horario en el que acordó con el representante legal de la empresa, conforme a las actividades estipuladas en el anteproyecto de pasantía presentado por la aspirante al título de ingeniera Civil y aprobado mediante resolución No. 8.3.2 – 90.13 / 442 de 2022 por parte del consejo de facultad de Ingeniería Civil.

A continuación, se indica el cronograma el cual indica la cantidad de horas dedicadas al proyecto para poder cumplir con las 576 horas exigidas por la Universidad del Cauca.

*Tabla 2. Número de horas trabajadas por la pasante.*

Número de horas trabajadas para el consorcio ICONS						
MES	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	TOTAL HORAS
HORAS	29	167	180	196	24	596

### 6.1 Estudios Previos Realizados en los Barrios Los Campos II, Sauces, Perpetuo Socorro y Ucrania

#### 6.1.1 Frente los Campos II

##### Evaluación Geotécnica

##### Trabajo de Campo.

Con el fin de presentar el proyecto al programa pavimentos en tu barrio de la Gobernación del Cauca, se programó estudios de suelo en el tramo mencionado, por medio de la firma **CITEC Ltda. INGENIERIA Y GEOTECNIA** de la ciudad de Popayán.

Primeramente, se realizó una exploración del subsuelo, en el cual se ejecutaron dos perforaciones hasta la profundidad de 1.50m, en cada perforación se realizaron los ensayos rutinarios de gradación con lavado en el tamiz No. 200, límites de Atterberg para clasificación mediante el sistema SUCS, humedad natural y ensayo de CBR (California Bearing Ratio) inalterado.

Foto 10. Apique para exploración del terreno



*Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura*

Foto 11. Localización de sondeos



*Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura*

### **Caracterización de la Subrasante.**

Según el informe geotécnico que la firma **CITEC Ltda. INGENIERIA Y GEOTECNIA** presentó al programa pavimentos en tu barrio de la Gobernación del Cauca, el suelo presentó limos tipo A-7-5.

La información sobre las propiedades físicas de la subrasante se encuentra resumida en la siguiente tabla, en la que se contemplan condiciones de humedad y plasticidad a diferentes profundidades de cada apique. Se estableció que la subrasante presenta valores con límite líquido igual o superior a 70% e índice de plasticidad superior a 35%, estos valores se presentan en suelos expansivos, valores que pueden afectar el normal funcionamiento de la estructura del futuro pavimento. Para este proyecto se opta por un CBR de diseño de 2.1%.

Tabla 3. Caracterización del suelo de subrasante, resultados de laboratorio

APIQUE N°	PROF. (m)	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	CLASIFICACIÓN (U.S.C)	CLASIFICACIÓN (AASTHO)
1	0.25	89.6	105.2	68.5	36.7	0	13.2	86.8	MH	A-7-5
2	0.3	67.8	99	61.8	37.2	0.0	14.3	85.7	MH	A-7-5
MINIMO		67.8	99.0	61.8	36.7	0.0	13.2	85.7	MH	A-7-5
MAXIMO		89.6	105.2	68.5	37.2	0.0	14.3	86.8		
PROMEDIO		78.7	102.1	65.2	37.0	0.0	13.8	86.3		
DESVIACIÓN ESTANDAR		15.41	4.38	4.74	0.35	0	0.78	0.78		
PERCENTIL 85		86.33	104.27	67.50	37.13	0.00	14.14	86.64		
PERCENTIL 90		87.42	104.58	67.83	37.15	0	14.19	86.69		

Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura

### Material de Rellenos y Mejoramiento.

El material de mejoramiento granular de base y sub base, se determinaron de acuerdo con los requisitos mínimos de capacidad de CBR, establecidos dentro de las Especificaciones Técnicas de INVIAS, por lo que estos materiales granulares de base y sub base tuvieron que cumplir con lo establecido en las especificaciones INV-330-13 e INV-320-13 respectivamente.

Los valores de CBR que se consideraron en el diseño, corresponden a los valores mínimo que se especifican en la norma INV-320-13 e INV-330-13 de 40% y 95% para sub base y base respectivamente.

### Diseño y Estructura del Pavimento Rígido.

El procedimiento de diseño para estructuras de pavimento rígido se realizó a través del diseño de PCA el cual afecta las cargas reales esperadas por un factor de seguridad de carga y en el cual se recomienda un  $F_{sc} = 1.0$ , donde se presenta un tránsito con bajos volúmenes de vehículos pesados, para su modelación se utilizó BS-PCAA de la Universidad del Cauca.

Ilustración 1. Espesores de diseño método PCA

Espesor Cm	Capa	Descripción de la capa
18	4,0 Mpa	Concreto Hidráulico MR 40 Mpa (Invias 500-13)
15	SBG	Subbase granular Clase A (Invias 330-13)
		Geotextil T2400 o similar (Opcional)
		Subrasante natural CBR 2.1%

Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura

La losa se diseñó con base en el método de pavimento rígidos de **PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (PCA)**, los cálculos del espesor para los análisis de erosión y fatiga se realizaron utilizando los criterios del método PCA (PORTLAND CEMENT ASSOCIATION) se obtuvo como solución de diseño 18 centímetros de espesor de la losa de concreto, apoyada sobre una capa de material granular de sub base de 15 centímetros, para cumplir con los criterios generales de diseño del método. El concreto propuesto para la construcción de la vía correspondió a concreto hidráulico premezclado de MR 40.

Las modulaciones de las juntas se realizaron con el fin de reducir tensiones de restricción por contracción y por temperatura para evitar la aparición de fisuras aleatorias en el concreto y así mantener la capacidad estructural y calidad del pavimento.

### **6.1.2 Frente Barrio los Sauces**

#### **Evaluación Geotécnica - Trabajo de Campo**

Al observar el deterioro de la estructura de pavimento, los funcionarios de la secretaría de infraestructura observan la necesidad de la construcción de una nueva estructura de pavimento rígido y así garantizar el tránsito a los usuarios de la vía.

Por lo tanto, se realizaron varios estudios de suelo, empezando con la realización de seis perforaciones hasta una profundidad de 1.20m, en cada perforación se efectuaron los ensayos de gradación de lavado en el tamiz No. 200, límites de Atterberg para clasificación SUCS, humedad natural y ensayo de CBR inalterado.

*Foto 12. Exploración del terreno*



**Fuente:** Documentación Secretaría de Infraestructura

Ilustración 2. Localización de sondeos



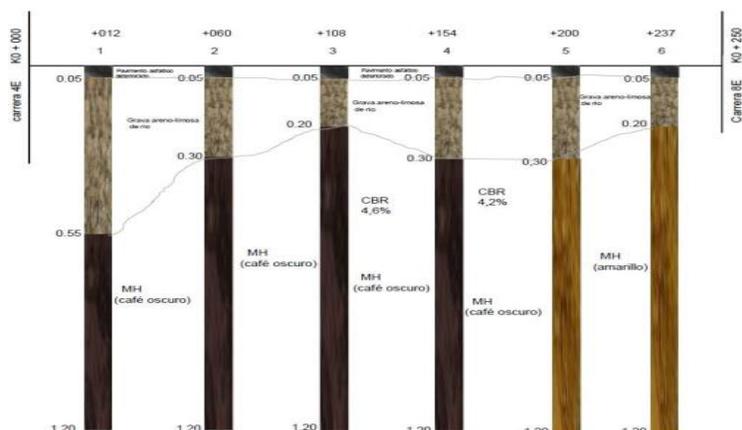
Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura

### Caracterización de la Subrasante.

Según el informe geotécnico que la firma **CITEC Ltda. INGENIERIA Y GEOTECNIA** presentó al programa pavimentos en tu barrio de la Gobernación del Cauca, el suelo presentó limos tipo A-5.

La información sobre las propiedades físicas de la subrasante se encuentra resumida en la siguiente tabla, en la que se contemplan condiciones de humedad y plasticidad a diferentes profundidades de cada apique. Se estableció que la subrasante presenta valores con límite líquido igual o superior a 70%, estos valores se presentan en suelos expansivos, valores que pueden afectar el normal funcionamiento de la estructura del futuro pavimento. Para este proyecto se opta por un CBR de diseño de 4.2%.

Ilustración 3. Perfil Estratigráfico



Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura

Tabla 4. Resumen perfil estratigráfico

SONDEO No.	ABSCISA	PROFUNDIDAD	HUMEDAD	GRANULOMETRIA	LIMITES %			wPI	CLASIFICACION		CBR		DESCRIPCION	
		(m)	%	% Pasa N. 200	LL	LP	IP	P <sub>200</sub> x IP	USCE	AASHTO	*	INALTERADO		
1	K0+012	0,00 - 0,05											Carpeta asfáltico deteriorada	
		0,05 - 0,55	11.3	21						GM	A-2-5			Grava arenosa de río (Subbase)
		0,55 - 1,20	51.3	83.7	60	35.6	24.4	20.4	MH	A-5	4.7			Limo alta plasticidad blando café oscuro
2	K0+060	0,00 - 0,05											Carpeta asfáltico deteriorada	
		0,05 - 0,30	10	21						GM	A-2-5			Grava arenosa de río (Subbase)
		0,30 - 1,20	55.3	83.7	60	35.6	24.4	20.4	MH	A-5	4.7			Limo alta plasticidad blando café oscuro
3	K0+108	0,00 - 0,05											Carpeta asfáltico deteriorada	
		0,05 - 0,20	12.5	21						GM	A-2-5			Grava arenosa de río (Subbase)
		0,20 - 1,20	53.5	85.8	60.1	34.3	25.8	22.1	MH	A-5	4.4	4.6		Limo alta plasticidad blando café oscuro
4	K0+154	0,00 - 0,05											Carpeta asfáltico deteriorada	
		0,05 - 0,30	12.6	21						GM	A-2-5			Grava arenosa de río (Subbase)
		0,30 - 1,20	55.3	83.7	60.1	34.3	25.8	21.6	MH	A-5	4.5	4.2		Limo alta plasticidad blando café oscuro
5	K0+200	0,00 - 0,05											Carpeta asfáltico deteriorada	
		0,05 - 0,30	12.6	21						GM	A-2-5			Grava arenosa de río (Subbase)
		0,30 - 1,20	64.1	84.5	72.1	46.5	25.6	21.6	MH	A-5	4.5			Limo alta plasticidad amarillo
6	K0+102	0,00 - 0,05											Carpeta asfáltico deteriorada	
		0,05 - 0,25	13.1	21						GM	A-2-5			Grava arenosa de río (Subbase)
		0,25 - 1,20	45.5	80.9	66.2	37	29.2	23.6	MH	A-5	4.1			Limo alta plasticidad amarillo

Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura

### Material de Rellenos y Mejoramiento.

El material de mejoramiento granular de base y sub base, se determinaron de acuerdo con los requisitos mínimos de capacidad de CBR, establecidos dentro de las Especificaciones Técnicas de INVIAS - 2013, por lo que estos materiales granulares de base y sub base tuvieron que cumplir con lo establecido en las especificaciones INV-330-13 e INV-320-13 respectivamente. Los valores de CBR que se consideraron en el diseño, corresponden a los valores mínimo que se especifican en la norma INV-320-13 e INV-330-13 de 40% y 95% para sub base y base respectivamente.

### Diseño y Estructura del Pavimento Rígido.

El procedimiento de diseño para estructuras de pavimento rígido se realizó a través del diseño de PCA el cual afecta las cargas reales esperadas por un factor de seguridad de carga y en el cual se recomienda un  $F_{sc} = 1.0$ , donde se presenta un tránsito con bajos volúmenes de vehículos pesados, para su modelación se utilizó BS-PCAA de la Universidad del Cauca.

Ilustración 4. Espesores de diseño Método PCA

Espesor Cm	Capa	Descripción de la capa
16	4,0 Mpa	Concreto Hidráulico MR 40 Mpa (Invias 500-13)
15	SBG	Subbase granular Clase A (Invias 330-13)
		Geotextil T2400 o similar (Opcional)
		Subrasante natural CBR 4.2%

*Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura*

La losa se diseñó con base en el método de pavimento rígidos de **PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (PCA)**, los cálculos del espesor para los análisis de erosión y fatiga se realizaron utilizando los criterios del método PCA (PORTLAND CEMENT ASSOCIATION) se obtuvo como solución de diseño 16 centímetros de espesor de la losa de concreto, apoyada sobre una capa de material granular de sub base de 15 centímetros, para cumplir con los criterios generales de diseño del método.

El concreto propuesto para la construcción de la vía correspondió a concreto hidráulico premezclado de MR 40 MPa de acuerdo a la norma INVIAS 500 - 13.

Las modulaciones de las juntas se realizaron con el fin de reducir tensiones de restricción por contracción y por temperatura para evitar la aparición de fisuras aleatorias en el concreto y así mantener la capacidad estructural y calidad del pavimento.

### **6.1.3 Frente Barrio Ucrania**

#### **Evaluación Geotécnica - Trabajo de Campo.**

Con el fin de presentar el proyecto al programa pavimentos en tu barrio de la Gobernación del Cauca, se programó estudios de suelo en el tramo mencionado, por medio de la firma **CITEC Ltda. INGENIERIA Y GEOTECNIA** de la ciudad de Popayán.

Primeramente, se realizó una exploración del subsuelo, en el cual se ejecutaron cuatro perforaciones hasta la profundidad de 1.20m, en cada perforación se realizaron los ensayos rutinarios de gradación con lavado en el tamiz No. 200, límites de Atterberg para clasificación

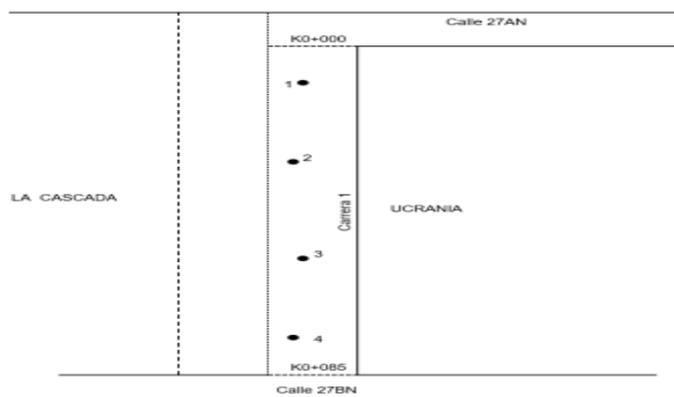
mediante el sistema SUCS, humedad natural y ensayo de CBR (California Bearing Ratio) inalterado.

Foto 13. Exploración del terreno



**Fuente:** Documentación Secretaría de Infraestructura

Ilustración 5. Localización de sondeos



**Fuente:** Documentación Secretaría de Infraestructura

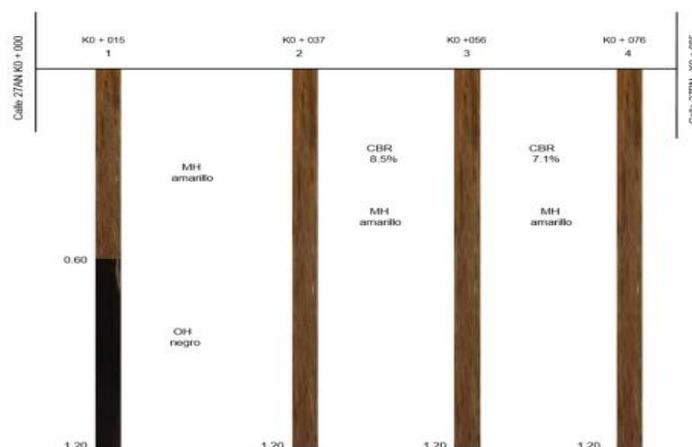
### Caracterización de la Subrasante.

Según el informe geotécnico que la firma **CITEC Ltda. INGENIERIA Y GEOTECNIA** presentó al programa pavimentos en tu barrio de la Gobernación del Cauca, el suelo presentó limos tipo A-5.

La información sobre las propiedades físicas de la subrasante se encuentra resumida en la siguiente tabla, en la que se contemplan condiciones de humedad y plasticidad a diferentes profundidades de cada apique. Se estableció que la subrasante presenta valores con límite

líquido igual o superior a 70% y con índice de plasticidad menor a 40% estos valores se presentan en suelos con bajo potencial expansivo, presentó material orgánico. Para este proyecto se opta por un CBR de diseño de 7.1%.

Ilustración 6. Perfil Estratigráfico



Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura

Tabla 5. Resumen perfil estratigráfico

APIQUE	ABSCISA	PROFUNDIDAD	HUMEDAD	GRANULOMETRIA	LIMITES %			WPI	CLASIFICACION		CBR		DESCRIPCION
No.		(m)	%	% Pasa N. 200	LL	LP	IP	P <sub>100</sub> x IP	USCE	AASHTO	*	INALTERADO	
1	KO+015	0,00 - 0,30	46.6	87.6	64.7	32.8	31.9	27.9	MH	A-5	3.5		Limo amarillo alta plasticidad
		0,30 - 1,20								OH			
2	KO+037	0,00 - 1,20	52.8	87.6	64.7	32.8	31.9	27.9	MH	A-5	3.5	8.5	Limo amarillo alta plasticidad
3	KO+056	0,00 - 1,20	52.9	87.6	64.7	32.8	31.9	27.9	MH	A-5	3.5	7.1	Limo amarillo alta plasticidad
4	KO+076	0,00 - 1,20	59	93.2	60	32.8	27.2	25.4	MH	A-5	3.9		Limo amarillo alta plasticidad

Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura

### Material de Rellenos y Mejoramiento

El material de mejoramiento granular de base y sub base, se determinaron de acuerdo con los requisitos mínimos de capacidad de CBR, establecidos dentro de las Especificaciones Técnicas de INVIAS - 2013, por lo que estos materiales granulares de base y sub base tuvieron que cumplir con lo establecido en las especificaciones INV-330-13 e INV-320-13 respectivamente.

Los valores de CBR que se consideraron en el diseño, corresponden a los valores mínimo que se especifican en la norma INV-320-13 e INV-330-13 de 40% y 95% para sub base y base respectivamente.

### Diseño y Estructura del Pavimento Rígido

El procedimiento de diseño para estructuras de pavimento rígido se realizó a través del diseño de PCA el cual afecta las cargas reales esperadas por un factor de seguridad de carga y en el cual se recomienda un  $F_{sc} = 1.0$ , donde se presenta un tránsito con bajos volúmenes de vehículos pesados, para su modelación se utilizó BS-PCAA de la Universidad del Cauca.

*Ilustración 7. Espesores de diseño Método PCA*

Espesor Cm	Capa	Descripción de la capa
15	4,0 Mpa	Concreto Hidráulico MR 40 Mpa (Invias 500-13)
15	SBG	Subbase granular Clase A (Invias 330-13)
20	Mejoramiento	Material seleccionado (Invias 230-13) (En presencia de OH)
		Geotextil T2400 o similar (Opcional)
		Subrasante natural CBR 7.1%

**Fuente:** Documentación Secretaría de Infraestructura

La losa se diseñó con base en el método de pavimento rígidos de **PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (PCA)**, los cálculos del espesor para los análisis de erosión y fatiga se realizaron utilizando los criterios del método PCA (PORTLAND CEMENT ASSOCIATION) se obtuvo como solución de diseño 15 centímetros de espesor de la losa de concreto, apoyada sobre una capa de material granular de sub base de 15 centímetros, mejoramiento de 20 centímetros, siendo opcional el uso de geotextil, para cumplir con los criterios generales de diseño del método.

El concreto propuesto para la construcción de la vía correspondió a concreto hidráulico premezclado de MR 40 MPa de acuerdo a la norma INVIAS 500 - 13.

Las modulaciones de las juntas se realizaron con el fin de reducir tensiones de restricción por contracción y por temperatura para evitar la aparición de fisuras aleatorias en el concreto y así mantener la capacidad estructural y calidad del pavimento.

#### 6.1.4 Frente Barrio Perpetuo Socorro

##### Evaluación Geotécnica - Trabajo de Campo

Al observar el deterioro de la estructura de pavimento, los funcionarios de la secretaría de infraestructura observan la necesidad de la construcción de una nueva estructura de pavimento rígido y así garantizar el tránsito a los usuarios de la vía, ya que se encuentra con baches y agrietamientos en algunos puntos de la misma.

Por lo tanto, se realizaron varios estudios de suelo, empezando con la realización de cuatro perforaciones hasta una profundidad de 1.20m, en cada perforación se efectuaron los ensayos de gradación de lavado en el tamiz No. 200, límites de Atterberg para clasificación SUCS, humedad natural y ensayo de CBR inalterado.

*Foto 14.Exploración del terreno*



*Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura*

##### Caracterización de la Subrasante

Según el informe geotécnico que la firma **CITEC Ltda. INGENIERIA Y GEOTECNIA** presentó al programa pavimentos en tu barrio de la Gobernación del Cauca, el suelo presentó limos tipo A-5.

La información sobre las propiedades físicas de la subrasante se encuentra resumida en la siguiente tabla, en la que se contemplan condiciones de humedad y plasticidad a diferentes profundidades de cada apique. Se estableció que la subrasante presenta valores con límite líquido igual o superior a 70%, estos valores se presentan en suelos expansivos, valores que

pueden afectar el normal funcionamiento de la estructura del futuro pavimento. Para este proyecto se opta por un CBR de diseño de 4.2%.

A continuación, se describe el perfil estratigráfico encontrado.

#### **Primer sondeo: K0+013**

ESTRATO 1: Desechos de construcción medianamente compactos. Espesor de 120 cm

#### **Segundo sondeo: K0+060**

ESTRATO 1: Desechos de construcción medianamente compactos. Espesor de 80 cm

ESTRATO 2: Material orgánico de alta plasticidad OH de color negro. Presenta resultados de ensayo de CBR = 3.7% LI = 60.2%, Lp = 50.5% e Ip = 9.7%. Con espesor de 20 cm

ESTRATO 3: Limo-arcilloso de alta plasticidad MH de color habano. Presenta resultados de ensayo de LI = 59.6%, Lp = 37.1% e Ip = 22.5%. Con espesor de 20 cm

#### **Tercer sondeo: K0+096**

ESTRATO 1: Desechos de construcción medianamente compactos. Espesor de 30 cm

ESTRATO 2: Limo de alta plasticidad MH de color amarillo. Presenta resultados de ensayo de LI = 60%, Lp = 53.5% e Ip = 6.5%. Con espesor de 90 cm

#### **Cuarto sondeo: K0+133**

ESTRATO 1: Desechos de construcción medianamente compactos. Espesor de 30 cm

ESTRATO 2: Material orgánico de alta plasticidad OH de color negro. Presenta resultados de ensayo de CBR = 3.7% LI = 60.2%, Lp = 50.5% e Ip = 9.7%. Con espesor de 90 cm

Durante la ejecución de las perforaciones no se detectó presencia de aguas subterráneas

### **Diseño y Estructura del Pavimento Flexible**

#### **Determinación de Espesores**

Se realizaron diferentes modelos en diferentes softwares con las diferentes capas, finalmente se obtuvieron los siguientes espesores:

Ilustración 8. Espesores de diseño Método PCA

MDC-2	8	0.35
BG	15	0.40
SBG	15	0.40
MEJORAMIENTO	20	0.45
SUBRASANTE		0.50

*Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura*

Las modulaciones de las juntas se realizaron con el fin de reducir tensiones de restricción por contracción y por temperatura para evitar la aparición de fisuras aleatorias en el concreto y así mantener la capacidad estructural y calidad del pavimento.

## 6.2 Proceso Constructivo

El objeto de la pasantía fue servir de apoyo como auxiliar del residente en la construcción, mejoramiento y/o rehabilitación de siete diferentes tramos en la zona urbana de la ciudad de Popayán ubicados en los barrios los Campos II, Ucrania, Sauces, Perpetuo Socorro, Belalcázar, Rosales y Esmeralda. Las labores dieron inicio en dichos tramos el día 12 de diciembre de 2022.

La pasantía inicia el día 19 de diciembre de 2022 y la obra se encontraba en el siguiente estado:

### 6.2.1 Frente Barrio los Sauces

El 19 de diciembre de 2022, se constató que en el tramo del barrio los Sauces, se había logrado excavar, 30 metros lineales hasta el nivel de subrasante llegando a la abscisa K0+030, descendiendo a una cota de 25 centímetros por debajo del nivel de la subrasante, los bordes se hallaron perfilados, el personal de obra se halló perfilando los bordes de las cámaras que se encuentran en K0+010 y en K0+015 en donde fueron ubicadas dos recámaras, se encuentra compactado hasta la K0+020.

Se constató que por lluvia excesiva no se pudo llegar a la meta propuesta para dicha fecha.

### **6.2.1.1 Trabajo topográfico.**

Se realiza un levantamiento topográfico del estado actual del sector en su totalidad, trabajo que se realizó antes del 19 de diciembre de 2022, con esta nueva información se pudieron generar secciones transversales de corte y cotas de excavación, realizando la localización y replanteo desde K0+000 hasta la K0+070. Las actividades topográficas básicamente consistieron en la excavación hasta la sub rasante, nivelación de sub rasante, mejoramiento de roca muerta, sub base granular, formaletas y compactación de cada una.

### **6.2.1.2 Excavación.**

La excavación para este sector que como se señaló antes, se realizó hasta una cota de 25 centímetros bajo el nivel de la sub rasante en el que se encontraba un suelo limoso. Fue necesario retirar capa de pavimento antiguo que se encontraba deteriorada por factores externos.

La excavación siguió lineamientos del último levantamiento topográfico verificando que cumpla con los requerimientos de diseño de la estructura del pavimento.

Se realizó una excavación de 5.20 metros de ancho en la mayoría del tramo, asegurando así el ancho de la vía, dejando 2.6 metros para cada carril a lo largo de 70 metros lineales, se adecuaron los pasos necesarios para el cargue y transporte de volquetas. La excavación se realizó con la ayuda de un retro excavadora CASE 580 súper L.

*Foto 15. Excavación del terreno*



**Fuente:** Propia

### 6.2.1.3 Nivelación.

La nivelación consistió principalmente en determinar una cota en el terreno y así satisfacer el diseño geométrico de la vía además del diseño estructural del pavimento, teniendo en cuenta las cotas inicial y final para la construcción adecuada del mismo, se realizó la nivelación en base al estudio topográfico inicial contando con un topógrafo y un cadenero. Por lo tanto, la excavación se realizó siendo controlada por la nivelación y así evitar el retiro de material fuera de lo necesario, ya que esto generaría colocar material de relleno de mejoramiento o de sub base granular y esto, no es beneficioso para la obra ya que produciría un gasto económico o generar daños estructurales.

A continuación del procedimiento de excavación de la subrasante, se instaló geotextil a lo largo del tramo para evitar futuros daños en la estructura del pavimento, posteriormente se colocó material de mejoramiento (roca muerta) y se céreo con ayuda del personal de obra, tirando hilos a lo largo del tramo, siendo esta de 25 centímetros de espesor para llevar al material de mejoramiento al nivel cero, para asegurar que el espesor de cada capa de la estructura de diseño del pavimento cumpla en cada punto del tramo.. Finalmente se realizó el sellado del material de mejoramiento.

*Foto 16. Colocación de material de mejoramiento sobre geotextil a lo largo del tramo*



**Fuente:** Propia

#### 6.2.1.4 Compactación.

El proceso de compactación del terreno es de suma importancia ya que este procedimiento asegura que cada capa de estructura de pavimento cumpla con densidades de campo requeridas, así cumplir con la resistencia con la se diseñó el pavimento y evitar asentamientos futuros.

Se usó un vibro compactador DYNAPAC CA15, rodillo liso de 6.7 toneladas/m<sup>2</sup> a lo largo del tramo, para compactar bordes de recámaras y de los andenes de la vía se utilizó un compactador de impacto “rana”. Al momento de compactar el material de mejoramiento, se realizó sin vibrarla para evitar saturarla, por lo que solo se realizó la compactación con el peso del rodillo liso. Para el material de sub base granular fue necesario adicionar agua al realizar la compactación para obtener la densidad que se estipula en la norma, la cual deberá ser superior al 95% de la densidad del ensayo proctor modificado del material de sub base granular.

*Foto 17. Compactación del terreno*



**Fuente:** Propia

Foto 18. Compactación material sub base



Fuente: Propia

#### **6.2.1.5 Concreto Hidráulico.**

El proyecto se realizó sujeto a la metodología de diseño de pavimentos rígidos de la Portland Cement Association (PCA) ya que este procedimiento es aplicable a pavimentos en concreto simple, concreto simple con barras o pasadores de transferencia, concreto reforzado y con refuerzo continuo.

El concreto se realizó de acuerdo al diseño que se propuso para la vía, el cual fue concreto hidráulico premezclado de MR 40.

#### **6.2.1.6 Instalación de Formaletas.**

Al ser un tramo pequeño y teniendo en cuenta que el espesor del concreto fue de 16 centímetros de acuerdo al diseño de la estructura de pavimento, se optó por colocar la formaleta en madera cortada a la altura del espesor del concreto hidráulico, aunque se permitía una tolerancia de 1 centímetro, por lo que en la rectificación de la instalación se encontraron espesores de 16 a 17 centímetros, se ubicaron pines o pasadores de anclaje a cada lado de la formaleta para evitar su deformación en el momento de vaciado del concreto y para asegurar las formaletas al suelo que impedían cualquier desplazamiento horizontal o vertical por presión de la mezcla o la vibración del equipo.

*Foto 19. Instalación de la formaleta en el tramo*



**Fuente:** Propia

#### **6.2.1.7 Vaciado del Concreto.**

El momento en el que la mezcla de concreto pudo ser extendida fue cuando supervisión autorizó los niveles de la sub base, los niveles de la formaleta y comprobando que las densidades de cada punto tomado en el tramo fueran superiores al 95% de la densidad del ensayo proctor modificado del material de sub base granular.

Se debía homogenizar la mezcla, evitando segregación y aparición de vacíos, logrando el espesor adecuado, la mezcla era vaciada en el tramo, dentro de las formaletas, en caída libre desde la mixer, una vez extendida la mezcla se realizó una vibración a esta por medio de un vibrador de aguja para evitar el terminado con marcas y bordes irregulares.

*Foto 20. Vaciado de la mezcla de concreto*



**Fuente:** Propia

#### 6.2.1.7.1 **Vibrado de la Mezcla de Concreto Extendida.**

Se realizó una vibración interna por medio de un vibrador de aguja para una consolidación adecuada de la mezcla de concreto. Se realizó en varios puntos del concreto extendido por al menos tres o cuatro segundos.

*Foto 21. Vibración de la mezcla de concreto*



*Fuente: Propia*

#### 6.2.1.7.2 **Nivelación con Regla Metálica.**

Se usó de manera manual para nivelar el concreto, desplazándola de manera longitudinal a las formaletas sobre la mezcla de concreto ya vibrado. Con este procedimiento se produce la nivelación y consolidación de la mezcla de concreto ya extendida.

*Foto 22. Nivelación con regla metálica*



*Fuente: Propia*

#### 6.2.1.7.3 **Macro Texturizado.**

Este procedimiento se realizó con un cepillo metálico de uso manual, con el fin de dejar una textura transversal en la superficie del concreto.

*Foto 23. Texturizado de la mezcla de concreto*



*Fuente: Propia*

#### 6.2.1.7.4 **Curado.**

Se aplicó ANTI SOL SIKA sobre la superficie del pavimento como una película líquida, se realizó después del acabado final, apenas el concreto empiece a perder su brillo inicial, aproximadamente una hora después de haber realizado el texturizado.

*Foto 24. Curado del pavimento*



*Fuente: Propia*

### 6.2.1.8 Acero

#### 6.2.1.8.1 Juntas.

Se colocaron con el fin de reducir las tensiones de restricción por contracción y por temperatura de tal forma que no se produzcan fisuras aleatorias en el concreto, para mantener la capacidad estructural y calidad del pavimento.

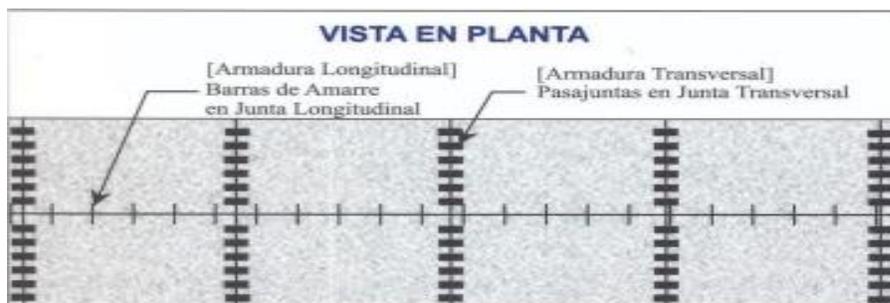
#### **Juntas Longitudinales**

Se ubicaron cada 2.6m, centro de la estructura de pavimento. Las barras de acero corrugado  $F_y=280$  MPa de  $\frac{1}{2}$ " , con longitudes de 85 cm y se localizaron en la mitad del espesor de la losa ( $H/2$ ). Colocadas cada 1.20 m de centro a centro

#### **Juntas Transversales**

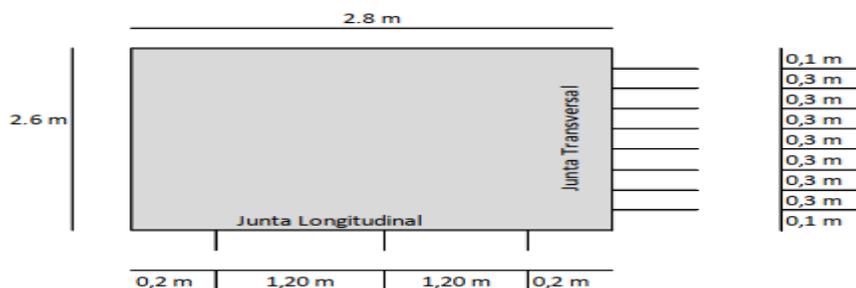
Se ubicaron cada 2.8m. las barras serán de acero liso de  $\frac{7}{8}$ " de 35 centímetros de longitud, completamente engrasadas y se localizaron en la mitad del espesor de la losa ( $H/2$ ), colocadas cada 30 centímetros de centro a centro.

Ilustración 9. Vista en planta de juntas



Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura

Ilustración 10. Distribución de juntas y de barras



Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura

Foto 25. Distribución de juntas y de barras

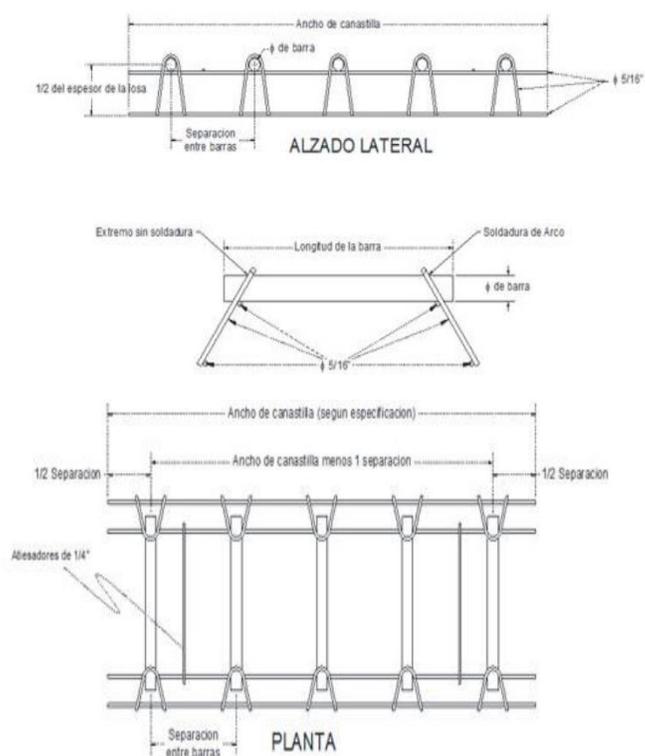


Fuente: Propia

### 6.2.1.8.2 Detalle de Canastillas o Barras Pasa Juntas.

Especificaciones de diseño de las canastillas

Ilustración 11. Vista en planta y alzado lateral de las canastillas



Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura

Foto 26. Canastillas o barras pasa juntas



Fuente: Propia

#### 6.2.1.8.3 **Parrillas de Acero.**

Se usan para evitar la aparición de grietas o también en donde existan obras de drenaje superficial o pozos de inspección.

Estaban constituidas por acero corrugado de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, con límite de fluencia de  $f_y=420$  MPa.

Foto 27. Parrillas de acero



Fuente: Propia

#### 6.2.1.8.4 **Extracción de Formaleta.**

La extracción de las formaletas se realizó 8 horas después de haber terminado la fundición.

### **6.2.1.8.5 Corte de Juntas de Dilatación**

*Foto 28. Corte de juntas*



*Fuente: Propia*

## **6.2.2 Frente Barrio Ucrania**

El tramo del frente del barrio Ucrania se realizó conjuntamente cuando la supervisión liberó el tramo del barrio los Sauces, cuando en este frente las densidades cumplieron con 95% de la densidad del ensayo proctor modificado del material de sub base granular.

### **6.2.2.1 Trabajo Topográfico.**

Se inicia realizando un levantamiento topográfico del estado en el que se encuentra el tramo, y así con la información obtenida se empezó a ejecutar las secciones transversales de corte y las cotas de excavación, realizando la localización y replanteo desde K0+000 hasta K0+048

Las actividades topográficas se fundamentaron en la excavación hasta la sub rasante, nivelación de sub rasante, mejoramiento de roca muerta, sub base granular, formaletas y compactación de cada una.

### **6.2.2.2 Excavación.**

La excavación para este sector, se realizó hasta una cota de 25 centímetros bajo el nivel de la sub rasante en el que se encontraba un suelo limoso tipo A-5. Así, la excavación se

realizó siguiendo lineamientos del levantamiento topográfico verificando que cumpla con los requerimientos de diseño de la estructura del pavimento.

Se realizó una excavación de 5 metros de ancho en la mayoría del tramo, asegurando así el ancho de la vía, dejando 2.5 metros para cada carril a lo largo de 48 metros lineales, se adecuaron los pasos necesarios para el cargue y transporte de volquetas. La excavación se realizó con la ayuda de un retro excavadora CASE 580 súper L.

*Foto 29. Excavación del terreno*



*Fuente: Propia*

### **6.2.2.3 Nivelación.**

Se ejecutó la nivelación determinando principalmente cotas en el terreno para satisfacer el diseño geométrico de la vía sin modificar el diseño estructural del pavimento, basándose en el estudio topográfico inicial siendo controlada por el topógrafo y un cadenero.

Se basó en el procedimiento realizado en el barrio los Sauces y se procedió a excavación de la sub rasante, por debajo de 25 centímetros, se selló la sub rasante para evitar

deterioro de la misma, además se adicionó geotextil a lo largo del tramo para evitar daños a futuro. Se prosiguió a colocar roca muerta o mejoramiento *céreamo* con la ayuda de la retro excavadora, llevando este material a ceros para asegurar los espesores de cada capa de la estructura de diseño de pavimento cumpla a lo largo del tramo, compactando finalmente el material de mejoramiento.

*Foto 30. Colocación del geotextil a lo largo del tramo*



*Fuente: Propia*

#### **6.2.2.4 Compactación.**

Para la compactación se utilizó un vibro compactador DYNAPAC CA15, de rodillo liso de 6.7 toneladas/m<sup>2</sup> a lo largo del tramo y así se usó para compactar los bordes de andenes y recámaras una “rana”.

Se realizó la compactación sin ningún inconveniente, aunque se presentó un fallo y en este punto solo se compactó, sin vibrar para evitar saturaciones de agua, para el material de sub base granular fue necesario adicionar agua al realizar la compactación para obtener la densidad que se estipula en la norma, la cual deberá ser superior al 95% de la densidad del ensayo proctor modificado del material de sub base granular.

*Foto 31. Sellado de material de mejoramiento*



**Fuente:** Propia

*Foto 32. Compactación material sub base*



**Fuente:** Propia

### **6.2.2.5 Concreto Hidráulico.**

El concreto se realizó de acuerdo al diseño que se propuso para la vía, el cual fue concreto hidráulico premezclado de MR 40.

#### **6.2.2.5.1 Instalación de Formaletas.**

El tramo del barrio Ucrania mide 48 metros lineales, es decir es un tramo corto y sabiendo que el espesor del concreto es de 15 centímetros entonces se usó formaleta metálica a la altura convenida, permitiendo una tolerancia de 1 centímetro, para evitar su deformación se colocaron pasadores de anclaje amarrados al suelo asegurando que no haya movimiento vertical y horizontal de la formaleta cuando se realizó el vaciado del concreto y la vibración por el equipo.

Foto 33. Colocación de la formaleta en el tramo



Fuente: Propia

#### **6.2.2.5.2 Vaciado del Concreto.**

Al ser liberado el tramo, teniendo las densidades un valor superior al 95% de la densidad del ensayo proctor modificado del material de sub base granular y al tener lista la formaleta instalada, se prosiguió al vaciado del concreto dentro de la estructura formada por las formaletas, se tuvo que homogeneizar la mezcla de concreto con la ayuda de un vibrador de aguja, para evitar las marcas y bordes irregulares.

*Foto 34. Vaciado de la mezcla de concreto*



*Fuente: Propia*

#### **6.2.2.5.3 Vibrado de la Mezcla de Concreto Extendida.**

Se realizó una vibración interna por medio de un vibrador de aguja para obtener una consolidación adecuada de la mezcla de concreto. Se realizó en varios puntos del concreto extendido por al menos tres o cuatro segundos.

*Foto 35. Vibración de la mezcla de concreto*



*Fuente: Propia*

#### **6.2.2.5.4 Nivelación con Regla Metálica.**

Se utilizó herramienta manual para la nivelación del concreto, siendo esta una regla metálica, se desplazó de manera longitudinal a las formaletas sobre la mezcla de concreto ya vibrado, con este procedimiento se puede garantizar la nivelación y la consolidación de la mezcla de concreto extendida.

*Foto 36. Nivelación con regla metálica*



*Fuente: Propia*

#### **6.2.2.5.5 Macro Texturizado.**

Con la ayuda de un cepillo metálico, se realizó el macro texturizado para dejar en la superficie del concreto una textura transversal.

*Foto 37. Texturizado de la mezcla de concreto*



*Fuente: Propia*

#### **6.2.2.5.6 Curado.**

Para el curado del concreto se colocó en la superficie, una película líquida de ANTI SOL SIKA, aproximadamente al pasar una hora después de haber realizado el macro texturizado en la superficie del concreto, que es cuando ya empieza a perder el brillo.

*Foto 38. Curado del pavimento*



*Fuente: Propia*

#### **6.2.2.6 Acero**

##### **6.2.2.6.1 Juntas.**

Se colocaron con el fin de reducir las tensiones de restricción por contracción y por temperatura de tal forma que no se produzcan fisuras aleatorias en el concreto, para mantener la capacidad estructural y calidad del pavimento.

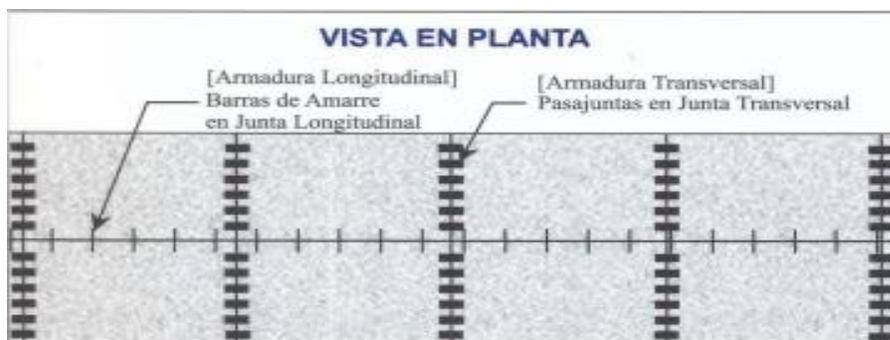
##### **Juntas Longitudinales**

Se ubicaron cada 2.5m, centro de la estructura de pavimento. Las barras de acero corrugado  $f_y=280$  MPa de  $\frac{1}{2}$ " , con longitudes de 85 cm y se localizaron en la mitad del espesor de la losa (H/2). Colocadas cada 1.20 m de centro a centro

## Juntas Transversales

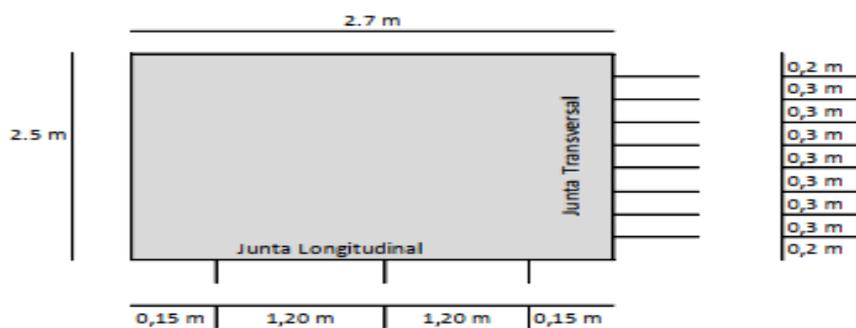
Se ubicaron cada 2.7m. las barras serán de acero liso de 7/8" de 35 centímetros de longitud, completamente engrasadas y se localizaron en la mitad del espesor de la losa (H/2), colocadas cada 30 centímetros de centro a centro.

Ilustración 12. Vista en planta de juntas



Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura

Ilustración 13. Distribución de juntas y de barras



Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura

Ilustración 14. Distribución de juntas y de barras

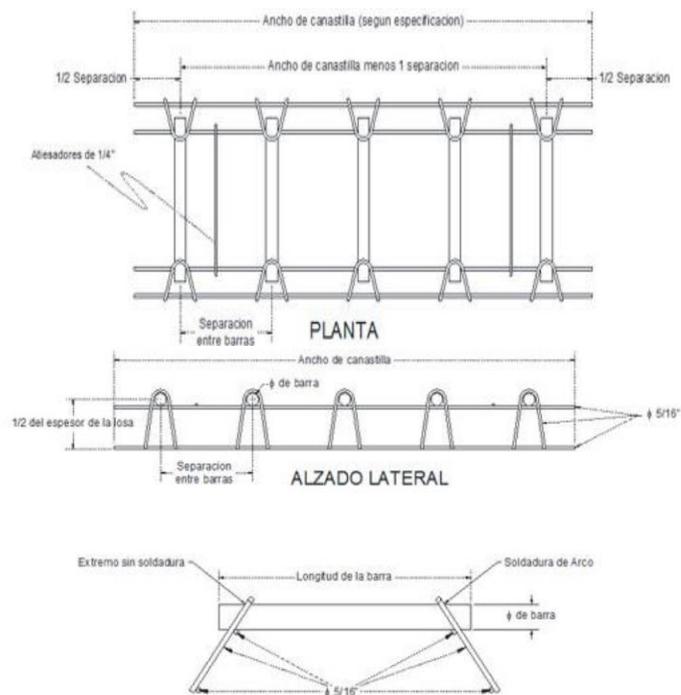


Fuente: Propia

### 6.2.2.6.2 Detalle de Canastillas o Barras Pasa Juntas.

Especificaciones de diseño de las canastillas

Ilustración 15. Vista en planta y alzado lateral de las canastillas



Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura

Foto 39. Canastillas o barras pasa juntas



Fuente: Propia

#### 6.2.2.6.3 Parrillas de Acero.

Se utilizaron para evitar la aparición de grietas o también en donde existan obras de drenaje superficial o pozos de inspección. Estaban constituidas por acero corrugado de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, con límite de fluencia de  $f_y=420$  MPa.

Foto 40. Parrillas de acero



Fuente: Propia

#### 6.2.2.6.4 Extracción de Formaleta.

Al cabo de 8 horas, después de la fundición se realizó la extracción de las formaletas.

#### 6.2.2.6.5 Corte de Juntas de Dilatación

Foto 41. Corte de juntas



Fuente: Propia

### **6.2.3 Frente barrio los Campos II**

En el momento en el que fueron entregados los resultados del ensayo de densidades de cada punto y, que fueron comprobados por parte de la supervisión, el tramo de Ucrania fue liberado para seguir con el siguiente procedimiento, por lo que fue necesario ir al tramo del barrio los Campos II para seguir con lo asignado en la programación.

#### **6.2.3.1 Trabajo Topográfico.**

Se generó un levantamiento topográfico en la totalidad del tramo y con esta información se realizaron secciones transversales de corte y cotas de excavación, realizando la localización y replanteo desde K0+000 hasta la K0+060.

Las actividades topográficas básicamente consistieron en la excavación hasta la sub rasante, nivelación de sub rasante, mejoramiento de roca muerta, sub base granular, formaletas y compactación de cada una.

#### **6.2.3.2 Excavación.**

Se realizó una cota de 25 centímetros por debajo de la sub rasante encontrando suelo limoso tipo A-7-5. La excavación siguió lineamientos del último levantamiento topográfico comprobando que cumpla con los requerimientos de diseño de la estructura del pavimento.

Se realizó una excavación de 3.20 metros de ancho en la mayoría del tramo, asegurando así el ancho de la vía. La excavación se realizó con la ayuda de un mini cargador BOBCAT S185.

Foto 42. Excavación del terreno



Fuente: Propia

#### 6.2.3.3 Nivelación.

Se determinó una cota de terreno para satisfacer el diseño geométrico de la vía teniendo en cuenta el diseño estructural del pavimento y las cotas inicial y final para la construcción del mismo, basándose en el estudio topográfico inicial, se evitó cortes del terreno innecesarios para prescindir de cierto sobre costo o daño estructural del pavimento

Posteriormente al procedimiento de la excavación de la sub rasante, se colocó el geotextil a lo largo del tramo impidiendo futuros daños en la estructura del pavimento, a continuación, se instaló el material de mejoramiento nivelando el material hasta que esté en ceros, efectuando de esta manera que cada capa de la estructura de pavimento cumpla en cada punto del tramo

La sub base se niveló por medio de hilos hasta que tenga un espesor de 17 centímetros para que cuando sea compactada baje a 15 centímetros como está en el diseño.

Foto 43. Nivelación de la sub base en el tramo, con hilos.



Fuente: Propia

#### 6.2.3.4 Compactación.

Por medio de este procedimiento se aseguró que cada capa de la estructura de pavimento cumpla con lo estipulado, por lo tanto, la compactación es muy importante

Se usó un vibro compactador DYNAPAC CA15, rodillo liso de 6.7 toneladas/m<sup>2</sup> a lo largo del tramo, para compactar bordes de recámaras y bordes de los andenes de la vía se usó un apisonador vertical – canguro.

La compactación del mejoramiento, así como en los otros tramos se realizó solamente con el peso del rodillo liso sin vibrar para evitar el saturamiento del mismo, en el momento de compactar la sub base se adicionó agua para obtener la densidad que se estipula en la norma, la cual deberá ser superior al 95% de la densidad del ensayo proctor modificado del material de sub base granular.

Para evitar el deterioro del material después de ser compactado, se optó por cubrir con un plástico, pero no fue posible ya que el que había no se encontraba en buenas condiciones, por lo tanto, se colocó parte de geotextil sobrante sobre el material de mejoramiento.

Foto 44. Cubrimiento de material de mejoramiento en el tramo con geotextil



**Fuente:** Propia

Foto 45. Compactación material sub base



**Fuente:** Propia

#### **6.2.3.5 Concreto Hidráulico.**

El concreto se realizó de acuerdo al diseño que se propuso para la vía, el cual fue concreto hidráulico premezclado de MR 40.

##### **6.2.3.5.1 Instalación de Formaletas.**

En este tramo se optó por colocar la formaleta en madera cortada a la altura del espesor del concreto hidráulico, aunque se permitía una tolerancia de 1 centímetro, por lo que en la rectificación de la instalación se encontraron espesores de 15 a 16 centímetros, se ubicaron pines o pasadores de anclaje a cada lado de la formaleta para evitar su deformación en el momento de vaciado del concreto y para asegurar las formaletas al

suelo que impedían cualquier desplazamiento horizontal o vertical por presión de la mezcla o la vibración del equipo.

*Foto 46. Colocación de la formaleta en el tramo*



*Fuente: Propia*

#### **6.2.3.5.2 Vaciado del Concreto.**

Cuando fueron entregados los resultados del ensayo de densidades y, al ser revisadas por la supervisión que cumplieron con el 95% de la densidad del ensayo proctor modificado del material de sub base granular. Se homogenizó la mezcla al ser vaciada para evitar la segregación y la aparición de vacíos, se vació en caída libre y al ya estar extendida se hizo la vibración por medio de un vibrador de aguja así al final no tener ni marcas ni bordes irregulares.

*Foto 47. Vaciado de la mezcla de concreto*



*Fuente: Propia*

#### **6.2.3.5.3 Vibrado de la Mezcla de Concreto Extendida.**

Se realizó una vibración interna por medio de un vibrador de aguja para una consolidación adecuada de la mezcla de concreto. Se realizaba en varios puntos del concreto extendido por al menos tres o cuatro segundos.

#### **6.2.3.5.4 Nivelación con Regla Metálica.**

Se niveló la mezcla de concreto de manera longitudinal a las formaletas con la herramienta manual de una regla metálica, de esta manera consolidamos la mezcla.

*Foto 48. Nivelación con regla metálica*



*Fuente: Propia*

#### **6.2.3.5.5 Macro Texturizado.**

Se realizó el macro texturizado con la ayuda de un cepillo metálico para dar textura transversal a la superficie del concreto.

*Foto 49. Texturizado de la mezcla de concreto*



*Fuente: Propia*

#### **6.2.3.5.6 Curado.**

Se aplicó ANTI SOL SIKA sobre la superficie del pavimento como una película líquida, se realizó después del acabado final, apenas el concreto empiece a perder su brillo inicial, aproximadamente una hora después de haber realizado el texturizado.

*Foto 50. Curado del pavimento*



*Fuente: Propia*

### 6.2.3.6 Acero

#### 6.2.3.6.1 Juntas.

Se colocaron con el fin de reducir las tensiones de restricción por contracción y por temperatura de tal forma que no se produzcan fisuras aleatorias en el concreto, para mantener la capacidad estructural y calidad del pavimento.

#### Juntas Longitudinales

No se ubicaron por ser una sola losa.

#### Juntas Transversales

Se ubicaron cada 2.7m. las barras serán de acero liso de 7/8" de 35 centímetros de longitud, completamente engrasadas y se localizaron en la mitad del espesor de la losa (H/2), colocadas cada 30 centímetros de centro a centro.

*Ilustración 16. Distribución de juntas y de barras*

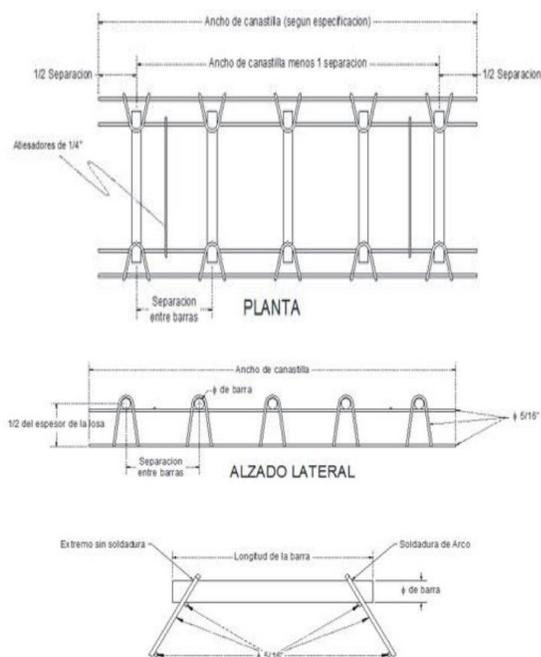


*Fuente: Documentación Secretaría de Infraestructura*

#### 6.2.3.6.2 Detalle de Canastillas o Barras Pasa Juntas.

Especificaciones de diseño de las canastillas

Ilustración 17. Vista en planta y alzado lateral de las canastillas



**Fuente:** Documentación Secretaría de Infraestructura

### 6.2.3.6.3 Parrillas de Acero.

Se usan para evitar la aparición de grietas o también en donde existan obras de drenaje superficial o pozos de inspección. Estaban constituidas por acero corrugado de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, con límite de fluencia de  $f_y=420$  MPa.

Foto 51. Parrillas de acero



**Fuente:** Propia

#### **6.2.3.6.4 Extracción de Formaleta.**

La extracción de las formaletas se realizó 8 horas después de haber terminado la fundición.

#### **6.2.3.6.5 Corte de Juntas De Dilatación**

*Foto 52. Corte de juntas*



*Fuente: Propia*

### **6.2.4 Frente Barrio Perpetuo Socorro**

Teniendo en cuenta que los resultados del ensayo de densidades del frente del barrio los Campos II, dio aval para continuar con la apertura de otro frente, entonces se dio inicio en el frente del barrio Perpetuo Socorro – Santa Elena.

#### **6.2.4.1 Trabajo Topográfico.**

En este frente ya se tenía un levantamiento topográfico, pero de todas maneras se re evaluó las carteras de campo realizadas con anterioridad, realizando un nuevo levantamiento topográfico de todo el tramo para evitar futuros inconvenientes.

Con la información obtenida se generaron secciones transversales de corte y cotas de excavación, realizando la localización y replanteo desde K0+000 hasta K0+055. Las actividades topográficas básicamente consistieron en la excavación hasta la sub rasante, nivelación de sub rasante, mejoramiento de roca muerta, sub base granular y base granular.

#### **6.2.4.2 Excavación.**

Se excavó según los lineamientos del proyecto, garantizando la limpieza y el drenaje en el terreno, se profundizó hasta una cota de 20 centímetros por debajo de la subrasante cumpliendo con los requerimientos de diseño de la estructura de pavimento.

En la mayoría del tramo se realizó una excavación de 6 metros de ancho, garantizando así el ancho de la vía, dejando 3 metros para cada carril a lo largo de 55 metros lineales, la excavación se realizó con la ayuda de una retro excavadora CASE 580 súper L.

*Foto 53. Excavación del terreno*



**Fuente:** Propia

#### **6.2.4.3 Nivelación.**

En este tramo fue más claro y preciso la determinación de una cota de terreno para satisfacer el diseño geométrico de la vía teniendo presente el diseño estructural del pavimento y las cotas inicial y final para su construcción, con la topografía realizada en todo el tramo se evitó realizar cortes innecesarios que no son recomendables ya que produciría un sobrecosto o daños estructurales a futuro.

Aunque se tuvo en cuenta que, por estos meses, la ciudad de Popayán está en época de lluvias y, que se debía construir inmediatamente la estructura de pavimento para evitar el deterioro por acción del agua, la lluvia no dio tregua ya que apenas se realizó el procedimiento de excavación, llovió. Por lo tanto, esto generó inconvenientes en la programación inicial, lo que llevó a tener listo el material que se iba a necesitar desde el día anterior, cubierto con plástico para impedir que este se lavara y no fuera útil al día siguiente, o en el momento que fuese necesario su uso.

En cada capa se realizó la nivelación con la ayuda de un topógrafo y un cadenero, se colocó una capa de 20 centímetros de mejoramiento, una capa de sub base y base granular de 15 centímetros cada una.

*Foto 54. Presencia de acumulación de agua en el frente*



**Fuente:** Propia

*Foto 55. Nivelación y sellado del material de mejoramiento*



**Fuente:** Propia

#### 6.2.4.4 Compactación.

Al finalizar el procedimiento de sellado del material de mejoramiento, se abordó con el proceso de compactación del material de sub base y base granular, dejándolos a 17 centímetros de nivel a cada uno de los materiales, para que cuando se realice la compactación cumpla con 15 centímetros de espesor cada capa de la estructura de diseño del pavimento.

Para realizar este procedimiento se utilizó un vibro compactador DYNAPAC CA15, rodillo liso de 6.7 toneladas/m<sup>2</sup> a lo largo del tramo.

La compactación del mejoramiento, así como en los otros tramos se realizó solamente con el peso del rodillo liso sin vibrar para evitar el saturamiento del mismo, en el momento de compactar la sub base y base granular, se adicionó agua y cemento para obtener la densidad que se estipula en la norma, la cual deberá ser superior al 95% de la densidad del ensayo proctor modificado del material de sub base granular y 90% de la densidad del ensayo proctor modificado del material de base granular.

*Foto 56. Compactación del material de base granular*



*Fuente: Propia*

#### 6.2.4.5 Mezcla asfáltica.

De acuerdo al diseño estipulado se colocó una capa asfáltica con mezcla asfáltica en caliente de gradación continua MDC-2, que satisfizo los requerimientos del INVIAS 450 – 10, 450 -11, con un espesor de 8 centímetros.

#### **6.2.4.6 Extensión de Mezcla Asfáltica.**

Dado que los resultados del ensayo de densidades entregados por el laboratorio, cumplieron con el 95 % de la densidad del ensayo proctor modificado del material de sub base granular y con el 100% de la densidad del ensayo proctor modificado del material de base granular, fueron revisados por parte de supervisión y liberaron el tramo para realizar la extensión de la mezcla asfáltica.

Terminado el proceso de compactación se realizó la verificación de la topografía, con el último levantamiento topográfico y se además se limpió la base granular antes de realizar el riego de imprimación para evitar daños futuros en el pavimento flexible.

El riego de imprimación consistió en la aplicación uniforme de un ligante bituminoso en caliente, el cual se colocó a lo largo del tramo antes de la extensión de la mezcla asfáltica.

Se tomó la temperatura a la mezcla que llegó en volqueta, fue extendida con ayuda de trabajadores, cumpliendo los alineamientos, anchos y espesores señalados.

*Foto 57. Riego de imprimación*



*Fuente: Propia*

Foto 58. Extensión de la mezcla asfáltica



Fuente: Propia

#### 6.2.4.7 Compactación de la Mezcla Asfáltica.

Se realizó de manera longitudinal y sistemáticamente, se empezó a compactar la mezcla asfáltica, desde el centro y gradualmente se siguió avanzando hacia los bordes, hasta que toda la superficie esté completamente compactada.

Foto 59. Compactación de la mezcla asfáltica



Fuente: Propia

#### 6.2.5 Frente del Barrio los Rosales

En el tramo que se encuentra en el barrio los Rosales se realizó un reconocimiento de la vía, observando que se encontró en mal estado, por fallas como bacheos, agrietamientos tipo piel de cocodrilo, socavaciones en el pavimento por donde hay constante flujo vehicular, los cuales producen un alto riesgo de accidentes por parte de las personas que transitan diariamente por

este tramo, en vehículo, motos o bicicletas, por lo que fue necesario realizar una rehabilitación y/o mejoramiento en esta zona.

*Foto 60. Área encontrada en mal estado*



*Fuente: Propia*

#### **6.2.5.1 Excavación.**

Se realizó el procedimiento de excavación en las áreas fracturadas de la carpeta asfáltica con la ayuda de una retro excavadora CASE 580 súper L, retirando el pavimento existente de hasta 11 centímetros y se profundizó un espesor de 5 centímetros. Teniendo en total un espesor de hasta 16 centímetros en sitios puntuales.

*Foto 61. Excavación de áreas fracturadas*



*Fuente: Propia*

### **6.2.5.2 Nivelación y Compactación de la Sub Base Granular.**

Al tener las áreas delimitadas se pudo constatar el material de sub base necesario, se niveló la sub base granular con la ayuda de hilos con un espesor de 9 centímetros, de esta manera se controló el espesor permitido de acuerdo al diseño proyectado.

Seguidamente se realizó la compactación de la sub base granular con vibro compactadora en áreas grandes y con la “rana” en las áreas pequeñas, con el fin de densificar el material, disminuyendo los vacíos que se puedan presentar, de tal manera que su comportamiento sea el adecuado es decir que tenga una muy buena compactación, llegando a un espesor de 8 centímetros para cumplir con el espesor de la capa de mezcla asfáltica.

*Foto 62. Compactación de la sub base granular*



*Fuente: Propia*

### **6.2.5.3 Mezcla asfáltica.**

Se determinó usar una mezcla asfáltica caliente de gradación continua MDC-2, según normatividad del INVIAS 450 – 10, 450 -11, con un espesor de 8 centímetros.

#### **6.2.5.4 Extensión de mezcla asfáltica.**

Antes de realizar la extensión de la mezcla asfáltica se realizó el ensayo de densidades al material de base granular, al cumplir con el 95 % de la densidad del ensayo proctor modificado del material de sub base granular, fue revisado por parte de supervisión y liberaron el tramo para realizar la extensión de la mezcla asfáltica.

Se realiza el riego de imprimación, el cual consistió en la aplicación de manera uniforme de un ligante bituminoso en caliente, el cual se colocó a lo largo del tramo antes de la extensión de la mezcla asfáltica. Al llegar la volqueta con el material de mezcla asfáltica se verificó la temperatura de este material y seguidamente se realizó la extensión con ayuda de trabajadores, cumpliendo los alineamientos señalados

*Foto 63. Riego de imprimación*



**Fuente:** Propia

Foto 64. Extensión de la mezcla asfáltica



Fuente: Propia

#### 6.2.5.5 Compactación de la Mezcla Asfáltica.

Cuando se tuvo la mezcla asfáltica extendida en las áreas delimitadas, se realizó la compactación de manera gradual, avanzando paulatinamente por todas las áreas hasta que toda la superficie esté completamente compactada

Foto 65. Compactación de la mezcla asfáltica



Fuente: Propia

Foto 66. Compactación de mezcla asfáltica



Fuente: Propia

### **6.2.6 Frente del Barrio Belalcázar**

Se realizó la observación que en el tramo que se encuentra en el barrio Belalcázar hay varias zonas puntuales que se encuentran en mal estado, por fallas como bacheos, agrietamientos tipo piel de cocodrilo, socavaciones en el pavimento por donde hay constante flujo vehicular, los cuales son propensos a producir un alto riesgo de accidentes por parte de las personas que transitan diariamente por este tramo, en vehículo, motos o bicicletas, por lo que fue necesario realizar una rehabilitación y/o mejoramiento en esta zona.

#### **6.2.6.1 Excavación.**

Ya que en este sector hay un alto flujo vehicular se realizó la excavación en horas de la noche en las áreas fracturadas señaladas con anterioridad, se usó una retro excavadora CASE 580 súper L, se retiró 16 centímetros de pavimento y sub base existente, para tener capas de 8 centímetros de sub base y mezcla asfáltica cada una.

Foto 67. Excavación de áreas fracturadas



*Fuente: Propia*

#### **6.2.6.2 Nivelación y Compactación de la Sub Base Granular.**

El material de sub base granular llega al punto de la obra para ser extendido a lo largo de las áreas delimitadas, se realizó la nivelación dejando un espesor de 9 centímetros para que así cuando sea compactado quede de 8 centímetros como está en el diseño proyectado.

A continuación, se realizó la compactación del material de sub base granular con equipo de compactación que fue una vibro compactadora DYNAPAC CC-142 y con la “rana” se compactó en las áreas pequeñas, se realizó este procedimiento para densificar el material, para disminuir los vacíos presentados y además que tenga un comportamiento de compactación.

Foto 68. Compactación de la sub base granular



*Fuente: Propia*

### 6.2.6.3 Mezcla Asfáltica.

Se determinó usar una mezcla asfáltica caliente de gradación continua MDC-2, según normatividad del INVIAS 450 – 10, 450 -11, con un espesor de 8 centímetros.

### 6.2.6.4 Extensión de Mezcla Asfáltica.

Una vez que se realizó el ensayo de densidades al material de sub base granular y al cumplir con el 95 % de la densidad del ensayo proctor modificado del material de sub base granular, fue revisado por parte de supervisión y liberaron el tramo para realizar la extensión de la mezcla asfáltica.

Se coloca el riego de imprimación sobre la sub base granular compactada, de manera uniforme a lo largo del tramo, el cual queda entre la sub base granular y la mezcla asfáltica, cuando se encuentra totalmente distribuido el riego de imprimación sobre la sub base granular se procede a extender la mezcla asfáltica, la cual debe llegar a cierta temperatura y fue corroborada por el ingeniero residente de obra. Se extiende la mezcla asfáltica

Se realiza el riego de imprimación, el cual consistió en la aplicación de manera uniforme de un ligante bituminoso en caliente, el cual se colocó a lo largo del tramo antes de la extensión de la mezcla asfáltica. Al llegar la volqueta con el material de mezcla asfáltica se verificó la temperatura de este material y seguidamente se realizó la extensión con ayuda de trabajadores, cumpliendo los alineamientos señalados.

*Foto 69. Riego de imprimación*



**Fuente:** Propia

Foto 70. Extensión de la mezcla asfáltica



Fuente: Propia

#### 6.2.6.5 Compactación de la Mezcla Asfáltica.

Al finalizar de extender la mezcla asfáltica se prosiguió a compactar las áreas delimitadas de manera longitudinal, desde el centro hacia los bordes hasta completar con toda la superficie de las áreas.

Foto 71. Compactación de la mezcla asfáltica



Fuente: Propia

### **6.2.7 Frente Barrio la Esmeralda**

En el barrio la Esmeralda se realizaron andenes a lo largo de 68 metros lineales, cada losa fue de 2.8 metros de largo x 3.6 metros de ancho, se ejecutaron los andenes ya que los existentes se encontraban muy deteriorados, principalmente porque en este punto de la obra, habitantes de la ciudad tomaban a los andenes para cuadrar su vehículo y con el peso de estos dañaron los andenes.

#### **6.2.7.1 Excavación.**

Se realizó la excavación a una profundidad de 25 centímetros a lo largo de 68 metros lineales en el tramo, usando la retro excavadora CASE 580 súper L, eliminando pavimento existente de los andenes que se encuentra deteriorado por diferentes factores.

*Foto 72. Excavación de áreas fracturadas*



**Fuente:** Propia

Foto 73. Tramo totalmente excavado



Fuente: Propia

#### 6.2.7.2 Nivelación y Compactación de Material de Relleno.

Se instaló material de relleno como mejoramiento para los andenes, fue extendido a lo largo del tramo, con un espesor de 17 centímetros, el cual al ser compactado adquiere una capa de 15 centímetros y así cumplir con el espesor de la capa de concreto. La nivelación se realizó tirando hilos y para verificar los espesores.

Se realizó la compactación con la ayuda de una “rana” por ser material de relleno, disminuyendo vacíos y así este material obtenga un buen comportamiento de compactación.

Foto 74. Compactación de material de relleno



Fuente: Propia

### 6.2.7.3 Concreto Hidráulico.

El concreto se realizó de acuerdo al diseño que se propuso para los andenes, el cual fue concreto hidráulico premezclado de MR 40.

#### 6.2.7.3.1 *Instalación de Formaletas.*

Para el tramo de los andenes se optó por colocar formaleta de madera, de 10 centímetros de altura y 3.6 de ancho, se instaló la formaleta transversalmente a lo largo del tramo para realizar losas de 2.8 largo de ancho por 3.6 metros de ancho, de esta manera se ejecuta las losas. Se sujetaron las formaletas con pasadores de anclaje o pines, y así evitar su desplazamiento horizontal o vertical por presión de la mezcla o la vibración de equipo.

*Foto 75. Colocación de la formaleta en el tramo*



*Fuente: Propia*

#### 6.2.7.3.2 *Vaciado del Concreto.*

Se vació la mezcla de concreto en caída libre y se homogenizó la mezcla al ser vaciada para evitar la aparición de vacíos o la segregación del mismo, se realizó la vibración con vibrador de aguja para evitar bordes irregulares.

Foto 76. Vaciado de la mezcla de concreto



Fuente: Propia

#### **6.2.7.3.3 Vibrado de la Mezcla de Concreto Extendida.**

Al tener colocado el concreto en el área de la losa, se realizó el vibrado por medio de un vibrador de aguja consolidando la mezcla de concreto, se realizó en varios puntos de tres a cuatro segundos.

#### **6.2.7.3.4 Nivelación con Regla Metálica.**

Se niveló la mezcla de concreto de manera longitudinal a las formaletas con la herramienta manual de una regla metálica, de esta manera consolidamos la mezcla.

Foto 77. Mezcla de concreto ya consolidada, después de nivelación con regla metálica



Fuente: Propia

#### 6.2.7.3.5 **Macro Texturizado.**

Se realizó el macro texturizado con la ayuda de un escobón para dar textura a la superficie del concreto.

*Foto 78. Texturizado de la mezcla de concreto*



*Fuente: Propia*

#### 6.2.7.3.6 **Corte de Juntas**

*Foto 79. Corte de juntas en andén con regla metálica*



*Fuente: Propia*

#### 6.2.7.3.7 **Curado.**

Se aplicó ANTI SOL SIKA sobre la superficie del pavimento como una película líquida, se realizó después del acabado final, apenas el concreto empiece a perder su brillo inicial, aproximadamente una hora después de haber realizado el texturizado.

Foto 80. Curado del pavimento



Fuente: Propia

#### 6.2.7.3.8 Extracción de Formaleta.

La extracción de las formaletas se realizó 8 horas después de haber terminado la fundición.

Foto 81. Extracción de formaleta en losas



Fuente: Propia

### 6.3 Obras Paralelas

#### 6.3.1 Reparación de Obras Húmedas.

Al tener la retro excavadora trabajando en la excavación, era inevitable que no tocara tubos de redes domiciliarias de alcantarillado, causándoles ahuellamientos y perforaciones. En varias ocasiones hubo tubos totalmente deteriorados, por lo que se tuvo que realizar cambio de tubería o instalación de nuevos accesorios como uniones.

Foto 82. Daño a tubería por retro excavadora



Fuente: Propia

### 6.3.2 Reparación de Redes de Gas Natural.

Se presentó tubería superficial de gas domiciliario cerca las viviendas, por lo que fue necesario que funcionarios de la Alcanos de Colombia, siendo esta empresa la encargada de resolver daños en el servicio de gas natural, lleguen al punto de la obra para realizar el arreglo pertinente, ya que si esta tubería si se deja muy cerca de la superficie es peligroso que al realizar la compactación haya daños en esta red de gas natural.

Foto 83. Arreglo de red de gas natural superficial



Fuente: Propia

## **6.4 Control de Calidad**

### **6.4.1 Control y Planeación por Parte del Pasante**

Al iniciar la pasantía se requirió primero la observación de la dinámica diaria de las actividades principales de la obra, para poder ser de apoyo al ingeniero residente.

Se llevó a cabo el diligenciamiento de la bitácora, el conteo de las volquetas de salida de material de escombros, llegada de material de sub base, medición de metros cúbicos necesarios para el tramo, tanto de mejoramiento, sub base como de concreto. Se programaba desde el día anterior el día laboral, para cumplir con las metas propuestas.

Teniendo en cuenta el material que se excavó y el que se retiró, se pudo realizar la proyección de cantidades necesarias para realizar el pedido de material de mejoramiento y de sub base granular a Agregados Puracé y así evitar que el material se deteriore por motivos climáticos.

Se presentaron inconvenientes con la acumulación de agua en la excavación porque la ciudad de Popayán atravesaba por la época de lluvias en diciembre de 2022, enero y febrero de 2023 lo cual impedía la colocación de la sub base en el tramo, la acumulación de agua creó fallos a lo largo de la obra que eran determinados visualmente como colchón de agua, fue necesario el retiro de la acumulación de agua, por lo que se realizó en estos fallos estabilización del suelo con cemento y colocando nuevo material de mejoramiento, seguidamente de la compactación de cada fallo presentado, lo que causó incrementos en los costos al contratista, así que fue necesario evitar que se generen estos fallos, asegurando que se realice la compactación correctamente, hacer drenajes para dejar fluir el agua estancada, colocar cubrimiento para evitar las infiltraciones de agua al tramo.

Foto 84. Arreglo de fallo ubicado en K0+008



Fuente: Propia

En el tramo se presentaron incidentes durante la excavación, se dañaron tuberías que fueron necesarias arreglarlas por parte de la empresa de acueductos y alcantarillado. En todas las actividades mencionadas con anterioridad se trabajaron en conjunto con las rectificaciones por parte de supervisión de la alcaldía de Popayán, liberando procesos y dando continuación a la obra.

#### **6.4.2 Control del Grado de Compactación de la Sub Rasante y la Sub Base**

Este control se efectuaba mediante un ensayo de densidad de campo IN SITU de cono y arena, que toma en cuenta diferencia de pesos y volumen, para correlacionar la densidad, esta se compara porcentualmente con el resultado de la densidad óptima del Proctor del material de sub base. Se tomaron en diferentes puntos al cumplir con el porcentaje esperado la supervisión liberó el tramo para realizar el siguiente procedimiento.

Foto 85. Toma de densidades IN SITU, tramo del barrio los Sauces



Fuente: Propia

Foto 86. Toma de densidades IN SITU, tramo Perpetuo Socorro



Fuente: Propia

Ilustración 18. Grado de compactación, resultado de densidades en laboratorio

 <b>GEOESTUDIOS-LAB</b> <small>LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS Y CONCRETOS</small>		DENSIDAD EN TERRENO- METODO DEL CONO DE ARENA INVE-161,228-13	
<b>OBRA:</b>	MEJORAMIENTO DE LA CALLE 18 DESDE LA CARRERA 8E HACIA LA CARRERA 6B, BARRIO LOS SAUCES, MUNICIPIO DE POPAYÁN CAUCA		
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	MUNICIPIO DE POPAYÁN CAUCA		
<b>SOLICITA:</b>	ICONS INGENIERÍA Y CONTRATOS		
<b>MATERIAL:</b>	SUB BASE GRANULAR TRITURADA		
<b>FUENTE:</b>	AGREGADOS PURACÉ		
<b>ENSAYO No.</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
<b>MARGEN</b>	<b>FRENTE A</b>	<b>FRENTE A</b>	
<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>CASA 7-41</b>	<b>CASA 7-25</b>	
<b>COMPACTACIÓN %</b>	95.5	96.6	
<b>COMPACTACIÓN ESPECIFICADA %</b>	95	95	
<b>CUMPLE</b>	SI	SI	

Fuente: GEOESTUDIOS-LAB

Este ensayo se realizó en los tramos de los barrios los Sauces, Campos II, Ucrania, Rosales, Belalcázar, en el material compactado de sub base granular y en el tramo del barrio de Perpetuo Socorro tanto como en el material de sub base granular como en el material de base granular compactados.

### 6.5 Trabajo de Oficina, Actas

Para realizar el trabajo en oficina, se necesitó la recolección de datos claros y precisos de todas las actividades realizadas a diario en obra, que se detallaron en la bitácora y en Excel, realizado en una pre acta.

Se realizó un acta parcial, teniendo en cuenta las cantidades que se obtuvieron en la pre acta en la cual se contó con la ayuda del ingeniero residente, SISO (seguridad industrial y salud

ocupacional), auxiliar de obra, para asegurar que este trabajo sea el adecuado, el acta final sigue en ejecución.

Generalmente los principales datos recolectados fueron:

- Cantidad de retiro de material por parte de las volquetas en el transcurso diario.
- Cálculo de volúmenes de material de sub base y base granular y mejoramiento (roca muerta), necesarios en los diferentes frentes.
- Cálculo de cantidad de cemento necesario para estabilización de los materiales, de sub base y base granular.
- Cálculo de metros cúbicos de concreto que se utilizaron en los diferentes frentes de los barrios los Campos II, Sauces, Ucrania, Esmeralda.
- Cantidad de acero necesario para la realización de las parrillas y canastillas.

## 7 Conclusiones

- La modalidad de pasantía pudo complementar los conocimientos recibidos en las aulas de clase de la Universidad del Cauca.
- El objetivo principal del ingeniero Civil es mejorar las condiciones de seguridad, comodidad, movilidad, para el bien de la comunidad en general, mejorando las vías urbanas de la ciudad.
- Se conoció el orden en el que se deben llevar los registros de los diferentes datos que se generaron en cada una de las actividades diarias de la obra.
- Conocer las funciones y habilidades de cada una de las personas que trabajan en obra es necesario para trabajar con eficacia.
- Que, al tener la planeación ordenada de las actividades diarias y semanales, puede mejorar considerablemente el rendimiento de la obra.
- Es indispensable asegurar el proceso constructivo, trabajando en conjunto con interventoría o supervisión, controlando las inconsistencias presentadas en la obra.
- Es necesario tener los conceptos aprendidos en clase muy claros y la normatividad que se debe hacer cumplir, para tomar las decisiones acertadas y solucionar de manera efectiva cualquier problema que se presente en obra.

## **ANEXOS**

**Anexo A:** Resolución No. 8.3.2-90.13/442 del 21 de diciembre de 2023

**Anexo B:** Certificación Práctica Profesional-Pasantía ICONS INGENIERÍA Y CONTRATOS

## ANEXO A

Facultad de Ingeniería Civil



### RESOLUCIÓN No. 8.3.2-90.13/ 442 DE 2022 (21 DE DICIEMBRE)

Por la cual se autoriza un TRABAJO DE GRADO, **PRÁCTICA PROFESIONAL EMPRESARIAL - 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

PRIMERO: 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, Práctica Social y Profundización Académica.

SEGUNDO: Que la Universidad del Cauca emitió Resolución 666 del 24 de abril 2020: "Por medio de la cual se adopta el protocolo general de bioseguridad para mitigar, controlar y realizar el adecuado manejo de la pandemia del Coronavirus Covid-19".

TERCERO: Que los estudiantes autorizados para realización de Trabajo de Grado en modalidad de Investigación, Pasantía y Practica Social, conocen sobre las responsabilidades en la aplicación de los protocolos de bioseguridad listadas en el Artículo 3 de la Resolución 666 de 2020 y las resoluciones complementarias.

CUARTO: Que los estudiantes han expresado mediante carta debidamente firmada, la exoneración a la Universidad del Cauca de responsabilidades para quienes realicen prácticas presenciales en desarrollo de las modalidades de Trabajo de Grado y/o los procedimientos reglamentados por cada facultad.

#### RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO: Autorizar a la estudiante **MARIA ISABEL BEJARANO ERAZO**, con cédula de ciudadanía N° **34320891**, la ejecución y desarrollo del Trabajo de Grado, **Práctica Profesional-Empresarial Pasantía**, titulado: PARTICIPACIÓN COMO AUXILIAR EN INGENIERÍA EN EL MEJORAMIENTO DE DIFERENTES VÍAS URBANAS, ANDENES Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS UBICADOS EN LOS BARRIOS LOS CAMPOS II, PERPETUO SOCORRO, UCRANIA, BELALCÁZAR, LA ESMERALDA Y LOS ROSALES - CIUDAD DE POPAYÁN (CAUCA), bajo la dirección del Docente Luis



*Por una Universidad de excelencia y solidaria*

Facultad de Ingeniería Civil  
Calle 2 Carrera 15N Esquina, Campus Universitario de Tulcán  
Popayán - Cauca - Colombia  
Teléfono: 8209821, Conmutador 8209800 Exts. 2200, 2201, 2205  
Email: [d-civil@unicauca.edu.co](mailto:d-civil@unicauca.edu.co), [www.unicauca.edu.co](http://www.unicauca.edu.co)

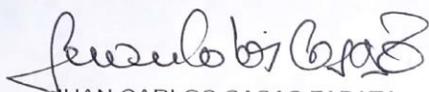
## Facultad de Ingeniería Civil

Universidad  
del Cauca

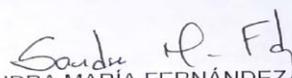
Fernando Garcés Muñoz, avalado por el Consejo de Facultad en sesión 24 del 21 de diciembre de 2022, como requisito parcial para optar al título de Ingeniera Civil.

## COMUNIQUESE Y CÚMPLASE

Se expide en Popayán, a los veinte uno (21) días del mes de diciembre de dos mil veintidós (2022)



JUAN CARLOS CASAS ZAPATA  
Presidente de Consejo



SANDRA MARÍA FERNÁNDEZ CORAL  
Secretaria General

Elaborado por: Jorge González  
Revisado por: Sandra F.  
Aprobado por: J.C. Zapata



*Por una Universidad de excelencia y solidaria*

Facultad de Ingeniería Civil  
Calle 2 Carrera 15N Esquina, Campus Universitario de Tulcán  
Popayán - Cauca - Colombia  
Teléfono: 8209821, Comutador 8209800 Exts. 2200, 2201, 2205  
Email: [d.civil@unicauca.edu.co](mailto:d.civil@unicauca.edu.co), [www.unicauca.edu.co](http://www.unicauca.edu.co)

## ANEXO B



El Banco, 14 de abril de 2023

**ICONS – Ingeniería y Contratos S.A.S.**

NIT: 901389503-1

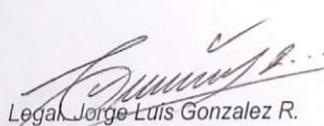
**CERTIFICA QUE:**

La señorita **MARÍA ISABEL BEJARANO ERAZO**, mayor de edad, identificada con cédula de ciudadanía No. 34.320.891 expedida en Popayán, realizó su práctica laboral en esta empresa bajo las siguientes condiciones:

FECHA DE INGRESO:	19 de diciembre de 2022
FECHA DE RETIRO:	10 de abril de 2023
HORAS LABORADAS:	576 horas
CARGO QUE DESEMPEÑO:	Practicante Ingeniería Civil
TIPO DE CONTRATO:	Aprendizaje
RETIRO:	Terminación de contrato
CONTRATO:	20221800015957
VALOR DEL CONTRATO:	\$412.629.085 COP
OBJETO DEL CONTRATO:	Construcción y/o rehabilitación y/o mejoramiento de la infraestructura vial a través de presupuesto participativo priorizado para los Barrios Belalcázar, Rosales, Ucrania, Saucos, Campos II, Esmeralda, Perpetuo Socorro – Santa Helena.

Se expide la presente a solicitud del interesado y en cumplimiento del Art. 57 numeral 7 del Código Sustantivo del Trabajo

Atentamente,

  
Rep. Legal Jorge Luis Gonzalez R.

ICONS - Ingeniería y Contratos S.A.S.  
El Banco, Magdalena

✉ [icons.sas@hotmail.com](mailto:icons.sas@hotmail.com)

☎ 301 755 1067

📍 Calle 9 #4 - 47 El Banco Magdalena