

**APOYO Y SUPERVISIÓN EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TRAMO
5B, DE LA ESTACIÓN DE INTEGRACIÓN NORTE Y FUTUROS PROYECTOS
VIALES EN MOVILIDAD FUTURA – POPAYÁN**



**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO BAJO LA MODALIDAD DE
PRÁCTICA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:
CHRISTIAN CAMILO DELGADO CASTILLO
CÓDIGO: 100417010797**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN – CAUCA
2023**

**APOYO Y SUPERVISIÓN EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TRAMO
5B, DE LA ESTACIÓN DE INTEGRACIÓN NORTE Y FUTUROS PROYECTOS
VIALES EN MOVILIDAD FUTURA – POPAYÁN**



**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO BAJO LA MODALIDAD DE
PRÁCTICA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**


**AUTOR:
CHRISTIAN CAMILO DELGADO CASTILLO
CÓDIGO: 100417010797**

**DIRECTORA:
Ing. ALEXANDRA ROSAS PALOMINO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN – CAUCA
2023**

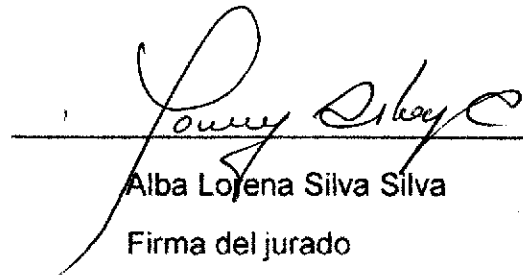
NOTA DE ACEPTACIÓN

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



Alexandra Rosas Palomino

Firma director trabajo de grado



Alba Lorena Silva Silva

Firma del jurado

CONTENIDO

NOTA DE ACEPTACIÓN	5
1. INTRODUCCIÓN	3
2. JUSTIFICACIÓN	4
3. OBJETIVOS	5
3.1 OBJETIVO GENERAL	5
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
4. GENERALIDADES DE LOS PROYECTOS.....	6
5. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR EL PASANTE	13
5.1 ESTACIÓN DE INTEGRACIÓN NORTE – BELLA VISTA (EIN).....	14
5.1.1 Construcción ejes viales	17
5.1.1.1 Trabajo topográfico, nivelación y compactación	19
5.1.1.2 Fundición de losas en concreto hidráulico	22
5.1.2 Construcción de muros en mampostería, parapetos, vigas de amarre, vigas cinta, vigas – alfajía, dinteles y alfajías	26
5.1.3 Instalación de redes	28
5.1.4 Sumideros y brocales.....	31
5.1.5 Construcción de pasarelas y espacio público.....	32
5.1.6 Construcción tanque hermético para red contra incendios y cuarto de máquinas.....	34
5.2 TRAMO 5B (T5B).....	36
5.2.1 Construcción fases viales	38
5.2.2 Construcción de espacio público	44
5.2.3 Sumideros y brocales.....	47
5.2.4 Señalización vertical, instalación de redes y zonas verdes	48
5.3 TRABAJO DE OFICINA	50
6. APOYO A LA SUPERVISIÓN – OBSERVACIONES ENCONTRADAS Y RECOMENDACIONES REALIZADAS EN LAS OBRAS.....	52
6.1 Estación de Integración Norte.....	52
6.2 Tramo 5B.....	59
7. CONCLUSIONES	64
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
9. ANEXOS	68

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ejes de diseño - alineamientos horizontales	8
Imagen 2. A la izquierda pompeyano, a la derecha detalle de viga estructural	16
Imagen 3. A la izquierda módulo 1 con mampostería, a la derecha eje 2 en proceso de cajeo.....	16
Imagen 4. A la izquierda eje 4 en subbase, a la derecha eje 6 y pasarela 3	17
Imagen 5. Cajeo y refuerzo del empalme en la transversal 9na	19
Imagen 6. Instalación del geotextil tipo T2100 en la transversal 9na	20
Imagen 7. Compactación de subbase en la trans. 9na	20
Imagen 8. A la derecha, realización del control de compactación; a la derecha, ensayo de humedad	21
Imagen 9. Geomalla instalada y anclada, extensión de subbase	22
Imagen 10. Colocación de formaletas y sujetadores	23
Imagen 11. Toma de temperatura para control	23
Imagen 12. A la izquierda, ensayo Slump; a la derecha, toma de testigos de concreto	24
Imagen 13. Humedecimiento de la zona de influencia y vaciado del concreto	24
Imagen 14. A la izquierda, vibrado del concreto; a la derecha, compactación del concreto	25
Imagen 15. A la izquierda, enrasado del concreto; a la derecha, aplicación del antisol	25
Imagen 16. A la izquierda, micro texturización; a la derecha, texturización	26
Imagen 17. Vista de muros y parapetos externos, alfajías y fundición de vigas - alfajías	27
Imagen 18. A la izquierda, armado de muretes y colocación de dovelas; a la derecha, vigas cinta o de amarre	28
Imagen 19. Brecha para instalación de redes para el descole	29
Imagen 20. Interferencia de red de gas madre con el eje 4	30
Imagen 21. A la izquierda, instalación de sistema eléctrico para video beam; a la derecha, apantallamiento y caja para acoplar polo a tierra Cooper Well	30
Imagen 22. Poste eléctrico a remover en espacio público del eje 2	31
Imagen 23. Instalación de la tubería para red contra incendios	31
Imagen 24. A la izquierda, fundición de sumidero in situ del eje 4; a la derecha, fundición del brocal monolíticamente	32
Imagen 25. Pasarelas metálicas y fundición de concreto en las mismas	33
Imagen 26. Ensayo de asentamiento y toma de muestras de concreto	34
Imagen 27. Extensión y enrasado del concreto	34
Imagen 28. Tanque hermético para red contra incendios	35
Imagen 29. Construcción del cuarto de máquinas	36

Imagen 30. A la izquierda, espacio público de la fase 2; a la derecha, pompeyano calle 21N.....	37
Imagen 31. A la izquierda, fresado carril Norte - Sur aguas arriba de la glorieta; a la derecha, finisher asfaltando	37
Imagen 32. Estado aguas arriba y aguas abajo de la fase 3 a la altura del puente peatonal del CC Campanario.....	38
Imagen 33. Fresado de capa existente - Sector de Catay	39
Imagen 34. Extensión de base granular	40
Imagen 35. Aplicación de la emulsión asfáltica	40
Imagen 36. A la izquierda, toma de temperatura; a la derecha, realización de briquetas Marshall in situ	41
Imagen 37. Finisher extendiendo mezcla tipo MDC19.....	42
Imagen 38. Rodillo vibratorio y compactador de llantas sellando la mezcla tipo MDC19.....	42
Imagen 39. Limpieza y secado de la zona fresada	43
Imagen 40. Empleo del soplete para remoción de partículas finas.....	43
Imagen 41. Extensión, anclaje y traslapeo en la geomalla	44
Imagen 42. Rampas de acceso y losetas guía	44
Imagen 43. Toma de testigos de concreto y ensayo de densidad	45
Imagen 44. Fundición de cicloruta - Sector Catay	45
Imagen 45. Ensayo de Slump y toma de testigos de concreto	46
Imagen 46. Vaciado y vibrado del concreto, acabados arquitectónicos - Pompeyano H. San Martín.....	47
Imagen 47. Cárcamo de protección a tubería de sumideros	48
Imagen 48. Instalación de tubería y pedestales para semaforización.....	49
Imagen 49. Instalación de señalización vertical.....	49
Imagen 50. Siembra de especímenes en los separadores	50
Imagen 51. Embalaje de placas en laja bogotana del monumento.....	50
Imagen 52. A la izquierda, comité T5B; a la derecha, comité EIN	51
Imagen 53. Comité interno de infraestructura	51
Imagen 54. Vigas aéreas con efecto de hormigueos	52
Imagen 55. Columnas y muro de contención con hormigueos	53
Imagen 56. Hormigueros corregidos en vigas aéreas y columnas.....	53
Imagen 57. A la izquierda, viga deflectada del módulo 2; a la derecha, apuntalamiento inadecuado	54
Imagen 58. Retiro de rebabas de vigas aéreas interna y externas	54
Imagen 59. Revisión de grouting en dovelas	55
Imagen 60. Disminución de la sección del elemento	55
Imagen 61. Empozamiento en el empalme.....	56
Imagen 62. Losa de concreto afectada.....	56

Imagen 63. Pasarela 3 sin aplome.....	57
Imagen 64. Alteración de la dosificación del concreto	58
Imagen 65. Ausencia de sobre ancho en el eje 5	58
Imagen 66. Espacio público a desnivel.....	59
Imagen 67. Cimbra por encima del nivel de la capa al pasar la finisher	60
Imagen 68. Afectación al terreno natural	61
Imagen 69. Empozamiento en la fase 3.....	61
Imagen 70. Exudación del concreto asfáltico.....	62
Imagen 71. Rastros de las orugas y aceite de la maquinaria	62
Imagen 72. Arreglo a empozamiento generado	63
Imagen 73. Discontinuidad en loseta guía e incorrecta localización señales.....	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización general de los proyectos	6
Ilustración 2. Localización espacial de la Estación de Integración Norte - Sector de Bella Vista	10
Ilustración 3. Localización espacial Tramo 5B - Sector Glorieta Antonio Nariño ...	12
Ilustración 4. Metodología de trabajo adoptada	13
Ilustración 5. Estructura de pavimento vía externa	17
Ilustración 6. Estructura de pavimento vía interna	18
Ilustración 7. Modulación de los ejes viales	18
Ilustración 8. Localización de cámaras de inspección y tubería pluvial	28
Ilustración 9. Plano estructural del tanque para red contra incendio	35
Ilustración 10. Estructura de pavimento para todas las fases del tramo	38
Ilustración 11. Estructura de pavimento para la Glorieta Antonio Nariño	39
Ilustración 12. Diseño estructural de los pompeyanos	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de tránsito de la Estación de Integración Norte	7
Tabla 2. Secciones transversales de la Estación de Integración Norte	8
Tabla 3. Ejes de diseño Estación de Integración Norte	9
Tabla 4. Descripción de actividades de obra realizadas	15
Tabla 5. Traslapo mínimo	21
Tabla 6. Valores del coeficiente de importancia	26
Tabla 7. Descripción de actividades de obra realizadas	36

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Cumplimiento de los objetivos 14

1. INTRODUCCIÓN

El papel que juega la ingeniería civil es de relevante importancia en la sociedad actual para lograr impactar de manera positiva en diversos aspectos de carácter social, económico, cultural, ambiental y político. Desde sus inicios en la ingeniería militar, esta ciencia ha sido arjé¹ fundamental para lograr el equilibrio necesario entre el progreso social y la conservación del medio ambiente.

A través de las ramas en las que se divide esta ingeniería, hace que se tenga un panorama amplio y completo de cómo se contribuye a mejorar los aspectos más influyentes del entorno socio económico del territorio colombiano.

De otro lado, ante el inminente crecimiento poblacional, la comunidad payanesa no se exime de ostentar obras civiles que estén a la vanguardia y sea acordes a solucionar los problemas de movilidad que aquejan la ciudad fecunda.

Es así como la entidad Movilidad Futura S.A.S. tiene gran relevancia pues ellos son los encargados de implementar el Sistema Estratégico de Transporte Público de Pasajeros de la ciudad de Popayán llamado Ciudad Blanca.

La entidad referida nace hace más de una década a través del proyecto “Ciudades Amables” auspiciado por el Gobierno Nacional y tiene como objetivo dotar a ciudades con población de entre 500.000 y 250.000 habitantes de un Sistema Estratégico de Transporte Público de Pasajeros (SETP).

Como pasante, se hizo acompañamiento en esta entidad a través de la supervisión en campo a la Estación de Integración Norte (EIN) y el Tramo 5B (T5B), dos proyectos esenciales que hacen parte de las obras necesarias para poner en marcha el SETP.

En dichas obras, además de apoyar los procesos constructivos y acotar observaciones cuando fuere pertinente, se participó en comités técnicos y demás actividades administrativas asignadas por la entidad referida.

Esta supervisión fue útil pues se evidenciaron diversas falencias que se pueden presentar en las obras civiles las cuales fueron subsanadas prematuramente, además de detallar cómo se realizan las obras con inversión pública y las diversas situaciones adversas ajenas al proyecto que no se pueden prever pero que se solventan con el transcurrir del tiempo.

1. Arjé: El término griego arché (o arjé) se traduce al castellano como **principio**.

2. JUSTIFICACIÓN

A través del Decreto No.00470 del 10 de noviembre de 2009 nace Movilidad Futura S.A.S., ente gestor del Sistema Estratégico de Transporte Público de Pasajeros de Popayán (SETP) establecido a través del CONPES 3602, donde se ratifica que la Ciudad de Popayán hace parte del programa Ciudades Amables.

Dicha entidad es la encargada de planear, proyectar y dinamizar la ejecución de proyectos civiles encaminados a mejorar el sistema de movilidad para la ciudad, para con ello lograr la movilidad eficiente y posicionar la ciudad universitaria como una de las más competitivas de la región.

De acuerdo con el *Artículo 26* de la **Ley 80 de 1993** referente al principio de responsabilidad se dicta lo siguiente: “*Los servidores públicos están obligados a buscar el cumplimiento de los fines de la contratación, a vigilar la correcta ejecución del objeto contratado y a proteger los derechos de la entidad, del contratista y de los terceros que puedan verse afectados por la ejecución del contrato.*” En este orden de ideas, para garantizar la transparencia de la actividad contractual las entidades están obligadas a vigilar de forma permanente la adecuada ejecución del objeto contratado por medio de un órgano supervisor o interventor.

En consonancia con lo expuesto, se deben desarrollar obras civiles contratadas para la materialización de los proyectos diseñados a través del SETP, esta contratación permite la creación de espacios de desarrollo de prácticas para estudiantes en formación en ingeniería civil y fundamentalmente en el campo de la infraestructura vial, así como las estructuras, ello complementado con el manejo de redes de servicios públicos, entre otros.

Finalmente, en la ejecución de la pasantía, donde se evidencia la contrastación de los conocimientos teóricos y la aplicación de los mismos en una obra en ejecución, lo cual permite complementar y afianzar la formación inicial, abre posibilidades para reforzar temas del campo de formación que no se conocen y/o se tienen nociones generales.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Supervisión a los procesos constructivos de la entidad, específicamente los relacionados a vías, respecto al mejoramiento del TRAMO 5B y construcción de la ESTACIÓN DE INTEGRACIÓN NORTE – BELLA VISTA, así como futuros proyectos en proceso de licitación, consolidando acciones para creer en el progreso de Popayán y generar bienestar en la comunidad.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Apoyo en los procesos constructivos dentro de la ejecución del proyecto Ciudades Amables en la ciudad de Popayán.
2. Contribución en la revisión del cumplimiento de especificaciones técnicas y normativas dentro del ámbito colombiano.
3. Inspección a los presupuestos pactados y seguimiento a los cronogramas especificados.
4. Colaboración con las actividades propias asignadas por la Entidad.

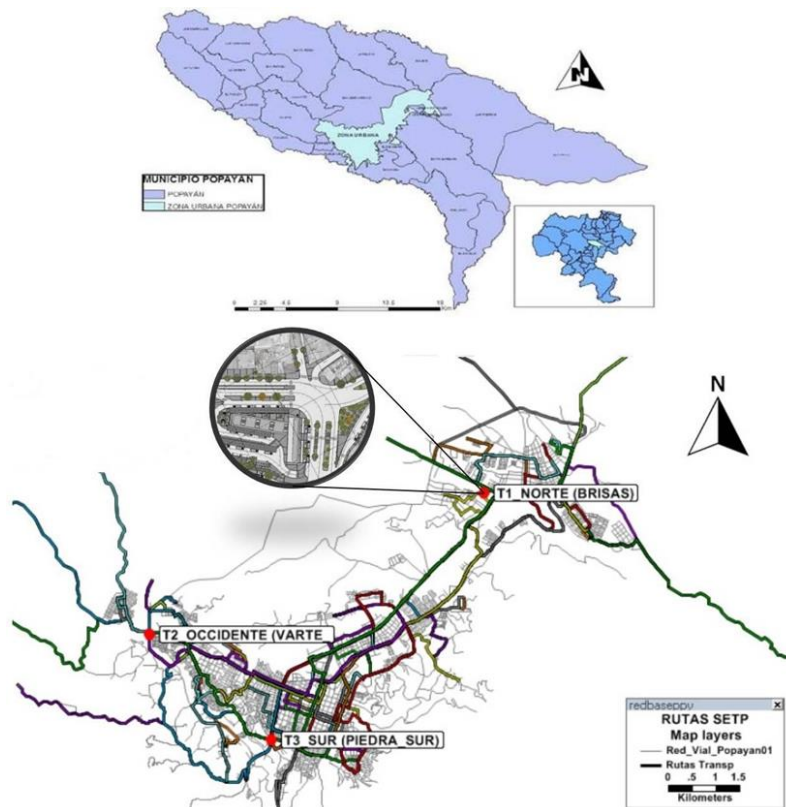
4. GENERALIDADES DE LOS PROYECTOS

La práctica de pasantía fue desarrollada dentro de la ejecución de dos proyectos relevantes para el plan de movilidad diseñado para la Ciudad de Popayán, el primer proyecto es la Estación de Integración Norte (EIN) y el segundo el Tramo 5B (T5B). El proyecto en general está a cargo de la entidad *Movilidad Futura S.A.S.*, encargados del Sistema Estratégico de Transporte Público de Pasajeros de Popayán.

En primera instancia, el proyecto de construcción de la EIN y conexiones viales asociadas se encuentra, según la *Ilustración 1*, en el sector de Bellavista hacia la transversal 9N con carrera 9N. El Consorcio OXIKAB hace las veces de contratista y el grupo *Hernández Pantoja S.A.S.* funge como interventoría.

Por otra parte, el T5B se encuentra en el sector de Catay, comprendido entre las calles 11N y 27N (Restaurante Carantanta y el Conjunto Residencial la Floresta). El contratista de esta obra es el Consorcio SANNAZARO y el Consorcio INCOL – ALEPH – ZAMBRANO cumple funciones de interventoría.

Ilustración 1. Localización general de los proyectos



Fuente: *Movilidad Futura S.A.S.*

Estación de Integración Norte

El contrato de la EIN inició el pasado 31 de diciembre de 2021 y tiene un tiempo previsto de ejecución de 12 meses los cuales están divididos de la siguiente manera:

Pre – construcción: Etapa 1 (enero 2022) → Ejecutado

Construcción: Etapa 2 (febrero – noviembre 2022) → En ejecución

Ajustes, correcciones, entrega de obra: Etapa 3 (diciembre de 2022)

En diciembre del 2022, se realizó un acta de suspensión desde el 4 de enero del 2023, con reinicio del contrato para el 4 de febrero del 2023. A su vez, se solicitó por parte del contratista y con aprobación de interventoría, un acta de prórroga y adición para este contrato, siendo efectivos ambos y dando tiempo adicional al contrato por 3 meses. La fecha tentativa para finalización de contrato es el 4 de abril de 2023.

El principal objetivo de la EIN está sustentado en armonizar la dinámica de los diferentes medios de transporte urbano de la ciudad, el proyecto referido pretende vincular de manera dinámica todos los modos de transporte urbano haciendo que la movilidad en el sector sea más fluida y la ciudad sea cada vez más competitiva.

La interacción también contempla actores viales intermunicipales, donde buses destinados para este fin desembarquen a sus usuarios en la estación y los mismos se integren a la ciudad empleando los vehículos de la flota Ciudad Blanca. Esto se dará entre destinos intermunicipales del sector Nororiental del Cauca, como Piendamó, Totoró, Rio Blanco, el Cofre, entre otros.

Lo anterior, resultado de estudios de tránsito impulsados por la entidad contratante como los vistos en la *Tabla 1*, donde con ello se dio pie a el diseño de los ejes internos propios de la EIN y sus conexiones viales asociadas.

Tabla 1. Diseño de tránsito de la Estación de Integración Norte

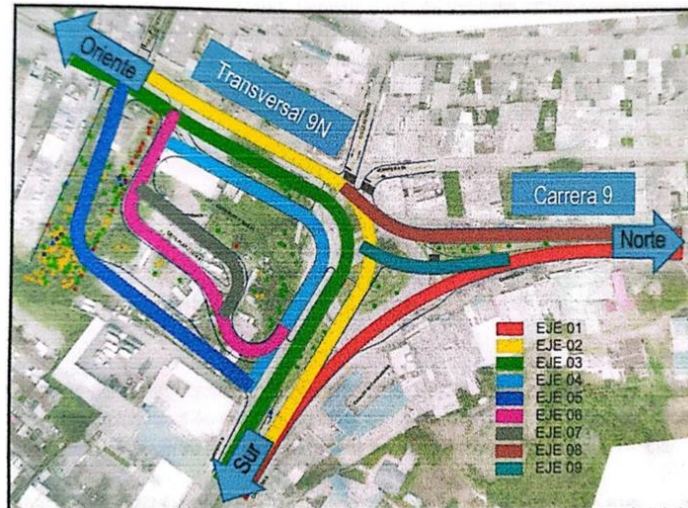
ESTACIÓN DE INTEGRACIÓN NORTE
Atención en HMD: 154 Buses
Atención en Día: 2310 Buses
Abordajes en HMD: 4130 pasajeros
Abordajes en Día: 61900 pasajeros
HMD: Hora de máxima demanda

Fuente: Movilidad Futura S.A.S.

Informe final de trabajo de grado

El diseño geométrico de los ejes viales para la estación se detalla en la *Imagen 1*, se puede observar la proyección de 9 ejes, donde 3 de ellos son exclusivos del SETP y los demás tendrán articulación mixta; la *Tabla 2* completa la información del diseño de referencia.

Imagen 1. Ejes de diseño - alineamientos horizontales



Cortesía: Grupo Hernández Pantoja S.A.S.

Tabla 2. Secciones transversales de la Estación de Integración Norte

EJE	Tipo	Ancho calzada	Número carriles	Ancho carril
EJE 01	Mixto	4.50 metros	1	4.50 metros
EJE 02	Mixto	Inicial 7.0 metros (Carrera 9)	2	3.50 metros
EJE 02	Mixto	Final 7.0 metros (Transversal 9)	2	3.00 metros
EJE 03	Mixto	Inicial 7.0 metros (Carrera 9)	2	3.50 metros
EJE 03	Mixto	Final 7.0 metros (Transversal 9)	2	3.00 metros
EJE 04	SETP	7.00 metros	2	3.50 metros
EJE 05	Mixto	7.00 metros	2	3.50 metros
EJE 06	SETP	7.00 metros	2	3.50 metros
EJE 07	SETP	7.00 metros	2	3.50 metros
EJE 08	Mixto	7.00 metros	2	3.50 metros
EJE 09	Mixto	7.00 metros	2	3.50 metros

Cortesía: Grupo Hernández Pantoja S.A.S.

Detallando la *Imagen 1*, se observa que el eje 1 y parcialmente el 2 y 3 son intervenciones a los tramos viales existentes de la **Ruta Nacional 25** o vía Panamericana y la trasversal 9N o vía al bosque.

Con el objeto de favorecer la movilidad, se decidió transformar la Glorieta José María Córdova a una intersección semaforizada. Adicionalmente, los ejes 4, 5, 6, 7, 8 y 9 son nuevas vías internas o integradas a la nueva intersección semaforizada la cual dinamice el flujo vehicular de la zona, y cuya programación, así como sus movimientos están en estudio para armonizar todos los modos de transporte del sector. Las vías proyectadas se ejecutan en concreto hidráulico cumpliendo todas las especificaciones para pavimentos rígidos.

La *Tabla 3* se presenta un desglose de cada uno de los ejes viales anteriormente mencionados, y que constituyen las vías dinamizadoras de la EIN.

Tabla 3. Ejes de diseño Estación de Integración Norte

EJE	LONGITUD (m)	DIRECCIÓN
EJE 01	256	Enlace derecho Sur – Norte de la Carrera 9
EJE 02	300	Conexión Sur – Oriente (Carrera 9 – Transversal 9N)
EJE 03	300	Conexión Oriente – Sur (Transversal 9N – Carrera 9)
EJE 04	170	Calzada SETP (Oriente – Sur)
EJE 05	175	Calzada Perimetral Mixta (Bidireccional)
EJE 06	155	Calzada Interna SETP
EJE 07	80	Calzada Interna SETP
EJE 08	147	Conexión Norte – Oriente(Carrera 9 – Transversal 9N)
EJE 09	60	Enlace EJE 02 – EJE 01
TOTAL (km)	1.387	

Cortesía: Grupo Hernández Pantoja S.A.S.

La estación cuenta con dos módulos, donde se encuentran tres pasarelas que hacen las veces de paradero con espacio público, diferentes módulos para la capacitación del personal de Ciudad Blanca, espacios para bici usuarios, locales comerciales, baterías sanitarias, tótem informativo y espacios públicos a la vanguardia y competentes para las exigencias actuales de la ciudad. Adicionalmente, se cuenta con la implementación de captación de energía solar a través de la instalación de paneles solares, importantes para el ahorro de energía y disminución de gases del efecto invernadero.

Las pasarelas mencionadas se diseñaron como estructuras metálicas que cumplen las disposiciones del **Título F – Estructuras metálicas** y **Título H – Estudios geotécnicos** del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR – 10), los espacios públicos se diseñan a partir del manual para espacio público desarrollado por Movilidad Futura S.A.S para el municipio a partir del Plan Maestro de Espacio Público de Popayán propulsado por la Financiera de Desarrollo Territorial (FINDETER S.A.), y los dos módulos referidos cumplen las disposiciones del **Título A – Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente**, **Título C – Concreto estructural** y **Título H – Estudios geotécnicos** del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR – 10.

Informe final de trabajo de grado

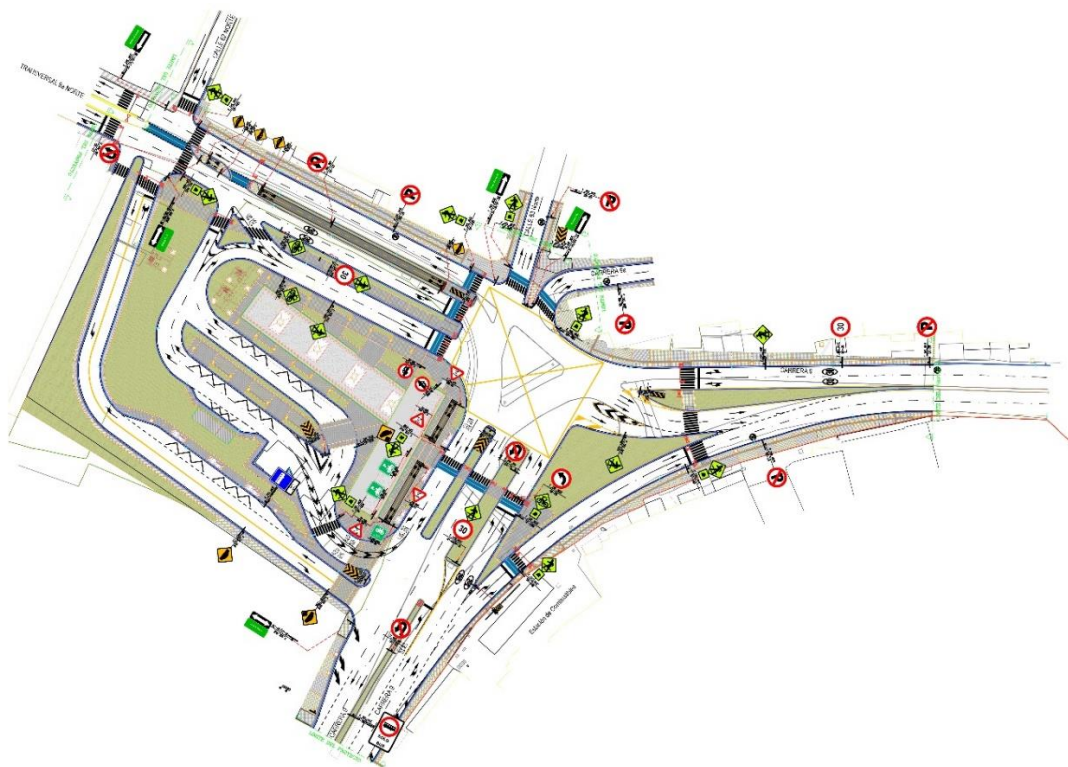


La estructura de la estación norte cumple todos los requerimientos que edificaciones categorizadas como GRUPO IV deben poseer, dado que la ciudad universitaria se encuentra en zona de amenaza sísmica alta. Esto con el fin de que sirva para albergue a damnificados y afectados en caso de eventos telúricos. Además, estructuralmente los módulos de la estación se construyen con sistema de pórticos resistentes a momentos.

Adicional a lo anterior, se ejecutan obras complementarias como la materialización de red de descarga para aguas lluvias y la mejora de redes de acueducto y alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, en vecindad a la zona de influencia de la obra.

El área de influencia del proyecto es de 19.723 m² con un área total construida de 15.334 m² y un presupuesto total de 14.486.313.670 COP. Con el adicional, el presupuesto global es de 16.984.880.150 COP. En la *Ilustración 2* se ofrece una vista del proyecto, siendo parte esta del plano final de señalización vial y demarcación, tanto vertical como horizontal.

Ilustración 2. Localización espacial de la Estación de Integración Norte - Sector de Bella Vista



Fuente: Movilidad Futura S.A.S.

Tramo 5B

El contrato para la “Construcción, rehabilitación y mejoramiento vial del tramo 5B – calzada secundaria este de la carrera 9 entre calles 11N y 27N – incluida la construcción del espacio público, para el SETP de la ciudad de Popayán”, inició el pasado 31 de diciembre de 2021 y tiene un tiempo previsto de ejecución de 12 meses los cuales están divididos de la siguiente manera:

Pre – construcción: Etapa 1 (enero 2022) → Ejecutado

Construcción: Etapa 2 (febrero – noviembre 2022) → En ejecución

Ajustes, correcciones, entrega de obra: Etapa 3 (diciembre de 2022)

El contrato tuvo un acta de prórroga por tres meses, a partir del 1 de enero de 2023 hasta el 31 de marzo de 2023.

Este tramo se encuentra ubicado en la Carrera 9 entre el Restaurante Carantanta y el Conjunto Residencial la Floresta. Se tienen 1,65 km de longitud de vía y 1,65 km de longitud de ciclo bandas, además de 6.608 m² de espacio público incluidas zonas verdes. Las vías proyectadas se realizan en pavimento asfáltico cumpliendo todas las especificaciones para pavimentos flexibles.

El Tramo 5B fue proyectado para continuar el desarrollo integral de la Ruta Nacional 25 o vía Panamericana enmarcado en el ámbito municipal, esto mejorando las condiciones actuales de la vía lenta o secundaria para que se realice el descenso y ascenso de pasajeros en los paraderos establecidos, por lo que pretende ser un carril de uso mixto entre vehículos livianos y la nueva flota de buses; además, se integra una ciclo ruta en doble sentido para los bici usuarios y espacio público amplio para peatones. La vía rápida será intervenida para que, tanto vehículos pesados como livianos la empleen y sea de uso exclusivo para los mismos.

Dentro del proyecto, se tiene estipulada la transformación del sector de Catay, pues la Glorieta Antonio Nariño desaparece y da paso a una intersección semaforizada, lo que implicó el retiro del monumento y reconstrucción de su pedestal. El traslado del monumento a Antonio Nariño se da siguiendo protocolos establecidos y autorizados, y se proyecta la construcción de una plazoleta donde se continúe rindiendo homenaje al prócer de la patria; además, se tiene planteada la reconstrucción del Comando de Atención Inmediata (CAI) de la Policía Metropolitana de Popayán a uno blindado y que se integre a la plazoleta diseñada.

Los diseños geométricos de vías se apoyan en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del 2008. En lo referente al drenaje vial, se acatan las recomendaciones del Manual de Drenaje de Carreteras del 2009 para consideraciones hidrológicas e hidráulicas.

Informe final de trabajo de grado



Dada la extensión del proyecto y para facilidad de la localización dentro del mismo, se tiene 4 fases y la intersección semaforizada de Catay: fase 1 desde la calle 11N hasta la calle 18N, la fase 2 desde la calle 18N hasta la calle 25N, la fase 3 desde la calle 25N hasta la calle 27N y la fase 4 desde la calle 27N hasta el Conjunto Residencial la Floresta.

El área de influencia del proyecto es de 1.65 km tanto de vía secundaria como de espacio público y un presupuesto total de 8.735.889.922 COP.

En la *Ilustración 3* se tiene en detalle meticuroso, la configuración a seguir para implementar tanto la señalización vertical como horizontal amparada en el Manual de Señalización Vial del 2015.

Ilustración 3. Localización espacial Tramo 5B - Sector Glorieta Antonio Nariño

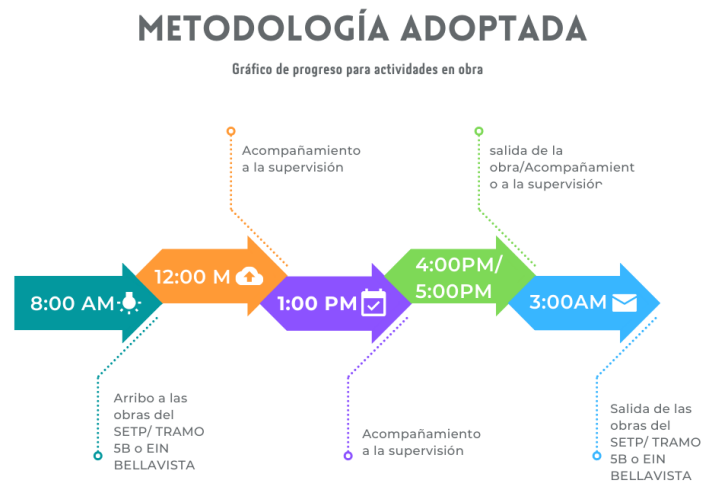


Fuente: Movilidad Futura S.A.S.

5. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR EL PASANTE

Las actividades dadas para cumplir con las 384 horas solicitadas por la universidad fueron las mismas que los objetivos planteados en el presente documento, ello demandando lo propuesto por el gerente de la entidad, donde se debió cumplir con el 90% de trabajo en campo y el 10% de trabajo en oficina. En la siguiente *Ilustración 4* se observa cómo se distribuyó el tiempo la mayoría de las veces.

Ilustración 4. Metodología de trabajo adoptada



Fuente: Realización propia

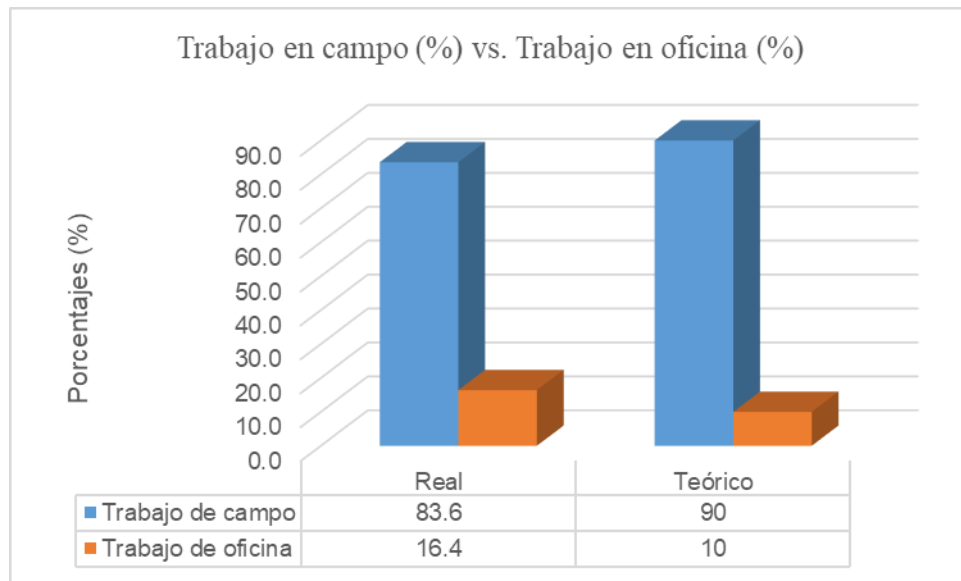
El trabajo realizado fue mayoritariamente en campo dadas las directrices iniciales, donde los conocimientos teóricos de la academia fueron llevados a la realidad y se puede ver la realidad del campo ingenieril; así como afrontar las adversidades y encontrarle solución en conjunto con el contratista, interventoría y la entidad.

Al integrarse a entidad, se comprendió la importancia de la misma, donde se preservaron los intereses misionales y su visión para materializar cada vez más el SEPT y se dio lo mejor de sí para enaltecer todo lo impartido por la academia y dejar en alto en nombre de la Universidad del Cauca, así como el propio nombre.

El trabajo en campo fue arduo, donde a pesar del clima y trato de los ciudadanos, entre otros, las obras siguen; aquí se acompañó a la interventoría en sus observaciones, así como aportes personales para que las obras se entreguen a satisfacción, pero también se contrarresto con el apoyo en oficina participado de comités de obra o realización de informes para el supervisor.

La *Gráfica 1* presenta un diagrama comparativo del trabajo de campo y trabajo de oficina desarrollado durante los 4 meses de pasantía, el diagrama fue generado a partir del formato de control de horas de producción propia y que a su vez contrasta lo proyectado por la misma. De otro lado, es importante resaltar que con frecuencia las horas destinadas para el trabajo de oficina fueron suplidas pues no se discriminó el trabajo realizado en oficina el cual era compartido en ocasiones con trabajo en campo.

Gráfica 1. Cumplimiento de los objetivos



Fuente: Realización propia

Para iniciar la pasantía, en primer lugar, se realizó recorrido de inspección en ambas obras para identificar las generalidades de las mismas, su alcance y el impacto en la comunidad, así como el chequeo de los planos tanto estructurales como de diseño geométrico, espacio público, obras complementarias, entre otros, para familiarizarse con las obras a desarrollar durante el tiempo de pasantía.

5.1 ESTACIÓN DE INTEGRACIÓN NORTE – BELLA VISTA (EIN)

En esta sección se profundizará en la información dada en el apartado referente a las *generalidades de los proyectos*, con especial atención a lo referido a la EIN, se especificará cual es el panorama de dicha obra y que actividades fueron presenciadas por el pasante.

Al momento de llegar a la obra, se encontró que buena parte de la Etapa 2 estaba completada en más del 25%, pues tanto las obras en la superestructura como de las vías estaban siendo ejecutadas, puntuando las actividades así:

- ✓ Obras viales: Ejecución total del eje 5, ejecución parcial de los ejes 3, 4, 6 y 7.

Informe final de trabajo de grado



- ✓ Obras urbanas: Espacio público del eje 5 y 3.
- ✓ Obras estructurales: Esqueleto de la EIN, comprendido por columnas y vigas principales, así como muros de mampostería estructural, culatas, y vigas cinta.
- ✓ Obras complementarias: Tanque de agua potable y cuarto de máquinas, pedestales de las estructuras metálicas, reposición de redes de alcantarillado combinado en la calle 62N.

El desarrollo del proceso de pasantía permitió el apoyo en diferentes procesos constructivos que se describen de manera sintética en la *Tabla 4*, así:

Tabla 4. Descripción de actividades de obra realizadas

Ítem	Actividad	Descripción
1	Construcción ejes viales	Se construyeron parcialmente los ejes 2, 3, 4, 6, 7 y los empalmes del eje 5 y la transversal 9na en concreto MR45.
2	Construcción de muros en mampostería, parapetos, vigas de amarre, vigas cinta, vigas – alfajía, dinteles y alfajías (Módulos 1 y 2)	Para la estación, se realizó: Armado de muros en mampostería, anclaje a las dovelas y colocación del concreto y el grouting. Se construyeron muros parapetos. Se fundieron elementos de amarre y coronación en los módulos internos.
3	Instalación de redes (acueducto y alcantarillado, eléctricas, contra incendios, semaforización)	Se revisaron los diseños e instalaron diversas redes tanto en la estación como en las zonas aledañas
4	Sumideros y brocales	Se construyeron los sumideros y las tapas de las cámaras de inspección para los ejes 2, 3, 4, 6 y 7 así como en la zona de descole.
5	Construcción de pasarelas (1, 2 y 3) y espacio público	Se realizó la instalación de columnas y cubierta metálica, además de instalar bordillos, losetas y fundir espacio público en concreto MR45.
6	Construcción tanque hermético para red contra incendios y cuarto de máquinas	Se construyeron zonas para el taque de red contra incendios y cuarto de máquinas y disposición de residuos.

Fuente: Realización propia

Más adelante, se hablará en detalle de cada una de las actividades mencionadas en la *Tabla 4*, la cual sintetiza el trabajo en campo pues permite denotar y cuantificar las actividades desarrolladas en poco más de cuatro meses.

Informe final de trabajo de grado

El registro fotográfico en la *Imagen 2*, *Imagen 3* e *Imagen 4*, se permite visualizar cuando se realizó el arribo a la obra en cuestión,

Imagen 2. A la izquierda pompeyano, a la derecha detalle de viga estructural (Archivo personal)



Imagen 3. A la izquierda módulo 1 con mampostería, a la derecha eje 2 en proceso de cajeo (Archivo personal)



Imagen 4. A la izquierda eje 4 en subbase, a la derecha eje 6 y pasarela 3 (Archivo personal)

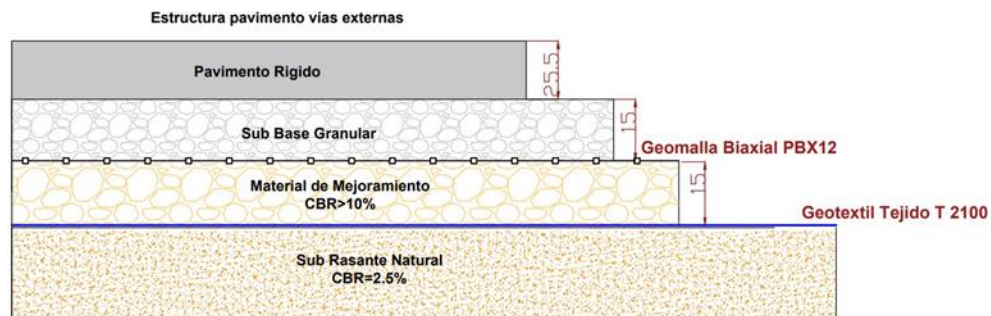


5.1.1 Construcción ejes viales

Durante el desarrollo de las actividades de pasantía, se han fundido parte de los ejes 2, 3, 4, 6 y 7, simultáneamente se realizó acompañamiento para las conexiones viales asociadas las cuales se proyectaron en concreto hidráulico, con un módulo de rotura mínimo de 45 Kg/cm^2 y con espesores de 25.5 cm y 23 cm respectivamente, de acuerdo con la categoría de tránsito.

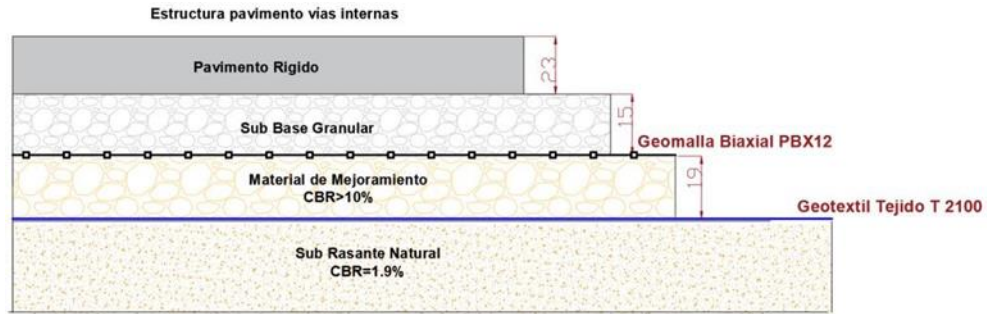
El esquema en la *Ilustración 5* muestra la estructura del pavimento para las vías externas del proyecto, de forma análoga, en la *Ilustración 6* se expone la estructura de la vía interna, donde se puede establecer que su diferencia está en los espesores debido a la diferencia de esfuerzos y carga vehicular que soportará cada una, donde las vías externas tendrán más espesores a causa de la cantidad de flujo vehicular que soportarán.

Ilustración 5. Estructura de pavimento vía externa



Cortesía: Consorcio GH

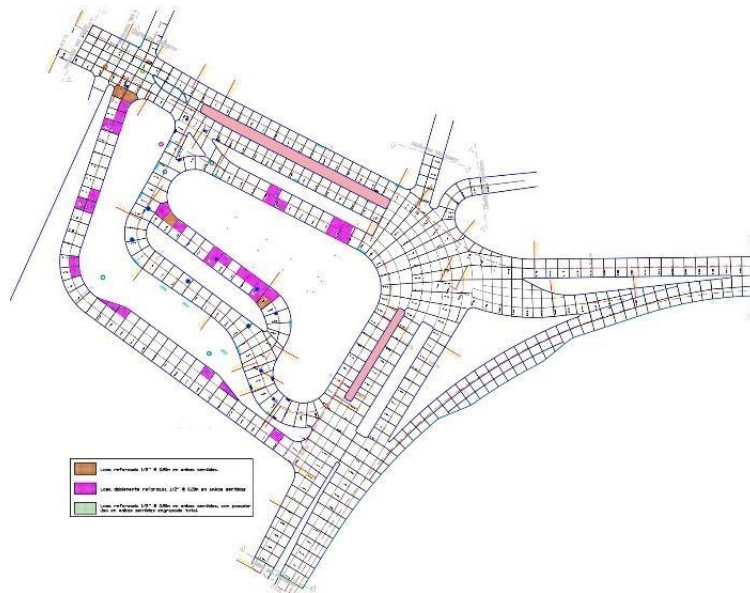
Ilustración 6. Estructura de pavimento vía interna



Cortesía: Consorcio GH

Por otra parte, la *Ilustración 7* muestra la modulación empleada para la totalidad del proyecto,

Ilustración 7. Modulación de los ejes viales



Cortesía: Grupo Hernández Pantoja S.A.S.

Es importante resaltar que los pavimentos de concreto son muy sensibles a sub diseños o a la presencia de cargas no contempladas en el estudio de tránsito, por esta razón, un aumento en el espesor de uno, dos centímetros o más proporcionan una protección adecuada contra eventuales sobrecargas.

De igual manera, se explica el proceso constructivo de las losas en concreto a continuación

5.1.1.1 Trabajo topográfico, nivelación y compactación

Con base al levantamiento topográfico y los planos del proyecto se establecen las secciones transversales de relleno, cotas de nivelación y ubicación de los puntos que definen el ancho de la calzada. Durante el período de pasantía para cumplir con las especificaciones establecidas, se participó en la nivelación y compactación de subrasante, de la capa de material de mejoramiento y el extendido, nivelación y compactación de material de subbase.

La clasificación de la subrasante se hace con base en la relación de soporte de California del suelo CBR evaluada según la norma INVE-148-07, dado que en el terreno se realizó excavación, relleno y estabilización del mismo con cemento para mejoramiento del suelo, se procedió a escarificar, conformar y compactar el terreno, esta compactación se hizo según las exigencias establecidas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) en una profundidad de 20 cm los cuales se pueden reducir a 15 cm cuando el relleno se deba construir sobre un afirmado o relleno granular existente como en el presente caso.

En la *Imagen 5* se observa un procedimiento realizado en el empalme de la transversal 9na, donde se realiza conexión de tuberías para sumideros y de fondo se aprecia material tipo rajón para reforzar el terreno.

Imagen 5. Cajeo y refuerzo del empalme en la transversal 9na (Archivo personal)



Posterior a la conformación de la capa de material de mejoramiento, se realizó la instalación de geotextil tejido T2100 según la *Imagen 6*, para evitar la contaminación del bloque granular estructural y en consecuencia más consumo de materiales granulares, menos durabilidad a largo plazo y deformación de la vía antes de que termine su vida útil, así como evitar la ascensión capilar del agua filtrada.

Imagen 6. Instalación del geotextil tipo T2100 en la transversal 9na (Archivo personal)



A pesar de que se cumplió con lo demandado por el CBR mayor a 10%, con lo cual se exime del uso de geotextil, se decidió emplear el mismo pues además de los beneficios anteriores, material granular proveniente de las canteras de la Esmita, la Yunga y Puracé, tenía buena capacidad portante, su índice de plasticidad estaba al límite del permitido.

El material de mejoramiento se colocó en capas paralelas de espesor uniforme, cumpliendo requisitos adherencia y homogeneidad entre capas, asegurando contenido de humedad que garantice el nivel de compactación exigido por las especificaciones en cada capa del cuerpo del material, esta compactación se realizó de los bordes hacia el centro de la vía con pasadas traslapadas en por lo menos la mitad del ancho de la unidad de compactación hasta conformar los 15 cm (Vías externas) o 19 cm (Vías internas), esto puede ser observado en la *Imagen 7*.

Imagen 7. Compactación de subbase en la trans. 9na (Archivo personal)



Informe final de trabajo de grado

Dando cumplimiento a los controles de calidad de los procesos constructivos, se realizó en ensayo de cono de arena tal como se ve en la *Imagen 8*, donde se determina la densidad y con cuyos resultados se determinan porcentajes de compactación alcanzados; por otro lado, se realizó el ensayo Speedy para determinar la humedad de la capa previamente compactada y su equivalencia con la humedad óptima determinada de acuerdo con el ensayo Proctor estándar.

Imagen 8. A la derecha, realización del control de compactación; a la izquierda, ensayo de humedad (Archivo personal)



Sobre el mejoramiento se procede con la colocación de la geomalla biaxial, la cual, entre otras cosas estabiliza la subrasante y que se adapta a las condiciones obtenidas en campo donde el CBR se posiciona en el rango mayor o igual al 3% y cuya resistencia al corte oscila entre 30kPa y 90kPa. Según la *Tabla 5*, los traslapes se hicieron en longitudes equivalentes a 30cm a medida que se colocaba la geomalla en sentido de avance de la vía.

Tabla 5. Traslapo mínimo

Tabla 233 — 3. Traslapo mínimo

Condición	Traslapo mínimo
$\text{CBR} \geq 3\%$	30 cm
$1\% < \text{CBR} < 3\%$	60 cm
$0,5\% < \text{CBR} \leq 1\%$	90 cm
$\text{CBR} \leq 0,5\%$	Unión mecánica
Todo final de rollo	0,90 m

Fuente: Instituto Nacional de Vías (INVIAS 2022)

En la *Imagen 9* se puede apreciar el procedimiento para colocación de geomalla.

Imagen 9. Geomalla instalada y anclada, extensión de subbase (Archivo personal)



Luego de anclada la geomalla, se procede con la extensión del material de subbase donde para permitir la rodadura del equipo, se extiende una capa delgada para tal fin. Con el equipo necesario, se extiende la subbase chequeando los niveles topográficos para darle el bombeo y peralte necesarios, visualmente se supervisa que la granulometría fuese uniforme y sin segregaciones como lo indica la norma y posteriormente se realizó su compactación siguiendo los mismos lineamientos hasta alcanzar un nivel de densificación mínimo del 95%.

5.1.1.2 Fundición de losas en concreto hidráulico

Recibida la capa de subbase, se procede con la instalación de las formaletas y chequeo de niveles según el tipo de vía para la posterior extensión del pavimento rígido, estas se colocaron de forma lineal y respectivamente niveladas con fijación al suelo.

De acuerdo a la ubicación de las losas, la formaleta se amolda a la situación y se dejan los espacios para la colocación de pasadores tanto transversales como longitudinales, lo anterior se puede observar en la *Imagen 10*. Se resalta que a los pasadores longitudinales de carga se les debe aplicar una capa de grasa que permita su libre movimiento dentro del concreto con el fin de no bloquear los movimientos de apertura y cierre de la junta por efectos de temperatura y tráfico.

Imagen 10. Colocación de formaletas y sujetadores (Archivo personal)



Se procede humedeciendo el mismo para que este no absorba al agua del concreto y no altere el diseño inicial de fábrica según se ve en la *Imagen 12*, inmediatamente se realizan los controles de calidad referentes a la toma del ensayo Slump para corroborar los asentamientos teóricos y se realiza extracción de concreto para la toma de muestras (cilindros y vigas) para realizar ensayos de compresión, flexión y tracción indirecta.

Cuando se realiza la prueba de asentamiento y esta no resulta, si se está por debajo puede indicar baja plasticidad, mientras que, si se está en un rango superior, es indicativo de baja cohesión entre los materiales.

Adicionalmente, se toma la temperatura del MR45 para cumplir con más criterios de calidad, donde la mezcla debe tener una temperatura mayor a 30°C, pero no mayor de 60°C, ello se aprecia en la *Imagen 11*,

Imagen 11. Toma de temperatura para control



Cortesía: Grupo Hernández Pantoja S.A.S.

Imagen 12. A la izquierda, ensayo Slump; a la derecha, toma de testigos de concreto (Archivo personal)



Luego de cumplir con las especificaciones enviadas por el fabricante, se procede con el vaciado del concreto (ver Imagen 13) ubicando previamente las parrillas de refuerzo en zonas con geometría irregular, parrillas doblemente reforzadas en losas con presencia de cámaras y sumideros y los pasadores y barras de amarre en las juntas transversales y longitudinales respectivamente para dar cumplimiento a la transmisión de carga entre losas adyacentes.

Imagen 13. Humedecimiento de la zona de influencia y vaciado del concreto (Archivo personal)



Es de resaltar que vaciado el concreto, se debe vibrar la zona para evitar problemas de segregación del mismo, así como vacíos entre partículas y posibles hormigueros, después de ello se ingresa el rodillo vibratorio para compactar la zona fundida e ir retirando los excesos de concreto. Ello se aprecia en estas imágenes,

Informe final de trabajo de grado



Universidad
del Cauca

Imagen 14. A la izquierda, vibrado del concreto; a la derecha, compactación del concreto (Archivo personal)



Luego de ello, se aplica un aditivo retardante (puede ser Sikafill o Eucodal) al concreto para darle una mayor manejabilidad, quede más fluida la mezcla y se pueda dar el correcto acabado. Se comienza con el enrasador (ver *Imagen 15*) el cual daba la superficie lisa a la losa e inmediatamente se aplica el antisol (ver *Imagen 15*) para evitar la pérdida prematura de humedad por efecto de los rayos solares u otro efecto natural.

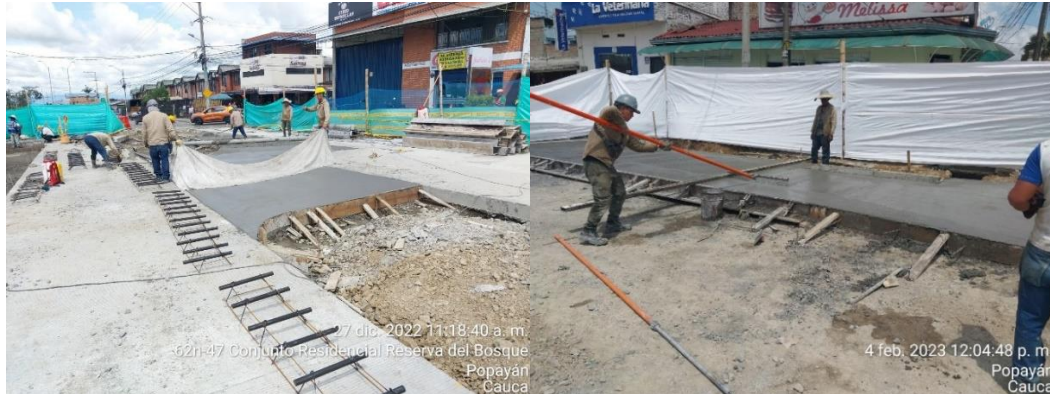
Posteriormente con ayuda de una escuadra colocada perpendicularmente al eje de la vía se verificó que las irregularidades no excedieran los 5mm como indica la norma INVIAS.

Suplido lo anterior se procede con la microtexturización en el sentido longitudinal y la texturización en el sentido transversal, ambas acciones con el fin de dar cierta rugosidad a la vía y que sea segura desde el punto de vista vial. Ello se aprecia en la *Imagen 16*.

Imagen 15. A la izquierda, enrasado del concreto; a la derecha, aplicación del antisol (Archivo personal)



Imagen 16. A la izquierda, micro texturización; a la derecha, texturización (Archivo personal)



Finalmente, se procedió con el corte del pavimento para la construcción de las juntas empezando con las juntas transversales y posteriormente las juntas longitudinales, realizando en ambas un corte inicial con un ancho de 3mm a una profundidad de (1/3) del espesor de la losa de concreto y con un corte adyacente adicional para el alojamiento del material de sello.

5.1.2 Construcción de muros en mampostería, parapetos, vigas de amarre, vigas cinta, vigas – alfajía, dinteles y alfajías

Por las consideraciones iniciales del proyecto, toda edificación que sea supervisada por la entidad debe pertenecer al grupo IV, siguiendo con los parámetros constructivos iniciales, se empieza con la construcción de los muros en mampostería estructural cuyas dovelas fueron ancladas previamente a las vigas de cimentación.

Tabla 6. Valores del coeficiente de importancia

Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Tomado de: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR 10)

Todo lo concerniente a la parte estructural se ciñe al **Título C – Concreto estructural** y **Título D – Mampostería estructural**, de la NSR 10, donde se da el punto de partida para considerar la separación de dovelas, las juntas transversales para dar la unión entre elementos estructurales, la especificación técnica del ladrillo empleado, el espesor del mortero, el concreto para las celdas y el grouting.

Informe final de trabajo de grado



El procedimiento constructivo planteaba extender una hilada de mampuesto debidamente nivelado y con el mortero de junta adecuado para materializar el muro en ladrillo tipo sogá diseñado. Sobre la primera hilada se extiende intercaladamente la segunda teniendo el debido cuidado de no vaciar sobre las celdas mortero.

Al culminar el muro entredicho, se procede a aplicar el grouting sobre las celdas que poseen las dovelas y se ancla la misma a la viga aérea para cumplir con su función estructural. Por facilidad, para el murete existente entre la viga alfajía y la viga aérea, se decidió realizar canales a los ladrillos para poder anclar la dovela y embeberla con el grouting.

Para aquellos muretes que no poseen viga a la cual anclarse, se añadió una viga de amarre o cinta la cual se ancla a las vigas aéreas. Las vigas – alfajía cumplen la función de dar anclaje a los muros que sostienen la carpintería metálica tipo ventana, y con los dinteles se da la misma función para puertas. Las vigas cinta cumplieron la labor de dar anclaje a las cultas y servir de anclaje a los portacorreas de la cubierta. Por otro lado, las alfajías del parapeto evitan que el agua deje marcar en el pañete y da un acabado arquitectónico.

Del mismo modo, se planteó el diseño de los parapetos cuyos mampuestos se anclaron a pelos expuestos previamente fundidos a las vigas aéreas, y cuya función principal además de dar un terminado arquitectónico a la estructura, es dar nula visibilidad a los elementos de cubierta.

Imagen 17. Vista de muros y parapetos externos, alfajías y fundición de vigas - alfajías (Archivo personal)



Imagen 18. A la izquierda, armado de muretes y colocación de dovelas; a la derecha, vigas cinta o de amarre (Archivo personal)



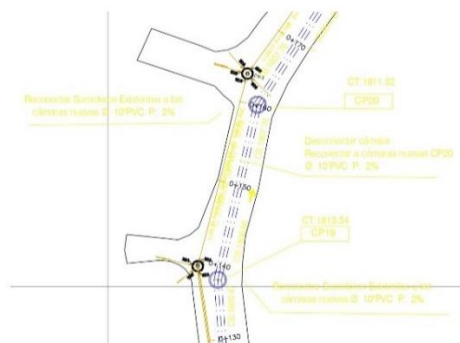
5.1.3 Instalación de redes

Dada la extensión del proyecto de la EIN y la cantidad de excavaciones a realizar, es rutinario encontrar durante el desarrollo de la obra redes subterráneas o estar en la línea de influencia de cableado aéreo.

En primer lugar, se puede hablar de **redes de acueducto y alcantarillado**, las cuales significaron los mayores atrasos en tema vial y espacio público de la EIN, dada la proactividad de la empresa encargada de tales fines. El mayor problema se presentó al cruzarse con la línea de acción de estas redes las cuales tuvieron que ser trasladadas para que no tuvieran interacción con la obra.

Algunas de las obras realizadas por parte del contratista involucraron el cambio de redes de alcantarillado combinado en la carrea 10 con calle 62N, instalación de redes de alcantarillado pluvial en la bocacalle de la calle 63N, conexiones de sumideros a cámaras pluviales o sanitarias y la obra más grande relacionada con el descole en la calle 64N, según lo visto a continuación

Ilustración 8. Localización de cámaras de inspección y tubería pluvial



Cortesía: Grupo Hernández Pantoja S.A.S.

Informe final de trabajo de grado



Esta obra fue añadida a partir de un otrosí realizado al contrato inicial, así como las obras de la calle 63N y la carrera 9ª, la del descole tiene gran significancia pues aguas arriba el proyecto se tiene pendientes elevadas y para evitar posibles afectaciones en el sector de la EIN se toman medidas cautelares.

Se aprovechó que en el sitio se encuentra la quebrada Quitacalzón y existe un acta de ocupación de cauce tramitadas por la empresa AAPSA, por lo cual se incorporó a las redes de alcantarillado combinado existente, conectando las tuberías de alcantarillado sanitario, pluvial y sumideros a las cámaras realizadas.

Dado el gran caudal a transportar, las cámaras tienen más de 6m de profundidad, así como las excavaciones, y la tubería es una de 33 in, por lo que fue un reto para el componente SST. Se presenta el registro fotográfico de la zona, donde entre otras cosas se debe hacer reparcho por la afectación a las vías aledañas.

Imagen 19. Brecha para instalación de redes para el descole (Archivo personal)



Otro gran problema encontrado fue el de **redes de gas** pues en la zona se tiene gran confluencia de las mismas, el problema más notorio fue la interferencia de una red madre con la cual estaba por encima del trazado del eje 4. Ello paralizó este frente de trabajo cerca de 3 meses, y a la fecha es incierto cuando tenga solución, pues la empresa Alcanos no ve cuantificados los beneficios que les conlleve mover una red de esta magnitud, a pesar que el contratista de la EIN ha sido solidario con esta situación.

Imagen 20. Interferencia de red de gas madre con el eje 4 (Archivo personal)



Otro aspecto importante ha sido la **revisión del diseño eléctrico** de la estación, el cual se relaciona con la iluminación interior y exterior, redes de voz y datos, seguridad y vigilancia, apantallamiento contra descargas eléctricas, proyectores y aprovechamiento de la luz solar a través de la instalación de paneles solares. Este componente a pesar de las adversidades avanza a buen ritmo, así como el tema de semaforización el cual involucra el funcionamiento como tal del SETP.

Imagen 21. A la izquierda, instalación de sistema eléctrico para video beam; a la derecha, apantallamiento y caja para acoplar polo a tierra Cooper Well (Archivo personal)



Informe final de trabajo de grado



En esa misma línea, se tienen las **redes de energía eléctrica** a cargo de la CEO donde por su influencia directa sobre el espacio público se deben remover redes de baja y media tensión.

Imagen 22. Poste eléctrico a remover en espacio público del eje 2 (Archivo personal)



En última instancia se tiene la **red contra incendios** alimentada por el agua potable y distribuida a través de tubería metálica avalada por el Cuerpo Benemérito de Bomberos de la ciudad,

Imagen 23. Instalación de la tubería para red contra incendios (Archivo personal)



5.1.4 Sumideros y brocales

Terminado el vaciado y el acabado superficial del concreto que conforma las losas del pavimento rígido se procedió con la instalación del armado y fundición de los brocales o tapas para las cámaras de inspección.

Informe final de trabajo de grado

El acero previamente armado se instaló en conjunto con paredes de poliestireno expandido correspondientes a las juntas de dilatación, seguidamente se vació concreto de resistencia MR45, se vibró y se le realizó un acabado superficial.

Por facilidades constructivas, sobre la transversal 9na se fundió monóticamente el brocal con la losa adyacente por la ligereza de dar paso por esta importante vía del norte de la ciudad.

Por otra parte, la construcción de los sumideros se realizó después de los 28 días de la fundición del pavimento rígido hasta alcanzar la resistencia del concreto. Inicialmente se realizaron las excavaciones hasta el nivel especificado en los planos, posteriormente se llevó a cabo el encofrado de las paredes laterales y la fundición con concreto de 28Mpa. Las tapas o rejillas de los sumideros se elaboraron en concreto y se instalaron una vez endurecido el concreto que conforma la caja.

Imagen 24. A la izquierda, fundición de sumidero in situ del eje 4; a la derecha, fundición del brocal monóticamente (Archivo personal)



5.1.5 Construcción de pasarelas y espacio público

Se contempló el diseño de la estructura metálica según las directrices de la **NSR 10** en su **Título F – Estructuras metálicas**. Se inició con el izado de las columnas en los pedestales previamente construidos.

Para este fin se usa una grúa atando correctamente las columnas de los tercios considerando las cargas constructivas, y atornillando las mismas a las marquesinas predestinadas para ello. La comisión topográfica es la encargada de dar los niveles para el aplome y puesta horizontal de estos elementos.

Una vez izados, se procede con el armado y colocación de la cubierta la cual lleva tornillos y arandelas tal como en la base. Hecho eso, se colocan las correas, tensores y diagonales para el correcto funcionamiento estructural de este elemento.

Informe final de trabajo de grado

Se debe realizar la prueba de tintas en los uniones o soldaduras para corroborar que se cumple lo demandado por la normativa colombiana, y posterior se lija los elementos tubulares para dar un acabado más liso, se limpia y se aplica el anticorrosivo para evitar daños por efectos de la intemperie.

De igual forma para el espacio público de las pasarelas se posee una estructura conformada por la subrasante, afirmado y subbase, los procedimientos de control de calidad involucran el ensayo de cono de arena.

Para la fundición del concreto se emplea MR45 y el procedimiento empleado es el mismo que se tiene para los ejes viales. Secciones específicas de los pasos peatonales requieren elementos adicionales para plasmar el concreto estampado. También se realizan las juntas de dilatación, así como el escobillado y acolillado.

Imagen 25. Pasarelas metálicas y fundición de concreto en las mismas (Archivo personal)



Otro componente importante es el relacionado con las ciclorutas las cuales juegan un papel esencial para el desarrollo del SETP, pues al considerar la pirámide invertida de movilidad tanto peatones como ciclistas son los principales actores viales.

Cabe resaltar que la preparación del terreno es similar a las condiciones para el espacio público y para la fundición de concreto se toman las mismas medidas para la extensión del concreto, el cual tiene un color terracota. Adicionalmente, se tiene que realizar las juntas de dilatación y el escobillado para dar fricción al paso de vehículos.

Respecto a los controles de calidad, se realiza el ensayo de Slump y la toma de testigos de concreto para hacerlos fallar y determinar la resistencia de la mezcla.

Imagen 26. Ensayo de asentamiento y toma de muestras de concreto (Archivo personal)



Imagen 27. Extensión y enrasado del concreto (Archivo personal)

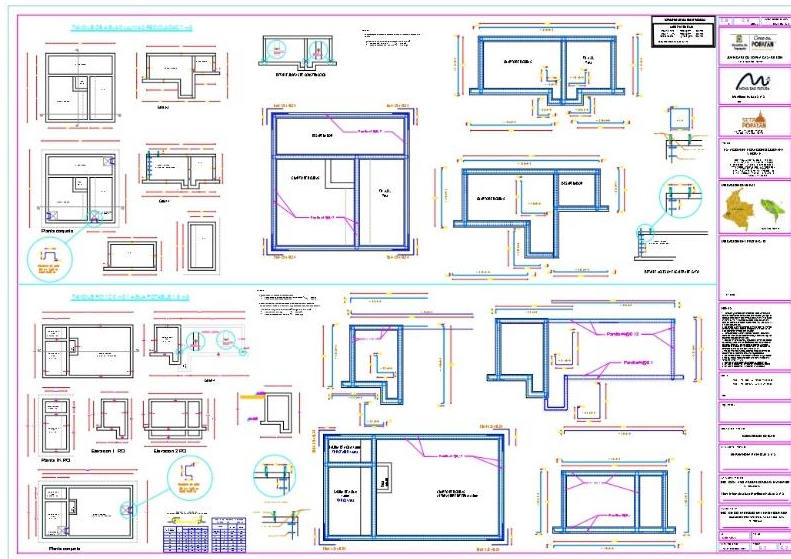


5.1.6 Construcción tanque hermético para red contra incendios y cuarto de máquinas

Como obras complementarias, se construye el tanque de red contra incendios el cual es alimentado por agua potable y distribuido a través de la tubería de red contra incendios hacia las gavetas de emergencia. Su construcción obedece a la reglamentación dada por el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de la Ciudad, donde además de alimentar la tubería de red contra incendios servirá como almacenamiento de agua en caso de un cese en la prestación del servicio.

Su construcción se realizó a más de 1.5m de la cota cero de la superestructura, y contempla paredes debidamente reforzadas, losa de cimentación, desarenador, cuarto de bombas, tuberías, entre otros. Se aprecia el plano de diseño y fotografías del estado actual,

Ilustración 9. Plano estructural del tanque para red contra incendio



Cortesía: Grupo Hernández Pantoja S.A.S.

Imagen 28. Tanque hermético para red contra incendios (Archivo personal)



A la par, se construye el cuarto de máquinas y disposición de residuos sólidos, en este se dispondrán los residuos generados por la estación y se encontrará la planta alimentadora de energía la cual entra en acción cuando se presente suspensión del servicio de energía.

Este cuarto tiene un diseño simple, se basa en pórticos resistentes a momentos, con mampostería estructural y cubierta metálica a un agua. Se sobrepone sobre un talud inclinado a más de 45°, por lo cual se construyó un muro de contención.

Imagen 29. Construcción del cuarto de máquinas (Archivo personal)



5.2 TRAMO 5B (T5B)

En otra instancia, se profundizará en la información dada en el apartado referente a las *generalidades de los proyectos*, con especial atención a lo referido al T5B, se especificará cual es el panorama de dicha obra y que actividades fueron presenciadas por el pasante.

Al momento de llegar a la obra, se encontró menos del 50% ejecutado de la Etapa 2, puntuando las actividades así:

- ✓ Obras viales: Ejecución parcial de la fase 1, 2 y 3.
- ✓ Obras urbanas: Espacio público parcial de la fase 1, 2 y 3.
- ✓ Obras estructurales: Cimentación del Monumento a Antonio Nariño.

De igual forma, se apoyó la supervisión de diversos procesos constructivos señalados aquí

Tabla 7. Descripción de actividades de obra realizadas

Ítem	Actividad	Descripción
1	Construcción fases viales	Se construyeron la totalidad de las fases 1 y 4, parcialmente las fases 2, 3 y la intersección, todo en MDC19
2	Construcción de espacio público (andenes, ciclo rutas y pompeyanos)	Se construyó el espacio público en más del 50%
3	Sumideros y brocales	Se construyeron los sumideros y las tapas de las cámaras de inspección para las fases y la intersección
4	Señalización vertical, instalación de redes (semaforización) y zonas verdes	Se realizó la instalación parcial de señalética vertical, se revisaron los diseños e instalaron diversas redes y se colocó tierra orgánica, además de sembrar árboles y arbustos.

Fuente: Realización propia

Informe final de trabajo de grado

Más adelante, se hablará en detalle acerca de las actividades mencionadas en la *Tabla 7*, la cual hace las veces de corolario pues permite denotar y cuantificar las actividades desarrolladas en poco más de cuatro meses.

Igualmente se presenta el registro fotográfico cuando se realizó el arribo a la obra en cuestión,

Imagen 30. A la izquierda, espacio público de la fase 2; a la derecha, pompeyano calle 21N (Archivo personal)



Imagen 31. A la izquierda, fresado carril Norte - Sur aguas arriba de la glorieta; a la derecha, finisher asfaltando (Archivo personal)



Imagen 32. Estado aguas arriba y aguas abajo de la fase 3 a la altura del puente peatonal del CC Campanario (Archivo personal)



5.2.1 Construcción fases viales

Es de resaltar que para las fases 1, 2, 3 y 4 se tuvo en consideración el mismo diseño en lo que respecta a la estructura de pavimento, mientras que en la glorieta se consideró una estructura más robusta considerando la cantidad de flujo vehicular que transita por esta importante arteria vial.

Los estudios de consultoría y los indicados por la Universidad del Cauca, concluyeron que para las fases la carpeta debe tener un espesor de 15cm (ver *Ilustración 10*) mientras que para la glorieta debe ser de 24cm (ver *Ilustración 11*). Además, se tomó la opción de aprovechar las estructuras de pavimento existentes, fresando tan solo entre 10 y 12cm para extraer sólo la carpeta existente y realizar los respectivos arreglos para poderse asfaltar.

Ilustración 10. Estructura de pavimento para todas las fases del tramo

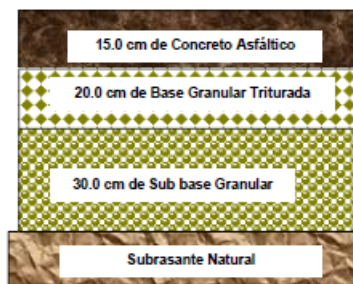


Figura 3. Solución de diseño de pavimento para las dos calzadas laterales de la CARRERA 9 (Autopista) entre Glorieta Antonio Nariño a Piedra Norte. Fuente: Estudios y diseños. Universidad del Cauca. Convenio interadministrativo 2.3.32.6/150 de 2010

Cortesía: Consorcio INCOL – ALEPH – ZAMBRANO

Ilustración 11. Estructura de pavimento para la Glorieta Antonio Nariño

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Espesor		Material
cm	pulg	
24	9.45	CAPA ASFÁLTICA NUEVA
15	5.91	BASE GRANULAR
20	7.87	SUBBASE GRANULAR
		Subrasante

DISEÑO CUMPLE 100%

Cortesía: Consorcio INCOL – ALEPH – ZAMBRANO

En primera instancia, se procedió con el fresado de la capa existente (ver *Imagen 33*), así como el retiro del material para poder conformar la nueva estructura de pavimento donde fuere correspondiente. Una vez llegado a la subrasante se observa si se debe tomar medidas preventivas para controlar el nivel de agua subsuperficial o medidas de mejoramiento al terreno natural por inestabilidad.

Cuando se presentó que el terreno presentaba indicios de ser blando o expansivo por la presencia de arcilla saturada, las medidas correctivas inmediatas fueron tratar de estabilizar el terreno con fresado extraído y una capa de entre 10cm o 15cm de rajón.

Imagen 33. Fresado de capa existente - Sector de Catay (Archivo personal)



Informe final de trabajo de grado



Suplido ello, se procede con la extensión de subbase mediante ayuda de la motoniveladora, para su escarificación y correcto bombeo, así como imposición del peralte adecuado.

Luego se procede con para cear el material, con ayuda del compactador de rodillo se da las pasadas necesarias para el control de compactación, se toman las densidades para asegurar que el terreno fue bien compactado.

Luego se riega la base, se da el adecuado humedecimiento, se siguen los mismos pasos para la subbase (ver *Imagen 34*) y se termina con la adecuada compactación, además de la realización del ensayo de cono de arena.

Imagen 34. Extensión de base granular (Archivo personal)



Compactado el tramo, se procede aplicando la emulsión asfáltica la cual permite que haya adherencia entre agregado grueso y asfalto, además se funciona como un sello y evitar la interacción entre capas.

Imagen 35. Aplicación de la emulsión asfáltica (Archivo personal)



Informe final de trabajo de grado



Se debe esperar entre 15 a 20min hasta que la emulsión reviente y cambie de coloratura para poder extender el agregado pétreo, es cuando para considerar que para lograr los espesores de capa asfáltica requeridos se dividió una capa hasta en tres capas para lograr cumplir con los requisitos de diseño.

De esta manera, si se realizaba la aplicación de asfalto entre capa y capa el mismo día se podía aplicar sin ningún requerimiento, pero si se realizaba en diferentes días se debía aplicar emulsión para lograr una adecuada adherencia.

Previo a extender el asfalto se debían realizar los adecuados controles de calidad, tales como la toma de temperatura (superior a 140°C y no mayor a 150°C) y la extracción de muestra para la realización del ensayo Marshall.

Imagen 36. A la izquierda, toma de temperatura; a la derecha, realización de briquetas Marshall in situ (Archivo personal)



Considerando la capa final, se realizan labores de topografía para verificar el eje de la vía, así como la cimbra para conocer el volumen suelto y compacto de la mezcla que es al nivel que debe llegar el nivel de la vía. Se procede con la extensión del material asfáltico con ayuda de la finisher y se da el adecuado acabado con ayuda del personal quien visualmente corrige defectos que pueden quedar a la vista y evitar empozamientos futuros. Esto se ve en la *Imagen 37*.

Extendida la mezcla, el rodillo vibratorio comienza a realizar sus labores realizando el número de pasadas adecuado obtenido de los tramos de prueba, este se desplaza longitudinalmente y en ocasiones transversalmente dando el adecuado sello a la capa extendida.

Informe final de trabajo de grado



El personal comienza labores, como coloquialmente le llaman, de ventear la mezcla donde extienden material fino y sellan poros abiertos que puedan haber quedado. Luego hace las veces el compactador de llantas que le da el acabado necesario para poder habilitar la vía, y con ello completar adecuadamente el sello de la mezcla recién instalada.

Imagen 37. Finisher extendiendo mezcla tipo MDC19 (Archivo personal)



Imagen 38. Rodillo vibratorio y compactador de llantas sellando la mezcla tipo MDC19 (Archivo personal)



Ahora bien, cuando se tiene una estructura existente que se puede aprovechar, en primera medida se realiza el fresado correspondiente y se procede haciendo la limpieza de la zona con ayuda del soplete, en caso de que haya presencia de agua esta debe ser evacuada.

Imagen 39. Limpieza y secado de la zona fresada (Archivo personal)



Imagen 40. Empleo del soplete para remoción de partículas finas (Archivo personal)



Se procede regando la emulsión asfáltica almacenada en la marmita con ayuda de un aspersor, se espera a que reviente y se sigue el procedimiento de sellado con ayuda del compactador vibratorio y de llantas.

Para la glorieta, y considerando la cantidad de flujo vehicular de la zona, por recomendación de interventoría se sugiere colocar geomalla en todo el diámetro interno para evitar afectaciones futuras a la estructura natural, con un traslape de 50cm y debidamente anclada, así se realizó y se observa en la

Imagen 41.

Imagen 41. Extensión, anclaje y traslape en la geomalla (Archivo personal)



5.2.2 Construcción de espacio público

Para la realización de andenes, se posee una estructura propia conformada por afirmado y subbase compactada a más del 95%, ello se corrobora con el ensayo de cono de arena. Consiguientemente se realiza la colocación del mortero sobre el cual reposan las losetas, se colocan firmemente y con ayuda del chipote se le da firmeza, acabando el procedimiento colocando arena fina entre las juntas para darle el sello necesario y evitar que haya filtraciones a la estructura.

Imagen 42. Rampas de acceso y losetas guía (Archivo personal)



Se debe considerar la configuración arquitectónica la cual involucra losetas guía o podotáctiles útiles para personas con discapacidad, así como la conformación de rampas y

Informe final de trabajo de grado

vados para personas de movilidad reducida y adultos mayores. También se consideran franjas o cintas de concreto las cuales confinan la cicloruta y sirven de separación con la vía secundaria.

Otro actor importante es el ciclista, por ello se tienen más de 1,6 km de cicloruta paralelos a la vía secundaria, la cual está fundida en concreto MR45 y con color terracota. Su procedimiento constructivo es el mismo indicado para la cicloruta de la EIN. Se toman las densidades necesarias y los testigos de concreto respecto al control de calidad.

Imagen 43. Toma de testigos de concreto y ensayo de densidad (Archivo personal)



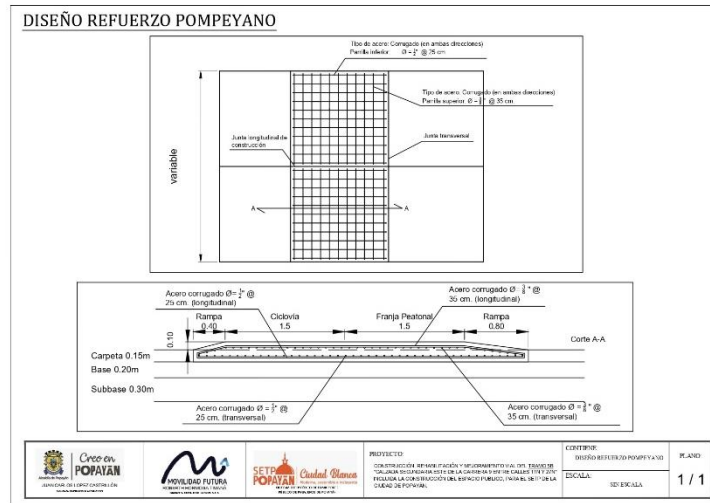
Imagen 44. Fundición de cicloruta - Sector Catay (Archivo personal)



Finalmente se tiene los pasos peatonales tipo pompeyanos los cuales pretender salvaguardar la seguridad del peatón, el ciclista y seres vivos, haciendo que el vehículo disminuya la velocidad y de paso los actores mencionados. Estos se funden en concreto tipo MR45 acelerado a 7 días.

Previo a la construcción del pompeyano, cuyo diseño se observa en la *Ilustración 12*, se debe preparar la estructura del mismo, el cual es a base de afirmado y subbase, los cuales se deben compactar y tomar ensayo de densidades.

Ilustración 12. Diseño estructural de los pompeyanos



Cortesía: Consorcio INCOL – ALEPH – ZAMBRANO

Una vez se realicen los control de calidad, se procede con el armado de las parillas y se realiza la fundición del pompeyano en concreto. Se realiza el ensayo de Slump y se toman testigos de concreto.

Imagen 45. Ensayo de Slump y toma de testigos de concreto (Archivo personal)



Una vez se cumpla con la trazabilidad del concreto, y teniendo previamente la adecuada velación del pompeyano, se procede con la fundición la cual incluye el vibrado del mismo para evitar los vacíos entre partículas, se chequean los niveles, y se le dan los acabados relacionados con el acolillado, escobillado, estampado de losa, colocación de losetas guía y definición de cicloruta y coloración de la misma con concolor, finalizando con la colocación del antisol.

Imagen 46. Vaciado y vibrado del concreto, acabados arquitectónicos - Pompeyano H. San Martín (Archivo personal)



5.2.3 Sumideros y brocales

El drenaje vial urbano demandó la cantidad y ubicación de los sumideros necesarios para la correcta proyección del T5B. Previa conformación de la estructura de pavimento, se deben posicionar las tuberías de sumideros a más de 60cm y para aquellas existentes se les provee de un cárcamo de protección como el visto en la *Imagen 47*. Una comisión hacia las excavaciones correspondientes para materializar el sumidero en cuestión, los cuales en su mayoría era simples.

Se realizaba el solado de protección y se colocaba la formaleta con desmoldante, se preparaba in situ la mezcla con relación 1:2:3 y se daba el adecuado vibrado. En la parte interna se conformaba el tabique para separar las aguas que caen al sumidero de aquella que va al sistema de alcantarillado. También se fundía la viga para que reposen las rejillas como la tapa ciega.

La mayoría de brocales y cajas de inspección de redes se conservaron, sin embargo, muchos se demolieron y reconstruyeron para darles el nivel de la vía y otros se tuvieron que descender de nivel para tal fin.

Imagen 47. Cárcamo de protección a tubería de sumideros



Cortesía: Consorcio INCOL – ALEPH – ZAMBRANO

5.2.4 Señalización vertical, instalación de redes y zonas verdes

Dado que el plazo para entrega del proyecto está cerca, se comienza con las últimas actividades contractuales adquiridas, por ejemplo, se comenzó con la fundición y colocación de tubería, pedestales y cajas para semáforos, así como la instalación de señalización vertical la cual informa de la velocidad en el tramo, zona de parqueo prohibido, direcciones de la zona, entre otros.

Cabe destacar que sólo la intersección semafórica tendrá intervención por los dispositivos semafóricos, las demás intervenciones realizadas tendrán libre flujo y seguirán en funcionamiento las redes semafóricas existentes de la zona.

Imagen 48. Instalación de tubería y pedestales para semaforización (Archivo personal)



Se sigue el plano de señalización para este cometido, previamente se prepara la zona donde se impondrá las señales con ayuda de la comisión topográfica, para luego hacer las excavaciones correspondientes y aplomar las señales para que queden a 90° de la vertical, se coloca concreto en la base y finaliza la instalación.

Imagen 49. Instalación de señalización vertical (Archivo personal)



Informe final de trabajo de grado



De igual manera, se procedió con la siembra de árboles y arbustos para ornamenta los cuales le dan un ambiente amigable a la zona intervenida luego de la obra. Estos se deben regar con agua y aplicar abono para que crezcan adecuadamente. Se debe seguir el manual arbóreo el cual dicta que tipo de especies se pueden sembrar y cuál debe ser el manejo ambiental.

Imagen 50. Siembra de especímenes en los separadores (Archivo personal)



5.3 TRABAJO DE OFICINA

Como parte de las obligaciones contractuales adquiridas con la entidad, se tenía que realizar cierto porcentaje de trabajo en oficina. Cabe mencionar que este fue poco, pues la mayor presencia se realizó en campo.

Una de las primeras actividades asignadas fue la realización del protocolo de desmonte, traslado e instalación del Monumento a Antonio Nariño, ello en compañía de la arqueóloga de la entidad y su asistente, donde se justificó una vez más el traslado del monumento y se dejó en claro las pautas para realizar un trabajo idóneo.

Imagen 51. Embalaje de placas en laja bogotana del monumento (Archivo personal)



Otra actividad fue el apoyo a la realización de informes al supervisor de la entidad, estos eran de la EIN y comprendían el período de agosto a diciembre, en ellos se involucraba la información más relevante del proyecto como fechas del contrato, valor en millones ejecutado y cantidades de obra proyectadas y ejecutadas.

Finalmente, se asistió a comités de obra de la EIN, del T5B y comités internos de la gestión de infraestructura en Movilidad Futura, estos fueron de gran importancia pues se hablaba de los compromisos adquiridos por el contratista semana a semana, así como la proyección de cronogramas de obra, entre otros.

Imagen 52. A la izquierda, comité T5B; a la derecha, comité EIN



Cortesía: Consorcio SANNAZARO/Consorcio OXIKAB

Imagen 53. Comité interno de infraestructura

Informe final de trabajo de grado



Cortesía: Movilidad Futura S.A.S.

6. APOYO A LA SUPERVISIÓN – OBSERVACIONES ENCONTRADAS Y RECOMENDACIONES REALIZADAS EN LAS OBRAS

La supervisión de obra se encarga de todo lo relacionado con la asistencia técnica y la dirección de la obra, cumpliendo el proyecto constructivo con base en la implementación de las especificaciones, reglamentos y los conceptos adquiridos en la etapa de formación y práctica por parte del profesional de la ingeniería.

Durante el tiempo de supervisión en obra se lograron evidenciar los siguientes problemas.

6.1 Estación de Integración Norte

- **Hormigueros en el concreto**

Fue usual al llegar a la obra, encontrar diversos hormigueros tanto en las columnas como en vigas y el muro de contención. Ello se atribuye al no vibrar el concreto de manera adecuada o hacerlo de forma superflua de tal forma que no llegue a todos los espacios disponibles.

Imagen 54. Vigas aéreas con efecto de hormigueos (Archivo personal)



Los hormigueos entredichos también se pueden atribuir a sobretamaños o una granulometría homogénea; sin embargo, los mismos en su mayoría fueron corregidos con ayuda de Sikarepair cuyas bondades hacen que sea útil para este caso, pues trabajó como si el elemento se hubiera fundido monolíticamente.

Imagen 55. Columnas y muro de contención con hormigueos (Archivo personal)



Visualmente se logra una estética no deseada, y aunque estructuralmente no tenga mayor peso, estos defectos deben ser reparados para que el acero estructural no quede expuesto.

Imagen 56. Hormigueros corregidos en vigas aéreas y columnas (Archivo personal)



- **Formaletas inadecuadas**

Este problema incide en razones económicas dadas por el contratista. Se le sugería emplear formaleta metálica, pero se sigue empleando de manera arbitraria sobrepasando los usos recomendados.

Se tienen diversos casos, para las losas de concreto hidráulico las formaletas están pandeadas lo que hace que al desencofrar la losa quede con un resalte que debe ser cortado y pulido.

Otro caso es el de los dinteles, vigas de amarre y alfajías, los cuales antes la ausencia de tacos o guaduas se realiza el apuntalamiento con elementos endebles que ceden por la presión que tiene el concreto, ello se refleja en las contra flechas o deformaciones generadas en los elementos fundidos.

El caso más relevante fue el ocurrido en la viga aérea del módulo 2 en el eje A, donde existe una deformación considerable. Los consultores afirmaron que esta era una deflexión permitida y que no se debían tomar acciones correctivas.

Imagen 57. A la izquierda, viga deflectada del módulo 2; a la derecha, apuntalamiento inadecuado (Archivo personal)



- **Rebabas en vigas aéreas**

A causa de lo anterior, al fundir la presión lateral del concreto abre la formaleta y hace que queden residuos los cuales al desencofrar se endurecen y forman rebabas alrededor del elemento. Estos deben ser retirados por estética.

Imagen 58. Retiro de rebabas de vigas aéreas interna y externas (Archivo personal)



- **Ausencia de aplicación de grouting en mampuestos**

Mediante comprobación manual, se verificó que algunos muros en la sección de la dovela no presentaban el grouting, por lo que fueron chequeados haciendo unos orificios y aplicando el mortero respectivo en caso de que este faltara.

Imagen 59. Revisión de grouting en dovelas (Archivo personal)



- **Disminución de sección en vigas – alfajías**

Para evitar que el concreto de las vigas de amarre y vigas – alfajía se mezclaran entre las celdas del muro, se colocó papel de la bolsa de cemento en las celdas, pero se evidenció que este es colocado por debajo de la luz central de la viga, haciendo que se disminuya su sección efectiva y quedando expuesto el fleje.

Imagen 60. Disminución de la sección del elemento (Archivo personal)



- **Empozamientos en las losas de concreto**

Dada la premura para dar paso en la intersección de la transversal 9na, se fundieron las losas de esta sección con concreto acelerado a 3 días. Por la incesante lluvia el día de la fundición, se generaron unos empozamientos que se reflejaron en la losa. Esto se pudo deber a que se tapó el concreto, pero no todo ya que no alcanzó el plástico, y el agua no lavo el concreto, pero sí pudo haber formado canales.

Imagen 61. Empozamiento en el empalme (Archivo personal)



Según lo anterior, también se considera que las losas de acceso a un conjunto residencial quedaron rugosas, esto dado que el concreto se endurecido tiene una manejabilidad más complicada si se deja pasar mucho tiempo. De igual forma, el agregado grueso de una sección de concreto quedo expuesto rápidamente y esto pudo haber sido por el exceso de vibrado, por el tráfico de vehículos o el mismo se lavó.

Imagen 62. Losa de concreto afectada (Archivo personal)



- **Estructura metálica desnivelada**

La estructura metálica ha sido izada y se le ha montado la cubierta además los otros elementos estructurales, sin embargo, no ha sido nivelada y las estructuras se tocan entre si lo que podría demostrar que hubo fallos en la localización y replanteo de la cimentación. A la par, la pasarela 2 está casi rozando el módulo 1, por lo que se especula no dejaron deriva alguna en este sector.

Imagen 63. Pasarela 3 sin aplome (Archivo personal)



- **Procedimientos no adecuados en fundición de losa**

Estos errores afectan la calidad del producto final, en campo se han realizado algunas contrarias a procesos constructivos como olvidos al colocar los pasadores transversales o no realizar la microtexturización.

El más relevante tiene que ver con la fundición del empalme en la trasversal 9na, donde con la lluvia se esperó un poco que cesara la lluvia, pero no se extrajo el agua acumulada en las zanjas y se vació el concreto en estas piscinas, pudiendo resultar en una afectación de la dosificación inicial.

Imagen 64. Alteración de la dosificación del concreto (Archivo personal)



- **Diseño geométrico insuficiente en el eje 5**

Dada la necesidad de incorporar diferentes medios de transporte en la EIN, el eje 5 se vuelve fundamental pues es por el pasan los buses intermunicipales que desembarcan los pasajeros y se integran en la flota de Ciudad Blanca a la ciudad.

Así, si se modelara el paso de dos vehículos tipo C2, el radio de giro aparentemente es insuficiente, por lo que se necesita un sobreebancho inexistente. La solución factible es alertar a ambos conductores e indicar precaución al realizar el giro.

Imagen 65. Ausencia de sobre ancho en el eje 5



Fuente: Movilidad Futura S.A.S.

6.2 Tramo 5B

- **Problemas de topografía**

Hubo diferencias entre el trabajo realizado por la comisión topográfica del contratista e interventoría, estas discrepancias se reflejan sobre la intersección al costado del CAI, donde los espesores no fueron constantes y al ser variables estas subidas y bajadas se veían reflejadas en el bordillo de espacio público de esta zona.

Por ello se decidió mantener el alineamiento del bordillo A80, pero alterar el del A10 y dejar que siguiere en concordancia con la vía, resultado en desniveles en el espacio público.

Imagen 66. Espacio público a desnivel (Archivo personal)



- **Problemas del equipo para asfaltar**

Los equipos enviados por el contratista y empleados para asfaltar presentan ciertas deficiencias, por ejemplo, la finisher que es de nivel manual, a pesar que están los dos operadores manejando los niveles y se tenga la cimbra, no siempre se llegan a estos pues el equipo tiene dañados los sensores automáticos.

La solución inmediata es enviar un equipo competente y que sea tal cual se exigió en el pliego de condiciones, pues algunas de las máquinas enviadas por el contratista no suplen con las exigencias de dicho pliego.

Imagen 67. Cimbra por encima del nivel de la capa al pasar la finisher (Archivo personal)



- **Mezcla asfáltica segregada o dosificación no adecuada**

En algunas ocasiones pareciera que la mezcla llega con sobretamaños o ausencia de material fino, pues en la superficie final se observan algunos vacíos entre agregados. Ello puede indicar que la dosificación no fue la adecuada o que el mismo está segregado.

- **Ausencia de estudios previos**

La entidad contratante no poseía estudios previos de todas las zonas a intervenir, sin embargo, recomendó que no se fresara más de 15cm en las zonas donde no se conocía la estructura existente. Para ello se debería propiciar los recursos para que al momento de empezar una obra se cuenten con todos los estudios previos.

Ello provocó que, al haber sobre excavaciones, se activara el suelo que ya se encontraba consolidado, además que en esas zonas aparentemente sólo había mejoramiento. La decisión más práctica para corregir los fallos encontrados fue extender rajón para realizar el mejoramiento y evitar que este siguiera deteriorando la capa existente.

Imagen 68. Afectación al terreno natural (Archivo personal)



- **Empozamientos y exudaciones**

La última capa reflejará los indebidos procesos constructivos, por ejemplo, para los empozamientos al no llegar a los niveles estipulados el agua no llegará a los sumideros destinados para tal fin y se acumulará en un punto que haya quedado bajo.

La zona vista en la además de presentar empozamientos, posee segregación y problemas de bombeo, por lo cual se decidió fresar y arreglar.

Imagen 69. Empozamiento en la fase 3 (Archivo personal)



Por otro lado, cuando se realiza la imprimación con el terreno húmedo e inmediatamente se asfalta, se producirá un efecto de exudación donde el concreto tratará de sacar dicha agua.

Imagen 70. Exudación del concreto asfáltico



Cortesía: Consorcio INCOL – ALEPH – ZAMBRANO

- **Acabado final en la última capa deficiente**

En casi todo el proyecto se ha presentado una particularidad, las primeras capas se realiza a satisfacción, pero en la última los acabados no son los mejores. Aquí se reflejan los empalmes que se hace, los arreglos por no llegar a los niveles, los giros de los vehículos con oruga, aceite que riegan los equipos, entre otros.

Imagen 71. Rastros de las orugas y aceite de la maquinaria (Archivo personal)



Arreglos como los vistos en la *Imagen 72* no son correctos y dan la impresión de ser reparacheos, por ello se decidió fresar y arreglar adecuadamente.

Imagen 72. Arreglo a empozamiento generado (Archivo personal)



- **Discontinuidad de losetas y ausencia de mortero**

A lo largo de las fases se ven discontinuidades en las losetas podotáctiles, además de no contar en gran parte con el mortero que hace que haya una correcta adhesión entre losetas y no se erosionen rápidamente, haciendo que queden inestables. Además, la comisión encargada de localizar las señales lo hizo sobre la loseta guía afectando la estética de la mismas y donde en caso de realizar La imposición sobre esta, las personas invidentes podrían estrellarse contra la señalización.

Imagen 73. Discontinuidad en loseta guía e incorrecta localización señales (Archivo personal)



7. CONCLUSIONES

- 1) Se logró cumplir con los compromisos adquiridos tanto con la Universidad del Cauca, así como con la entidad Movilidad Futura, con la primera representando sus ideales misionales e institucionales y con la segunda aportando a construir ciudad y materializar cada vez más el SETP.
- 2) Se asimilo la importancia de lograr en el campo ingenieril un trabajo interdisciplinario con los componentes arquitectónico, ambiental, forestal, social, SST, antropológico, entre otros, para lograr que las obras civiles desde su etapa pre constructiva hasta la poscontratual se realicen a satisfacción.
- 3) Se comprendió la importancia del apoyo a las actividades de supervisión, pues con ellas la entidad contratante puede ejercer control relacionado con la inversión, los cronogramas y cumplir con la entrega de obras a satisfacción para la comunidad.
- 4) Los registros fotográficos diarios son de gran importancia pues con ellos se puede ejercer de una u otra forma supervisión ya que se evalúa el avance físico de las obras.
- 5) Se pudo poner en practica la mayoría de los conocimientos adquiridos en la academia y constatar el esencial papel del ingeniero para actuar ante imprevistos que pueden afectar los tiempos de entrega d las obras.
- 6) A pesar de que se efectuó poco trabajo en oficina, tanto el trabajo en campo como en oficina es de suma importancia para lograr un balance adecuado en el campo laboral.
- 7) Se logró cumplir con los objetivos contractuales, aportando siempre a los deberes misionales y la visión de la entidad, proyectando la misma a futuro para la puesta operativa en marcha del SETP a través de la flota Ciudad Blanca.
- 8) Con esta práctica empresarial, se evidenció la falta de organización de entidades tanto gubernamentales como privadas en cuanto a su registro mobiliario, ya sea cableado, líneas de tubería y redes, entre otros. Este es uno de los grandes factores que impiden el correcto desarrollo de las obras civiles en la ciudad.
- 9) A pesar de la existencia de entes de control que inspeccionan las obras cuya financiación proviene de recursos públicos, en muchas ocasiones las interventorías son solidarias con los contratistas lo que provoca que vayan en contravía de su rol principal y muchas veces se despilfarran los recursos de la nación.

- 10) Ante las adversidades en obras civiles, ya sea contratista, interventoría o supervisor no están preparados para situaciones que perjudican el avance de las obras, por lo cual se deben formular planes de contingencia que permitan atacar otros mientras se dé solución al problema principal, y a su vez se debe solicitar apoyo a entidades gubernamentales para que faciliten la resolución de problemas ya sea por vías legales, jurídicas o cualquier otra.
- 11) A pesar que se hacen esfuerzos por implementar el SETP en la ciudad, se ha tardado años por lograr este objetivo y se debe al carácter político que hay en la ciudad, por lo que se debe dar continuidad y empalme entre las administraciones para que finalmente se puede ver ejecutado el sistema en su totalidad.
- 12) Se pudo ver otra realidad latente en las obras gestionadas con fondos públicos, donde a pesar de existir entes de control, la corrupción está presente.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ciudad Blanca. (25 de Julio de 2012). SISTEMA ESTRATÉGICO DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS DE POPAYÁN. Obtenido de movilidadfutura: <https://movilidadfutura.gov.co/>
- ESTATUTO GENERAL DE CONTRATACIÓN PÚBLICA. Ley 80 de 1993. Edición 2019. Bogotá, Distrito Capital, Colombia: Editorial Unión Ltda. 2019. 266 p.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE, Más de 270 mil habitantes de Popayán se beneficiarán con la implementación del SETP. 23 mayo de 2019. [Consultado el 25 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://mintransporte.gov.co/publicaciones/7436/mas-de-270-mil-habitantes-de-popayan-se-beneficiaran-con-la-implementacion-del-setp/>
- MOVILIDAD FUTURA, Socialización inicio de obras estación de integración norte. 7 de febrero de 2022. Consultado el 25 de diciembre de 2022. Disponible en: <https://movilidadfutura.gov.co/wp-content/uploads/6.-Boletin-de-Prensa-Socializaci%C3%B3n-Estaci%C3%B3n-de-Integraci%C3%B3n-Norte-Febrero-4-2021.pdf>.
- MANCOMUNIDAD. Ventajas del transporte urbano [Página web]. [Consultado el 25, enero, 2023]. Disponible en internet: <<https://www.mcp.es/transporte/habitos-responsables/ventajas-del-transporte-urbano#:~:text=Usar%20el%20transporte%20p%C3%ABlico%20resulta,de%20aparcamiento%20en%20zonas%20saturadas.>>>.
- MOVILIDAD FUTURA S.A.S, Conozca el SETP. Ciudad blanca SETP [página web]. Popayán (2019). [Consultado el 2, febrero, 2023]. Disponible en internet: <<https://movilidadfutura.gov.co/conozca-el-setp/>>.
- COLOMBIA LICITA.COM, Licitación. Conexiones asociadas intersección – Sistema estratégico de transporte público de pasajeros de Popayán movilidad futura s.a.s [página web]. (2021). [Consultado el 10, febrero, 2023]. Disponible en internet:< <https://colombialicita.com/licitacion/163644279>>.
- INSTITUTO DE DESARROLLO. Especificación técnica rellenos para conformación de lasubrasante. Santafé de Bogotá D.C, 2019. 12 p. Sección 320-11.

Informe final de trabajo de grado



- INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Especificaciones generales de construcción de carreteras, 06 de mayo de 2023. Capítulos 2, 3 y 5.
- COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, 06 de marzo de 2023. Título A, B, C, D, F y H.
- TORRE DE BABEL – EDICIONES. Sócrates. El principio o esencia última de todas las cosas. [página web]. (2022). [Consultado el 12, marzo, 2023]. Disponible en internet: < <https://e-torredebabel.com/arche-filosofia-griega-presocraticos-sofistas-socrates/> >.

Informe final de trabajo de grado



9. ANEXOS

Anexo A: RESOLUCIÓN No. 8.3.2-90.13/ 372 DE 2022

Anexo B: Certificado de cumplimiento de horas de pasantía



**RESOLUCIÓN No. 8.3.2-90.13/ 372 DE 2022
(3 DE NOVIEMBRE)**

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 al estudiante **CHRISTIAN CAMILO DELGADO CASTILLO**, con cédula de ciudadanía N° **1061819818**, la ejecución y desarrollo del Trabajo de Grado, **Práctica Profesional-Empresarial Pasantía**, titulado: **APOYO Y SUPERVISIÓN EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TRAMO 5B DE LA ESTACIÓN DE INTEGRACIÓN NORTE Y FUTUROS PROYECTOS VIALES EN MOVILIDAD FUTURA-POPAYAN**, bajo la dirección de la Docente Alexandra Rosas Palomino, avalada por el Consejo de Facultad en sesión 19 del 3 de noviembre de 2022, como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil.





COMUNIQUESE Y CÚMPLASE

Se expide en Popayán, a los tres (3) días del mes de noviembre 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: A.J. González



Por una Universidad de excelencia y solidaridad



DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO	Código: F-01-G-1
COMUNICACIÓN EXTERNA	Versión: 02
	Fecha: 23/03/2021



Alcaldía de Popayán

20231400191821

Al contestar por favor cite estos datos:

Radicado No.: 20231400191821

Fecha: 2023-03-15

INFRAESTRUCTURA

Señores

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Universidad del Cauca

Carrera 2 # 15N esquina

Correo electrónico: d-civil@unicauca.edu.co

Ciudad

Asunto: Certificación de pasantía del estudiante Christian Camilo Delgado Castillo.

Cordial saludo

Movilidad Futura S.A.S. como ente encargado de la implementación del Sistema Estratégico de Transporte de Pasajeros de Popayán – SETP y teniendo en cuenta que según resolución No. 8.3.2-90.13/372 del 3 de noviembre de 2022 expedida por la Universidad del Cauca, se autorizó a la estudiante Christian Camilo Delgado Castillo identificado con cedula de ciudadanía No. 1.061.819.818, para realizar al interior de la entidad la “Práctica profesional – Empresarial Pasantía titulada: APOYO Y SUPERVISIÓN EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL TRAMO 5B DE LA ESTACIÓN DE INTEGRACIÓN NORTE Y FUTUROS PROYECTOS VIALES EN MOVILIDAD FUTURA – POPAYÁN”, bajo la dirección de la Ingeniera Alexandra Rosas Palomino directora de pasantía de la Facultad de Ingeniería Civil.

CERTIFICA:

Que el estudiante Christian Camilo Delgado Castillo cumplió a cabalidad con las actividades asignadas durante el desarrollo de dicha pasantía, la cual tuvo una duración de 384 horas contadas a partir del 4 de noviembre de 2022 hasta el 4 de marzo de 2023.

Que la supervisión por parte de la entidad estuvo a cargo de la ingeniera Leidy Jhoana Ordoñez Paz líder del proceso de gestión infraestructura.


ROBERTH HORMIGA TIMANÁ
Gerente Movilidad Futura S.A.S.

Elaboró y revisó: Leidy Jhoana Ordoñez Paz – Líder Infraestructura
Vo Bo. Natalia Valentina Mera Constain – Profesional Universitario – Oficina Asesora Jurídica.

Carrera 5 No 2-11 – Centro - Popayán

Teléfono: 8205898

www.movilidadfutura.gov.co – servicioalciudadano@movilidadfutura.gov.co

Nit:900323358-2