

**PASANTÍA APOYO TÉCNICO A LA SUPERVISIÓN E INTERVENTORÍA EN EL
MANTENIMIENTO, RECUPERACIÓN Y/O ADECUACIÓN DE LA MALLA VIAL
POR PARTE DE LA SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DE LA CIUDAD
DE TUNJA-BOYACÁ**

KAREN DAYANA FLOREZ DIAZ



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2020

**PASANTÍA APOYO TÉCNICO A LA SUPERVISIÓN E INTERVENTORÍA EN EL
MANTENIMIENTO, RECUPERACIÓN Y/O ADECUACIÓN DE LA MALLA VIAL
POR PARTE DE LA SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DE LA CIUDAD
DE TUNJA-BOYACÁ**

KAREN DAYANA FLOREZ DIAZ

Trabajo de pasantía presentado para obtener el título de Ingeniero Civil

DIRECTOR:

ING. JOSÉ RODRIGO MÉNDEZ ZULUAGA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2020

Nota de aceptación:

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja, 30 de marzo de 2020

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado es dedicado a mis padres William Alfonso Florez Mora y Lady Milena Diaz Dueñas, quienes con su apoyo y voto de confianza me permitieron forjar mi futuro profesional, durante el proceso académico fueron mi roca, fortaleza y guiaron mis pasos por el buen camino; exigiéndome cada día que fuera la mejor en todo lo que me propusiera. Gracias por apoyarme en este sueño y luchar por hacerlo realidad.

¡Puedo decir que mi primera herencia por parte de ustedes es mi estudio!

A mis hermanos a quienes quiero, les deseo los mejores éxitos en su vida personal y profesional, que siempre tengan metas pues tienen mi espejo de que las metas si se pueden cumplir; si luchan con valor y responsabilidad.

AGRADECIMIENTOS

Les agradezco a mis padres, hermanos, tíos y a mi abuela quienes me apoyaron para cumplir la carrera que soñé, gracias porque hicieron acciones de sacrificio que marcaron momentos fuertes de mi vida.

A mis docentes que dedicaron cada día para instruirme y compartir sus experiencias y conocimientos, para que el día de mañana conozca como afrontar y dar soluciones en mi vida profesional.

Al Ing. Andrés Canaria quien fue un maestro para mi durante mi pasantía, gracias por instruirme, enseñarme y corregirme. Pues con su punto de vista y labor profesional, pude entender y saber muchas cosas que no comprendía. Le deseo los mejores éxitos en su vida profesional y familiar.

A Iván Darío Sichacá Gámez y a toda su familia, quienes me apoyaron en este proceso, fueron un apoyo incondicional y me han permitido vivir momentos inimaginables en compañía de cada uno de ustedes. Gracias por las experiencias y las que faltan por vivir.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	13
RESUMEN	18
ABSTRACT	19
INTRODUCCIÓN	20
1. OBJETIVOS	21
1.1. OBJETIVO GENERAL	21
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO	22
2.1. MUNICIPIO DE TUNJA-BOYACÁ	22
2.2. ALCALDÍA DE TUNJA – BOYACÁ	23
2.3. OFICINA – SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA	24
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	25
3.1. IDENTIFICACIÓN DEL DETERIORO DE LA MALLA VIAL EN LA CIUDAD DE TUNJA.	27
3.2. APOYO EN LA SUPERVISIÓN DEL CONTRATO N°1124	29
3.2.1. Apoyo en la supervisión de la vía Pinos de Oriente	31
3.2.1.1. Excavación mecánica del terreno	31
3.2.1.2. Suministro, extendida y compactación SBG	32
3.2.1.3. Suministro, extendida y compactación BG.	34
3.2.1.4. Suministro, extendida y compactación de la C.A.	35
3.2.2. Apoyo en los ensayos de control de calidad en los materiales instalados.	38
3.2.3. Apoyo en la supervisión de la vía Palos Verdes.	40
3.2.3.1. Excavación mecánica	40
3.2.3.2. Suministro, extendida y compactación de SBG	41
3.2.3.3. Suministro, extendida y compactación de BG.	43

3.2.3.4.	Suministro, extendida y compactación de la C.A.....	44
3.2.4.	Apoyo en la supervisión de la vía Montecarlo.....	46
3.2.4.1.	Excavación mecánica.....	47
3.2.4.2.	Suministro, extendida y compactación de material de afirmado.....	47
3.2.4.3.	Suministro, extendida y compactación de SBG.....	48
3.2.4.4.	Suministro, extendida y compactación de BG.	49
3.2.5.	Apoyo en la supervisión de la vía San Francisco.	52
3.2.5.1.	Suministro, extendida y compactación de afirmado.	53
3.2.5.2.	Construcción de muro de contención.	54
3.2.5.3.	Conformación de andén, bordillo y cuneta.	56
3.2.6.	Apoyo en la supervisión de la vía Villa Fontana.	57
3.2.6.1.	Excavación mecánica.....	58
3.2.6.2.	Conformación de capa de piedra rajón.....	58
3.2.6.3.	Suministro, extendida y compactación de BG.	59
3.2.6.4.	Suministro, extendida y compactación de la C.A.....	60
3.2.6.5.	Ítem no previsto, construcción de canal de drenaje.....	61
3.2.7.	Apoyo en la supervisión de la vía Jordán.	64
3.2.7.1.	Ítem no previsto, demolición de muro de contención y andén.	65
3.2.7.2.	Suministro, extendida y compactación de BG.	65
3.2.7.3.	Suministro, extendida y compactación de la C.A.....	66
3.2.8.	Apoyo en la supervisión de la vía San Antonio.....	68
3.2.8.1.	Excavación mecánica.....	68
3.2.8.2.	Suministro, extendida y compactación de SBG.....	69
3.2.9.	Apoyo en la supervisión de la vía Asís.	70
3.2.9.1.	Excavación mecánica.....	71
3.2.10.	Apoyo en la supervisión de la vía Paraíso.....	71
3.2.10.1.	Suministro, extendida y compactación de la C.A.	72
4.	APORTES DEL TRABAJO.....	73
4.1.	APORTES COGNITIVOS.	73
4.1.1.	Aporte a la Alcaldía de Tunja en la identificación del deterioro de la malla vial en la Ciudad de Tunja.	73

4.1.2. Aportes al contrato No.1124 en el apoyo a la supervisión de calidad en los materiales.	74
4.2. APORTES A LA COMUNIDAD.	75
5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO	77
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
7. BIBLIOGRAFÍA	82
8. ANEXOS MAGNETICOS	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1: Localización del municipio de Tunja.	22
Ilustración 2: Localización estado de la malla vial.....	28
Ilustración 3: Localización de las vías intervenidas.....	30
Ilustración 4: Excavación mecánica.	32
Ilustración 5: Extendida de SBG.	32
Ilustración 6: Actas de vecindad.	33
Ilustración 7: Densímetro Nuclear para SBG.	33
Ilustración 8: Densímetro nuclear BG.	35
Ilustración 9: Soplado e imprimación CRL-1h.....	36
Ilustración 10: Actividades de la carpeta asfáltica.....	37
Ilustración 11: Verificación de dimensiones cuneta y vigas.	37
Ilustración 12: Excavación mecánica de la vía Palos Verdes.	41
Ilustración 13: Sardinel y construcción filtro francés.	42
Ilustración 14: Ensayo cono y arena Palos Verdes.....	43
Ilustración 15: Demás actividades realizadas.	44
Ilustración 16: Conformación de la carpeta asfáltica.....	44
Ilustración 17: Culminación de actividades previstas.....	45
Ilustración 18: Estado final de la vía Palos Verdes.	46
Ilustración 19: Extendida y compactación mejoramiento subrasante.....	48
Ilustración 20: Extendida y compactación de SBG.	48
Ilustración 21: Densidades mediante el método Cono de arena.....	49
Ilustración 22: Extendida y compactación de BG.....	50
Ilustración 23: Construcción sumidero.	50
Ilustración 24: Densímetro Nuclear de BG.....	51
Ilustración 25: Actividades del asfalto MDC-19.....	52
Ilustración 26: Conformación de material de afirmado y sardinel.	54
Ilustración 27: Armado de acero.	54
Ilustración 28: Diseño del muro de contención (acero de refuerzo).....	55

Ilustración 29: Fases de construcción del muro de contención.....	56
Ilustración 30: Elaboración de camisas de concreto.	57
Ilustración 31: Actividades realizadas en la excavación.	59
Ilustración 32: Actividades realizadas en la excavación.	60
Ilustración 33: Actividades realizadas en la excavación.	61
Ilustración 34: Verificación de las medidas de diseño del canal.	62
Ilustración 35: Fundida base canal y elaboración de cilindros de concreto.	62
Ilustración 36: Fundida paredes canal y estado final.	63
Ilustración 37: Demolición de C.A. y extendida de BG.....	65
Ilustración 38: Densidades mediante el ensayo cono y arena.	66
Ilustración 39: Suministro, extendida y compactación de la C.A.....	67
Ilustración 40: Excavación mecánica.	69
Ilustración 41: Conformación de afirmado y SBG.	70
Ilustración 42: Actividades de excavación.	71
Ilustración 43: Suministro, extendida y compactación de la C.A.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Extensión del Municipio de Tunja.	23
Tabla 2: Resultados densímetro nuclear SBG.	34
Tabla 3: Resultados densímetro nuclear BG.	35
Tabla 4: Ensayos a realizar.	39
Tabla 5: Resultados Cono y arena SBG.	43
Tabla 6: Resultados cono y arena SBG.	49
Tabla 7: Resultados Densímetro Nuclear.	51
Tabla 8: Resultado de ensayo resistencia a la compresión-Concreto utilizado en la base del canal.	63
Tabla 9: Resultado de ensayo resistencia a la compresión-Concreto utilizado en la pared del canal.	64
Tabla 10: Resultado Cono y arena de la BG.	66

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AIS.: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

NT.: Nivel de tránsito.

SBG.: Subbase granular.

BG.: Base granular.

C.A.: Carpeta asfáltica.

MDC-19.: Mezcla densa caliente con agregado de tamaño máximo 19mm.

PMT.: Plan de manejo de tránsito.

INV E.: Norma Instituto nacional de vías.

Ltda.: Limitada (Razón social-empresa).

SAS.: Sociedad por acciones simplificada (Razón social-empresa).

BO.: Bolsa.

SUCS.: Sistema unificado clasificación de suelos.

CL.: Arcilla de baja compresibilidad o plasticidad.

CBR.: California Bearing Ratio.

CRL-1h.: Catiónica de rotura lenta de baja viscosidad, pero alta estabilidad (emulsión asfáltica).

IDU.: Instituto de desarrollo urbano.

INVÍAS.: Instituto nacional de vías.

NSR-10.: Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente

NTC.: Norma Técnica Colombiana

GLOSARIO

BACHEO: Cavidad con bordes irregulares, que en algunos casos expone material de base irregular. **Causas:** Capas granulares e inestables, espesor de losa insuficiente y retención de agua en zonas fisuradas.

BERMA: Parte exterior de la vía para soportar las cargas laterales; que generalmente son para el estacionamiento de vehículos.

BOMBEO: Inclinação transversal que se construye en las zonas entre tangencias a cada lado del eje de la plataforma de una carretera con la finalidad de facilitar el drenaje de aguas lluvias.

CAPACIDAD PORTANTE: Capacidad del suelo en soportar las cargas aplicadas sobre él.

CEMENTO ASFALTICO: Material seleccionado de residuos de petróleo para satisfacer los requerimientos establecidos en la construcción de vías.

COMPACIDAD: Es la propiedad de un material para caracterizar su densidad, tiene relación entre la porosidad y la densidad de compactación, pues a mayor compacidad menor porosidad.

COMPACTACION: Es un proceso manual o mecánico que provoca una disminución de vacíos de materiales granulares.

COMPRESIBILIDAD: Es el sinónimo de plasticidad y se refiere a la compresión que tiene un material al ser sometido a cargas.

CONSORCIO: Es una asociación de dos o más personas naturales o jurídicas, las cuales presentan en forma conjunta una misma propuesta para la adjudicación,

celebración y ejecución de un contrato, respondiendo a cada una de las obligaciones derivadas de la propuesta para el contrato.

DEFORMACIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS: Son cambios repentinos que se presentan en el perfil del pavimento. Además, causados por factores como: Carencia en la compactación de materiales granulares, filtraciones de agua, desplazamientos, falta de confinamiento, asentamientos en la subrasante, entre otros.

DEPRESIÓN EN ASFALTO: Son niveles más bajos que el pavimento a su alrededor, provocados por asentamientos de las capas granulares y subrasante. El grado de severidades de las depresiones son inferiores que las provocadas por hundimientos, siempre y cuando se realice un control.

DESECACIÓN: Es una pérdida gradual de humedad producida por diferentes fenómenos, influye directamente en el comportamiento mecánico del suelo haciendo que se contraiga, se deforme y se agriete dependiendo de las condiciones en el entorno.

EMPUJE ACTIVO: Ocurre cuando el terreno empuja a la estructura de contención para generar un estado de desequilibrio.

EMPUJE EN REPOSO: Se habla que un empuje está en reposo cuando la estructura de contención no posee desplazamientos que se pueden producir a partir de los empujes del terreno.

EMPUJE PASIVO: Es aquel empuje que se presenta cuando la estructura de contención es la que hace la fuerza hacia el terreno que va a sostener, por ejemplo, los anclajes para los taludes.

EMULSIÓN ANIÓNICA: Partículas de asfalto con cargas negativas en su mezcla.

EMULSIÓN CATIÓNICA: Partículas de asfalto con cargas positivas dispersas en la mezcla, usualmente son usadas en pavimentos para climas húmedos.

EMULSIONES ASFÁLTICAS: Suspensión de glóbulos de asfalto en agua y es asistida por un agente emulsionante. La función del agente emulsionante genera una carga eléctrica para que los glóbulos de asfalto no se aglomeren.

ESCALONAMIENTO: Se presenta en pavimentos rígidos y se refiere a las deformaciones excesivas de los bordes y esquinas, que causan erosión y bombeo de la estructura de soporte.

FATIGA ASFALTO: Se asocia a la respuesta de acumulación de deformaciones verticales permanentes en la estructura de pavimento principalmente en la carpeta asfáltica por cargas cíclicas del tránsito.

GRIETAS EN BLOQUE: Aparecen de la unión de grietas longitudinales y grietas transversales formando unos bloques a lo largo de la placa.

GRIETAS LONGITUDINALES: Son grietas paralelas al eje de la calzada y se forman desde la junta transversal hasta el borde de la losa formando una L. **Causas:** Ancho excesivo de la losa, asentamiento de la base o de la subrasante, contracción del concreto y carencia de una junta longitudinal.

GRIETAS TRANSVERSALES: Son grietas que se presentan perpendiculares al eje de circulación se originan desde una junta transversal hasta llegar a una junta longitudinal. **Causas:** Longitud de losa excesiva, espesor de losa insuficiente, problemas de drenaje y cargas excesivas.

HUNDIMIENTO: Depresión de la superficie de pavimento en un área localizada y viene acompañada de un agrietamiento. **Causas:** Asentamiento de la subrasante y por deficiencias en el proceso constructivo.

IMPACTO SOCIAL: Tiene el propósito de mitigar los riesgos, aprovechando las oportunidades, minimizando los riesgos y potencializando los impactos positivos.

IMPRIMACION: Es el revestimiento de emulsión asfáltica (agregados pétreos y producto bituminoso) en la capa superior de material granular antes de extender el material asfáltico.

INSPECCIÓN VISUAL: Es la verificación y vigilancia de la estructura realizada por el personal especializado, para determinar si se está llevando a cabo el cumplimiento de un bien o servicio en relación con una especificación dada.

INTERVENTORÍA: Persona natural o jurídica que representa a la entidad pública o privada ante el contratista y está encargada de ejecutar el control técnico, administrativo, financiero, legal, entre otros; por medio seguimiento al cumplimiento del contrato y de las obligaciones del contratista, durante la ejecución de un proyecto.

LICITACIÓN PÚBLICA: Es un proceso por el cual las empresas privadas pueden postularse para ser contratadas para prestar un servicio público.

MURO DE CONTENCIÓN: Tipo de estructura de contención rígida que es destinada para contener un volumen de material, que generalmente es terreno.

NORMA COLOMBIANA DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE: Es una norma técnica colombiana encargada de reglamentar las condiciones con las que se deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable. (UNIVERSIDAD SANTO TOMAS, 2019).

NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS: El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), es un organismo nacional de normalización en Colombia, el cual se encarga de la reproducción de normas técnicas y de calidad para empresas y actividades profesionales.

PIEDRA RAJÓN: Agregado grueso con tamaños promedios de 20 a 30 cm de diámetro con buena resistencia. Son usados en el mejoramiento de la subrasante en la construcción de vías. Posee un valor menor o igual al 50% en el ensayo de resistencia al desgaste de los agregados por medio de la máquina de los ángeles.

PRESUPUESTO: Es una estimación económica y financiera de futuras operaciones y los recursos de una empresa propuestos en un determinado periodo.

PROYECTO: Conjunto de actividades realizadas por una persona o entidad para alcanzar un objetivo específico.

SUBDRENAJE: Obras que permiten eliminar el exceso de agua haciendo descender el nivel freático para garantizar la estabilidad de la banca existente.

SUPERFICIE DE RODADURA: Parte superior del pavimento por donde circulan los vehículos.

SUPERVISIÓN: Es un apoyo a la dirección empresarial al éxito, asegurando que las actividades a ejercer se logren fielmente los requisitos y especificaciones de documentos previstos.

RESUMEN

El desarrollo de la pasantía se realizó en la ciudad de Tunja-Boyacá, durante un periodo de 4 meses en la Secretaria de Infraestructura. En este tiempo, se pusieron a prueba las aptitudes del estudiante en la competencia de geotecnia vial y pavimentos. Desempeñándose en diferentes labores dentro de las cuales se destacan: Supervisiones constructivas de obras, revisión de documentos previos, ensayos de laboratorio y elaboración de informes semanales. Estas actividades le permitieron a la entidad pública, tomar decisiones en la gestión de recursos y la ejecución de los proyectos. Siempre atendiendo a las necesidades de la población para promover un desarrollo social y económico.

Se pudo establecer que la malla vial de la ciudad de Tunja se encuentra en mal estado, a causa de una falta de mantenimiento, el cual impide un flujo vehicular constante, confort y bienestar social. A pesar de que la alcaldía ha gestionado proyectos para la adecuación de las vías. Aún se observan vías con patologías severas como hundimientos, bacheos, desgaste superficial, fisuras y entre otros.

Esta experiencia le aportó nuevos conocimientos al estudiante permitiéndole ampliar sus capacidades. Además, dando una visión acertada de las decisiones y controles que deben ejecutarse en el momento oportuno en obra. Adicionalmente, por medio de la pasantía, se pudo conocer y evaluar el rol tan importante que se tiene como entidad supervisora y de interventoría, pues sus acciones van en pro de materializar los proyectos con base en sus competencias laborales.

Palabras claves: Malla vial, mantenimiento, patologías, asfalto, ensayos, supervisión, interventoría.

ABSTRACT

The development of the internship was carried out in the city of Tunja-Boyacá, during a period of 4 months in the Infrastructure Secretary of the Municipality of Tunja. During this time, the student's skills in the pavement and road geotechnics competition were tested. Performing in different tasks, among which stand out: Construction supervision of works, review of previous documents, laboratory test and preparation of weekly reports. These activities allowed the public entity to make decision in the management of resources and the execution of projects. Always attending to the needs of the population to promote social and economic development.

It was established that the road network of the city of Tunja is in poor condition, due to a lack of maintenance, which prevents a constant vehicular flow, comfort and social well-being. Despite the fact that the mayor's office has managed projects for the adaptation of the roads. Pathways with severe pathologies such as subsidence, potholes, surface wear, fissures and among others are stills observed.

This experience brought new knowledge to the intern allowing him to expand his capabilities. In addition, giving an accurate vision of the decisions and controls that must be executed in a timely manner on site. Additionally, through the internship, it is possible to know and evaluate the important role that it has as a interventory and supervisory entity, since its actions are in favor of materializing the projects based on their labor competencies.

Key words: Road mesh, maintenance, pathologies, asphalt, test, supervision, interventory.

INTRODUCCIÓN

Las Universidades, instruyen y forman a los futuros profesionales para que resuelvan los problemas y necesidades de una población de manera eficaz y eficiente para la situación. Para ello una vez finalizado el proceso de enseñanza que se realizó durante el periodo de estudios universitarios. Es necesario que el estudiante relacione lo aprendido directamente a un entorno laboral. Permitiendo que a partir de una práctica mejore su competitividad.

Cuando se desarrolla una obra civil se debe tener en cuenta que; por lo general, se pueden presentar factores que afecten el tiempo de entrega. Aunque el profesional tome las medidas preventivas, es probable que surjan otro tipo de imprevisto. Es allí donde interviene el ingenio y la habilidad solucionar el problema sin generar más afectaciones a la comunidad.

Con lo anterior, se decide realizar una pasantía cumpliendo con el reglamento de la universidad con un total de 600 horas. Las cuales se desarrollaron en la Secretaria de Infraestructura de la Alcaldía de Tunja. Este informe presenta de manera detallada las actividades realizadas en el Contrato No. 1124 “MANTENIMIENTO, RECUPERACIÓN Y/O ADECUACIÓN DE LA MALLA VIAL DE LA CIUDAD DE TUNJA”. En el que se realizó un apoyo a la supervisión a las actividades emprendidas en los frentes de trabajo de los barrios: Montecarlo, Pinos de Oriente, Palos Verdes, San Francisco, Villa Fontana, Jordán, San Antonio y Paraíso.

Además, la pasante brindo un aporte a la interventoría en el control de calidad de los materiales instalados en las vías Montecarlo, Pinos de Oriente, Palos Verdes y San Francisco. Siguiendo las Normas y especificaciones de construcción de carreteras por el Ministerio de Transporte INVIAS, Normas Técnicas Colombianas (NTC) y Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar apoyo técnico a la supervisión e interventoría en el Contrato No.1124 (12 de diciembre de 2018) por parte de la Secretaria de Infraestructura de la Alcaldía de Tunja.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

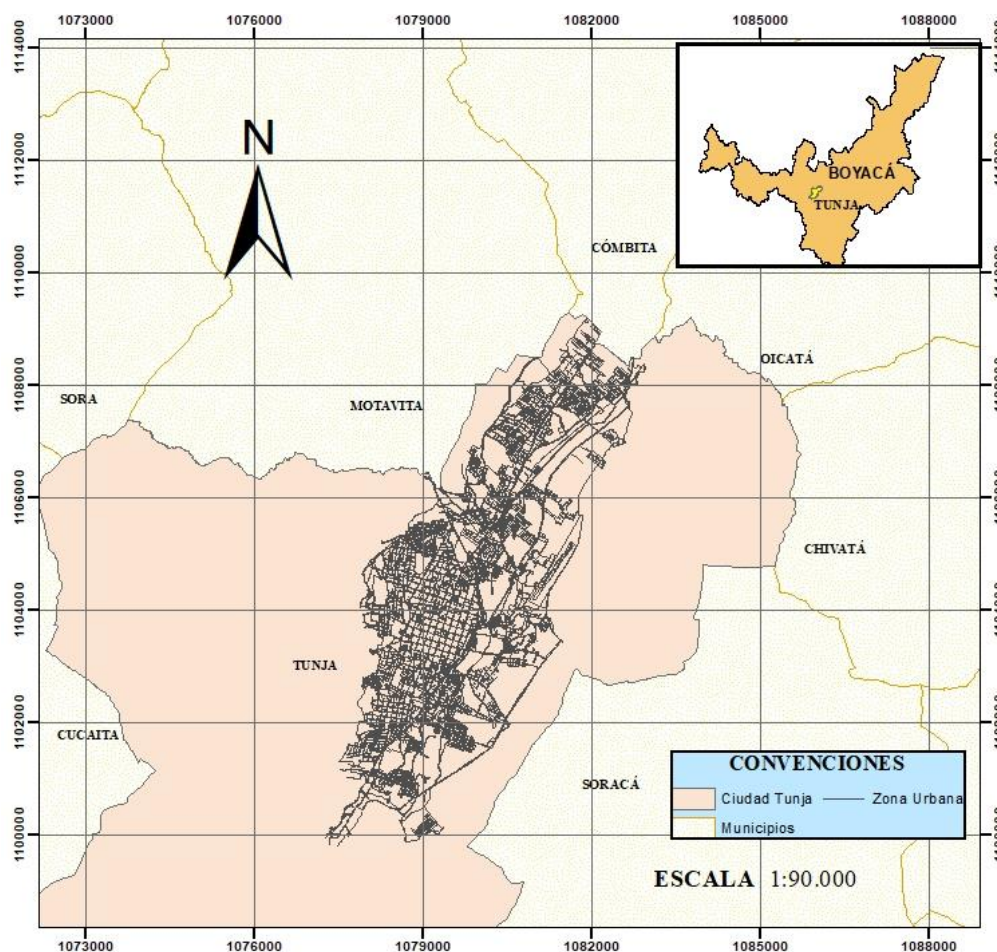
-  Identificar el cumplimiento del contrato de consultoría No. 994 del 25 de septiembre de 2018 durante el proceso constructivo de las vías estimadas por el contrato No. 1124.
-  Apoyar en la realización de ensayos de laboratorio guiados por las especificaciones y normas del INVIAS para los materiales instalados en las vías intervenidas.
-  Elaborar un reporte técnico acerca del avance semanal de los frentes de trabajo durante el periodo estimado de la pasantía.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO

2.1. MUNICIPIO DE TUNJA-BOYACÁ

El municipio de Tunja, capital del departamento de Boyacá, se encuentra situado sobre la cordillera Oriental. Está situado a 5°, 32' y 7" de latitud norte, y a 37°, 22'y 04" de longitud oeste. Se presentan alturas que van desde 2700 m.s.n.m hasta 3150 m.s.n.m en su parte más alta. Cuenta con una extensión de 121.492 Km² donde limita por el Norte con los municipios de Còmbita y Motavita; al Oriente con los municipios de Boyacá, Chivatá, Oicatá y Soracá; por el sur con Ventaquemada y por último en el Occidente con los municipios de Cucaita, Samacá y Sora; como se observa en la ilustración 1.

Ilustración 1: Localización del municipio de Tunja.



Fuente: (Florez K,2019).

Tunja cuenta con 10 veredas en el sector rural: Barón Gallero, Barón Germania, Chorro Blanco, El Porvenir, La Esperanza, La Hoya, La Lajita, Pirgua, Runta y Tras del Alto. Además, se presentan temperaturas que fluctúan entre los 13°C y 17°C, el municipio de Tunja cuenta con el Río Jordán siendo el más extenso de la ciudad con una longitud que recorre de Sur a Norte con 37,35 Km y se une con otras corrientes menores dando origen al Río Chicamocha. Por otro lado, el Río de La Vega se encuentra ubicado al sur occidente de la ciudad, nace a una altura de 3100 m.s.n.m y tiene una longitud de 37.35 Km

Como se muestra en la Tabla 1, el municipio de Tunja posee una extensión rural de 99,2597 Km² que corresponde al 83,88%; sin embargo, para la división política territorial el área urbana tiene una extensión de 19.0767 Km² con un 16.12 %

Tabla 1: Extensión del Municipio de Tunja.

Municipio	Extensión urbana		Extensión rural		Extensión total	
	Extensión	Porcentaje	Extensión	Porcentaje	Extensión	Porcentaje
TUNJA	19,0767	16,12%	99,2597	83,88%	118,3364	100%

Fuente: Secretaria de Protección Social-Alcaldía de Tunja

En la ciudad de Tunja, existen factores de susceptibilidad ligados a la geología, debido a que se presentan cambios bruscos de pendientes, cárcavas, inundaciones, sobresaturación de suelos en épocas de lluvia y desaparición de humedales. A nivel urbano se identifican áreas de amenaza y de mayor vulnerabilidad; ya que se encuentran sobre áreas que correspondían a una zona de cárcavas. Sin olvidar el riesgo sísmico dado que diversos estudios realizados por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS) muestran que Tunja al igual que otras ciudades se encuentran en una zona altamente activa, por lo tanto, se ve afectada por las placas tectónicas: Nazca, Suramericana y Caribe. Como se menciona en el documento de la (SECRETARIA DE PROTECCIÓN SOCIAL, 2018).

2.2. ALCALDÍA DE TUNJA – BOYACÁ

Como se menciona en la (CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA, 1991) La alcaldía es una corporación administrativa del estado que se encarga de la construcción de obras que demande la comunidad, permitiendo un mejoramiento social y cultural de sus habitantes.

La Alcaldía de Tunja tiene como misión “garantizar el bienestar general y el mejoramiento de la condición de vida de los habitantes de Tunja, a través de la prestación de servicios de calidad, en cumplimiento de las competencias definidas en la Constitución Política y demás normas complementarias”, de acuerdo a la (ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA, 2019).

2.3. OFICINA – SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

La alcaldía de Tunja se divide en 3 dependencias que son de asesorías, secretarías y descentralizados. En cuanto a las secretarías se ramifican en 13 dependencias en las que corresponde la secretaria de infraestructura. Quien tiene como función apoyar la función pública municipal, mediante procesos que le permitan atender diligentemente el mejoramiento de la malla vial. Así mismo, el espacio público y demás obras de infraestructura del municipio. Sin embargo, le compete encargarse de la prevención y atención de desastres utilizando de forma racional aquellos recursos que se dispongan en condiciones de economía, puntualidad y eficiencia. Además, durante el periodo correspondiente a los cuatro años electorales, es decir; 2016-2019 el encargado de dicha dependencia es el Secretario Cesar David López Arenas.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

En el desarrollo del trabajo de pasantía se llevó acabo el cumplimiento de las actividades asignadas en el ámbito administrativo (oficina), laboratorios y visitas de campo en cada uno de los frentes. El pasante participo de manera activa y siendo diligente; donde se realizaron las actividades propuestas al pasante siempre bajo la supervisión de la Ingeniera Florelba Castro Moreno. Según lo anterior para soporte de las actividades realizadas se anexan de manera digital y en registros fotográficos.

La ejecución de la pasantía se abarco en un periodo de 4 meses, para una totalidad de seiscientas doce (612) horas como soporte de lo anterior véase el **Anexo C.1. “Cronograma de actividades”**.

Gráfica 1: Tiempo en cada actividad expresada en horas y porcentaje.

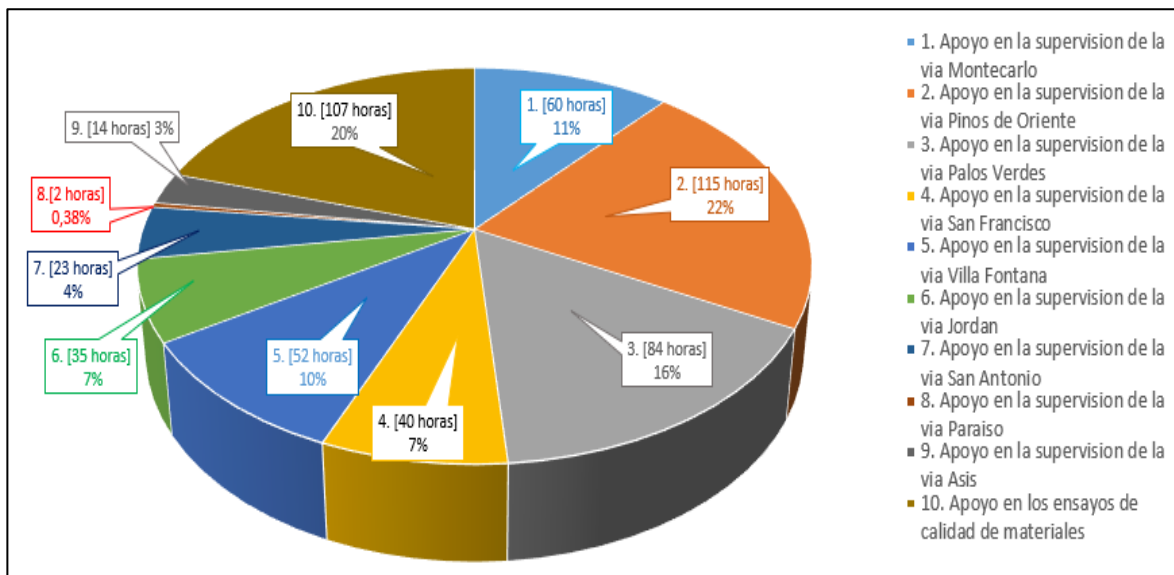


Fuente: (Florez K; 2019).

Como se observa en la gráfica 1 “Tiempo en cada actividad expresada en horas y porcentaje”, se puede apreciar de manera detallada las horas y porcentaje del desempeño en cada una de las actividades. En la imagen se refleja que mayormente se trabajó en las visitas de campo con 465 horas (76%); la segunda actividad destacada fue en los laboratorios de la Universidad Santo Tomas con 107 horas (17%) y por último se hicieron 40 horas (7%) correspondientes a actividades en oficina.

A la pasante se le delegaron varios frentes de trabajo que mayormente se abordaron bajo el contrato No. 1124 con una duración de 612 horas de pasantía. Para representar estas actividades se realizó un cronograma como se corrobora en el **Anexo C.2. “Actividades de las vías intervenidas”**, mediante un diagrama circular (grafica 2), en el que se observan los frentes visitados y la intensidad horaria de cada una.

Gráfica 2: Actividades desarrolladas durante el tiempo de pasantía.



Fuente: (Florez K; 2019).

Como se observa en la gráfica 2, se encuentra discriminado los lugares que se intervinieron durante el tiempo de pasantía. Además, se expresa la intensidad horaria, así como el porcentaje correspondiente a las 532 horas en cuanto a visitas de campo y laboratorios. Se elige describir cada una de las actividades de manera descendente en el que se encuentra una intensidad horaria de 115 horas (22%) correspondientes al apoyo en la supervisión de la vía en el Barrio Pinos de Oriente; la segunda con 107 horas (20%) que corresponden al apoyo de ensayos de calidad en los materiales; la tercera actividad con 84 horas (16%) del apoyo a la supervisión de la vía Palos Verdes; la cuarta corresponde al apoyo en la supervisión de la vía Montecarlo con 60 horas (11%).

La siguiente con la intensidad horaria de 52 horas (10%) del apoyo a la supervisión en la vía Villa Fontana; la sexta con la vía San Francisco 40 horas (7%); la séptima de la vía Jordán con 35 horas (7%); la octava con la vía San Antonio que abarca 23 horas (4%); la novena actividades del apoyo en la supervisión de la vía Asís con 14 horas (3) y la última vía que corresponde a la del barrio Paraíso con 2 horas (0%).

Además, durante el contrato No. 1124 se realizó un formato de control semanal en el que se abarquen los frentes de trabajo intervenidos durante dicho tiempo. Con el propósito de hacer un seguimiento más personalizado; los formatos o informes eran presentados a la supervisora para que conociera los avances en las vías, actividades emprendidas, así como sus observaciones.

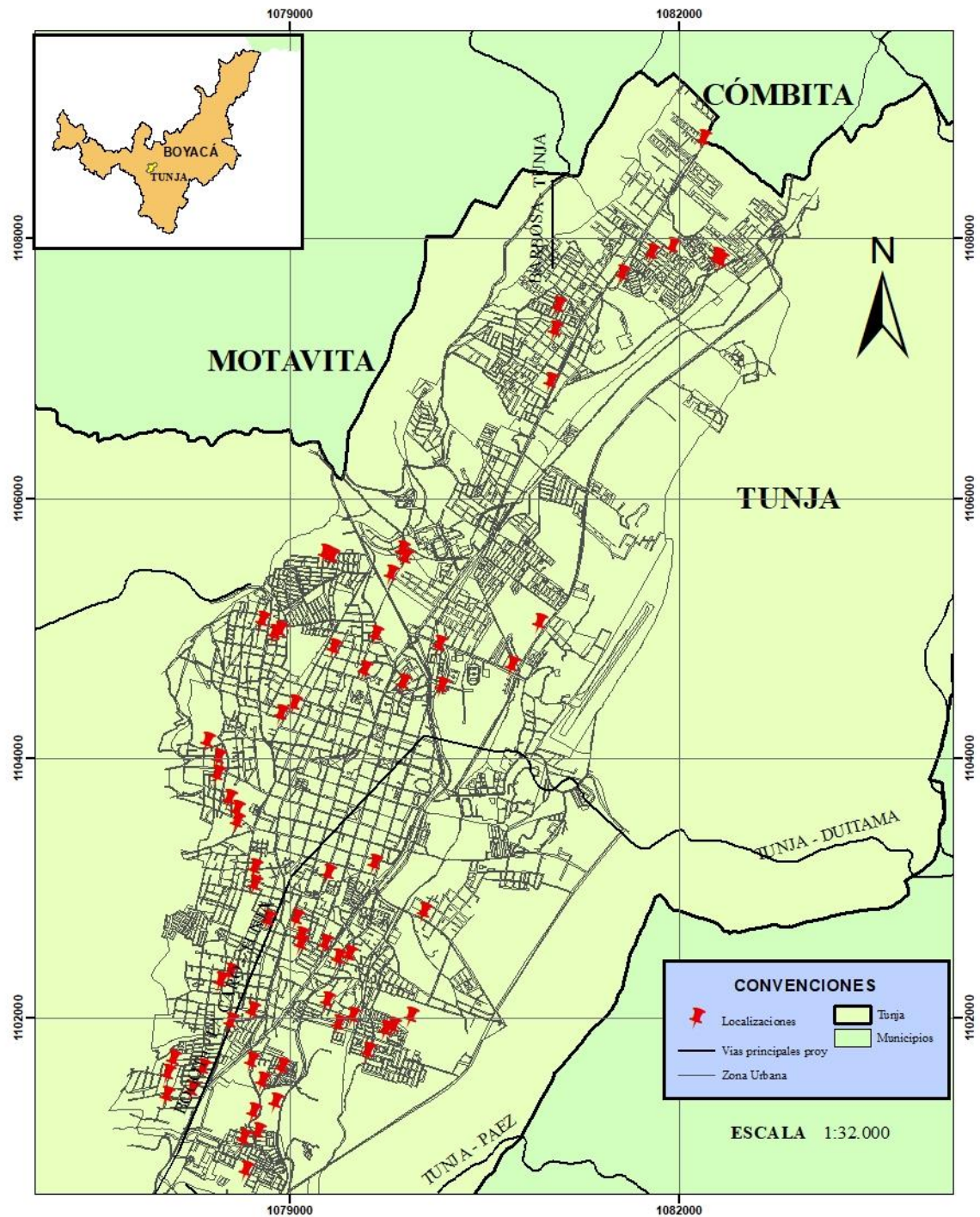
Los informes semanales tienen el siguiente contenido: Descripción de la actividad ejecutada con un acumulado de proyectos, sectores visitados por la pasante, tipo de maquinaria empleada en los sectores, observaciones, registro fotográfico general, seguimiento de personal, estado del tiempo, conclusiones y recomendaciones. Para corroborar lo anteriormente mencionado véase el **Anexo B. “Informes semanales alcaldía”**.

3.1. IDENTIFICACIÓN DEL DETERIORO DE LA MALLA VIAL EN LA CIUDAD DE TUNJA.

Se le delega a la pasante en realizar una identificación del estado de la malla vial en lo que respecta a las vías localizadas en los barrios de la ciudad de Tunja. Dicha actividad tuvo una duración de dos semanas (40 horas de campo y 20 horas de oficina). Cabe resaltar, que se seleccionaron dos vías de cada barrio dejando detallado: El barrio, la dirección, tipo de pavimento (flexible, rígido o articulado) y registro fotográfico. Como se puede apreciar en el **Anexo D.1. “Informe deterioro de la malla vial”**.

La ilustración 2 “Localización estado de la malla vial”, muestra las vías que se vieron más afectadas se encuentran en los barrios: Urbanización sol de oriente, Cooservicios, Sol de Oriente, Doña Eva, Nazaret, Jordán, Patriotas, Muiscas, Coedeudores, Caminitos de Oicata 1, Manantial, Portales del Norte, Santa Catalina, Asís, Villa luz, Granja, La Calleja, Bello Horizonte, Santa Lucia, Gaitán, Altamira, Milagro, Concepción, Kennedy, Topo, San Carlos, La Perla, San Francisco, Intersección entre la Avenida el Progreso y San Francisco, Avenida el progreso, La Florida, Surinama, El triunfo, Obrero, Suarez, Terminal, Villa Fontana, Esmeralda, Los Lanceros, Zativilla, Frente al Edificio Torre Sion y Eskala, Diagonal a la Cámara de Comercio, El Rincón de la María, Libertador, Las Américas, Bolívar, Trinidad, Siberia, Urazandy y Maldonado.

Ilustración 2: Localización estado de la malla vial.



Fuente: (Florez K,2019).

El formato del deterioro de la malla vial fue dirigido al Ing. Cesar David López. Por otro lado; la pasante realiza un formato para la inspección visual de pavimentos flexibles y rígidos de la ciudad de Tunja como se puede apreciar en el **Anexo. D.2.2. “Formato inspección visual de la malla vial”**. El formato del deterioro de la malla vial es presentado al Ing. Daniel Alberto Moreno Oliveros quien es el asesor de Secretaria de Infraestructura en lo que tiene que ver con estudios y diseños de geotecnia. Para que se coloquen las observaciones pertinentes de las vías en cuanto si la vía puede ser intervenida y un valor aproximado del costo de la intervención.

Además, se destinan 20 horas correspondientes a actividades de oficina, donde se realiza un formato para la inspección visual de pavimentos flexibles y rígidos de la ciudad de Tunja; el cual se encuentra en el *Anexo D.2.2.*

La información suministrada por la pasante le permite a la entidad pública en contar con una base de datos para poder proponer un concurso o convocatoria pública. De manera que participen varios oferentes y formulen propuestas para solventar las necesidades de la población afectada.

3.2. APOYO EN LA SUPERVISIÓN DEL CONTRATO N°1124

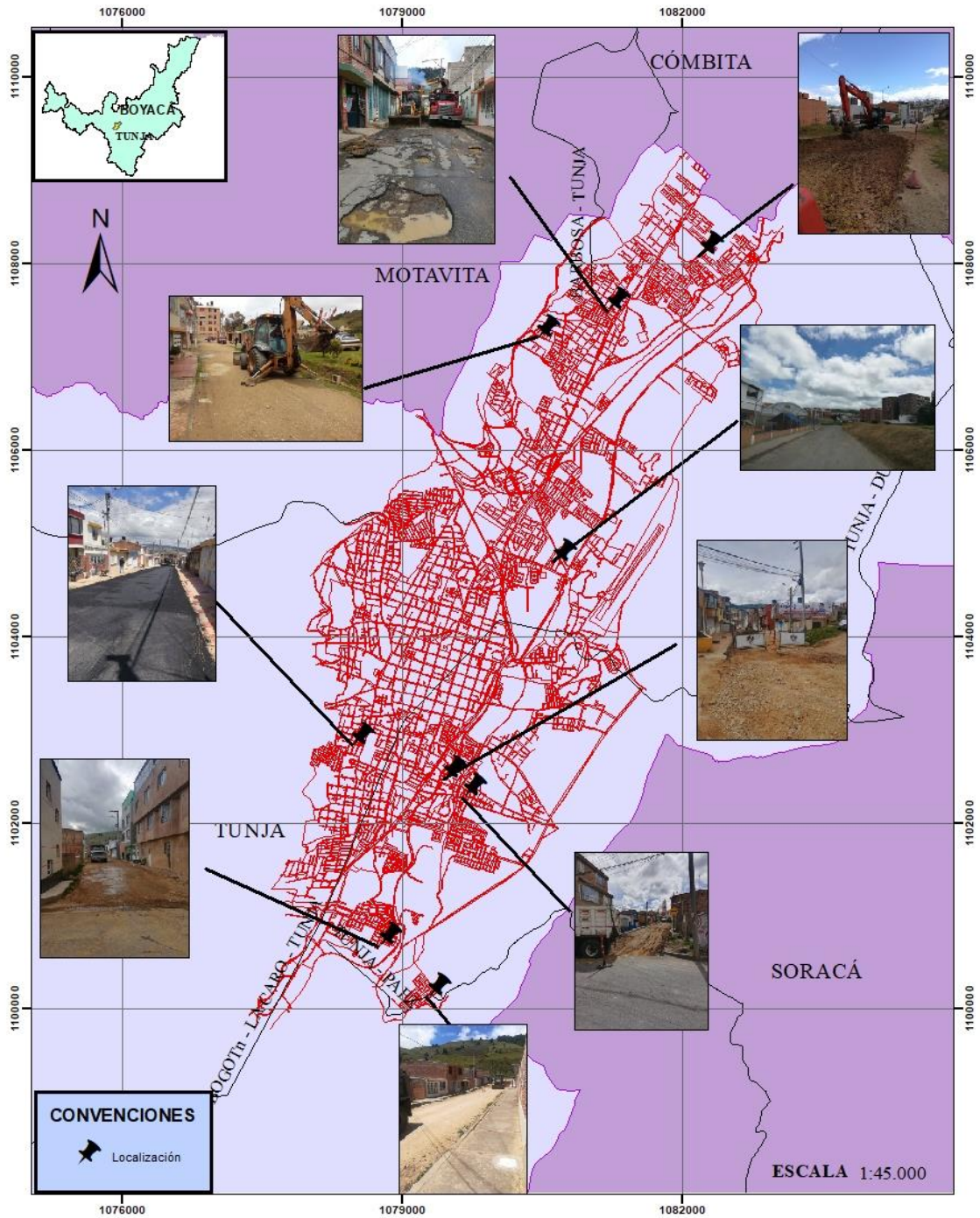
La dedicación de la pasantía fue destinada mayormente para el contrato No. 1124 que tiene como objeto el “Mantenimiento, recuperación y/o adecuación de la malla vial de la ciudad de Tunja” radicado el día 12 de diciembre de 2018 con un valor de: mil novecientos diecisiete millones ochocientos sesenta y nueve mil trescientos sesenta y nueve pesos con ochenta y un centavos m/cte (\$1.916.879.369.81), con un plazo de cuatro (4) meses.

Se realiza un listado de las vías intervenidas antes de la entrada de la pasante como se observa en el **Anexo E. “Vías intervenidas antes de la pasante”**. En este se muestra la intervención de 22 vías ubicados en distintos barrios de la ciudad de Tunja. Cada uno cuenta con la dirección, fecha de intervención, la fecha de finalización de la intervención y unas observaciones. Dejando constancia si la intervención es vía nueva, parcheo y/o bacheo; con sus respectivos espesores del diseño de pavimento.

Como se había mencionado anteriormente en este informe. La pasante estuvo participando en la intervención de 9 vías nuevas. Las cuales se localizan diferentes

sectores de la ciudad de Tunja; por tal motivo, es pertinente la realización de un mapa que permita visualizar de manera clara las diferentes localizaciones de las vías. Como se observa en la ilustración 3 “Localización de las vías intervenidas”

Ilustración 3: Localización de las vías intervenidas.



Fuente: (Florez K,2010).

3.2.1. Apoyo en la supervisión de la vía Pinos de Oriente.

El sitio del proyecto se encuentra ubicado en la provincia de centro en el departamento de Boyacá dentro del casco urbano de la Ciudad de Tunja, Calle 8ª sur entre carreras 3e y 4e. La información disponible de la vía se llevó en una licitación en el que incluye (Diseño Geométrico, estudio técnico de suelos y diseño de pavimentos Contrato No. 994). De acuerdo a lo anteriormente mencionado véase el **Anexo F.1** que corresponde a los planos del diseño geométrico, y el **Anexo F.8** donde se puede apreciar los demás estudios.

La estructura de pavimento consta de 25 cm de SBG-50 clase B, 25 cm de BG-38 clase B y una capeta asfáltica MDC-19 de 6,5 cm. Cabe resaltar que la vía cuenta con un material de mejoramiento (afirmado) en toda su longitud.

En calidad del pasante se brindó apoyo en la supervisión por parte de la alcaldía. Inicialmente realizando una inspección visual de la vía en compañía de la Ingeniera. Antes de comenzar con las intervenciones de la vía se llevó a cabo una reunión con la comunidad, donde estaban presentes la entidad contratante y contratista. Se socializo con la comunidad las actividades a emprender en el sector, así como la colaboración para la toma de actas de vecindad y el PMT (Plan de Manejo de Transito).

3.2.1.1. Excavación mecánica del terreno.

El interventor le solicita al Ing en manejar los recursos públicos de manera adecuada (material de afirmado), con respecto al destino final del mismo. A pesar de que se hizo la gestión se decide llevar el material de excavación a las escombreras. La vía cuenta con una longitud de 77,00 m con anchos promedios de 7,04 m. Se abordaron profundidades de excavación que varían entre los 50-58 cm, dependiendo del bombeo necesario para solucionar el problema de filtraciones de agua escorrentía. En la ilustración 4 se observa la verificación de profundidad de material removido.

Se llevo un control riguroso en el mantenimiento de acometidas de agua (ϕ interno de 20mm) y de collarín proveniente de la red de acueducto (ϕ 6"). Además de esto, se controló y verifíco el volumen de excavación total de 225,08 m³ de material de afirmado y de subrasante. Para esta actividad se hizo uso de retroexcavadora y herramienta menor.

Ilustración 4: Excavación mecánica.



Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.1.2. Suministro, extendida y compactación SBG.

El material granular proviene de la cantera agregados Santa Lucia. Se extendieron 172,55 m³ de subbase granular, se hizo uso de la retroexcavadora y de herramienta menor, como se puede apreciar en la ilustración 5. Se realiza apoyo a la supervisión por parte de la alcaldía en el chequeo del espesor del material instalado, verificando que este sea el adecuado. Sin embargo, a pesar de cumplir con el espesor se encuentran falencias en la distribución del agregado por falta de una motoniveladora.

Ilustración 5: Extendida de SBG.



Fuente: (Florez K; 2019).

Se realiza apoyo a la supervisión y acompañamiento en la toma de actas de vecindad. En la zona se encuentran 20 viviendas las cuales constan principalmente de un piso y algunas de 2 pisos. Se realizaron 9/20 actas de vecindad esto se debe a que los propietarios no se encontraban en sus casas en los momentos de visitarlas; en la ilustración 6 se puede apreciar la ejecución de las mismas. Por tal

motivo se marcan las hojas con la dirección y se deja la observación que se hicieron varias visitas donde no hubo respuesta alguna.

Estas se realizan con el propósito de llevar un control de las patologías presentes en las viviendas. Se observó que las principales patologías son fisuras en las cubiertas, fisuras por pañete y humedades en las paredes.

Ilustración 6: Actas de vecindad.



Fuente: (Florez K; 2019).

Se realiza apoyo a supervisión en la toma de densidades, empleando el equipo de densímetro nuclear de acuerdo a la INV E-164-13 “Determinación de la densidad y del contenido de agua del suelo y del suelo-agregado en el terreno empleando medidores nucleares”. Con el propósito de realizar una prueba de control de calidad y aceptación de dicho material; en el que proporciona no solo la densidad húmeda y contenido de agua en los suelos sino también la densidad seca. Dicho equipo era manejado por un operario de la empresa López Hermanos Ltda, como se aprecia en la ilustración 7.

Ilustración 7: Densímetro Nuclear para SBG.



Fuente: (Florez K; 2019).

Como se puede apreciar en el **Anexo G.1 “Densímetro nuclear Pinos de Oriente”**, se encuentra el informe de los resultados del ensayo del densímetro

nuclear por parte de la entidad López Hermanos. En la tabla 2 se observa los resultados obtenidos, los cuales son satisfactorios.

Tabla 2: Resultados densímetro nuclear SBG.

RESULTADOS DENSÍMETRO NUCLEAR PINOS DE ORIENTE SBG		
Profundidad	Primer ensayo [%compactación]	Segundo Ensayo [%compactación]
10 cm	98,5	97,0
	99,7	96,7

Fuente: (App Control de Ingeniería S.A.S; 2019).

3.2.1.3. Suministro, extendida y compactación BG.

Inicialmente se instalaron 209.48 m³ de base granular. El material proviene de la cantera Agregados Santa Lucia. Con base en los documentos del *“Estudio de suelos técnicos de suelos y diseño de pavimentos de vías de la ciudad de Tunja de la empresa App control de ingeniería S.A.S”*. Se puede conocer el tipo de suelo de la subrasante a partir del apique 1, realizado para la clasificación de los suelos en vista que el pavimento posee una estructura de aproximadamente 57 cm. Se toma la muestra de BO (0.8-1.5m) con una profundidad media de 1.15 m en el que clasifican al suelo según SUCS (Sistema Unificado de clasificación de suelos) un CL; es decir, una arcilla con baja plasticidad.

Obteniendo dos casos: El primero al tener una arcilla de baja compresibilidad se presenta, que dicho comportamiento obedece a una roca blanda. Cuya capacidad de soporte es de gran magnitud en comparación al caso dos. En el que la arcilla al entrar en contacto con el agua puede afectar la estructura de pavimento si su porcentaje de expansión es mayor al 2%. Para poder determinar y evaluar dicha expansión se debe hacer el ensayo de CBR sumergido para verificar si el suelo es expansivo o no.

Al extenderse el proceso de compactación de la base granular, este tiende a obtener un porcentaje mayor al 12% de finos. Por lo que su comportamiento será gobernado por los finos; es por ello que se recomienda realizar ensayos de límite líquido e índice de plasticidad. Para determinar si el porcentaje de finos presente en la capa granular es de alta o baja compresibilidad.

Una vez la estructura (base granular) se encuentre compactada en su totalidad se procede hacer el ensayo de calidad mediante el método del densímetro nuclear con la empresa López Hermanos Ltda, como se puede apreciar en la ilustración 8. Para verificar que el grado de compactación sea $\geq 95\%$.

Ilustración 8: Densímetro nuclear BG.



Fuente: (Florez K; 2019).

La tabla 3 muestra los resultados del grado de compactación, los cuales son satisfactorios. Para corroborar la información véase el **Anexo G.1. “Densímetro nuclear Pinos de Oriente”**.

Tabla 3: Resultados densímetro nuclear BG.

RESULTADOS DENSÍMETRO NUCLEAR PINOS DE ORIENTE BG		
Profundidad	Primer ensayo [%compactación]	Segundo Ensayo [%compactación]
10 cm	99,0	101,0
	99,0	101,0

Fuente: (App Control de Ingeniería S.A.S; 2019).

3.2.1.4. Suministro, extendida y compactación de la C.A.

Se realiza apoyo a la supervisión por parte de la alcaldía en el soplado e imprimación de 539 m²; cómo se puede apreciar en la ilustración 9, en el que se usó una emulsión asfáltica CRL-1h de rotura lenta que se encuentra especificado en el presupuesto del contrato No.994.

De acuerdo al (IDU, 2019) se puede clasificar las emulsiones según su tipo, velocidad de rotura y viscosidad. Según su carácter, el tipo de emulsión puede ser C (Catiónica) o A (Aniónica); además según su velocidad de rompimiento pueden ser, RR (Rompimiento rápido), RM (Rompimiento medio) y RL (Rompimiento lento); por último, según su viscosidad 1 (Baja viscosidad) y 2 (Alta viscosidad); si las siglas de la emulsión incluyen una letra h, indica que es de alta estabilidad.

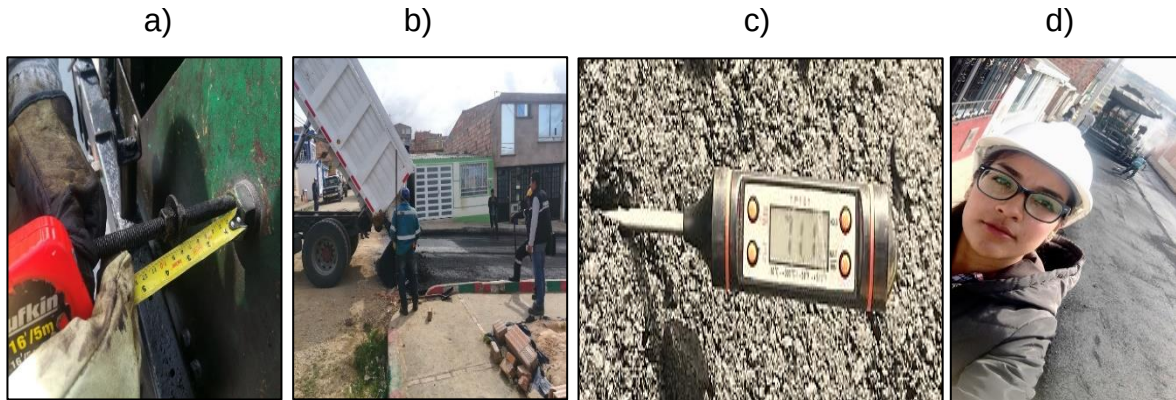
Ilustración 9: Soplado e imprimación CRL-1h.



Fuente: (Florez K; 2019).

Por otro lado; se realiza apoyo en chequeo de la altura del tornillo. Para la medida de este, se deja el espesor de la carpeta asfáltica (diseño) multiplicado por un factor de expansión para garantizar el espesor de diseño del contrato No.994. Además, junto con el interventor se toman las respectivas temperaturas de los viajes, donde se encuentra el primer viaje instalado a una temperatura de 71,7 °C. Se le recomienda al operario del vibro compactador en no generar movimientos bruscos, pues causaría fisuras en el pavimento que a medida del tiempo se agravarían. Cabe resaltar que la temperatura de llegada del asfalto a la obra debe ser $\geq 150^{\circ}\text{C}$ y la temperatura apropiada para la compactación oscila entre los 130°C . En la ilustración 10, se observan las siguientes actividades: a) Verificación altura del tornillo, b) suministro y extendida del asfalto, c) Temperatura del primer viaje de asfalto, d) Supervisión por parte de la pasante.

Ilustración 10: Actividades de la carpeta asfáltica



Fuente: (Florez K; 2019).

Se construyen vigas de amarre en aquellas zonas donde se encuentran empalmes o conformación de otros materiales. Las vigas cuentan con una sección de 30*30 cm con varillas No. 4 con un diámetro de $\frac{1}{2}$ " y flejes con varilla No. 3 con un diámetro de $\frac{3}{8}$ ". Además, de la conformación de cuneta desde el K0+000 hasta el K0+077 con un ancho de 40cm y un espesor de 10cm. Las vigas y las cuentas con un diseño de mezcla de concreto de 21MPa (3000 PSI). En la ilustración 11, se observa la verificación de las dimensiones de cuneta y vigas.

Ilustración 11: Verificación de dimensiones cuneta y vigas.



Fuente: (Florez K; 2019).

Para la verificación de la resistencia a la compresión del concreto utilizado para las cunetas y vigas de amarre, como apoyo a la supervisión por parte de la Alcaldía se realizaron 2 cilindros de concreto, los cuales se realizaron bajo la norma NTC 550 la cual proporciona la elaboración y el curado en el laboratorio de muestras de concreto para ensayos de compresión, como se puede apreciar en el documento del (ICONTEC, 2017).

Inicialmente se colocó un molde con concreto de 15 cm de diámetro y 30 cm de alto en 3 capas de igual volumen; la primera capa fue apisonada introduciendo la varilla hasta el fondo del molde 25 veces, mientras que la segunda capa se apisono con una varilla de 5/8" lisa, con 60 cm de largo y uno de sus bordes redondos. Después de compactar la primera capa se dieron 15 golpes con el martillo de caucho alrededor del molde con el fin de cerrar los vacíos dejados por la varilla. Este procedimiento se repite para las siguientes 2 capas, finalmente se protegieron las camisas con el fin de que no perdieran humedad. Los cilindros fueron destinados para ser fallados a los 14 y 28 días de edad.

Se realiza fallo de los cilindros de concreto como se menciona en el documento del (ICONTEC, 2010) en la NTC 673 de ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos. La resistencia del concreto a los 28 días fue de 20,87 MPa (3027 PSI) equivalente al 100,9% de la resistencia esperada; con base en el comentario del título **CR.5.6.3.3** de la (Asociación Colombiana de Ingeniería Sismica, 2010) NSR-10. La resistencia obtenida para ensayos individuales debe ser menor que f'_c en más de 3.5 MPa; por lo tanto, los cilindros fallados, con una resistencia de 21 MPa (3000 PSI) equivalente al 100%, es satisfactorios los resultados de resistencia.

3.2.2. Apoyo en los ensayos de control de calidad en los materiales instalados.

Antes de comenzar con la descripción de los ensayos ejecutados. Se pretende hacer un párrafo introductorio de los materiales que conforman la estructura de pavimento. Para ello véase el **Anexo J.1. "Mentefacto estructura de pavimento"**, donde se encuentra la norma que lo rige y tipos de gradación según corresponda.

La pasante brindo apoyo en la ejecución de ensayos de laboratorio para el control de calidad de los materiales instalados para las vías Montecarlo, Pinos de Oriente, Palos Verdes y San Francisco. Los cuales se realizaron en el laboratorio de Geotecnia y pavimentos de la Universidad Santo Tomas-seccional Tunja. Estos fueron ejecutados por la pasante se pueden apreciar en la tabla 4. Cada uno se rigió bajo la normativa respectiva. Límites de Atterberg (INV E 125-13), Determinación de los tamaños de las partículas de suelo-Granulometría (INV E 123-13), Resistencia al desgaste de los agregados por medio de la máquina de los ángeles (INV E 218-13), Ensayo modificación de compactación- Proctor modificado (INV E42-13), Estabilidad y flujo (INV E 748-13), Granulometría y contenido de asfalto (INV 123-13) y CBR (INV E 148-13).

Se realiza una tabla resumen en el que se discrimina el tipo de ensayo, norma o especificación, el objeto y la importancia, para ello véase el **Anexo H.4. “Importancia de los ensayos”**. Los ensayos mencionados fueron seleccionados, ya que permiten clasificar la calidad de los materiales y comprobar que se cumpla con la normativa respectiva del producto granular.

Como se mencionaba en la Gráfica 1, durante las 107 horas destinadas en laboratorios se realizaron 25 ensayos (subbase, base y asfalto). Además, la pasante vio pertinente en compartir la información con el interventor para que él tomara las decisiones pertinentes, estos informes se pueden apreciar en el **Anexo H.1. “Informes ensayos de calidad por la pasante”**.

Igualmente se realizan ensayos in-situ obligatorios y necesarios sobre cada una de las vías para conocer la humedad y grado de compactación de las capas que conforman la estructura de pavimento (sub-base y base granular). Los cuales poseen una condición de aceptación donde se debe de obtener un valor de compactación $\geq 95,00\%$. Dichos ensayos son: Determinación de la densidad y del contenido de agua del suelo y del suelo-agregado en el terreno empleando medidores nucleares (INV E 164-13) y/o Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena (INV E 161-13), estos son efectuados por entidades externas y no por la pasante.

También se realiza ensayos para verificar la resistencia a la compresión de especímenes de concreto de las vías Pinos de Oriente y San Francisco y se realizaron los cilindros de concreto bajo la norma NTC 550, como se aprecia en el documento por él (ICONTEC, 2017).

Tabla 4: Ensayos a realizar.

TIPO DE MATERIAL	ENSAYOS
SUBBASE	Límites de Atterberg
	Granulometría
	Desgaste de la máquina de los ángeles
	Densidad del suelo (Método cono de arena o Densímetro nuclear)
	Límites de Atterberg
BASE	Granulometría
	Desgaste de la máquina de los ángeles
	Proctor
	CBR
	Densidad del suelo (Método cono de arena o Densímetro nuclear)
	Estabilidad y flujo
ASFALTO	Contenido de asfalto
	Granulometría
FILTRO	Desgaste de la máquina de los ángeles
CILINDROS DE CONCRETO	Resistencia a la compresión

Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.3. Apoyo en la supervisión de la vía Palos Verdes.

El sitio del proyecto se encuentra ubicado en la provincia de centro en el departamento de Boyacá dentro del casco urbano de la Ciudad de Tunja, Calle 8ª sur entre carreras 3e y 4e. La información disponible de la vía se llevó en una licitación en el que incluye (Diseño Geométrico, estudio técnico de suelos y diseño de pavimentos Contrato No. 994). De acuerdo a lo anteriormente mencionado véase el **Anexo F.2** que corresponde a los planos del diseño geométrico, y el **Anexo F.8** donde se puede apreciar el listado de vías intervenidas en el contrato No.1124, a lo que respecta el estudio técnico de suelos y el diseño de pavimento.

En calidad de la pasante, se brindó apoyo en la supervisión inicialmente realizando una inspección visual de la vía en compañía del Ingeniero de Interventoría, donde se encuentra en tres tipos de material (adoquín, material común y losas de concreto).

De acuerdo al diseño geométrico, la vía consta de una longitud de 110,00 m y un ancho de 7,00 m. No obstante, durante la intervención se vio oportuno en intervenir la vía desde el K0+000 hasta el K0+140; es decir, hasta el edificio Portal de Juliana. La vía cuenta con un diseño de pavimento de 15cm de SBG-50 clase B, 15cm de BG-38 clase B y una carpeta asfáltica MDC-19 de 6,5 cm.

3.2.3.1. Excavación mecánica.

La profundidad de excavación varía entre 30 cm – 47 cm dependiendo del bombeo necesario para la evacuación de aguas lluvias. En el proceso fue necesario el uso de una retroexcavadora y herramienta menor en el que se retiraron 237,4 m³ de la banca existente. En la ilustración 12 se muestra: a) excavación mecánica de la parte superior de la vía, b) En vista que en la vía se encuentra un conjunto residencial (Caminitos de Oicata 2) se maneja la intervención por carriles, contando con la señalización pertinente para manejar un flujo de tránsito activo.

Ilustración 12: Excavación mecánica de la vía Palos Verdes.



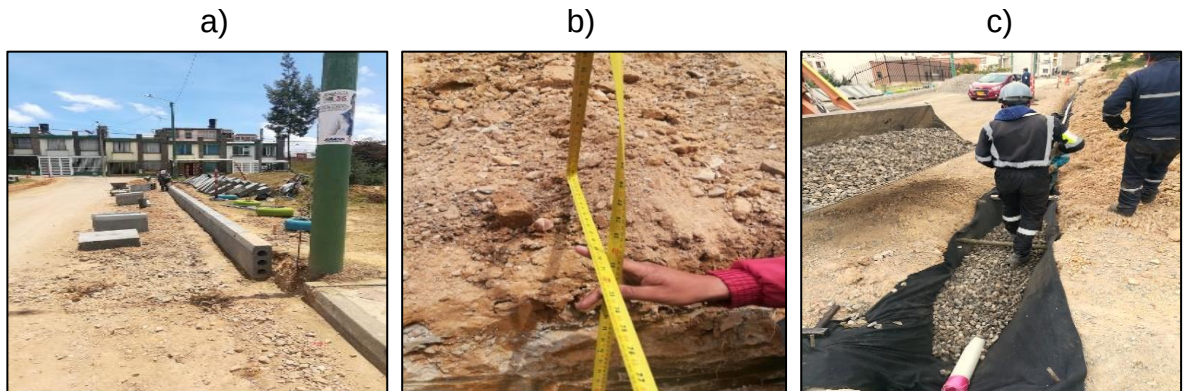
Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.3.2. Suministro, extendida y compactación de SBG.

Una vez excavado el terreno, se hace uso de un vibro compactador para sellar la subrasante. Se realiza apoyo a la supervisión en el suministro, extendida y compactación de 118, 62 m³ de material de subbase granular. Se hace uso de una motoniveladora y de herramienta menor. Para verificar que los espesores instalados, se hizo uso de un equipo de topografía para poder corroborar que las alturas fueran las acordes al diseño (contrato No. 994). Teniendo en cuenta el numeral 320.4.5 de las especificaciones por el INVIAS, el espesor de una subbase granular para compactación no debe ser menor de 100mm, ni superior a 200mm. Por lo tanto, se cumple con el espesor mínimo de SBG instalado y compactado.

Por otro lado, en la ilustración 13 se muestra: a) Instalación de sardinel. b) Excavación mecánica de zanja para conformación de filtro francés para proteger la estructura de pavimento. Donde se realiza apoyo a la supervisión en la verificación de las dimensiones de la zanja con 60,0*63,0 cm para una totalidad de 56,70m³ excavados. C) Construcción de filtro francés, en lo que consta la instalación del geotextil no tejido 1600, un tubo de drenaje y material drenante garantizando la retención de partículas finas, la estabilidad y durabilidad de las capas que conforman la vía.

Ilustración 13: Sardinel y construcción filtro francés.



Fuente: (Florez K; 2019).

Con base en el Artículo 673-13 del (INVIAS, 2013), se brindó un concepto ingenieril de forma verbal en la obra, en el cual se indicó que el material drenante debe estar constituido por una granulometría comprendida entre el tamiz 3" y $\frac{3}{4}$ ". De la misma manera que las condiciones normales de instalación del geotextil deben comprender traslapos longitudinales de 0,45 m como mínimo.

También se realizó apoyo a la supervisión en la ejecución de actas de vecindad. Alrededor de la vía se encuentran 5 edificaciones residenciales donde se pueden ingresar 2/5 viviendas, en reiteradas veces se visitaron las residencias y no hubo nadie a quien informar sobre las actividades realizadas.

Se realiza apoyo a la supervisión en la toma de densidades y humedades del material de subbase granular; empleando el método cono y arena de acuerdo a la INV E-161-13 "Densidad y peso unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena". Con el propósito de realizar una prueba de control de calidad y aceptación de dicho material en el que proporciona la densidad y contenido de agua en los suelos. El equipo es manejado por un operario de la empresa Orbeing SAS como se puede apreciar en la ilustración 14.

Ilustración 14: Ensayo cono y arena Palos Verdes.



Fuente: (Florez K; 2019).

En el **Anexo G.2 “Cono y arena Palos Verdes”**; se puede corroborar la información de la tabla 5, que muestra los resultados de grado de compactación de la capa de subbase granular. Los cuales se encuentran satisfactorios.

Tabla 5: Resultados Cono y arena SBG.

RESULTADO CONO Y ARENA SBG		
No. Ensayo	Volumen del hoyo [cm3]	[%compactación]
1	915,3	98,5
2	1001,4	95,4
3	866,7	100,5

Fuente: (App Control de Ingeniería S.A.S; 2019).

3.2.3.3. Suministro, extendida y compactación de BG.

Se realiza apoyo a la supervisión en la actividad de suministro, extendida y compactación de la base granular. Donde se verifico el espesor instalado de 15 cm para una totalidad de 138,24 m3 de material instalado. Por otro lado, se realizaron otras actividades, las cuales se observan en la ilustración 15: a) Extendida y compactación de base granular con el uso de una motoniveladora, b) Instalación de sardineles en la parte inferior de un solo carril, c) Nivelación de pozos, d) Zanja para la conexión de tubería entre pozo de aguas lluvias y caja sumidero.

Ilustración 15: Demás actividades realizadas.



Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.3.4. Suministro, extendida y compactación de la C.A.

En la ilustración 16 se puede observar: a) Se realiza supervisión a la actividad de imprimación con emulsión asfáltica CRL-1h en un área de 720 m². b) Supervisión a la actividad de suministro, extendida y compactación del asfalto. Para la vía fue necesario un volumen de 50m³ de asfalto MDC-19. c) Verificación de la temperatura de compactación (136,4°C).

Ilustración 16: Conformación de la carpeta asfáltica.



Fuente: (Florez K; 2019).

A pesar de haber terminado de instalar el asfalto aún quedan actividades pendientes como se observa en la ilustración 17: a) Continuar con la instalación de sardinel del carril derecho de la vía, b) Construcción de la caja del sumidero, c) Extender y compactar el material de relleno desde el K0+140 hasta el K0+175, d) Demoler viga de adoquín con dimensiones 35*22cm, e) Colocar adoquín nuevo, con base al

Artículo 510-13 (INVIAS, 2013). Se supervisa que la instalación de arena sea instalada sin ninguna humedad y se cumpla con un espesor ya nivelado de (30-40 mm). Así mismo la junta entre adoquines no se excedan de 3 mm para después ser confinados con la arena aluvial. Las dimensiones de los adoquines son de 20*10*6 cm con un patrón de espina de pescado. f) Fundir la cuneta con una longitud de 113 m, ancho de 45cm y un espesor de 10cm. El concreto es suministrado por la empresa Colconcretos S.A.S.

Ilustración 17: Culminación de actividades previstas.



Fuente: (Florez K; 2019).

Como actividades no previstas se encuentran: Fundir placas para andén (edificio Portal Villa Juliana y Vivienda). Soluciones de fisuras en el pavimento, en vista de las condiciones desfavorables el día de pavimentación (lluvia). Instalar reductor de velocidad en la parte superior de la vía antes de comenzar la estructura de pavimento articulado (adoquín). Construcción de sumidero transversal en la vía en el K0+140.

En la ilustración 18 se muestra: a) estado final de la parte superior de la vía. Y en la b) estado final de la parte inferior de la vía.

Ilustración 18: Estado final de la vía Palos Verdes.



Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.4. Apoyo en la supervisión de la vía Montecarlo.

El sitio del proyecto se encuentra localizado dentro del departamento de Boyacá en el casco urbano de la ciudad de Tunja, en la carrera 14^a entre calles 55^a y avenida jj rondón. La información disponible de la vía se llevó en una licitación en el que incluye (Diseño Geométrico, estudio técnico de suelos y diseño de pavimentos del contrato No.994), de acuerdo a la información anteriormente mencionada se discriminara y se dejara anexados los planos. De acuerdo a lo anteriormente mencionado véase el **Anexo F.3** que corresponde a los planos del diseño geométrico, y el **Anexo F.8** estudios técnicos de suelos y diseño de pavimento.

En calidad del pasante, se brindó apoyo a la supervisión por parte de la alcaldía de Tunja. Inicialmente en una inspección visual de la vía en compañía del Interventor. Se observan problemas de filtraciones de agua en las viviendas a causa de que la cota de la vía se encuentra al mismo nivel de las edificaciones, ya que se ha acumulado escombros sobre la vía con el motivo de “eliminar” baches. Cabe resaltar que la intervención a realizar consta de una construcción de vía nueva.

La vía consta de una longitud de 50,0 metros con un ancho de 5,60 m. De acuerdo al diseño de pavimentos, la vía cuenta con 20cm de mejoramiento de subrasante, 20cm de SBG-50 clase B, 20cm de BG-38 Clase B y una carpeta asfáltica MDC-19 de 6,5 cm.

3.2.4.1. Excavación mecánica.

Las profundidades de excavación varían entre 52 cm–70 cm dependiendo del bombeo diseñado para evitar problemas de empozamiento de aguas lluvias y escorrentías. Una vez finalizada la excavación se retiran 141,12 m³ de material natural. Por otro lado, mientras se realizan las actividades de excavación se realiza apoyo a la supervisión de actas de vecindad. Se encuentran viviendas residenciales de 1 y 3 pisos con problemas de humedades en cubiertas, vidrios rotos, separación de tejas y grietas por pañete. En la vía se presentan 19 edificaciones de las cuales se les ejecutaron 15/19 actas de vecindad.

En esta actividad se ven afectadas 3 zonas de acometidas de gas. Que fueron solucionadas por la entidad de Bomberos de Tunja y la empresa Vanti. También se vieron afectadas 6 acometidas de agua (ϕ interno de 20mm), 2 tubos sanitarios de 6" en material novafort. La pasante realiza la supervisión en el mantenimiento adecuado de las unidades afectadas.

3.2.4.2. Suministro, extendida y compactación de material de afirmado.

De acuerdo al documento de estudios técnicos de suelos, en la columna estratigráfica del apique 1. Se observa que la subrasante presenta un CBR= 3.7% en estado natural. Cuando se presentan $CBR < 3\%$ (Modulo resiliente=300kg/cm²) se considera que no son suelos que puedan ser usados como subrasantes, por lo que requieren de un mejoramiento o estabilización, como menciona el (INVIAS, 2019). La estructura consta de una altura de 66,5 cm de los cuales se destinan 20 cm de mejoramiento de subrasante con un volumen de 71,68 m³, para mejorar la resistencia de la capa de subrasante. En la ilustración 19 se puede apreciar el proceso de extendida y compactación.

Ilustración 19: Extendida y compactación mejoramiento subrasante.



Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.4.3. Suministro, extendida y compactación de SBG.

Se realiza apoyo a la supervisión en la actividad de suministro, extendida y compactación de subbase granular. Se verifico que el material sea extendido rápidamente de manera que no se pierda la humedad en el proceso. El volumen instalado fue de 71,68 m³ de material de subbase granular. El material granular proveniente de la cantera agregados Santa Lucia con un espesor de 20 cm. Se hizo uso de una retroexcavadora, herramienta menor y vibro compactador.

Durante el proceso de extendida y compactación como se puede observar en la ilustración 20. El material perdió gran parte de su humedad debido al clima soleado y demás efectos. Por tal motivo se humedece para sellar la estructura de manera homogénea y no se presenten fisuras por falta de humedad; siempre y cuando el volumen suministrado de agua en la obra, no supere la humedad optima del material (ensayo proctor modificado).

Ilustración 20: Extendida y compactación de SBG.



Fuente: (Florez K; 2019).

Cuando la estructura de subbase granular se encuentre compactada, se realiza apoyo a la supervisión por parte de la alcaldía en la toma de densidades. Los cuales se hicieron bajo el método de cono de arena con base en la INV E 161-13. La persona encarga del equipo es un laboratorista de la empresa ORBEING S.A.S, como se aprecia en la ilustración 21

Ilustración 21: Densidades mediante el método Cono de arena.



Fuente: (Florez K; 2019).

Se tomaron como referencia dos ensayos sobre la vía obteniendo resultados que se parecían en la tabla 6. Ya que los resultados son aceptables se recibe la capa de subbase granular.

Tabla 6: Resultados cono y arena SBG.

RESULTADO CONO Y ARENA SBG	
No. Ensayo	[%compactación]
1	100,0
2	96,5

Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.4.4. Suministro, extendida y compactación de BG.

Como se observa en la ilustración 22 se muestra: a) Se realiza apoyo a la supervisión en las actividades de suministro, extendida y compactación de la base granular que consta de un espesor de 20 cm con un volumen instalado de 71,68 m³. El material granular proviene de la cantera agregados Santa Lucia. Para ello se hace uso de la retroexcavadora, motoniveladora y herramienta menor. b) Además

se perfila uno de los accesos de la vía. c) Se remueve fallo de subbase granular aproximadamente de 4 metros lineales frente a la dirección Carrera 15# 55-10, se remueve el material con la retroexcavadora y se extiende material nuevo donde se retiran 1,21 m³ y se instalaron 2,15 m³ de base granular.

Ilustración 22: Extendida y compactación de BG.



Fuente: (Florez K; 2019).

Se realiza apoyo a la supervisión por parte de la alcaldía en la instalación de sardineles A-10, bordillo A-80 y transición A-40. Se ejecuta una excavación manual de zanja con dimensiones 25 cm*25 cm retirando un volumen de 6,25m³ de material. De la misma manera se lleva a cabo demolición de concreto proveniente de excedentes en los andenes. La pasante inspecciono que los sardineles se encuentren alineados longitudinalmente.

Además, se supervisa la actividad de excavación para construcción de sumidero frente a la dirección Carrera 14^a # 55^a-46 con dimensiones 94*64 cm y una altura de 25 cm. También se realiza excavación para conexión de sumidero y pozo de inspección mediante tubería de 6" novafort con una longitud de 1,30 m. Las dimensiones finales después de culminar el sumidero quedan de 79 cm* 48 cm, como se puede apreciar en la ilustración 23.

Ilustración 23: Construcción sumidero.



Fuente: (Florez K; 2019).

Para dejar una alineación de los sardineles instalados con los antiguos se deciden demoler y fundir nuevos bordillos. Para ello se realiza la mezcla de concreto en la obra, una vez terminados los bordillos se hace limpieza de la vía, removiendo los escombros de concreto y de material suelto. Además, se trae equipo compactador (rana) para eliminar vacíos de aire en la parte inicial de la vial, es decir; antes del sumidero transversal el cual consta de un área de 11,2 m².

Se realiza apoyo a supervisión en la toma de densidades y humedades del material de base granular; empleando el equipo de densímetro nuclear de acuerdo a la INVE-164-13. El equipo era manejado por un operario de la empresa López Hermanos Ltda, como se aprecia en la ilustración 24.

Ilustración 24: Densímetro Nuclear de BG.



Fuente: (Florez K; 2019).

Se realizan dos ensayos de densímetro nuclear, como se observa en la tabla 7. Para corroborar la información véase el **Anexo G.3. “Densímetro nuclear Montecarlo”**.

Tabla 7: Resultados Densímetro Nuclear.

RESULTADOS DENSÍMETRO NUCLEAR MONTECARLO BG		
Profundidad	Primer ensayo [%compactación]	Segundo Ensayo [%compactación]
10 cm	94,7	96,8
	93,8	97,2

Fuente: (Florez K; 2019).

Se realiza apoyo a la supervisión en la imprimación con emulsión asfáltica de rotura lenta CRL-1h abarcando un área de 291,2 m². La liga permitirá una mejor adherencia entre la base granular y el asfalto, para evitar fisuras por desplazamiento. Se verifica que la emulsión se ha adherido a la base granular cuando cambia su color negro a café. La pasante realiza la verificación en la altura del tornillo y temperatura de llegada del asfalto de cada uno de los viajes con 150°C, así como el de compactación que se encuentra alrededor de los 130°C.

A la vía llegan dos volquetas sencillas y una volqueta doble troque, para un volumen total de 23,09 m³ de asfalto MDC-19. Para instalar un espesor de 6,5 cm a lo largo de la vía.

En la parte inicial de la vía se realizó el extendido de manera manual, los demás tramos se extendieron con la finisher y se compactaron con el vibro compactador. Con anterioridad se verifica que no existan desniveles que propicien a empozamientos de aguas lluvias.

En la ilustración 25 se observa: a) Imprimación con emulsión asfáltica, b) Verificación de la temperatura del asfalto (antes de compactar), c) Supervisión en el extendido y compactado del material granular.

Ilustración 25: Actividades del asfalto MDC-19.



Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.5. Apoyo en la supervisión de la vía San Francisco.

El sitio del proyecto se encuentra localizado dentro del departamento de Boyacá en el casco urbano de la ciudad de Tunja, en la Calle 8^a sur entre carreras 7 y 9. Cabe denotar que la vía no se encuentra contemplada dentro del contrato No.1124. De tal manera que se realiza la adecuación pertinente dando solución a la acción de

tutela radicada el día 14 de agosto de 2019 dirigida a la Secretaria de Infraestructura por parte de la accionante MARIA ALIX TORRES CAMACHO. Justificando que se ha realizado el presupuesto, estudios técnicos de suelos y pavimentación para dar solución a los problemas de filtración de aguas lluvias en algunas de las viviendas. Ya que la vía no cuenta con ningún tipo de drenaje pluvial a causa que la vía no se encuentra pavimentada. Para soporte de lo anterior se anexa tutela. **Véase el Anexo I.1. “Tutela San Francisco”.**

El Ing. Cesar David López realiza un comité, donde se decide que el contratista envíe equipo topográfico y realice el diseño topográfico y así poder evaluar lo anteriormente expuesto por la accionante MARIA ALIX TORRES CAMACHO. La vía tiene una longitud de 126, 40 m con un ancho de calzada de 7 m. Además, se observa que en K0+030 hasta el K0+080 se encuentran pendientes críticas. Como se puede apreciar en el **Anexo F.4. “Diseño geométrico de la vía San Francisco”.**

La secretaria de infraestructura evalúa el diseño topográfico y se encuentra una solución más económica y efectiva. Se da la solución de eliminar la pendiente mediante la conformación de una capa de afirmado, construcción de muro de contención. Para aquellas viviendas que se encuentran por debajo de la cota de afirmado y en las demás se instalaran sardineles. También se construirá un andén con su respectivo bordillo para evitar humedades en las paredes de las otras viviendas afectadas. Para ello se decide intervenir tan solo 80 metros lineales ya que en dicho tramo se encuentran las viviendas por debajo de la cota del terreno natural. Las actividades que se llevaron a cabo en la Calle 8ª sur entre carreras 7 y 9 se describen a continuación.

3.2.5.1. Suministro, extendida y compactación de afirmado.

Se realizan actividades de perfilado, excavación y compactación de la banca existente de material donde se remueven 153 m³. Se lleva a cabo el apoyo a la supervisión en la compactación de material de afirmado con un volumen instalado de 140,00 m³. Después, se realiza la instalación de sardineles tipo A-10, A-40 y A-80, el cual es realizado por trabajadores que disponían de sus equipos de protección personal. Las dimensiones de la zanja son de 35 cm* 15 cm y una instalación de 30,4 metros lineales de sardineles instalados en el costado derecho de la vía. Además, se realiza inspección visual del alineamiento horizontal.

En la ilustración 26 se puede apreciar la conformación de capa de afirmado grueso y la instalación de sardinel a lo largo de la vía.

Ilustración 26: Conformación de material de afirmado y sardinel.



Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.5.2. Construcción de muro de contención.

En vista a la presencia de puntos críticos en la vía a causa del volumen de material a soportar. Se construye un muro de contención, donde la pasante realiza apoyo a la supervisión del armado de acero de refuerzo suministrado. Para la actividad se contó con 3 trabajadores, para la ejecución de las actividades contando con los elementos de protección personal. En la obra se observa que se han instalado barras No. 4 con un diámetro de $\frac{1}{2}$ " longitudinales y refuerzo transversal, en la parte inferior del muro (zarpa) la distribución longitudinal es de 30cm y separación transversal de 15cm. Mientras que la distribución transversal de aceros en la parte superior del muro es de 24 cm. En la ilustración 27, se observa el armado de acero del muro de contención.

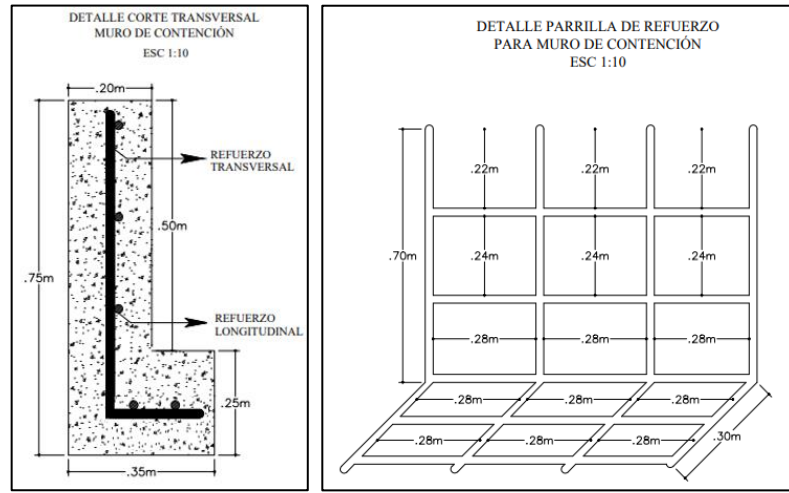
Ilustración 27: Armado de acero.



Fuente: (Florez K; 2019).

La pasante realizó la medición del espaciamiento de los refuerzos. Como resultado véase la ilustración 28, que muestra la distribución de aceros del muro de contención en los 48,2 m de longitud del muro.

Ilustración 28: Diseño del muro de contención (acero de refuerzo)



Fuente: (Florez K; 2019).

Se realiza la verificación de la resistencia a la compresión del concreto utilizado para el muro de contención. Como apoyo a la supervisión por parte de la alcaldía, la pasante realizó 2 cilindros de concreto. Los cuales se realizaron bajo la norma NTC 550, como se aprecia en el documento por él (ICONTEC, 2017). Se usaron moldes de 15 cm de diámetro y 30 cm de alto y se elaboran 2 cilindros de concreto destinados para fallarlos a los 14 y 28 días de edad. Posteriormente una vez fraguados se llevan a los laboratorios de la Universidad Santo Tomas para ser curados y fallados por la pasante.

Como se menciona en el documento del (ICONTEC, 2010) de la NTC 673, para fallar los cilindros de concreto y que hacen referencia al ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos. La resistencia del concreto a los 28 días fue de 15.20 MPa (2204 PSI) equivalente al 73,5% de la resistencia esperada; con base en el comentario del título **CR.5.6.3.3** de la (Asociación Colombiana de Ingeniería Sismica, 2010) NSR-10, la resistencia obtenida para ensayos individuales debe ser menor que f'_c en más de 3.5 MPa. Por lo tanto, los cilindros fallados con una resistencia de 21 MPa (3000 PSI) equivalente al 100%, no se considera satisfactorio puesto que la resistencia tendría que haber dado mayor o igual a 17.5 MPa.

Una vez terminados los cilindros de concreto se realizó apoyo a la supervisión del mezclado y fundida en obra. El cual tuvo un diseño de resistencia de concreto de 21 MPa (3000 PSI); cabe resaltar que se decide fundir en dos partes el muro siendo la primera la zarpa y después el muro. En la ilustración 29 se observa a) fundida de

la zarpa, b) estado final del muro, c) limpieza de escombros. Cabe resaltar que el muro de contención tuvo una longitud de 49,6 m.

Ilustración 29: Fases de construcción del muro de contención.



Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.5.3. Conformación de andén, bordillo y cuneta.

Se realiza supervisión en el suministro y fundida del concreto para bordillo al costado de la vía. Consta de un diseño a la compresión de 21MPa (3000 PSI), el cemento fue suministrado por la empresa Colconcretos Ltda. Durante la fundida del bordillo no se encuentra el ingeniero. Por lo que este, le pide a la pasante en fundir 2 camisas de concreto destinados para el contratista. Para ello se realiza apoyo en la elaboración de 4 cilindros de concreto, los cuales se realizaron bajo la norma NTC 550. Se usaron moldes de 15 cm de diámetro y 30 cm de alto y se elaboran 4 cilindros de concreto destinados para fallarlos a los 14 y 28 días de edad, como se puede apreciar en la ilustración 30. Posteriormente una vez fraguados se llevan los dos cilindros de concreto a los laboratorios de la Universidad Santo Tomas para ser curados y fallados por la pasante.

El día 15 de noviembre de 2019 se realiza fallo de los cilindros de concreto como se menciona en el documento del (ICONTEC, 2010) de la NTC 673 de ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos. La resistencia del concreto a los 28 días fue de 17.36 MPa (2518 PSI) equivalente al 73,5% de la resistencia esperada; con base en el comentario del título CR.5.6.3.3 de la (Asociación Colombiana de Ingeniería Sismica, 2010) NSR-10, la resistencia obtenida para ensayos individuales debe ser menor que f'_c en más de 3.5 MPa. Por lo tanto, los cilindros fallados, con una resistencia de 21 MPa (3000 PSI) equivalente al 100%, no se considera satisfactorio puesto que la resistencia tendría que haber dado mayor o igual a 17.5 MPa.

Ilustración 30: Elaboración de camisas de concreto.



Fuente: (Florez K; 2019).

Una vez fraguado el concreto del bordillo se desencofra y se realiza limpieza para remover los escombros. Después se funde el andén el cual tiene dimensiones de 30 cm* 10 cm. Siguiendo se realiza excavación de cuneta con un ancho de 40 cm y un espesor de 10 cm como se observa a continuación.

3.2.6. Apoyo en la supervisión de la vía Villa Fontana.

El sitio del proyecto se encuentra localizado dentro del departamento de Boyacá en el casco urbano de la ciudad de Tunja, en la Carrera 1ª con calle 32. La vía no se encuentra contemplada dentro del contrato No.1124. Se realizan las respectivas adecuaciones bajo el derecho de petición radicada el 19 de septiembre de 2018 dirigido al alcalde PABLO EMILIO CEPEDA NOVOA. Quien re dirige el documento a la Secretaria de Infraestructura, el accionante DORIS PATRICIA HERNANDEZ quien es la rectora del Gimnasio Villa Fontana. Justifica que reiteradamente a solicitado a la administración municipal el arreglo de la vía en el ingreso del Barrio Sauces de la Pradera en la carrera 1ª y 1c. Ya que el estado de la vía se empeora periódicamente en especial en épocas de lluvia convirtiéndose en un riesgo potencial de accidentes y caos vehicular que afecta la movilidad del sector. Para soporte de lo anteriormente mencionado, véase el **Anexo I.2. “Derecho de petición Villa Fontana”**.

Antes de comenzar con la descripción de las actividades ejecutadas se describe las condiciones iniciales en la Carrera 1ª con calle 32. La vía se encuentra en pavimento asfáltico con deterioro de baches en todo el tramo de la vía. Además, no existe ningún tipo de drenaje pluvial que evacue las aguas lluvias y de escorrentía afectando directamente el deterioro de la malla vial.

La Calle 32A entre Carrera 1C y 1D consta de un abscisado de 66,54 m y un ancho de calzada de 5,54 m. Por otro lado; en la Carrera 1C entre Calle 32A y Carrera 1C No. 32-101 posee una longitud de 28,04 m y un ancho de calzada de 6,09 m. El área total a intervenir es de 539,57 m² contando con 2 pozos de inspección con un diámetro de 1,70 m y 0,70 m con una altura de 0,57 m y dos sumideros de 1,00*0,50 m con una profundidad de 0,57 m.

3.2.6.1. Excavación mecánica.

Inicialmente se comienza con la demolición de la carpeta asfáltica que cuenta con un espesor de 10 cm. Una vez culminada la demolición se realiza la excavación y perfilado en el que se retira un volumen de 443,10 m³ de material. En el proceso se observan dos fallos en la subrasante por lo que el contratista UNION TEMPORAL VIAS TUNJA, dirige un comunicado el día 06 de septiembre de 2019 a la empresa encargada de la interventoría llamado APP control de ingeniería. Con el asunto de evaluar la propuesta de la construcción de un canal y la proyección del presupuesto. En el que justifica que la construcción del canal es necesario para la evacuación de aguas para evitar láminas de agua. Además de la instalación de piedra rajón para un mejoramiento de la subrasante, ya que es altamente plástico sin capacidad portante; para soporte de lo anterior se anexa comunicado y propuesta económica. Para soporte de lo anterior, véase el **Anexo I.3. “Carta y propuesta económica Villa Fontana”**.

3.2.6.2. Conformación de capa de piedra rajón.

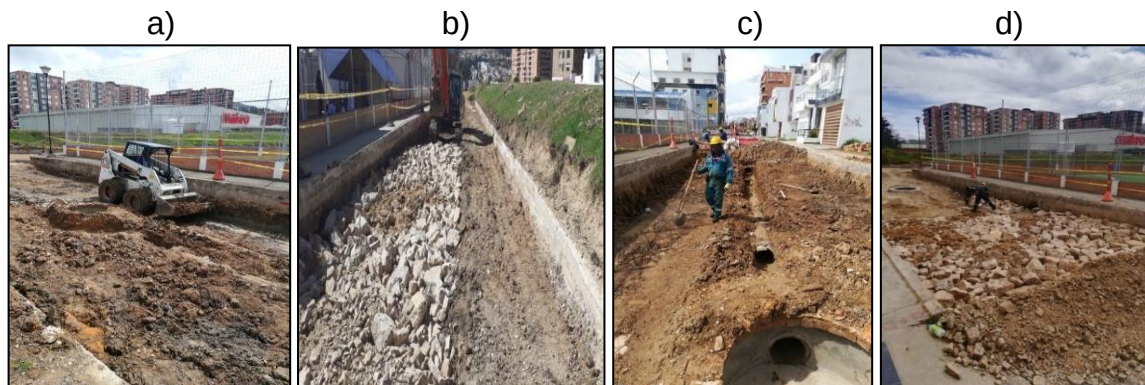
De acuerdo a la sección 321-11; cuando se encuentre un tramo de la vía con una subrasante blanda sin capacidad de soporte. Generalmente con CBR inferior al 2,5% en condición natural o 1,5% en condiciones sumergidas, o cuando se encuentre con suelos indeseables y que sea necesario el remplazo para mitigar las deformaciones plásticas. El tamaño máximo del rajón depende el valor menor que resulte de 2/3 el espesor proyectado o 30 cm. Posteriormente se debe sellar los vacíos inter granulares con un material que reúnan las características de una subbase granular, como se me menciona en él (IDU, 2019).

La empresa App control de ingeniería S.A.S responde positivamente al comunicado. Donde se instalan entre 30-40 cm de espesor del pedraplen compacto con un

volumen de 133,42 m³. En el K0+094.58 se hizo uso de la retroexcavadora y de un minicargador, en el cual la pasante realiza apoyo a la supervisión en la actividad mencionada. No obstante, en la excavación de la Carrera 1C entre Calle 32A y Carrera 1C No. 32-101. Se observa que la red de alcantarillado se encuentra en tubería de gress de 6", es remplazado por la mano de obra por parte del contratista. Para ello se instala una tubería de alcantarillado de PVC con un diámetro de 6" abarcando una longitud de 26,50 m.

En la ilustración 31 se observa: a) Excavación de la banca existente que varía la profundidad entre 37-78 cm, b) Instalación de pedraplen, c) Mantenimiento de la red de alcantarillado.

Ilustración 31: Actividades realizadas en la excavación.



Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.6.3. Suministro, extendida y compactación de BG.

La pasante brinda apoyo en la supervisión en el suministro, extendida y compactación del material de afirmado hasta de un diámetro de 2". Para sellar los vacíos entre los pedraplenes, donde fue necesario instalar un volumen de 159,91m³ con un espesor de 24 cm, como se puede apreciar en la ilustración 32. De la misma manera se instalan 161,80 m³ de material de base granular en el que varía el espesor entre 20-25 cm dependiendo del bombeo necesario para evacuar las aguas lluvias. Se realiza zanja para construcción de canal con dimensiones 50*30 cm.

Ilustración 32: Actividades realizadas en la excavación.



Fuente: (Florez K; 2019).

Además, se realiza apoyo a la supervisión en la toma de densidades. Los cuales se hicieron bajo el método de cono de arena con base en la I.N.V E 161-13. La persona encargada del equipo es un laboratorista de la empresa ORBEING S.A.S. Se tomaron como referencia dos ensayos sobre la vía obteniendo resultados de 100.9% y 100.3%. Una vez verificado los resultados por Interventoría, se le autoriza al contratista ejecutar la actividad de imprimación con emulsión asfáltica CRL-1H.

3.2.6.4. Suministro, extendida y compactación de la C.A.

El día 21 de octubre de 2019 se iba a realizar el extendido de liga, pero no fue posible por condiciones climáticas lluviosas. Con base en el artículo 411-13 presente en él (INVIAS, 2013). “Las emulsiones deben ser instaladas en material granular seco. Debido que el agua impide que exista adherencia entre la liga y la base granular”. Por tal motivo; se reprograma la imprimación, donde la pasante realiza la supervisión a la roptura de la emulsión verificando la transición de color negro a café en los 535,91 m2.

Como ítems no previstos se realiza construcción de caja de acometida filtro cancha con una longitud de 1,20 m y un ancho de 0,40 m. Nivelación de los dos pozos de inspección, suministro e instalación de codo PVC sanitario de $\phi 8$ ” y tubería de alcantarillado en PVC de 8” el cual sirve para la conexión del sumidero.

Se realiza apoyo a la supervisión en compañía de la supervisora y el interventor. Las labores realizadas fueron el chequeo de la altura del tornillo verificando un espesor de la carpeta asfáltica compactada fuera de 6,5 cm. En la ilustración 33 se puede apreciar: a) Imprimación con emulsión asfáltica CRL-1h, b) Verificación de

los niveles de asfalto en la Carrera 1C No. 32-101 con un nivel topográfico, c) El interventor le solicita al ingeniero en extender material para realizar curva en la intersección entre la Carrera 1C entre Calle 32A y Carrera 1C No. 32-101. Ya que al ir a pasar dos vehículos el ancho efectivo de la vía no lo permitiría. No obstante, cabe denotar que en dicha zona no se encontraba liga. Por lo que el asfalto es extendido sobre el material granular.

Ilustración 33: Actividades realizadas en la excavación.



Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.6.5. Ítem no previsto, construcción de canal de drenaje.

Por otro lado; el detalle para la construcción de canal elaborado por del contratista. El diseño del canal consiste de un ancho variable de 50 cm con una profundidad de 60 cm. Con una longitud que abarca desde el K0+000 hasta el K0+065. Con un ancho de bordillo de 10 cm y la altura de las ventanas del canal con 20 cm. Bastones de 1,21 m de longitud y varilla No.3 cada 20 cm revestidas en malla electrosoldada No.3 en el nivel 0-60. Mientras que para en el nivel 0+00 con diferencia de malla electrosoldada en una sola cara del canal. Con varillas No.3 cada 20 cm y una longitud de 61 cm, como se observa en el **Anexo I.3. “Carta y propuesta económica Villa Fontana”**.

En calidad del pasante se brinda apoyo a la supervisión en la verificación de las medidas y distribución de los aceros en compañía del interventor. Las dimensiones de la zanja para el canal son de 50*70 cm con malla electrosoldada No.3. Al costado del asfalto reforzada con varilla No.3 con longitud de 0.61 m y una separación de 20 cm a lo largo del canal el cual tiene una longitud de 62,14 m. En la ilustración 34 se puede apreciar: a) Verificación de las dimensiones de diseño del canal. b) Colocación de los bastones de 1,21 m de longitud y varilla No.3 cada 20 cm.

Ilustración 34: Verificación de las medidas de diseño del canal.



Fuente: (Florez K; 2019).

Se funde la parte inferior del canal que consta de un espesor de 10 cm. El concreto usado, proviene de la empresa Colconcretos Ltda. Consta de un diseño a la compresión de 21 MPa (3000 PSI). La pasante brinda apoyo al interventor en la toma de 3 muestras (camisas de concreto), del concreto suministrado para el canal. Los cuales se realizaron bajo la norma NTC 550 que se menciona en el documento por él (ICONTEC, 2017). Se usaron moldes de 15 cm de diámetro y 30 cm de alto y se elaboran los 3 cilindros de concreto destinados para fallarlos el 7, 14 y 28 días de edad. Además, el ingeniero funde 2 camisas de concreto para ser fallados por parte del contratista. Una vez fraguados el interventor se lleva las 3 camisas de concreto para ser curados y posteriormente fallados en los días correspondientes. En la ilustración 35 se observa la elaboración de camisas de concreto.

Ilustración 35: Fundida base canal y elaboración de cilindros de concreto.



Fuente: (Florez K; 2019).

Se realiza el fallo de los cilindros con base en la NTC 673, y que se encuentra en el documento por él (ICONTEC, 2010). La resistencia a la compresión del cilindro con edad de 7 días posee un f'_c de 1893,0 PSI que es lo mismo a un 63,1% de la resistencia esperada, pasados los 14 días de curado se procede a fallar el cilindro donde se obtiene una resistencia a la compresión de 2839,8 PSI que equivale a un 94,7% de la resistencia esperada de 3000 PSI; no se encuentra resultado del

cilindro a los 28 días ya que se encuentra pendiente según el reporte de APP control de ingenierías S.A.S. Para ver el informe de la resistencia a compresión de los especímenes cilíndricos. Ver el **Anexo H.2.1. “Base canal cilindro interventoría”**.

Tabla 8: Resultado de ensayo resistencia a la compresión-Concreto utilizado en la base del canal.

Edad Cilindro (Días)	Carga aplicada maquina (Kg)	Resistencia máxima cilindro (kg/cm ²)	Resistencia máxima cilindro (MPa)	Resistencia máxima cilindro (PSI)	f'c obtenido (%)	Tipo de falla
7	24045	132,5	12,99	1893,0	63,1	2
14	35129	198,8	19,49	2839,8	94,7	6
28	PENDIENTE FALLO					

Fuente: (App Control de Ingeniería S.A.S; 2019).

Se hizo visita a la obra, donde se encuentra encofrada la parte superior del canal en el que se dejan tramos sin bordillo. Es decir, con unas ventanas para la evacuación de aguas con dimensiones de 30*19 cm. El suministro del concreto es premezclado proveniente de la empresa Colconcretos S.A.S con un diseño a la compresión de 21 MPa (3000 PSI). Interventoría funde dos camisas de concreto destinados para la pared del canal en el que se usaron moldes con un diámetro de 15 cm y una altura de 30 cm cumpliendo con las especificaciones de la elaboración de especímenes cilíndricos con base en la NTC 550. En la ilustración 36, se puede apreciar el encofrado de las paredes del canal. Así como el estado final del mismo.

Ilustración 36: Fundida paredes canal y estado final.



Fuente: (Florez K; 2019).

Se realiza el fallo de los cilindros con base en el NTC 673 de ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, como se aprecia en el documento por él (ICONTEC, 2010). En la Tabla 9 se aprecian los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión del cilindro con edad de 7 días posee

un $f'c$ de 1642,5 PSI que es lo mismo a un 54,7% de la resistencia esperada. Pasados los 14 días de curado se procede a fallar el cilindro donde se obtiene una resistencia a la compresión de 2729,9 PSI que equivale a un 91,0% de la resistencia esperada de 3000 PSI según el reporte de APP control de ingenierías S.A.S. Para corroborar la información anteriormente mencionada, véase el **Anexo H.2.2. “Pared canal cilindro interventoría”**.

Tabla 9: Resultado de ensayo resistencia a la compresión-Concreto utilizado en la pared del canal.

Edad Cilindro (Días)	Carga aplicada maquina (Kg)	Resistencia máxima cilindro (kg/cm ²)	Resistencia máxima cilindro (MPa)	Resistencia máxima cilindro (PSI)	$f'c$ obtenido (%)	Tipo de falla
7	21138	115,0	11,28	1642,5	54,7	2
14	34221	191,1	18,74	2729,9	91,0	6

Fuente: (App Control de Ingeniería S.A.S; 2019).

3.2.7. Apoyo en la supervisión de la vía Jordán.

El sitio del proyecto se encuentra localizado dentro del departamento de Boyacá en el casco urbano de la ciudad de Tunja, en la Transversal 5ª entre calles 4 y 6. La vía no se encuentra contemplada dentro del contrato No.1124. Debido a que se realizan las respectivas adecuaciones bajo el derecho de petición solicitando un mantenimiento a la vía por lo que se encuentra en mal estado. Las intervenciones proyectadas en la vía dieron inicio el 06 de mayo de 2019. Donde se ejecutaron actividades de demolición de la carpeta asfáltica y se hizo una excavación mecánica con una profundidad de 27 cm. En el que se encuentra fallo en la subrasante y por tal motivo se instala un pedraplen de 10 cm.

Además; se realiza suministro, extendida y compactación de base granular con un espesor de 10 cm en una longitud de 214,84 m y un ancho de calzada variable de 5,38 m. Se suspenden las actividades por motivos de mantenimiento en la red de alcantarillado. El cual se encontraba con tubería de gress, de tal manera se le solicita a la empresa VEOLIA aguas de Tunja en solucionar lo más pronto posible.

3.2.7.1. Ítem no previsto, demolición de muro de contención y andén.

Se retoman las actividades el día 10 de octubre de 2019 comenzando con la demolición de un muro de contención que se encuentra confinando sumidero. Ya que impedía el drenaje de aguas lluvias y también se encuentra por fuera del lineamiento de la vía afectado el ancho efectivo. Además, se realiza demolición de una parte del andén proveniente de un conjunto residencial el cual está invadiendo el ancho de la calzada.

3.2.7.2. Suministro, extendida y compactación de BG.

Una vez terminada la demolición del muro y del andén. Se continua con la demolición de la carpeta asfáltica de aproximadamente 15 metros lineales faltantes. Mientras tanto en la parte superior se hace suministro, extendida y compactación de material de base granular dejando un espesor de 15 cm. Se hizo uso de motoniveladora, retroexcavadora, vibro compactador y herramienta menor, como se puede apreciar en la ilustración 37.

Ilustración 37: Demolición de C.A. y extendida de BG.



Fuente: (Florez K; 2019).

En la ilustración 38, se aprecia el apoyo a la supervisión por parte de la alcaldía en la toma de densidades del material de base granular, empleando el método de Cono y arena de acuerdo a la INV E 161-13, el equipo es manejado por un operario de la empresa Orbeing S.A.S.

Ilustración 38: Densidades mediante el ensayo cono y arena.



Fuente: (Florez K; 2019).

En la tabla 10, se puede apreciar los resultados obtenidos del grado de compactación del material granular. Estos fueron comprobados por el interventor durante el desarrollo de la misma.

Tabla 10: Resultado Cono y arena de la BG.

RESULTADO CONO Y ARENA BG	
No. Ensayo	[%compactación]
1	95,3
2	99,0
3	98,6

Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.7.3. Suministro, extendida y compactación de la C.A.

Se realiza apoyo a la supervisión en el soplado e imprimación con emulsión asfáltica CRL-1h. Verificando el proceso de roptura de la liga, el cual se desarrolla sin ningún problema. De la misma manera en la conformación de la carpeta asfáltica usando una MDC-19 con un espesor de 7 cm. En esta actividad se hizo uso de la finisher, vibro compactador y herramienta menor. En la ilustración 39 se muestra: a) Verificación de la altura del tornillo, marcando un espesor compactado de 7cm. b) Conformación de la carpeta asfáltica.

Ilustración 39: Suministro, extendida y compactación de la C.A.



Fuente: (Florez K; 2019).

Una vez conformada la carpeta asfáltica, se observan problemas en el asfalto a lo que se refiere a fisuras probablemente por desplazamientos bruscos con el vibro compactador. Igualmente se encuentran instalados en la vía 2 reductores de velocidad, los cuales se construyeron a petición de un propietario de vivienda sobre aquella zona. Justificando que los camiones de gaseosas manejan a altas velocidades lo cual propiciaría a accidentes vehiculares o acciones peores.

A pesar de haber terminado de instalar el asfalto aún quedan actividades pendientes como: fundir bordillos de la vía, fundir dos vigas de confinamiento y limpieza de escombros.

La construcción de bordillos se hace con el objeto de mitigar la colisión de camiones de dos ejes en las fachadas de las viviendas. Para dar solución a los propietarios de las viviendas afectadas se decide construir un bordillo de 15*10 cm. En el que la pasante brinda apoyo a la supervisión en actividades como la demolición de andén, instalación de formaleta usando tabla burra, fundida de bordillos con un concreto mezclado en obra de 17,5 MPa (2500 PSI). Por otro lado, el bordillo de una de las cuatro viviendas se realiza con ladrillos de 20*10*6 cm con un espesor de pañete de 5 mm.

De la misma manera, en la excavación de la banca existente para la construcción de vigas de amarre que confinen la estructura de pavimento de 25*25cm. La ubicación de las 2 vigas se encuentra bajando la vía férrea. Las varillas longitudinales son No.4 con un diámetro de 1/2" y los flejes son No.3 con un diámetro 3/8" con una separación cada 10 cm, recubrimiento de 5cm. El concreto utilizado se mezcló en obra con especificaciones de 17,5 MPa (2500 PSI).

3.2.8. Apoyo en la supervisión de la vía San Antonio.

El sitio del proyecto se encuentra ubicado en la provincia de centro en el departamento de Boyacá dentro del casco urbano de la Ciudad de Tunja, Calle 9ª entre calles 4c y carrera 4. La información disponible de la vía se llevó en una licitación en el que incluye (Diseño Geométrico, estudio técnico de suelos y diseño de pavimentos del contrato No. 994). De acuerdo a lo anteriormente mencionado véase el **Anexo F.5** que corresponde a los planos del diseño geométrico, y el **Anexo F.8** estudios técnicos de suelos y diseño de pavimento.

En calidad del pasante, se brindó apoyo en la supervisión por parte de la Alcaldía de Tunja inicialmente realizando una inspección visual de la vía en compañía del interventor. La vía se encontraba en pavimento constituido con losas de concreto y parcheo de asfalto. Los cuales presentan daños severos como agrietamientos, fisuramiento y escalonamiento. La vía cuenta con una longitud de 80,00 m y un ancho de calzada de 6,20 m y se aprecian construcciones de uno y tres pisos y el sector se identifica por ser principalmente residencial.

De acuerdo al diseño de pavimento la vía cuenta con un diseño de pavimento de 35cm de SBG-50 clase B, 20cm de BG-38 clase B y una carpeta asfáltica MDC-19 de 10 cm.

3.2.8.1. Excavación mecánica.

Se realiza apoyo a la supervisión en la demolición de losas de concreto con un espesor de 15 cm retirando un volumen de escombros de 74,4 m³ en el que se hizo uso de máquinas como retro excavadora y herramienta menor. Además, se verifica que se encuentre la señalización adecuada.

La profundidad de excavación varía entre los 40 cm - 65 cm dependiendo de la pendiente necesaria para evacuar las aguas lluvias. Dicha actividad se realizó de manera mecánica (Retro excavadora) y uso de herramientas menores. Donde se retira un volumen de 175,5 m³ de la banca existente.

En la ilustración 40 se aprecia: a) Estado inicial de la vía, b) Demolición de la carpeta de concreto, c) Excavación mecánica.

Ilustración 40: Excavación mecánica.



Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.8.2. Suministro, extendida y compactación de SBG.

En el informe de estudios técnicos del contrato No. 994, se encuentra discriminada una columna estratigráfica que corresponde al apique 1. En una profundidad de 10-40 cm se encuentran gravas de color habano claro, en matriz areno limosa y areno arcillosa de color amarillo claro de compacidad densa y humedad media/baja. Para una profundidad de 40-60 cm donde se encuentran arcillas de baja compresibilidad de color amarillo claro con vetas de color café oscuro de consistencia blanda y un CBR en estado natural de 3,6% y sumergido de 2,2% con una capacidad de soporte de la subrasante entre muy pobre a pobre.

En el **Anexo F.8. “Diseño de pavimento y estudios técnicos”**. Se encuentra que el espesor de subbase granular consta de 35 cm. No obstante, como se describió en el párrafo anterior. La subrasante posee un CBR=3,6%. Por lo que el Ing. Residente ve apropiado en instalar 20 cm de material de afirmado y dejar 15 cm de subbase granular. Se realiza apoyo a la supervisión en la actividad de extendido y compactación de dicho material. Pero se encuentra fallo de subrasante desde el K0+005 hasta el K0+020. Por lo que se decide instalar piedra rajón, ya que el suelo no tiene la capacidad portante necesaria para soportar el peso de los materiales, así como el tránsito de diseño. En la ilustración 41 se observa: a) Compactación de material de afirmado. b) Extendida de material de SBG mediante el uso de motoniveladora. Donde se instalaron 158,72 m3.

Ilustración 41: Conformación de afirmado y SBG.



Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.9. Apoyo en la supervisión de la vía Asís.

El sitio del proyecto se encuentra ubicado en la provincia de centro en el departamento de Boyacá dentro del casco urbano de la Ciudad de Tunja, Calle 64 con carrera 6. La información disponible de la vía se llevó en una licitación en el que incluye (Diseño Geométrico, estudio técnico de suelos y diseño de pavimentos del contrato No. 994). De acuerdo a lo anteriormente mencionado véase el **Anexo F.6** que corresponde a los planos del diseño geométrico, y el **Anexo F.8** estudios técnicos de suelos y diseño de pavimento.

En calidad del pasante, se brindó apoyo en la supervisión por parte de la Alcaldía de Tunja inicialmente realizando una inspección visual de la vía en compañía de la supervisora. Donde se encuentra una carpeta asfáltica con alto grado de deterioro.

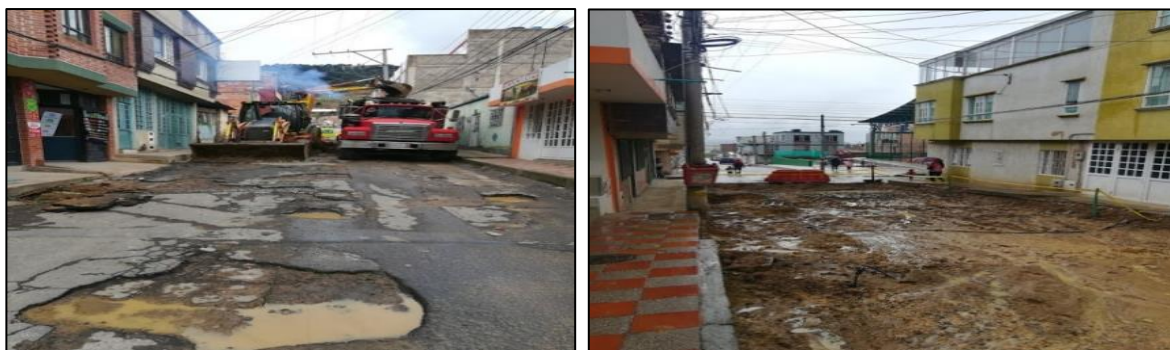
De acuerdo al diseño geométrico la intervención de la vía consta de una longitud de 155,00 m con un ancho de calzada variable entre 5,40 m y 5,90 m. Pero se realiza modificación con respecto a la longitud de intervención de la vía en 65,00 m con ancho de calzada variable entre 5,40 m y 5,90 m.

Véase el **Anexo. F.8. “Diseño de pavimento y estudios técnicos”**. La vía cuenta con un espesor de 20 cm de mejoramiento de subrasante, ya que la subrasante cuenta con un CBR=de 4.5%. Por otro lado, posee un espesor de 25 cm de SBG-50 clase B; espesor de 25 cm de BG-38 clase B y un espesor de 9cm correspondientes de la carpeta asfáltica MDC-19.

3.2.9.1. Excavación mecánica.

Se realiza apoyo a la supervisión en la excavación y demolición de carpeta asfáltica (losas de concreto y pavimento flexible) y perfilado de la vía. Donde se retiró un volumen de 46,73 m³ de la carpeta asfáltica existente. Además, se hizo una excavación con profundidades de 70,00-79,00 cm, donde se hizo uso de la retro excavadora, herramienta menor y vibro compactador. Aproximadamente se retiró un volumen de 319,41 m³ de la banca existente, como se aprecia en la ilustración 42. Por otro lado, se realiza apoyo a la supervisión en el apropiado uso e instalación de medidas de seguridad con respecto a la señalización.

Ilustración 42: Actividades de excavación.



Fuente: (Florez K; 2019).

3.2.10. Apoyo en la supervisión de la vía Paraíso.

El sitio del proyecto se encuentra ubicado en la provincia de centro en el departamento de Boyacá dentro del casco urbano de la Ciudad de Tunja, Carrera 15^a entre calles 11 y 12. La información disponible de la vía se llevó en una licitación en el que incluye (Diseño Geométrico, estudio técnico de suelos y diseño de pavimentos del contrato No. 994). De acuerdo a lo anteriormente mencionado véase el **Anexo F.7** que corresponde a los planos del diseño geométrico, y el **Anexo F.8** estudios técnicos de suelos y diseño de pavimento.

De acuerdo al diseño de pavimentos para la vía Paraíso, esta cuenta con 20cm de espesor de SBG -50 clase B; BG-38 clase B con un espesor de 20cm y una carpeta asfáltica de MDC-19 de 8 cm de espesor.

Con base en el diseño geométrico de la vía paraíso, se observa que cuenta con una longitud de 140,13 m y un ancho de calzada de 5,20 m. No obstante, se realiza modificación en la longitud de intervención; es decir, se va a intervenir la vía hasta la entrada de la calle 11 contando con una longitud total de 183,58 m con ancho variable de 5,20-5,80 m.

3.2.10.1. Suministro, extendida y compactación de la C.A.

La pasante, aunque no estuvo en el proceso de excavación e instalación de subbase granular y base granular. También se verifica con el interventor los espesores instalados donde se cumple con los espesores del estudio de diseño del pavimento (Contrato No.994).

Se brindó apoyo en la supervisión por parte de la Alcaldía de Tunja en el suministro, extendida y compactación de pavimento flexible. El cual se hizo en compañía del interventor en el chequeo de la altura del tornillo. Se uso la finisher, vibro compactador y herramienta menor. En la ilustración 43 se aprecia el proceso del extendido y compactación de la carpeta asfáltica.

Ilustración 43: Suministro, extendida y compactación de la C.A.



Fuente: (Florez K; 2019).

4. APORTES DEL TRABAJO

4.1. APORTES COGNITIVOS.

4.1.1. Aporte a la Alcaldía de Tunja en la identificación del deterioro de la malla vial en la Ciudad de Tunja.

El proyecto que se destinó para la identificación del deterioro de la malla vial requirió de parámetros de la formación profesional. A lo que respecta a una inspección visual de pavimentos flexibles y pavimentos rígidos. A fin de obtener un criterio apropiado de las patologías presentes en los pavimentos, se decide investigar sobre este tema. Donde se encuentra un documento del Ministerio de Transporte INVIAS en compañía de la Universidad Nacional de Colombia titulado “ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS”. Quien tiene como objetivo, pretender ser una guía para la inspección de pavimentos flexibles y rígidos a personas con formación profesional en la ingeniería. Que tengan como función la revisión del estado de las obras ejecutadas mediante contratos de obra.

El documento (INVIAS, 2019) muestra una breve definición de los mismos, las causas que generan los daños, unidad de medición, así como sus severidades y evolución probable. Además, proponen un formato para el registro de daños durante la inspección visual.

De acuerdo al documento, se clasifican los tipos de daños presentes en pavimentos flexibles y pavimentos rígidos. Para los pavimentos flexibles se encuentran 5 categorías de patologías: Fisuras, deformaciones, pérdida de capas estructurales, daños superficiales y otros daños. Para los pavimentos rígidos se encuentran 4 categorías de patologías: Grietas, deterioro de las juntas, deterioro superficial y otros deterioros. Estas categorías se subdividen en demás patologías; para poder observar de manera detallada la pasante hace un listado discriminado. El tipo de daño y una breve descripción de la patología y las causas que lo generan para ello observe **Anexo D.2.1. “Patologías en los pavimentos flexibles”**.

La actividad de identificación del deterioro de la malla vial de la ciudad de Tunja fue ejecutada de manera informal. Ya que se hizo con el motivo de proporcionar una base datos inicial a la entidad para proponer una futura licitación pública. Por ello,

como valor agregado se brindó un formato de inspección visual detallando que tipos de daños se presentan en cada una de las vías seleccionadas de la ciudad de Tunja. Con el fin de brindar un apoyo técnico a la Alcaldía de Tunja; el formato se llevó a cabo con base en el documento del INVIAS y de la Universidad Nacional como se encuentra en el **ANEXO D.2.2 “Formato inspección visual de la malla vial”**. Donde se observa: El barrio, dirección, tipo de pavimento, observaciones de las condiciones de la vía, tipo de daño y un registro fotográfico del daño.

El tiempo de inspección visual tuvo una intensidad horaria de 40 horas. En el que se observa que los tipos de daños más predominantes en pavimentos flexibles son: Desgaste superficial, descascaramiento, hundimientos, piel de cocodrilo, parcheo, fisuras en juntas de construcción. Estas patologías pueden ser mitigadas durante el proceso de ejecución constructiva de la vía, dejando drenajes subsuperficiales o superficiales, bombeo, confinamiento de la estructura y entre otros.

Por otro lado, las patologías más predominantes de los pavimentos rígidos son: Hundimientos, Grietas en bloque, Bacheo, Grietas longitudinales y grietas transversales. Que surgen por deficiencias en el espesor de las losas, falta de confinamiento (compactación) de las bases granulares, longitudes excesivas de las juntas, entre otros.

4.1.2. Aportes al contrato No.1124 en el apoyo a la supervisión de calidad en los materiales.

El apoyo en el control de calidad de los materiales instalados en el contrato No. 1124. Tuvo relevancia debido a que la actividad que se realizó fue verificada y reportada al ingeniero de interventoría. Si se encontraban anomalías en los diferentes materiales (sub-base, base, carpeta asfáltica, material granular drenante y cilindros de concreto); con el fin de lograr una solución en beneficio de la obra.

Como valor agregado la pasante llevo su propio control de calidad de los materiales. Que fue ejecutada en el laboratorio de Geotecnia y pavimentos de la Universidad Santo Tomas seccional Tunja. Para ello se realizó un informe recopilando los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos. Para que interventoría pudiera rectificar de los datos de tal forma que fuera efectiva y eficaz. Esta base de datos se encuentra integrada por: Barrio, Dirección, Fecha de ensayo, Prueba/ensayo, Material, Norma/ Especificación, Parámetro de cumplimiento, Valor obtenido, Cumple/No cumple y Registro fotográfico.

Se ejecutaron 25 ensayos correspondientes para cada uno de los materiales. Como se observa; ya sea, en el informe de laboratorio o en el informe que recopila los resultados obtenidos. Véase el rango de cumplimiento y el CUMPLE/NO CUMPLE en el que se obtiene que 8/25 ensayos de laboratorios NO CUMPLE de acuerdo al rango de cumplimiento según corresponda la norma. Ver **Anexo H.3. “Reporte resumen de calidad de los materiales”**.

4.2. APORTES A LA COMUNIDAD.

La secretaria de infraestructura de la ciudad de Tunja, es responsable del desarrollo físico del municipio. Como pasante se adquirió un gran compromiso con todos los ciudadanos, siendo velador en los procesos constructivos de la malla vial. Con el apoyo técnico a la supervisión del contrato No. 1124. Quien se encontraba en su etapa final, se buscó un seguimiento y control de los materiales instalados. Asegurando que cada una de las capas que conforman la estructura de pavimento se encontraran en las mejores condiciones, a lo que respecta su confinamiento. Para ello la pasante verifica los valores obtenidos en los ensayos de densímetro nuclear y ensayos de cono y arena en cada una de las vías intervenidas; los cuales garantizan la aceptación de los materiales.

La pasante durante el desarrollo del contrato, velaba por el cumplimiento de la normativa vigente (INVIAS y NSR-10). En la ejecución de los procedimientos de muestreo y ensayos de materiales instalados en el laboratorio (subbase granular, base granular, asfalto, material drenante y cilindros de concreto). El objetivo era controlar y verificar las condiciones de calidad ofrecidas por el contratista. De tal manera, que se destinó 107 horas de pasantía. Con el motivo de que el objeto del contrato se desarrolle dentro de términos de calidad, oportunidad y economía.

A partir de los ensayos suministrados por la pasante se tiene un tercer criterio para evaluar y considerar la calidad de los materiales. Teniendo en cuenta que los ensayos se hicieron bajo un criterio neutro y siempre en pro del bien comunitario.

De igual manera, siempre se verifico el cumplimiento del contrato de consultoría No. 994 del 25 de septiembre de 2018, cuyo objeto es “ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE SUELOS Y DISEÑOS DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE LA CIUDAD DE TUNJA”, para ser ejecutado en el contrato No.1124; en caso de que se presentaran modificaciones en el diseño de pavimentos. Se velaba que la acción fuera con las

mejores intenciones para la comunidad, asegurando la menor probabilidad de ocurrencia de contingencias. Cabe resaltar que; durante la realización de las actividades en las obras, siempre se salvaguardaba por la seguridad de la comunidad mediante las señalizaciones. También se brindó un asesoramiento con ética y responsabilidad a las personas directamente beneficiadas con la obra.

Para evitar la corrupción en el mejoramiento de infraestructura vial, surge la figura de interventor quien es una herramienta que permite el control sobre las obras que proponen un bien común. La interventoría se encarga aspectos jurídicos, administrativos, financieros, ambientales y técnicos. Teniendo en cuenta la premisa, la pasante realiza una totalidad de 25 ensayos de laboratorio, en los cuales 8 ensayos no cumplen. Es por ello que se le comunica a la entidad de interventoría para que evalúe y a partir de su criterio tome las medidas preventivas. En algunos casos se le solicito al contratista en remplazar el lote total de los materiales.

5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

Los proyectos de ingeniería en obras de infraestructura surgen por necesidades de la civilización con el fin de mitigar el problema que lo origina. Logrando un nivel de desarrollo sustentable generando impactos positivos que aportan bienestar a la comunidad. Ya sean socio-económicos, culturales o aquellos que mejoren la calidad de vida de la población. Mediante mitigaciones de riesgo que puedan atender contra la integridad de las personas.

El control de la ejecución de actas de vecindad en los distintos frentes de trabajo, permitió informar a la comunidad de manera personal de las actividades a emprender. Así mismo, avisar sobre los movimientos y/o ruidos normales que se puedan presentar en las casas, cuando se encuentre en uso el vibro compactador. De igual manera, el ingeniero registraba en un formato y soporte magnético (fotografías) el estado inicial de la vivienda. Además, se les avisaba que estuvieran atentos si encontraban algún tipo de anomalía que no se encontrara antes de la intervención de la vía. Así como los pasos a seguir para mitigar el problema.

Al brindar un seguimiento y control de los ítems previstos como los no previstos en las vías. Esto permitió la verificación de la apropiada instalación de los materiales granulares, acometidas de agua, tuberías de PVC, entre otros. Los cuales si no se realizaba un correcto mantenimiento podían perjudicar las capas granulares y posterior el confinamiento de la estructura del pavimento. Como se pudo observar en el documento proporcionado por el INVIAS en compañía de la Universidad Nacional de Colombia. Este pretende orientar al profesional en cuanto a que las patologías en el asfalto, dependen en un 50% del proceso constructivo. Teniendo en cuenta que el espesor, calidad de materiales, compactación, sistemas de drenaje, pendientes y entre otros; son factores que influyen en la duración de la vía.

Los inconvenientes presentados en la etapa de suministro, extendida y compactación de subbase y base granular de la vía Pinos de Oriente, generaron un impacto negativo para el contratista y la entidad pública. Debido a que la estabilidad y compactación tuvo un retraso de 26 días, ya que se encontraban fallos en las estructuras anteriormente mencionadas. A pesar de que el día 09 de agosto de 2019 el interventor informara al ingeniero en la aprobación de conformación de una capa de afirmado con un espesor de 50 mm. Modificando directamente el espesor de subbase el cual sería de 200 mm, con el fin de evitar posibles retrasos en la obra.

En la vía Pinos de Oriente se evidencia un detrimento patrimonial generando un impacto negativo, ya que la vía se encontraba en material de afirmado con un espesor que varía de 25-30 cm. Este material era llevado a una escombrera por lo que al ver esto el interventor, se comunica con el Ing. Cesar David López para que él decidiera el destino final del material. Dando respuesta que el material se encuentra contaminado y no se puede instalar en otra vía. Sin embargo, se le informa que este puede ser usado como material de relleno en otras vías, pero aun así el Ing. Cesar David López decide que se siga llevando el material a la escombrera.

En la vía Palos Verdes se genera un impacto positivo en la construcción y conformación de filtro francés. Con el propósito de captar y evacuar las aguas subsuperficiales captadas por la zona verde y del talud que se encuentra al costado izquierdo. De tal manera que se proteja la estructura de pavimento, este sistema de drenaje no se encuentra proyectado en el presupuesto del Contrato de consultoría No. 994 del 25 de septiembre de 2018. Por otro lado, también se construye un sumidero transversal en la parte inferior de la vía, con el fin de recoger las aguas que se quedan empozadas. Ya que no existe ninguna pendiente para evacuar las aguas, este se construye por petición de los beneficiados.

La vía de Villa Fontana se intervino bajo un derecho de petición que se radico el 19 de septiembre de 2018 y se comenzó el proceso de intervención el 01 de septiembre de 2019 con base en impactos negativos. Pues se veían afectados los vehículos que se movilizaban por el sector y poder prevenir un posible accidente. Al terminar la construcción del pavimento, se observa que hay una mejora en la movilidad causando impactos positivos a la comunidad. De igual manera, para asegurar una duración y calidad de la vía, se construye un canal para drenar las aguas lluvias. El cual fue supervisado por la pasante desde el figurado de los aceros hasta la fundida del canal con un concreto tipo D.

Otras de las vías que se intervino bajo el derecho de petición es la vía en el barrio Jordán quien tuvo impactos positivos. Durante los días que estuvo la pasante se observa que la vía es altamente transitada y se verifico que se instalara los espesores informados por el interventor. De igual manera, se escuchó a los beneficiaros en la construcción de un reductor de velocidad, puesto que los vehículos transitan a altas velocidades y podrían causar accidentes graves. Para ello se conforman dos reductores de velocidad que se encuentran en puntos críticos sobre la vía.

La comunidad que se encuentra en el sector Calle 8ª sur entre carreras 7 y 9 del barrio San Francisco tuvo un impacto positivo a pesar de que se origina bajo

impactos negativos. Debido a que la intervención emprendida y ejecutada siempre se realizó teniendo en cuenta el beneficio y calidad de vida que se merecen de los propietarios afectados. Por otro lado, los materiales instalados fueron supervisados por la pasante, contratista e interventoría; además se hizo un seguimiento y control de los mismo.

No obstante, en las demás vías hubo un impacto positivo pues se mejoró la movilización, calidad de vida, desarrollo, atracción inmobiliaria y crecimiento económico en la comunidad. Por otra parte; se logró mitigar problemas que afectaban la salud y deterioros en la vivienda.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✚ Por medio de esta pasantía se afianzaron y aprendieron nuevos conocimientos acerca del proceso constructivo de una vía. A pesar de que las actividades tienden a ser cíclicas o monótonas hay que tener en cuenta que en cada periodo y vía se presentan distintos factores como lo pueden ser el clima, comportamiento en los materiales, disponibilidad de material, requisitos de diseño, maquinaria, entre otros. Sin embargo, la exigencia en cuanto al seguimiento y control de los materiales fueron los mismos para las vías.
- ✚ Con base en la licitación de concurso de méritos abiertos del contrato No. 994 (25 de septiembre de 2018) “ELABORACION DE ESTUDIOS TECNICOS, DE SUELOS Y DISEÑO DE PAVIMENTOS EN VIAS DE LA CIUDAD DE TUNJA”. Quien brinda la información de estudios de suelos, diseños geométricos y diseño de pavimentos de las vías a intervenir que se encuentran en los barrios Montecarlo, Pinos de Oriente, Palos Verdes, San Antonio, Paraíso y Asís. Los cuales sirvieron de soporte técnico en obra, para supervisar el cumplimiento del diseño plasmado en los informes en lo que consta al tipo de material, espesor, humedad optima y demás requisitos. Sin embargo; si se llegaba a presentar modificaciones en el pavimento, la pasante le comunicaba lo sucedido al interventor para su evaluación y aprobación por interventoría.
- ✚ Se realizaron los pertinentes ensayos de laboratorio de los materiales subbase, base, asfalto, material granular drenante y cilindros de concreto. Para la obtención de parámetros y su aprobación por parte de la entidad de APP Control de Ingeniería S.A.S. Los cuales se ejecutaron bajo las normas y especificaciones técnicas colombianas.
- ✚ Los informes semanales permitieron llevar un control y avance de las obras visitadas por la pasante. Donde se informaba sobre afectaciones, actividades emprendidas, observaciones, etc. Estos se apoyaban de registro fotográfico para llevar un registro por escrito de las observaciones vistas en campo.
- ✚ Se cumplieron con las funciones delegadas por parte de la Secretaria de Infraestructura en la supervisión de obras del Contrato No. 1124. Destinada a la revisión de documentos, elaboración de informes, seguimiento de personal, control de elementos de protección personal por parte de los trabajadores del contratista, entre otros. Los cuales se desempeñaron con responsabilidad y constancia.

- ✚ Las bases de datos de los ensayos de laboratorio ejecutadas por la pasante fueron de gran ayuda al interventor. Pues servían para comparar los valores obtenidos por las tres entidades (CONTRATISTA, INTERVENTOR Y PASANTE). Esta información se presentó de manera clara y concisa, con el fin de optimizar el tiempo del interventor.
- ✚ Las obras que no fueron ejecutadas bajo el Contrato No. 1124, se realizaron las actividades necesarias en el tiempo apropiado para ejecución y terminación apropiada para la aprobación por interventoría.
- ✚ Los conocimientos adquiridos en la Universidad permitieron ejercer un buen desempeño en las actividades asignadas por la entidad pública. Ayudando en temas prácticos en las diferentes vías intervenidas.
- ✚ Se recomienda a los futuros pasantes en hacer parte de los comités de obra, ya que permiten contextualizar al estudiante sobre el campo laboral que le espera.

Es un escenario en el que contratante, contratista e interventoría exponen y defienden propuestas a partir de su punto de vista desde los intereses particulares que representan cada uno.

- ✚ Se recomienda hacer el seguimiento y control de calidad de las emulsiones asfálticas que cumplan con los requisitos de la tabla 411-1 del artículo 411. Así mismo, solicitarle al contratista el cumplimiento de la legislación vigente en relación con lo ambiental, seguridad industrial, almacenamiento y transporte. Por otro lado, la expedición de certificados de calidad del asfalto y emulsiones.

7. BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía de Tunja. (30 de Diciembre de 2017). <http://www.tunja-boyaca.gov.co/noticias/tunja-escala-24-posiciones-en-el-ranking-del-indice>. Recuperado el 06 de Septiembre de 2019

Alcaldía de Tunja. (2019). *Alcaldía Mayor de Tunja*. Obtenido de <http://www.tunja-boyaca.gov.co/alcaldia/mision-y-vision>

ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. (30 de Diciembre de 2017). <http://www.tunja-boyaca.gov.co/noticias/tunja-escala-24-posiciones-en-el-ranking-del-indice>. Recuperado el 06 de Septiembre de 2019

ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA. (2019). *Alcaldía Mayor de Tunja*. Obtenido de <http://www.tunja-boyaca.gov.co/alcaldia/mision-y-vision>

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Título C*.

Constitución Política de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Obtenido de <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-11/capitulo-3/articulo-311>

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Obtenido de <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-11/capitulo-3/articulo-311>

ICONTEC. (2010). *CONCRETOS. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO- NTC 673*. Obtenido de <https://ecollection-icontec-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/normavw.aspx?ID=5672>

ICONTEC. (2017). *ELABORACIÓN Y CURADO DE ESPECÍMENES DE CONCRETO EN EL SITIO DE TRABAJO- NTC 550*. Obtenido de <https://ecollection-icontec-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/normavw.aspx?ID=4744>

IDU. (2019). *Instituto de Desarrollo Urbano- Mejoramiento de la subrasante con rajón- sección 321-11*. Obtenido de <https://www.idu.gov.co/web/content/7604/321-11.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=co>

IDU. (2019). *Instituto de Desarrollo Urbano- Sección 210-11 Emulsión asfáltica*. Obtenido de <https://www.idu.gov.co/web/content/7598/210-11.pdf>

INVIAS. (2013). *INSTITUTO NACIONAL DE VIAS- Pavimentos asfálticos- Artículo 411-13*.

INVIAS. (2013). *INSTITUTO NACIONAL DE VIAS- Pavimentos de adoquines de concreto- Artículo 510-13*.

INVIAS. (2013). *INSTITUTO NACIONAL DE VIAS- SUBDRENES CON GEOTEXTIL Y MATERIAL GRANULAR - ARTÍCULO 673 – 13*. Obtenido de <ftp.ani.gov.co/Ruta%2520del%2520Sol%2520I/Tramo%2520Villetas%2520%2520-%2520Guaduas/ENTREGA%2520FINAL/disco28/ANEXO%2520B%2520-%2520ESPECIFICACIONES/ESPECIFICACIONES%2520CIVILES/G673.pdf+&cd=3&hl=es-419&ct=clnk&gl=co>

INVIAS. (2019). *Instituto Nacional de Vias- Manual de diseño de pavimento flexible para medios y altos volúmenes de tránsito*.

INVIAS. (2019). *INSTITUTO NACIONAL DE VIAS- Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles y pavimentos rígidos*. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras>

Secretaría de protección social. (2018). *ANÁLISIS DE SITUACIÓN DE SALUD CON EL MODELO DE LOS DETERMINANTES SOCIALES DE SALUD, MUNICIPIO DE TUNJA-BOYACA*. Obtenido de http://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/Asis2018/asis_tunja_2018.pdf

SECRETARÍA DE PROTECCIÓN SOCIAL. (2018). *ANÁLISIS DE SITUACIÓN DE SALUD CON EL MODELO DE LOS DETERMINANTES SOCIALES DE SALUD, MUNICIPIO DE TUNJA-BOYACA*. Obtenido de

http://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/Asis2018/asis_tunja_2018.pdf

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS. (2019). *Conceptos Basicos*. Obtenido de http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/leonardomartinez-tecnicasconstructivas-2/norma_nsr10.html

8. ANEXOS MAGNETICOS

Anexo A. Convenio alcaldía y bitácoras.

Anexo B. Informes semanales alcaldía.

Anexo C.1. Cronograma de actividades.

Anexo C.2. Actividades de las vías intervenidas.

Anexo D.1. Informe deterioro de la malla vial.

Anexo D.2.1. Patologías en el pavimento flexible.

Anexo D.2.2. Formato inspección visual de la malla vial.

Anexo E. Vías intervenidas antes de la entrada de la pasante.

Anexo F.1. Diseño Geométrico de la vía Pinos de Oriente.

Anexo F.2. Diseño Geométrico de la vía Palos Verdes.

Anexo F.3. Diseño Geométrico de la vía Montecarlo.

Anexo F.4. Diseño Geométrico de la vía San Francisco.

Anexo F.5. Diseño Geométrico de la vía San Antonio.

Anexo F.6. Diseño Geométrico de la vía Asís.

Anexo F.7. Diseño Geométrico de la vía Paraíso.

Anexo F.8. Diseño de pavimento y estudios técnicos.

Anexo G.1. Densímetro Nuclear Pinos de Oriente.

Anexo G.2. Cono y arena Palos Verdes.

Anexo G.3. Densímetro Nuclear Montecarlo.

Anexo H.1. Informes ensayos de calidad por la pasante.

Anexo H.2.1. Base canal cilindro interventoría.

Anexo H.2.2. Pared canal cilindro interventoría.

Anexo H.3. Reporte resumen calidad de los materiales.

Anexo H.4. Importancia ensayos.

Anexo I.1. Tutela San Francisco.

Anexo I.2. Derecho de petición Villa Fontana.

Anexo I.3. Carta y propuesta económica Villa Fontana.

Anexo J.1. Mentefacto estructura de pavimento.