

APOYO TÉCNICO A PROYECTOS DE LA SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
PÚBLICA Y MOVILIDAD DEL MUNICIPIO DE PAIPA

JUAN CAMILO CRUZ SUAREZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2026

APOYO TECNICO A PROYECTOS DE LA SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
PÚBLICA Y MOVILIDAD DEL MUNICIPIO DE PAIPA

JUAN CAMILO CRUZ SUAREZ

Trabajo de grado en modalidad de pasantía, para obtener el título de Ingeniero civil

Directora: LUZ ADRIANA OCHOA RISCANEVO
Magister en Geotecnia

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2026

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Tunja, 16 de feb. de 2026

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerles principalmente a mis padres, que gracias a su apoyo y esfuerzo me ayudaron a terminar esta etapa de mi vida, por aconsejarme y darme la oportunidad de ser alguien en la vida.

A mi hermana que siempre fue uno de los motores para sacar mi carrera y nunca rendirme, quien siempre quiso que fuera un gran profesional y me apoyo cuando estuvo a mi lado.

A mi tutor, el ingeniero Weimar David Vargas por su colaboración durante el desarrollo de mi pasantía.

Por último, a mis hermanos, que también fueron un gran apoyo y parte importante para que esta etapa se completara.

Contenido	
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GENERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA O EMPRESA.....	13
3.1 LOCALIZACION	13
3.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.....	14
3.3 OBJETIVOS SECRETARIA INFRAESTRUCTURA:.....	14
4. DESCRIPCION DE ACTIVIDADES.....	16
4.1 VISITA DE SUPERVISION OBRA MANTENIMIENTO INFRAESTRUCTURA VIAL	16
4.2 MANTENIMIENTO DE LA ESTRUCTURA DEL POLIDEPORTIVO EL BOSQUE ..	21
4.3 CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR Y PEATONAL PARA LAS VEREDAS DE MIRABAL Y RÍO ARRIBA – MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ	28
4.3.1 Localización y contexto del proyecto	28
4.3.2 Conformación de accesos vehiculares mediante sistema de tierra armada.....	30
4.3.3 Formaleteo inferior del tablero superior	32
4.3.4 Verificaciones de seguridad y control previo al armado de acero.....	33
4.3.5 Armado de acero del tablero superior.....	34
4.3.6 Encofrado perimetral y elementos embebidos del tablero	35
4.3.7 Vaciado del concreto del tablero superior.....	36
4.3.8 Curado, desencofrado y desmontaje de estructuras auxiliares	37
4.3.9 Armado de acero de losas de aproximación	38
4.4 PROYECTO DE ALCANTARILLADO VEREDA SATIVA	39
4.4.1 Contextualización del proyecto y reconocimiento del estado de obra	39
4.4.2 Replanteo topográfico y verificación de alineación y pendientes.....	40
4.4.3 Excavación mecanizada de zanjas y conformación de cama de apoyo	40
4.4.4 Instalación de tubería pvc y relleno de zanjas.....	40
4.4.5 Excavación y construcción de pozos de inspección.....	41
4.4.6 Supervisión técnica, control de materiales y registro en bitácora	41
5. APORTES DEL TRABAJO	43

5.1 COGNITIVOS	43
5.2 A LA COMUNIDAD	45
6. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO	47
6.1 IMPACTO SOCIO - CULTURAL	47
6.2 IMPACTO INSTITUCIONAL	47
6.3 IMPACTO AMBIENTAL	48
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
8. GLOSARIO	52
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
10. APENDICES Y ANEXOS	57

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla I. Ejemplo registro de cantidades de obra	19
Tabla II. Control diario de rendimientos	27
Tabla III. Registro avance de obra	42
Tabla IV. Elaboración de presupuestos	43
Tabla V. Elaboración de APU	44

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Ubicación del municipio de paipa [1].	13
Fig. 2. Organigrama de la Administración Municipal [1].	14
Fig. 3 . Demarcación del área afectada de acuerdo con el diagnóstico visual.	17
Fig. 4. Corte malla vial	17
Fig. 5. Remoción de pavimento deteriorado para intervención localizada	18
Fig. 6. Reemplazo de base granular en zona intervenida	18
Fig. 7. Colocación de mezcla asfáltica en zonas intervenidas.....	20
Fig. 8. Compactación de la mezcla asfáltica	20
Fig. 9. Estado inicial de la estructura (Columnas, cerchas y uniones)	22
Fig. 10. Armado de andamio	23
Fig. 11. Preparación superficial de elementos estructurales metálicos.....	23
Fig. 12. Sandblasting	24
Fig. 13. Aplicación de anticorrosivo	25
Fig. 14. Aplicación pintura tipo super esmalte 4 en 1	25
Fig. 15. Mantenimiento complementario	26
Fig. 16. Tablero dimensiones y refuerzo [1].	30
Fig. 17. Conformación de accesos.....	31
Fig. 18. Formaleteo.....	32
Fig. 19. Armado de pie de rey	33
Fig. 20. Colocación del polipropileno	34
Fig. 21. Armado del acero del tablero	35
Fig. 22. Encofrado perimetral	36
Fig. 23. Proceso de fundición del tablero superior	37
Fig. 24. Desencofrado	38
Fig. 25. Armado de losas de aproximación	38
Fig. 26. Estructura típica de atraque o cimentación de tubería de sistemas de alcantarillado [14]......	39
Fig. 27. Excavación de zanjas.....	40
Fig. 28. Instalación de tubería y relleno	41
Fig. 29. Pozos de inspección	41

RESUMEN

La presente pasantía se desarrolló en la Secretaría de Infraestructura del municipio de Paipa, Boyacá, durante el período comprendido entre julio y octubre de 2025, como modalidad de grado para optar al título profesional en Ingeniería Civil. Esta experiencia tuvo como propósito principal fortalecer la formación académica del estudiante mediante la aplicación práctica de conocimientos técnicos y administrativos en el contexto real de la gestión pública municipal. La pasantía se enmarcó en proyectos estratégicos orientados al mejoramiento de la infraestructura local, tales como el mantenimiento de la malla vial urbana, la intervención estructural del Polideportivo El Bosque, la construcción del puente vehicular y peatonal para las veredas Mirabal y Río Arriba, y la ejecución de un proyecto de alcantarillado en la vereda Sátiva.

El objetivo de la pasantía fue brindar apoyo técnico y de supervisión en la Secretaría de Infraestructura, contribuyendo al seguimiento, control y adecuada ejecución de obras públicas. La metodología empleada combinó actividades de campo y de oficina, incluyendo visitas técnicas, verificación de procesos constructivos, control de materiales, elaboración de bitácoras e informes, y acompañamiento a reuniones técnicas y comunitarias. Como resultados se evidenció el mejoramiento del control técnico de las obras, la optimización de procesos institucionales y la mejora de las condiciones de movilidad, salubridad y conectividad para la comunidad. La pasantía resultó pertinente al responder a necesidades reales del municipio y tuvo un alcance significativo al generar impactos positivos a nivel social, institucional y ambiental, consolidando una experiencia formativa integral para el ejercicio profesional futuro.

Palabras clave: Pasantía, infraestructura municipal, supervisión de obras, gestión pública, Paipa.

ABSTRACT

This internship was carried out at the Secretariat of Infrastructure of the Municipality of Paipa, Boyacá, between July and October 2025, as a degree requirement for the Civil Engineering program. The main purpose of this experience was to strengthen the intern's professional training through the practical application of technical and administrative knowledge within a public-sector environment. The internship was developed through active participation in key municipal infrastructure projects, including the maintenance and improvement of the urban road network, structural maintenance of the El Bosque Sports Complex, the construction of a vehicular and pedestrian bridge connecting the rural areas of Mirabal and Río Arriba, and the implementation of a sanitation project in the rural area of Sativa.

The aim of the internship was to provide technical and supervisory support to the Secretariat of Infrastructure, contributing to the monitoring, control, and proper execution of public works. The general method combined office-based and field activities, such as technical site inspections, verification of construction procedures, material control, preparation of technical reports and site logs, and participation in technical and community meetings. The results highlight improved technical oversight of construction activities, optimization of institutional processes, and positive impacts on mobility, connectivity, and sanitary conditions for the local community. This internship proved to be relevant by addressing real infrastructure needs of the municipality and had a meaningful scope by generating social, institutional, and environmental benefits, while providing comprehensive professional training for future engineering practice.

Keywords: Internship, municipal infrastructure, construction supervision, public management, Paipa.

1. INTRODUCCIÓN

La práctica profesional se llevó a cabo en la Secretaría de Infraestructura del municipio de Paipa, Boyacá, durante los meses de julio a octubre de 2025. En condición de pasante universitario, se desarrollaron actividades de apoyo técnico y acompañamiento a la supervisión de diversos proyectos de obra pública, lo que permitió conocer de manera directa los procedimientos administrativos, técnicos y operativos asociados a la ejecución de infraestructura a nivel municipal. Este informe se presenta como un trabajo netamente académico, orientado a evidenciar el aprendizaje práctico y la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación universitaria.

A lo largo de este proceso se brindó apoyo en proyectos de gran importancia para el municipio, entre los cuales se destacan el mantenimiento y mejoramiento de la malla vial urbana, el mantenimiento de la estructura del Polideportivo El Bosque, la construcción del puente vehicular y peatonal que comunica las veredas de Mirabal y Río Arriba, así como el proyecto de alcantarillado en la vereda Sátiva. La participación en estas intervenciones permitió adquirir experiencia en actividades como el seguimiento al avance de obra, la verificación de cantidades ejecutadas, el apoyo en visitas técnicas y el acompañamiento a los procesos constructivos en campo.

Más allá del componente técnico, esta experiencia representó un importante crecimiento personal y profesional, al permitir comprender la responsabilidad social que implica el ejercicio de la ingeniería civil en el sector público. El contacto directo con las necesidades de la comunidad, la interacción con profesionales del área y la participación en proyectos reales contribuyeron al fortalecimiento de criterios técnicos, éticos y humanos, fundamentales para el desempeño profesional futuro.

El presente libro tiene como objetivo describir y analizar las actividades desarrolladas durante este período, evidenciando los aportes realizados desde el rol de apoyo técnico, los aprendizajes adquiridos y el impacto generado en los proyectos ejecutados por la Secretaría de Infraestructura del municipio, como parte integral del proceso de formación profesional.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Fortalecer la formación profesional del pasante mediante la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos, a través del apoyo técnico y del acompañamiento a la supervisión de proyectos de infraestructura.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Apoyar técnicamente los procesos de supervisión y seguimiento de obras públicas, verificando el cumplimiento de las especificaciones técnicas, los cronogramas y las cantidades de obra ejecutadas.

Participar en visitas técnicas de campo para el control del avance físico de los proyectos, recopilando información relevante que permita evaluar el estado de las obras y apoyar la toma de decisiones.

Apoyar la elaboración y revisión de informes técnicos, registros de obra y documentación requerida por la entidad, como parte del control administrativo y técnico de los proyectos

3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA O EMPRESA

3.1 LOCALIZACION

De acuerdo con el PBOT (2025) El municipio de Paipa se localiza en la provincia de Tundama, al noroccidente del departamento de Boyacá, dentro de la región centro-oriental de Colombia, en la Cordillera Oriental de los Andes. Su cabecera municipal se encuentra aproximadamente a 2.525 metros sobre el nivel del mar [1].

En cuanto a su localización geográfica, el municipio limita al norte con el departamento de Santander, al oriente con los municipios de Duitama y Tibasosa, al sur con Firavitoba y al occidente con Sotaquirá y Tuta [1].

El territorio municipal tiene una extensión cercana a 30.592 hectáreas, de las cuales la mayor parte corresponde al área rural distribuida en diferentes veredas, mientras que el área urbana ocupa una porción menor destinada al casco urbano y sus barrios [2].

En términos climáticos, Paipa presenta un clima templado de montaña, con una temperatura promedio anual cercana a los 13 °C, condición que se relaciona directamente con su altitud característica de los altiplanos andinos [2].

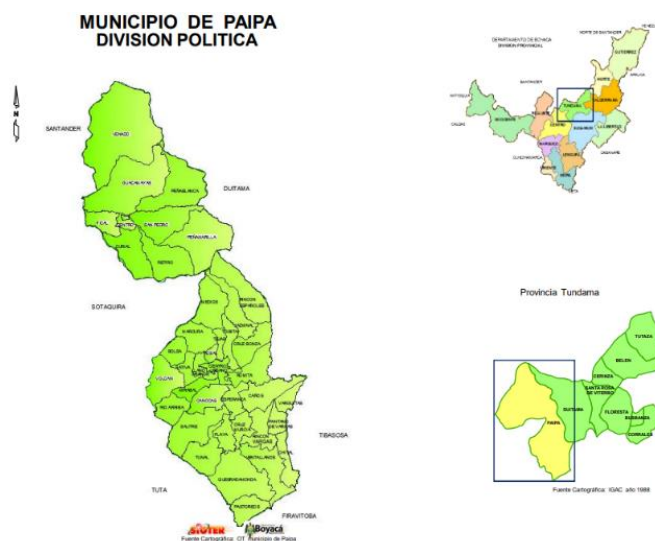


Fig. 1. Ubicación del municipio de paipa [1].

3.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

En la figura 2 se presenta el organigrama de la administración municipal, en la cual se incluye cada una de sus secretarías.

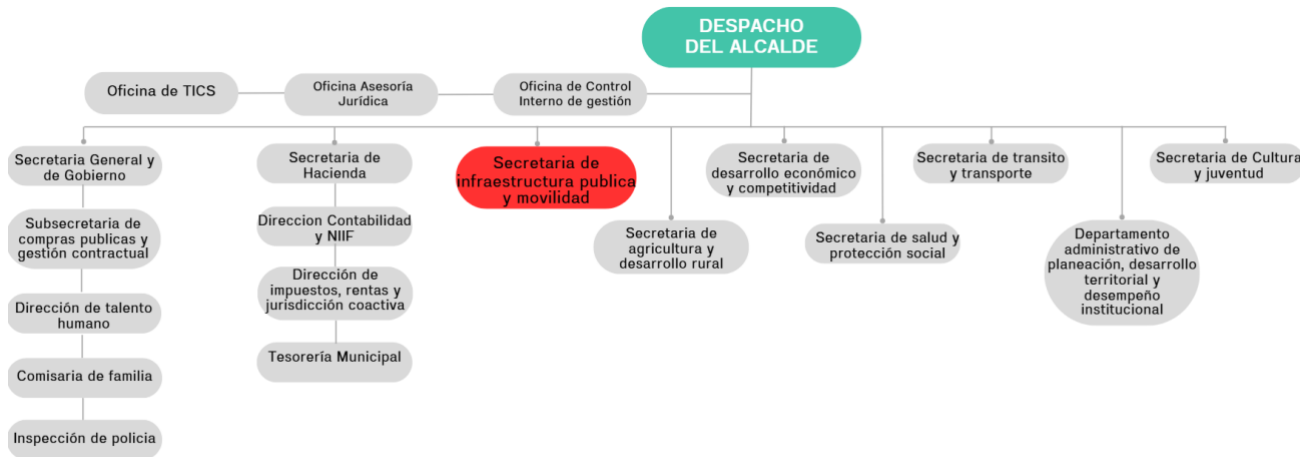


Fig. 2. Organigrama de la Administración Municipal [1].

3.3 OBJETIVOS SECRETARIA INFRAESTRUCTURA:

De acuerdo con la Secretaría de Infraestructura y Movilidad de Paipa (2024), esta dependencia tiene como función principal formular, planear, coordinar, supervisar y ejecutar las políticas y proyectos relacionados con la infraestructura física del municipio, orientados al desarrollo territorial, la calidad de las obras públicas y el mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad.

Está encargada de la administración de la infraestructura municipal, incluyendo el diseño, mantenimiento, conservación, construcción y supervisión técnica de obras públicas prioritarias, bajo los parámetros técnicos y legales exigidos por la normativa vigente

Funciones principales de la Secretaría de Infraestructura

1. Coordinar la planificación y programación de las obras públicas, alineadas con el Plan de Desarrollo Municipal.
2. Supervisar y controlar las obras públicas, garantizando que se ejecuten conforme a los diseños, los pliegos de condiciones y las normas técnicas establecidas.
3. Realizar labores de supervisión y verificación de la calidad en las actividades de construcción, mejoramiento y conservación de la infraestructura tanto urbana como rural.
4. Coordinar el mantenimiento de la infraestructura existente, así como la intervención en situaciones de emergencia relacionadas con la infraestructura pública.
5. Participar en la elaboración de informes técnicos, estudios, diseños y análisis que soporten la ejecución de proyectos.
6. Gestionar y tramitar peticiones, quejas o reclamos relacionados con el funcionamiento de servicios públicos y obras en infraestructura.

4. DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

4.1 VISITA DE SUPERVISION OBRA MANTENIMIENTO INFRAESTRUCTURA VIAL

Se brindó apoyo técnico a la supervisión de las actividades ejecutadas en diferentes tramos del área urbana, principalmente en la calle 23 y la calle 27, entre carreras y avenidas estratégicas del municipio. Las labores se enfocaron en el seguimiento a los procesos constructivos asociados al reparcheo y recuperación de la carpeta asfáltica deteriorada, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas. Las actividades desarrolladas incluyeron la demarcación de las zonas afectadas. Se realizó acompañamiento durante el proceso de corte del pavimento existente, el cajeo mediante la extracción y limpieza del material deteriorado, así como el mejoramiento de la base granular en aquellas cajas que presentaban humedad, la correcta aplicación de la imprimación mediante adhesivo asfáltico en frío, extendido de mezcla asfáltica, compactación y cálculo de cantidades de obra.

El diagnóstico se efectuó mediante inspección visual directa, tomando como referencia los criterios establecidos en el Manual de Inspección Visual de Pavimentos Flexibles del INVIAS y las especificaciones generales de construcción de carreteras del mismo instituto. Se evaluaron aproximadamente 50 puntos de intervención distribuidos en los diferentes tramos de la calle 23 y aproximadamente 29 puntos de intervención en la calle 27, donde se identificaron deterioros como baches, fisuras longitudinales y transversales, desprendimiento de material y hundimientos localizados, con base en la inspección, se determinó que el nivel de daño era moderado a severo en la mayoría de los puntos evaluados, por lo cual se recomendó la intervención mediante reparcheo localizado, como se indica en la figura 3. Una vez identificada las zonas se efectuó el corte perimetral de las zonas demarcadas utilizando cortadora de pavimento, como se observa en la figura 4, asegurando bordes regulares que facilitarían el retiro del material deteriorado y una correcta reposición del asfalto, con una profundidad promedio de 10 cm, correspondiente al espesor de la carpeta a reponer.



Fig. 3 . Demarcación del área afectada de acuerdo con el diagnóstico visual.



Fig. 4. Corte malla vial

En la Figura 5 se indica el proceso de cajeo realizado mediante la extracción del material deteriorado con retroexcavadora, seguido de la limpieza manual de las cajas con el fin de eliminar residuos sueltos, material contaminado y presencia de humedad que pudiera afectar la adherencia de la nueva mezcla asfáltica.

En los sectores donde se evidenció pérdida de capacidad estructural, saturación o desintegración del material granular, no se realizó únicamente un mejoramiento superficial, sino un reemplazo parcial del material existente, retirando la base

deteriorada hasta alcanzar material competente. Posteriormente, se instaló material granular seleccionado tipo base y, algunos casos, base estabilizada con cemento, cumpliendo con las especificaciones técnicas de calidad establecidas en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, Sección 330 – Bases Granulares, como se indica en la Figura 6.



Fig. 5. Remoción de pavimento deteriorado para intervención localizada



Fig. 6. Reemplazo de base granular en zona intervenida

Se verificó la aplicación uniforme de riego de liga con emulsión asfáltica (tipo CRR-1 o equivalente), asegurando la correcta unión entre la base existente y la mezcla asfáltica a colocar. La Tabla 1 representa las mediciones de las cajas intervenidas

para el cálculo de las cantidades de obra, permitiendo un control técnico del material requerido y ejecutado.

Tabla I. Ejemplo registro de cantidades de obra

CALLE 23 ENTRE AV LIBERTADORES Y CARRERA 23									
INTERVENCIÓN	LONGITUD(m)	ANCHO(m)	ALTURA(m)	H BASE(m)	H MDC 19 (m)	PERIMETRO (m)	AREA(m2)	BASE(m3)	MDC 19 (m3)
PARCHE 1	2,50	6,70	0,10	-	0,100	18,40	16,75	-	1,68
PARCHE 2	2,55	4,87	0,10	-	0,100	14,84	12,42	-	1,24
PARCHE 3	5,70	1,95	0,10	-	0,100	15,30	11,12	-	1,11
PARCHE 4	5,86	2,65	0,10	-	0,100	17,02	15,53	-	1,55
PARCHE 5	5,07	4,00	0,10	-	0,100	18,14	20,28	-	2,03
PARCHE 6	0,90	1,15	0,10	-	0,100	4,10	1,04	-	0,10
PARCHE 7	0,97	1,10	0,20	0,10	0,100	4,14	1,07	0,11	0,11
TOTALES						CORTE (m)	BARRIDO (m2)	BASE (m3)	MDC (m3)
						91,94	78,19	0,11	7,82

Se realizó el acompañamiento al proceso de extendido manual de la mezcla densa en caliente tipo MDC-19, verificando la adecuada distribución del material dentro de cada caja de reparcheo, como se observa en la Figura 7. Durante esta actividad se controló que la mezcla fuera colocada dentro del rango de temperatura recomendado por las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, Sección 450 – Mezclas Asfálticas en Caliente, el cual establece temperaturas de extendido entre 135 °C y 155 °C, con el fin de garantizar una adecuada trabajabilidad y compactación del material.

El control de la temperatura de la MDC-19 solamente se efectuó en la planta durante el proceso de cargue a los vehículos de transporte, el personal encargado efectuó la medición directa de la temperatura de la mezcla utilizando un termómetro de lectura instantánea, introduciéndolo en el material al momento del cargue en cada volqueta que iba a realizar el transporte al frente de obra, donde se verificaba que la mezcla se encontrara dentro del rango recomendado, generalmente entre 145 °C y 165 °C, asegurando condiciones adecuadas de manejabilidad y compactación antes de su traslado a obra. En sitio, se realizaba verificación visual del estado de la mezcla, comprobando que no presentara enfriamiento excesivo, segregación o presencia de material endurecido.

Posteriormente, como se observa en la Figura 8, se supervisó el procedimiento de compactación utilizando vibro compactador tipo plancha y rodillo vibratorio, según el área de intervención. El proceso se ejecutó en pasadas sucesivas hasta lograr una superficie uniforme.



Fig. 7. Colocación de mezcla asfáltica en zonas intervenidas



Fig. 8. Compactación de la mezcla asfáltica

Durante la ejecución de las actividades también se realizó el seguimiento a los rendimientos de los procesos de reparcho, registrando las áreas intervenidas por jornada, el volumen de mezcla asfáltica utilizado y los tiempos empleados en cada etapa del proceso, como corte, cajeo, limpieza, colocación de base y extendido de la mezcla. Con base en estos registros, se obtuvo un rendimiento promedio de 120 a 150 m² de reparcho por jornada con dos frentes de trabajo, dependiendo de las condiciones del pavimento existente, la localización de los puntos de intervención y la logística de suministro de la mezcla asfáltica.

El control de rendimientos permitió identificar posibles demoras en actividades como el cargue, transporte o preparación de las cajas, facilitando la toma de decisiones para optimizar la secuencia de trabajo. El apoyo brindado desde la pasantía en el registro de cantidades, tiempos y avance diario contribuyó a mejorar la organización de las actividades, reduciendo tiempos muertos entre el cajeo, la preparación de la base y el extendido de la mezcla asfáltica.

De esta manera, el seguimiento técnico a los rendimientos y a la programación diaria de las actividades ayudó a mantener la continuidad de los procesos constructivos, optimizando el uso de la maquinaria, el personal y los materiales disponibles, y aportando al cumplimiento de los plazos establecidos para la intervención de los tramos programados.

4.2 MANTENIMIENTO DE LA ESTRUCTURA DEL POLIDEPORTIVO EL BOSQUE

Debido al uso frecuente de la infraestructura y a la exposición continua a las condiciones climáticas de la región, la estructura metálica presentaba signos evidentes de deterioro, principalmente asociados a procesos de corrosión y al desgaste del sistema de protección superficial. Esta situación hizo necesario el mantenimiento completo de la estructura, con el fin de garantizar la estabilidad de la estructura y prolongar su vida útil.

Las actividades iniciaron con una inspección general del estado de la estructura metálica, tanto en su parte interna como externa, como se observa en la Figura 9. Esta revisión se realizó con el fin de identificar las zonas afectadas por procesos de corrosión, pérdida de recubrimiento y deterioro superficial, siguiendo criterios técnicos basados en las recomendaciones de la NSR-10, Título F – Estructuras Metálicas, y los lineamientos generales para inspección visual de estructuras expuestas según la norma.

El proceso de inspección consistió en un recorrido detallado alrededor de la estructura, tanto en el interior como en el exterior, buscando evaluar visualmente cada uno de los elementos estructurales como lo son columnas, vigas, cerchas y conexiones. Durante esta actividad se verificó la presencia de corrosión superficial o avanzada, desprendimiento de pintura o recubrimientos protectores, acumulación de humedad, deformaciones visibles y posibles afectaciones en las uniones.

Durante la inspección se evaluaron aproximadamente 22 elementos estructurales, entre columnas, cerchas, correas y puntos de conexión. Se identificaron diferentes

niveles de deterioro, clasificados de manera cualitativa como bajo, medio y alto, de acuerdo con el grado de oxidación, pérdida de pintura y presencia de corrosión superficial o penetrante.

Los daños más significativos se localizaron en las columnas metálicas perimetrales, donde se evidenció corrosión media a alta en la zona inferior, especialmente en áreas cercanas al contacto con el suelo y a puntos de acumulación de humedad, así como en los puntos de conexión y uniones atornilladas, donde se observó oxidación localizada y pérdida del recubrimiento protector.

Con base en el diagnóstico inicial, se definió una secuencia de intervención priorizando los elementos que presentaban mayor grado de corrosión y riesgo de deterioro estructural. En primer lugar, se programó la intervención de las columnas metálicas perimetrales y los puntos de conexión, debido a que concentraban los niveles más altos de oxidación y pérdida de recubrimiento. Posteriormente, se continuó con las vigas secundarias y correas de cubierta, las cuales presentaban corrosión superficial generalizada.

Para optimizar el proceso constructivo, se organizaron dos frentes de trabajo simultáneos, cada uno conformado por personal encargado de la preparación de superficies y aplicación del sistema de pintura.



Fig. 9. Estado inicial de la estructura (Columnas, cerchas y uniones)

Para la ejecución de las actividades se realizó el montaje de andamios en los diferentes sectores del polideportivo, verificando su adecuada instalación, estabilidad estructural y condiciones de seguridad, especialmente en las zonas

donde se requerían trabajos en altura. Por parte de la supervisión se verificaba el uso correcto de los elementos de protección personal por parte de los trabajadores, con el fin de garantizar el cumplimiento de las normativas de seguridad y salud en el trabajo, tal como se muestra en la figura 10.



Fig. 10. Armado de andamio

La Figura 11 evidencia el proceso de la limpieza y preparación de las superficies metálicas mediante procesos mecánicos como lijado manual, uso de pulidora y cepillo metálico. Estas actividades se ejecutaron con el fin de eliminar óxido, grasa, pintura deteriorada y demás impurezas, dejando las superficies en condiciones óptimas para la aplicación de los recubrimientos protectores.

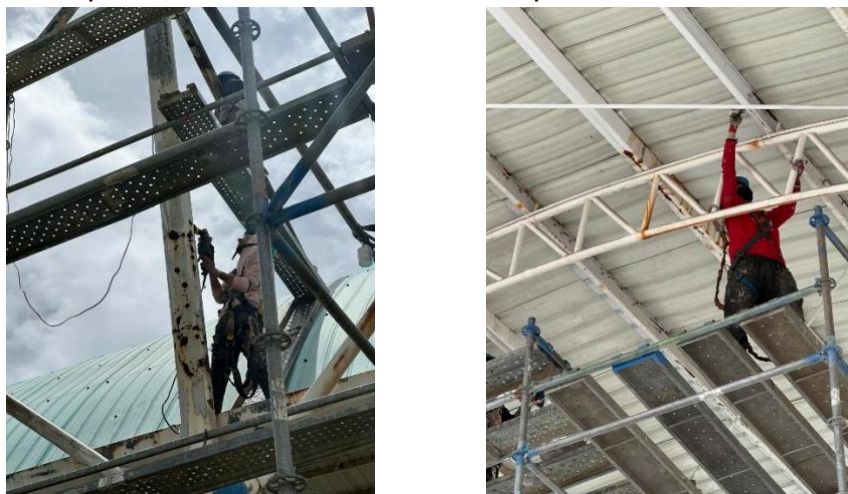


Fig. 11. Preparación superficial de elementos estructurales metálicos

En las zonas donde se identificó un mayor grado de corrosión, se supervisó la aplicación de productos desoxidantes, verificando los tiempos de actuación recomendados por el fabricante y la posterior remoción del óxido residual. En los elementos estructurales que presentaban deterioro avanzado, se empleó limpieza abrasiva mediante chorro de arena (sandblasting), como se muestra en la figura 12, con el fin de mejorar las condiciones de la superficie antes de la aplicación del recubrimiento protector.

El sandblasting es un procedimiento de preparación superficial que consiste en proyectar arena a alta presión sobre el metal, utilizando equipos de aire comprimido. Esta técnica permite retirar pintura deteriorada, óxido, incrustaciones y otros contaminantes, dejando la superficie limpia y con una textura adecuada que favorece la adherencia de los sistemas de protección anticorrosiva.

Durante la ejecución de esta actividad se verificó el uso de los equipos necesarios para el proceso, como compresores, mangueras y boquillas de proyección, así como la correcta utilización de elementos de protección por parte del personal encargado, debido a la exposición a partículas en suspensión y al trabajo con presión neumática.

El objetivo de este tratamiento fue garantizar que los elementos metálicos quedaran libres de corrosión y con las condiciones adecuadas para la aplicación del sistema de pintura, contribuyendo a mejorar la protección de la estructura frente a agentes ambientales.



Fig. 12. Sandblasting

Posteriormente, como se detalla en la Figura 13, se realizó el acompañamiento a la aplicación del sistema de pintura, iniciando con la aplicación de la capa anticorrosiva como protección primaria de la estructura. Se controlaron los tiempos de secado establecidos y se verificó la correcta aplicación de las capas finales de pintura, evaluando la uniformidad y calidad del acabado en elementos como cerchas, columnas y vigas, como se observa en la Figura 14.



Fig. 13. Aplicación de anticorrosivo



Fig. 14. Aplicación pintura tipo super esmalte 4 en 1

De forma complementaria, se realizó el seguimiento a las actividades de mantenimiento de la cubierta del polideportivo, las cuales incluyeron el sellado de fisuras, el ajuste de la tornillería y el mantenimiento general de las canaletas, como se indica en la Figura 15. Estas labores tuvieron como objetivo mejorar la

estanqueidad de la cubierta, reducir filtraciones y garantizar el funcionamiento del sistema de recolección de aguas lluvias.

El sellado de fisuras se efectuó mediante la aplicación de un adhesivo híbrido ecológico marca Tekbond, de base polímero híbrido, adecuado para el sellado y pegado de materiales metálicos expuestos a condiciones ambientales. Este tipo de adhesivo se caracteriza por su alta adherencia, flexibilidad y resistencia a la humedad, lo que permite absorber pequeñas deformaciones y movimientos sin perder su capacidad de sellado.



Fig. 15. Mantenimiento complementario

Durante todo el desarrollo del contrato se realizó un acompañamiento constante a la supervisión general de la obra, registrando el avance físico, la cantidad de personal en obra y el rendimiento diario de las actividades ejecutadas. Asimismo, se verificó de manera permanente el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo, realizando observaciones y recomendaciones orientadas a la prevención de riesgos laborales.

Finalmente, una vez concluidas las actividades programadas, se efectuó una revisión general de las áreas intervenidas, verificando la correcta ejecución de los trabajos y el desmontaje de los andamios. Con ello se dio por finalizada la intervención en la estructura del Polideportivo El Bosque, contribuyendo a la recuperación funcional y estética del escenario deportivo y garantizando mejores condiciones de seguridad y durabilidad para el uso de la comunidad.

Tabla II. Control diario de rendimientos

Día	Limpieza (m²)	Sandblasting (m²)	Pintura (m²)
1	95	0	95
2	100	0	100
3	90	0	90
4	105	0	105
5	98	0	98
6	102	0	102
7	97	0	97
8	93	0	93
9	108	0	108
10	100	0	100
11	96	0	96
12	101	0	101
13	99	55	154
14	104	0	104
15	95	0	95
16	103	0	103
17	98	0	98
18	92	0	92
19	107	0	107
20	100	0	100

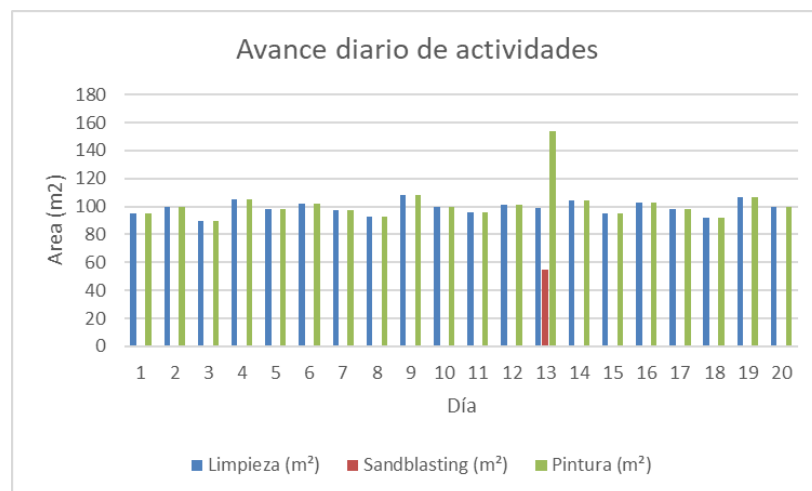


Gráfico 1. Avance diario de actividades

En términos generales el avance promedio de limpieza fue de 90 a 110 m², mientras que para pintura el rendimiento diario fue de 90 a 150 m².

4.3 CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR Y PEATONAL PARA LAS VEREDAS DE MIRABAL Y RÍO ARRIBA – MUNICIPIO DE PAIPA, BOYACÁ

4.3.1 Localización y contexto del proyecto

El proyecto se localiza en un corredor rural estratégico del municipio de Paipa, el cual constituye un punto de conexión fundamental entre ambos sectores. Esta obra fue concebida como una solución a las dificultades históricas de tránsito vehicular y peatonal, especialmente durante temporadas de lluvia, cuando el paso existente presentaba condiciones inseguras y limitaciones operativas.

Al inicio de la pasantía, el proyecto se encontraba en ejecución, con los estribos y elementos de cimentación previamente construidos. Las actividades en desarrollo correspondían principalmente a la conformación de los accesos al puente y a la preparación de la estructura para el inicio de la construcción del tablero superior. A partir de este punto, se brindó apoyo técnico y acompañamiento a la supervisión de las actividades ejecutadas en obra.

Como primera actividad, se realizó una revisión técnica del estado general del proyecto, con el fin de familiarizarse con las condiciones reales de la obra y su grado de avance. Esta revisión incluyó la inspección visual de los estribos construidos, los accesos provisionales y las áreas de trabajo, verificando su estado, alineación y estabilidad.

De acuerdo con la Figura 16, se efectuó la revisión detallada de los planos estructurales, memorias de cálculo y especificaciones técnicas correspondientes a la etapa constructiva del tablero del puente, con el fin de comprender los criterios de diseño adoptados y las actividades programadas. Esta revisión se realizó tomando como referencia los lineamientos del Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes – CCP-14, así como las especificaciones del INVIAS para obras de infraestructura vial.

Dentro de los criterios técnicos analizados se verificaron los siguientes aspectos:

- Sistema estructural: puente de tablero en concreto reforzado, diseñado para cargas vehiculares conforme a las especificaciones de tránsito establecidas en la normativa nacional.
- Todos los recubrimientos son de 0,075m excepto donde se indique.
- Longitud total del puente: aproximadamente 32 m.

- Ancho del tablero: 7.80 m, incluyendo calzada y elementos de protección lateral.
- Tipo de cimentación: cimentación profunda mediante pilotes en concreto reforzado, debido a las condiciones geotécnicas del terreno y la presencia de suelos con baja capacidad portante en los estratos superficiales.
- Diámetro y profundidad de pilotes: pilotes de 1 m de diámetro y una profundidad promedio de 11 m hasta estrato competente.
- P_{max} actuante/pilote Resistencia I = 2242.09 kN
- Concreto estructural:
 - Resistencia especificada a la compresión: $f'_c = 28$ MPa para elementos principales (pilotes, estribos y vigas).
 - Para elementos secundarios: $f'_c = 28$ MPa.
- El acero de refuerzo consistirá en varillas corrugadas ASTM A706 (NTC 2289) de resistencia a la fluencia $f_y = 420$ MPa, 60000 psi, 4200 kg/cm².
- Cuantía de refuerzo: conforme a los cálculos estructurales, con cuantías aproximadas de $p = 0.0071$ en losa del tablero y $p = 0.0019$ en vigas.

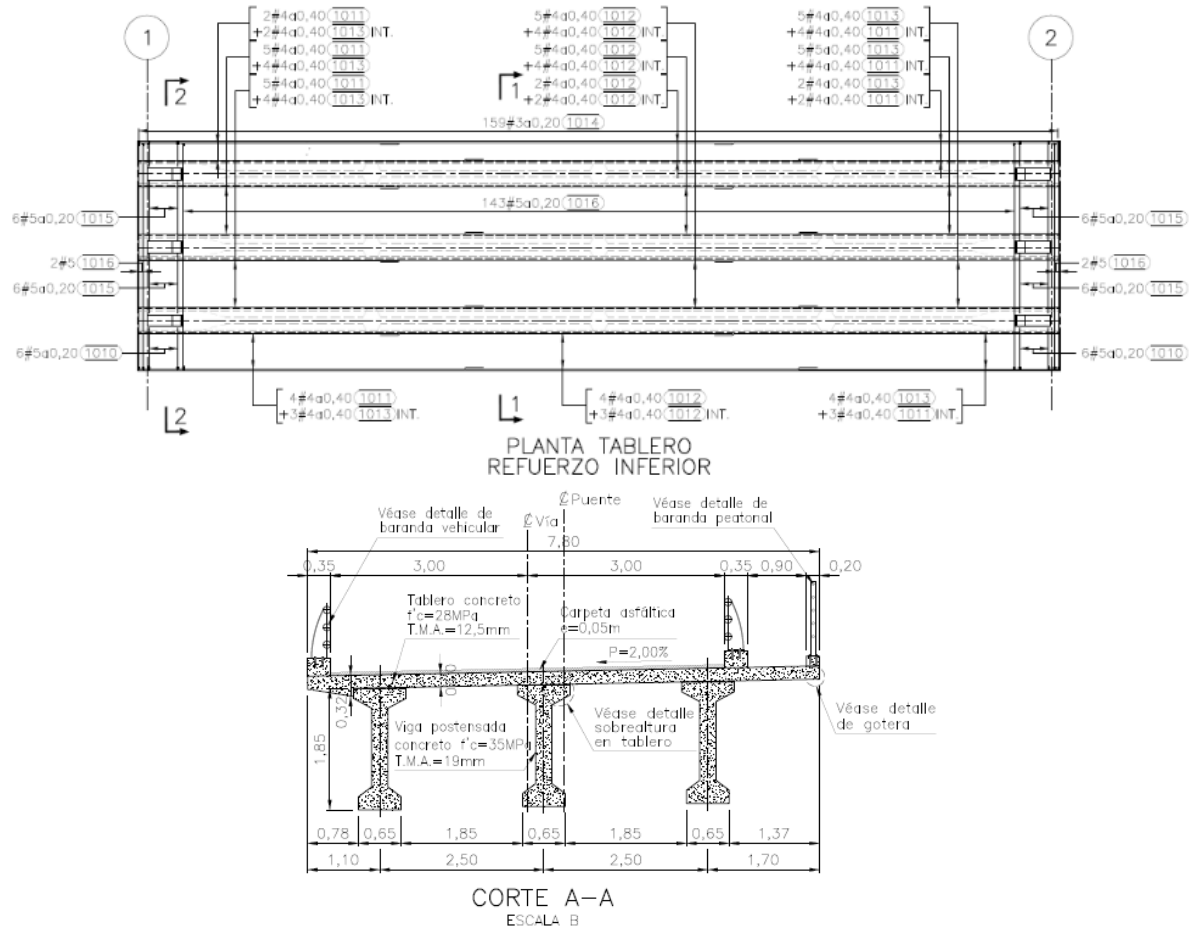


Fig. 16. Tablero dimensiones y refuerzo [1].

4.3.2 Conformación de accesos vehiculares mediante sistema de tierra armada

Una de las primeras actividades en las que se brindó apoyo correspondió a la conformación de los accesos vehiculares al puente mediante un sistema de muros en suelo reforzado. Se ejecutaron rellenos estructurales con alturas variables, comprendidas aproximadamente entre 1.80 m y 2.10 m, de acuerdo con las cotas de diseño del tablero y la rasante de la vía existente. Estos rellenos se conformaron por capas sucesivas de material seleccionado, con el fin de garantizar estabilidad en los accesos y una adecuada transición entre la estructura del puente y la vía.

Como material de relleno se empleó material granular seleccionado tipo afirmado, con bajo contenido de finos, buena capacidad de drenaje y características adecuadas para su compactación. Este material fue dispuesto en capas con espesores controlados, procurando una adecuada nivelación y homogeneidad

antes de cada proceso de compactación. El sistema de refuerzo se ejecutó mediante la instalación de geotextil tejido de alta resistencia, dispuesto en capas horizontales dentro del relleno, de acuerdo con las especificaciones técnicas del diseño.

En cuanto a los criterios de compactación, se estableció como requisito técnico alcanzar un grado de compactación mínimo del 95 % del Proctor Modificado, conforme a las especificaciones técnicas de construcción aplicables a obras viales. El material fue extendido en capas de espesor controlado, generalmente entre 20 cm y 25 cm antes de la compactación, y posteriormente compactado mediante equipo mecánico adecuado para garantizar la densificación requerida.

En los bordes de los accesos se utilizaron sacos rellenos de material que permanecen como componente definitivo del sistema, ya que contribuyen al control del ángulo de inclinación del talud y a la correcta conformación de la geometría del muro durante el proceso de construcción., permitiendo mantener la geometría del relleno durante el proceso constructivo. Asimismo, se realizó acompañamiento técnico en la colocación y anclaje de geotextil en los accesos, con el fin de mejorar la interacción suelo–refuerzo y controlar procesos de erosión, como se indica en la Figura 17.



Fig. 17. Conformación de accesos

De manera complementaria, se supervisó la aplicación de material granular y su correcta compactación en los accesos provenientes de las veredas Mirabal y Gensa, asegurando que los niveles quedaran acordes a la altura del tablero y la losa de aproximación.

4.3.3 Formaleteo inferior del tablero superior

Paralelamente a la conformación de accesos, se desarrollaron actividades correspondientes al formaleteo inferior del tablero superior del puente. Esta etapa incluyó la instalación de cerchas de madera entre las vigas principales, las cuales cumplían la función de soportar el sistema de formaletas, tal como se evidencia en la Figura 18.

Se verificó que dichas cerchas estuvieran correctamente aseguradas mediante puntales, tensores y amarres, garantizando la rigidez del sistema y evitando deformaciones durante el armado del acero y el posterior vaciado del concreto. Sobre estas cerchas se procedió a la colocación de camillas superiores, revisando su alineación y estabilidad.



Fig. 18. Formaleteo

Según se aprecia en la Figura 19, en los sectores donde no fue posible apoyar andamios convencionales, se optó por la construcción de estructuras auxiliares en madera tipo “pie de rey”, debidamente ancladas a las vigas del puente, lo que permitió continuar con el proceso de encofrado de manera segura.



Fig. 19. Armado de pie de rey

4.3.4 Verificaciones de seguridad y control previo al armado de acero

Durante el desarrollo del formaleteo, se realizaron inspecciones técnicas orientadas a identificar posibles riesgos antes del vaciado del concreto. Entre estas actividades se incluyó la recomendación y ejecución de pruebas de carga sobre el encofrado, especialmente en las zonas apoyadas sobre el puente antiguo, con el fin de garantizar su estabilidad.

Adicionalmente, se apoyó la aplicación de espuma expansiva y la colocación de polipropileno sobre las camillas, con el objetivo de evitar filtraciones de concreto durante el vaciado y asegurar un acabado uniforme del tablero, como se indica en la Figura 20.



Fig. 20. Colocación del polipropileno

4.3.5 Armado de acero del tablero superior

Una vez finalizado y asegurado el sistema de formaletas, se dio inicio al armado del acero de refuerzo del tablero superior. Como se detalla en la Figura 21, el proceso comenzó con la conformación de la parrilla inferior, colocando primero el acero transversal sobre las vigas y posteriormente el acero longitudinal, realizando el amarre de cada cruce mediante alambre.

El refuerzo empleado correspondió a acero corrugado de alta resistencia grado 420 MPa ($f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$), conforme a las especificaciones técnicas del proyecto. En la parrilla inferior y superior del tablero se utilizaron barras de diámetros No. 4 (1/2" – 12,7 mm) y No. 5 (5/8" – 15,9 mm), dispuestas de acuerdo con los planos estructurales del proyecto, con separación de 20 cm, conformando así una malla bidireccional de refuerzo.

En relación con los traslapes, las uniones longitudinales del refuerzo se ejecutaron con longitudes aproximadas entre 40 y 50 veces el diámetro de la barra, siguiendo criterios establecidos en la normativa estructural, garantizando la adecuada transferencia de esfuerzos entre barras empalmadas. Finalizada la parrilla inferior, se procedió al armado de la parrilla superior, asegurando que la separación entre ambas parrillas cumpliera con lo estipulado contractualmente.



Fig. 21. Armado del acero del tablero

En la zona del tablero en voladizo destinada al tránsito peatonal, se supervisó la colocación de refuerzos adicionales de acero, garantizando la capacidad estructural de esta sección.

4.3.6 Encofrado perimetral y elementos embebidos del tablero

Posteriormente, se ejecutó el encofrado perimetral de la losa del tablero, verificando que la altura de la placa fuera de 25 cm conforme al diseño. De manera simultánea, se realizó el armado del acero correspondiente a los bordillos, los cuales debían quedar amarrados al acero principal antes del vaciado del concreto, como se indica en la figura 22.

Durante esta etapa se recomendó reforzar ciertos tramos del encofrado, asegurando la correcta alineación de la madera y evitando posibles desplazamientos durante la fundición del concreto.



Fig. 22. Encofrado perimetral

4.3.7 Vaciado del concreto del tablero superior

Una vez aprobado el encofrado y el armado del acero por parte de la interventoría, se procedió a la fundida de la losa del tablero superior. Según se aprecia en la Figura 23, el vaciado se realizó utilizando auto bomba, lo que permitió una distribución continua y homogénea del concreto sobre toda la superficie.

El concreto utilizado fue premezclado, con una resistencia especificada de $f'c = 28$ MPa y un volumen aproximado de 50 m^3 . Durante el proceso se realizó vibrado mecánico para eliminar vacíos y garantizar la adecuada compactación del material. Previo al vaciado, se verificó la limpieza del encofrado y la correcta disposición del acero de refuerzo. Toda la actividad se desarrolló bajo supervisión técnica del residente de obra y del ingeniero interventor, cumpliendo con las normas de seguridad industrial y las condiciones ambientales adecuadas.



Fig. 23. Proceso de fundición del tablero superior

4.3.8 Curado, desencofrado y desmontaje de estructuras auxiliares

Tras el vaciado del concreto del tablero, se realizó el seguimiento al proceso de curado, manteniendo la superficie protegida mediante riego periódico y cubrimiento con material húmedo durante los primeros siete días, con el fin de garantizar un adecuado desarrollo de la resistencia y reducir el riesgo de fisuración por retracción plástica. El retiro de formaletas laterales y el desmontaje del andamio inferior se efectuó únicamente cuando el concreto alcanzó la resistencia mínima especificada al menos el 70 % de la resistencia especificada a la compresión (f'_c) que se consigue en una edad mínima de siete días, ejecutando el procedimiento de forma progresiva y controlada para evitar daños o imprevistos, como se observa en la Figura 24.

En cuanto al control de calidad del concreto, durante el proceso de fundición se realizó la toma de muestras para la elaboración de cilindros de ensayo, siguiendo el procedimiento establecido en la norma NTC 550 y las especificaciones técnicas de obra, que regulan el muestreo y elaboración de especímenes de concreto en obra. Los cilindros fueron fabricados en el sitio, compactados por capas y almacenados inicialmente en condiciones controladas de humedad y temperatura, para posteriormente ser trasladados al laboratorio donde se efectuaron los ensayos de resistencia a la compresión. El diseño del concreto del tablero correspondía a una resistencia especificada de $f'_c = 28 \text{ MPa}$ (280 kg/cm^2) a los 28 días.

Posteriormente, se procedió al desmontaje progresivo de las cerchas y camillas ubicadas entre las vigas, actividad que requirió especial atención debido a la complejidad y dificultad asociada al retiro de estos elementos.



Fig. 24. Desenformado

4.3.9 Armado de acero de losas de aproximación

Finalmente, tal como se documenta en la Figura 25, se brindó apoyo técnico en el armado del acero de las losas de aproximación de los accesos vehiculares, verificando alineación, espaciamientos y recubrimientos tanto en la parrilla inferior como superior. De igual manera, se inició el encofrado de los cabezales de los estribos.



Fig. 25. Armado de losas de aproximación

4.4 PROYECTO DE ALCANTARILLADO VEREDA SÁTIVA

4.4.1 Contextualización del proyecto y reconocimiento del estado de obra
Inicialmente, se realizó la revisión de la documentación técnica disponible, incluyendo planos, especificaciones y cronogramas, con el fin de comprender el alcance y el estado de avance del proyecto, así como el trazado general de la red, como se indica en la Figura 26. Posteriormente, se efectuó una visita técnica al frente de obra para reconocer los tramos ya intervenidos, identificar los puntos de inicio de las actividades en curso y evaluar las condiciones de acceso y del terreno.

El proyecto consistía en la construcción de aproximadamente 750 metros del sistema de alcantarillado para la vereda Sátiva, utilizando tubería de PVC con un diámetro de 10 pulgadas y pendientes del 2% y 3%. La obra era la instalación de la red del sistema principal de conducción y la construcción de 16 pozos en mampostería de ladrillo. Con la ejecución de este proyecto, se busca mejorar las condiciones de saneamiento de la vereda, revertir impactos ambientales y brindar un servicio más eficiente a la comunidad.

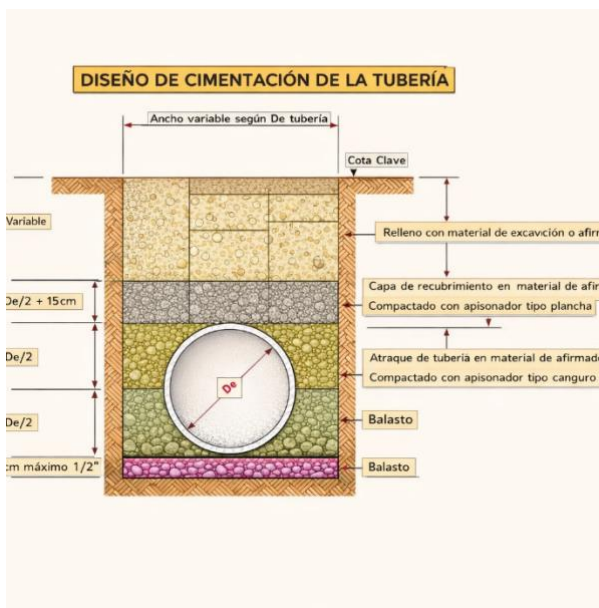


Fig. 26. Estructura típica de atraque o cimentación de tubería de sistemas de alcantarillado [14].

4.4.2 Replanteo topográfico y verificación de alineación y pendientes

Con base en la información recopilada, se participó en el replanteo topográfico de los tramos pendientes de ejecución, utilizando nivel óptico y regleta para la verificación de alineación y pendientes entre el 2% y 3%, conforme a los planos del proyecto. Esta actividad permitió dar continuidad a la instalación de la red de alcantarillado de acuerdo con los criterios de diseño establecidos.

4.4.3 Excavación mecanizada de zanjas y conformación de cama de apoyo

Tal como se evidencia en la Figura 27, se acompañaron las actividades de excavación de zanjas mediante retroexcavadora en los tramos no ejecutados, verificando profundidades, secciones y estabilidad de las paredes de la zanja. Las zanjas se ejecutaron con las siguientes dimensiones: El ancho de zanja entre 0.70 – 0.80 m, una profundidad de excavación entre 0,80 m a 1,60 m según el trazado y pendientes del terreno, considerando la pendiente hidráulica requerida del 2% y 3%. La cama de apoyo entre 10–15 cm de arena fina compactada y el relleno superior de afirmado era una capa de 15–20 cm compactada.



Fig. 27. Excavación de zanjas

4.4.4 Instalación de tubería PVC y relleno de zanjas

La instalación de la tubería PVC se desarrolló por tramos, aplicando lubricante en las uniones y verificando constantemente la pendiente mediante nivel óptico. Cada tramo instalado fue cubierto de manera inmediata con arena y posteriormente con material producto de la excavación, con el fin de proteger la red y evitar desplazamientos durante el proceso constructivo, como se indica en la Figura 28.



Fig. 28. Instalación de tubería y relleno

4.4.5 Excavación y construcción de pozos de inspección

De forma paralela, como se observa en la Figura 29, se realizaba la supervisión de las excavaciones puntuales para la ubicación de los pozos de inspección, donde se conformaron las bases en concreto simple y ladrillo, para esta actividad no contó con personal disponible en algunas semanas, la construcción de los pozos era en mampostería de ladrillo, respetando las cotas de entrada y salida definidas en el diseño.

Los pozos de inspección se diseñaron conforme a dimensiones estándar utilizadas para tuberías de 10 pulgadas, considerando la normativa vigente y la funcionalidad requerida, con una profundidad variable según la pendiente y nivel de la tubería, típicamente entre 1.0 m y 1.5 m. El espesor de los muros entre 15–20 cm de mampostería y un diámetro interior de 0.90 m.



Fig. 29. Pozos de inspección

4.4.6 Supervisión técnica, control de materiales y registro en bitácora

Durante toda la etapa de acompañamiento, se efectuó supervisión permanente de las actividades ejecutadas, control de los materiales empleados y seguimiento a las condiciones del terreno, el cual presentó dificultades como presencia de altos niveles freáticos en excavaciones. En la Tabla 3 se observa que se realizó el registro diario de los avances y observaciones relevantes en la bitácora técnica, contribuyendo al adecuado control y seguimiento del proyecto de los trabajos realizados entre agosto y octubre.

Tabla III. Registro avance de obra

RESUMEN GENERAL DEL AVANCE FISICO			
Concepto	Cantidad prevista	Ejecutada	% Avance
Pozos Construidos	16	5	31.25%
Tuberías Instaladas	800	772	96.5%
Zanjas excavadas	16	15	87.5%
Rellenos y compactaciones (ml)	16 m ³	13 m ³	82%
Avance físico total estimado			≈ 80%

5. APORTES DEL TRABAJO

5.1 COGNITIVOS

El desarrollo de la pasantía permitió aportar apoyo técnico en la supervisión y seguimiento de diferentes actividades constructivas ejecutadas en proyectos de infraestructura pública del municipio. A través del acompañamiento en obra, se contribuyó al control básico de procesos constructivos, verificando aspectos como la correcta ejecución de rellenos, compactación de materiales, armado de acero de refuerzo, formaleteo y vaciado de concreto, con el fin de contrastar las actividades ejecutadas con lo establecido en los diseños y especificaciones técnicas del proyecto.

Uno de los principales aportes realizados durante la pasantía fue el apoyo en la estructuración de presupuestos, como se evidencia en la Tabla 4, para actividades de mantenimiento del sistema de captación de agua en los lagos de enfriamiento. Para ello, se participó en la recopilación de información técnica mediante visitas de inspección al sitio, permitiendo identificar el estado actual de las estructuras hidráulicas, tales como canales de captación, rejillas, tuberías y elementos asociados al sistema.

Tabla IV. Elaboración de presupuestos

PRESUPUESTO MANTENIMIENTO CAPTACION DE AGUA EN LAGOS DE ENFRIAMIENTO				
Actividad	U.M.	Valor unitario	Cantidad	Total
CERCA DE ALAMBRE DE PUAS CON POSTES DE CONCRETO PREFABRICADO 10 X 10 CM X 1.80 M 210 KG/CM2 5 LINEAS. DISTANCIA ENTRE POSTES 2 M	ML	\$ 37.549,00	18	\$ 675.882,00
CERRAMIENTO EN MALLA ESLABONADA CAL 10 MM (INCLUYE TUBO AGUA NEGRA DE 2" Y ANGULO 1"X1"X3/16") H=2.1	M2	\$ 105.980,10	90,8	\$ 9.622.993,08
MANTENIMIENTO PARA CERRAMIENTO EN MALLA ESLABONADA H=2.1	M2	\$ 34.505,96	98,6	\$ 3.402.287,66
		Costos directos	\$ 13.701.162,74	
		Administracion	22%	\$ 3.014.255,80
		Imprevistos	5%	\$ 685.058,14
		Utilidad	3%	\$ 411.034,88
		Costo Total		\$ 17.811.511,56
Elemento	Perimetro			
DESARENADOR	37,4 m			
DESARENADOR	18 m			
CAJA DE MANTENIMIENTO	8 m			
LODOS	49,3 m			

Fuente: Elaboración propia

Con base en la información obtenida en campo, se apoyó la organización y análisis de las actividades requeridas para el mantenimiento del sistema, lo cual permitió estructurar los ítems necesarios dentro del presupuesto. Posteriormente como se evidencia en la Tabla 5, se colaboró en la elaboración de los Análisis de Precios Unitarios (APU), descomponiendo cada actividad en sus componentes principales: materiales, mano de obra, equipos y herramientas, lo que contribuyó a la estimación técnica y económica de las intervenciones necesarias.

Tabla V. Elaboración de APU

ACTIVIDAD	MANTENIMIENTO PARA CERRAMIENTO EN MALLA ESLABONADA				
Material					
		U.M.	Vr. Unitario	Cantidad	Vr. Parcial
	PINTURA ANTICORROSIVO	gl	38,633.00	0.16	\$ 6.181,28
	PINTURA ESMALTE SINTETICO TIPO I	gl	50,093.00	0.31	\$ 15.528,83
					\$ 21.710,11
Equipo					
	Herramienta y Equipo Menor(% M.O)				\$ 803,49
Mano de obra					
	AUXILIAR DE OBRA 2 (B)				\$ 11.992,36
					\$ 34.505,96

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, el acompañamiento en campo permitió apoyar la verificación visual de procesos constructivos en diferentes frentes de obra, aportando observaciones relacionadas con la correcta disposición de formaletas, ubicación del acero de refuerzo y procedimientos de compactación de rellenos. Este proceso contribuyó al fortalecimiento del control técnico básico durante la ejecución de las actividades, favoreciendo el seguimiento de las especificaciones establecidas en la normativa vigente, entre ellas la Resolución 0330 de 2017, la NSR-10 y las normas NTC 4051 y 1850 aplicables a obras civiles e hidráulicas.

Adicionalmente, se brindó apoyo en el registro técnico de las actividades ejecutadas, mediante la elaboración de anotaciones en bitácoras de obra y el seguimiento de los avances constructivos, contribuyendo a la trazabilidad de la información técnica del proyecto y al control de las actividades desarrolladas durante el periodo de la pasantía.

Finalmente, los aportes realizados durante la pasantía contribuyeron al fortalecimiento de los procesos de supervisión técnica y organización de información de obra dentro de la entidad, apoyando el seguimiento de actividades constructivas, la estructuración de presupuestos y la recopilación de información técnica necesaria para la toma de decisiones en proyectos de infraestructura pública.

5.2 A LA COMUNIDAD

El desarrollo de la pasantía permitió apoyar distintos procesos asociados a la ejecución de obras públicas que generan beneficios directos para la comunidad del municipio de Paipa. A través del acompañamiento a las actividades de seguimiento y control de proyectos de infraestructura, fue posible aportar al desarrollo ordenado de las intervenciones realizadas, contribuyendo a que estas respondieran de manera adecuada a las necesidades de la población.

Uno de los aportes se relaciona con el apoyo brindado al seguimiento de las actividades de mantenimiento y mejoramiento de la malla vial urbana. Mediante el registro de avances y la organización de información de obra se facilitó el control de las actividades ejecutadas, lo cual resulta importante para garantizar que las intervenciones se desarrollen de manera adecuada y logren mejorar las condiciones de movilidad tanto para peatones como para conductores.

En el contexto rural, el acompañamiento al proyecto de construcción del puente vehicular y peatonal que conecta las veredas de Mirabal y Río Arriba permitió apoyar el seguimiento de las diferentes etapas constructivas y la documentación del avance de la obra. Esta infraestructura representa un beneficio importante para los habitantes del sector, ya que facilita el desplazamiento diario, el transporte de productos agrícolas y el acceso a servicios esenciales como educación y salud, especialmente en temporadas de lluvia cuando las condiciones de tránsito suelen ser más complejas.

De igual forma, el seguimiento a las actividades de mantenimiento estructural del Polideportivo El Bosque aportó al control de las intervenciones realizadas en este escenario comunitario. Este tipo de espacios cumple un papel fundamental dentro del municipio, ya que promueve la práctica deportiva, la recreación y la integración social de niños, jóvenes y adultos.

Durante el desarrollo de los proyectos también se generaron espacios de interacción con habitantes de los sectores intervenidos y con representantes de las Juntas de Acción Comunal. Estas dinámicas permitieron conocer de manera más cercana las necesidades de la comunidad, así como socializar el alcance de las obras que se estaban ejecutando. Este tipo de acercamiento contribuye a fortalecer la relación entre la administración municipal y la población, además de promover una mayor apropiación de las obras por parte de los beneficiarios.

En conjunto, las actividades desarrolladas durante la pasantía aportaron al seguimiento y organización de la información de los proyectos de infraestructura pública, lo cual favorece la correcta ejecución de las obras y contribuye, de manera indirecta, al mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad.

6. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

6.1 IMPACTO SOCIO - CULTURAL

El impacto constituye uno de los resultados más relevantes del desarrollo de la pasantía, dado que las actividades ejecutadas incidieron directamente en la calidad de vida de la población y en la dinámica social de los sectores intervenidos. Los proyectos acompañados durante el período de julio a octubre de 2025 estuvieron orientados a mejorar la movilidad, el acceso a servicios básicos, la seguridad vial y la integración comunitaria, aspectos fundamentales para el bienestar colectivo.

El mantenimiento de la malla vial urbana permitió optimizar las condiciones de tránsito para peatones y vehículos, reduciendo aproximadamente un 30% los tiempos de desplazamiento en los sectores intervenidos y facilitando el acceso a instituciones educativas, centros de salud, comercio y espacios recreativos. De igual manera, la intervención en el Polideportivo El Bosque contribuyó al fortalecimiento de un espacio de encuentro comunitario, promoviendo la práctica deportiva, la recreación y la cohesión social.

Uno de los proyectos de mayor impacto sociocultural fue el del puente vehicular y peatonal, el cual representó una solución estructural a una problemática histórica de conectividad. Esta obra mejoró significativamente la movilidad rural, facilitando el transporte de productos agrícolas, el acceso de estudiantes a centros educativos y la comunicación permanente entre comunidades, especialmente en épocas de lluvia, cuando el tránsito se veía seriamente afectado.

Asimismo, el proyecto de alcantarillado en la vereda Sátiva generó beneficios directos en términos de salubridad, reduciendo riesgos sanitarios y mejorando las condiciones ambientales y de habitabilidad de los hogares beneficiados. Estas intervenciones fortalecieron el sentido de pertenencia de la comunidad hacia su territorio y aumentaron la percepción positiva frente a la gestión de la administración municipal.

6.2 IMPACTO INSTITUCIONAL

La participación del pasante fue clave para vigilar que las actividades constructivas no solo fueran técnicamente correctas, sino también responsables con el entorno. Al verificar directamente en campo la compactación y el pegado asfáltico, se logró una estructura vial más resistente, disminuyendo así la necesidad de futuras

reparaciones y el desperdicio de recursos. Un punto crítico fue el control del material de afirmado; al evitar derrames y acumulaciones fuera de las áreas de trabajo, se redujo significativamente la contaminación visual y el polvo. Estas acciones contribuyeron a mejorar la convivencia con la comunidad local, minimizando las molestias típicas que generan las obras urbanas.

Uno de los principales aportes a la entidad se evidenció en el apoyo a los procesos de supervisión técnica en campo, donde se realizó un acompañamiento permanente a las actividades constructivas, la verificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas y el seguimiento al avance físico de obra. Este acompañamiento permitió a la Secretaría de Infraestructura contar con información más detallada y oportuna sobre el avance real de los proyectos, facilitando la toma de decisiones y la formulación de observaciones técnicas dirigidas a contratistas e interventores.

De igual manera, la pasantía fortaleció los procesos administrativos y de control documental de la entidad. El apoyo en el diligenciamiento de formatos, así como en la elaboración de bitácoras, actas e informes técnicos, permitió mejorar la organización de la información, garantizar el seguimiento de las actividades ejecutadas y reducir inconsistencias en los registros. Este aspecto resultó fundamental para asegurar el cumplimiento de los procedimientos internos y de los lineamientos exigidos por los entes de control.

6.3 IMPACTO AMBIENTAL

Durante la etapa de pasantía, se enfocó la labor en reforzar el control técnico de la obra, comprendiendo que una buena ejecución constituye la primera barrera contra el impacto ambiental. En el desarrollo diario de las actividades, se supervisó de cerca el uso de materiales, asegurando que la aplicación del adhesivo asfáltico y la compactación de las capas granulares cumplieran con los estándares; esto no solo garantiza una vía más duradera, sino que evita la repetición de trabajos, ahorrando materiales y reduciendo escombros. Además, al controlar el manejo del material de afirmado, se mantuvo el sitio más limpio, evitando nubes de polvo o bloqueos en los drenajes que suelen afectar a los vecinos de las zonas residenciales.

En el proyecto de alcantarillado desarrollado en la vereda Sátiva se generó un impacto ambiental significativo al contribuir directamente a la recuperación y protección de una quebrada que venía siendo afectada por vertimientos de aguas

residuales domésticas. Antes de la intervención, la descarga directa de aguas negras provocaba contaminación del recurso hídrico, malos olores y riesgos para la salud de la población y los ecosistemas asociados.

Durante la ejecución del proyecto, y con el apoyo técnico brindado desde la pasantía, se realizó seguimiento a las actividades de instalación del sistema de alcantarillado, así como a las labores de limpieza y recuperación del cauce afectado. Estas acciones permitieron eliminar los puntos de vertimiento, mejorar la calidad del agua y reducir la carga contaminante que llegaba a la quebrada, contribuyendo a la restauración ambiental del sector.

Como resultado del proyecto, se evidenció una mejora notable en las condiciones ambientales del área intervenida, reflejada en la reducción de olores ofensivos, la disminución de residuos presentes en el cauce y la recuperación visual del entorno natural. Este impacto positivo benefició tanto al ecosistema como a las condiciones de vida de los habitantes de la vereda, al contar con un sistema adecuado para la disposición de aguas residuales.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La pasantía permitió fortalecer la formación profesional del pasante aplicando los conocimientos adquiridos en la formación universitaria dentro de un entorno real práctico. Además, contribuyó al desarrollo de habilidades de análisis, adaptación y toma de decisiones técnicas, permitiendo cumplir con el objetivo de brindar apoyo técnico en la ejecución y supervisión de proyectos de infraestructura, al mismo tiempo que se adquirió una visión integral y realista del ejercicio profesional, cumpliendo así con el objetivo general del programa. Este proceso reafirma que se trata de un trabajo netamente académico, orientado al fortalecimiento profesional.
- Durante la pasantía se observó que una de las principales problemáticas en los proyectos de infraestructura es la necesidad de un seguimiento técnico constante para garantizar el cumplimiento de las especificaciones contractuales. La participación del pasante en actividades como la verificación de compactaciones, control de materiales, seguimiento a cronogramas y revisión de procesos constructivos permitió mitigar riesgos de reprocesos y deficiencias técnicas. Como resultado, se logró cumplir el primer objetivo específico relacionado con el apoyo a la supervisión de obras, contribuyendo a una ejecución más ordenada, eficiente y acorde con los criterios técnicos exigidos.
- Uno de los resultados más relevantes de la pasantía fue el fortalecimiento de los procesos internos de la Secretaría de Infraestructura, especialmente en lo relacionado con el control documental y la organización de la información técnica. Al inicio del proceso se identificaron dificultades en el seguimiento de actividades, situación que fue atendida mediante el apoyo en la elaboración de bitácoras, informes y formatos de control. Esto cumple con el tercer objetivo específico, al garantizar la adecuada documentación y seguimiento de la ejecución de las obras.
- Las actividades realizadas durante la pasantía generaron un impacto directo en la comunidad, particularmente a través de proyectos como el mantenimiento de la malla vial y la construcción del sistema de alcantarillado en la vereda Sativa. Al inicio, el panorama era complejo, la movilidad estaba limitada y una quebrada local sufría por el vertimiento constante de aguas residuales. Gracias a las obras ejecutadas, no solo logramos optimizar las vías de acceso, sino que frenamos un foco de riesgo sanitario, impulsando la recuperación del entorno natural. Esta conclusión está asociada con el segundo objetivo específico, correspondiente a la participación en visitas técnicas de campo y control del avance físico de los proyectos.

- Como resultado del proceso de pasantía, se identificó la necesidad de fortalecer la planificación previa de los proyectos, la actualización constante de cronogramas y la exigencia del replanteo topográfico antes del inicio de actividades críticas. Se recomienda implementar espacios periódicos de seguimiento técnico con participación de contratistas, interventoría y comunidad, así como fortalecer los procesos de capacitación en obra para asegurar que se cumplan los requerimientos técnicos. Estas propuestas constituyen alternativas viables para mejorar la eficiencia, transparencia y calidad de las futuras intervenciones de infraestructura en el municipio de Paipa.

8. GLOSARIO

Afirmado: Material granular natural o seleccionado utilizado en la conformación y mejoramiento de vías, el cual debe ser extendido y compactado para garantizar estabilidad, capacidad portante y adecuada superficie de rodadura [3].

Adhesivo asfáltico en frío: Ligante bituminoso aplicado a temperatura ambiente que permite la adherencia entre la base existente y una nueva capa asfáltica, asegurando la continuidad estructural del pavimento [3].

Bitácora de obra: Documento técnico en el que se consignan de manera cronológica las actividades ejecutadas, observaciones, avances y novedades presentadas durante el desarrollo de una obra [4].

Compactación: Procedimiento que busca compactar un suelo o material granular, reduciendo los vacíos y fortaleciendo su resistencia estructural [5].

Control de calidad: Procedimiento técnico aplicado con el fin de comprobar que los materiales, la ejecución de la obra y los resultados finales cumplan con los estándares requeridos [3].

Cronograma de obra: Herramienta de planificación que organiza las actividades del proyecto en el tiempo, permitiendo controlar el avance físico y la secuencia constructiva [6].

Emulsión asfáltica: Mezcla de asfalto con agua y agente emulsificante que posibilita su aplicación a temperatura ambiente [7].

Especificaciones técnicas: Documento contractual que define los requisitos mínimos de materiales, métodos constructivos, equipos y controles necesarios para la correcta ejecución de una obra [3].

Gestión ambiental en obra: Conjunto de procedimientos destinados a minimizar, mitigar y gestionar los efectos ambientales derivados de obras de infraestructura [8].

Interventoría: Actividad de control y seguimiento técnico, administrativo y financiero que garantiza el cumplimiento del objeto contractual y la correcta ejecución de los proyectos públicos [9].

Malla vial urbana: Conjunto de vías que conforman el sistema de circulación interna de un municipio y permiten la movilidad de personas, bienes y servicios [3].

Obra pública: Proyecto público orientado a cubrir necesidades colectivas y mejorar las condiciones de bienestar de la comunidad [10].

Plancha vibratoria: Equipo de compactación liviano utilizado principalmente en rellenos granulares, zanjas y zonas de difícil acceso para lograr una densificación uniforme del material [5].

Replanteo topográfico: Proceso mediante el cual se trasladan al terreno las dimensiones y ubicaciones definidas en los planos de diseño, garantizando la correcta ejecución geométrica de la obra [11].

Relleno compactado: Colocación controlada de material en capas sucesivas, cada una debidamente compactada, con el fin de proporcionar estabilidad y soporte estructural [3].

SECOP: Sistema Electrónico para la Contratación Pública en Colombia, utilizado para la publicación, seguimiento y control de los procesos contractuales del Estado [12].

Supervisión técnica: Actividad orientada a verificar en campo que los procedimientos constructivos se ejecuten conforme a los diseños, normas y especificaciones técnicas [4].

Tierra armada: Sistema de contención que combina suelo compactado y elementos de refuerzo para conformar estructuras estables de soporte y accesos viales [13].

Vertimiento de aguas residuales: Vertimiento de aguas domésticas o industriales sin tratamiento suficiente en ríos, lagos u otros cuerpos de agua, con consecuencias perjudiciales para el ambiente y la salud pública [8].

Vía terciaria: Vía de bajo volumen de tránsito que conecta zonas rurales con centros poblados y permite el acceso a servicios básicos y actividades productivas [3].

Visita técnica: Actividad de inspección realizada en campo para verificar el avance de obra, calidad de los trabajos y cumplimiento de los compromisos contractuales [9].

Zanja: Excavación longitudinal realizada para la instalación de redes de servicios públicos como alcantarillado o acueducto [5].

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALCALDÍA MUNICIPAL DE PAIPA. *Cómo llegar al municipio*. Paipa: Alcaldía de Paipa, 2026. Disponible en: sitio web oficial.
- [2] ALCALDÍA MUNICIPAL DE PAIPA. *Descripción física del municipio*. Paipa: Alcaldía de Paipa, 2026. Disponible en: sitio web oficial.
- [3] Instituto Nacional de Vías (INVIAS), Especificaciones generales de construcción de carreteras, Bogotá, Colombia, 2018.
- [4] Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), Manual de buenas prácticas constructivas, Bogotá, Colombia, 2020.
- [5] B. M. Das, Principios de ingeniería de cimentaciones, 7th ed., México: Cengage Learning, 2011.
- [6] Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), 7th ed., Pennsylvania, USA, 2021.
- [7] E. J. Yoder and M. W. Witczak, Principles of Pavement Design, New York, USA: Wiley, 1975.
- [8] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Guía para la gestión ambiental de proyectos de infraestructura, Bogotá, Colombia, 2015.
- [9] Departamento Nacional de Planeación (DNP), Manual de interventoría, Bogotá, Colombia, 2019.
- [10] Congreso de la República de Colombia, Ley 80 de 1993 – Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, Bogotá, Colombia, 1993.
- [11] P. R. Wolf and C. D. Ghilani, Topographic Surveying, 13th ed., New Jersey, USA: Pearson, 2012.
- [12] Colombia Compra Eficiente, Guía del Sistema Electrónico para la Contratación Pública – SECOP, Bogotá, Colombia, 2023.

[13] B. M. Das, Principles of Geotechnical Engineering, 7th ed., Boston, USA: Cengage Learning, 2010.

[14] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, “Resolución No. 0330 de 08 de junio de 2017: Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009,” Diario Oficial No. 50.267, Colombia, 08-Jun-2017.

10. APENDICES Y ANEXOS

Los anexos deberán ser presentados en medio magnético, compilados en un solo documento, formato pdf, de la siguiente manera.

Anexo A. Bitácora

Anexo B. Convenio