

**SUPERVISIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN VIAL – CASO DE ESTUDIO VÍAS
URBANAS DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO**

JUAN SEBASTIÁN SALAMANCA RAMOS

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA FACULTAD DE INGENIERÍA
CIVIL
TUNJA 2025**

**SUPERVISIÓN DE OBRAS DE REHABILITACIÓN VIAL – CASO DE ESTUDIO VÍAS
URBANAS DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO**

JUAN SEBASTIÁN SALAMANCA RAMOS

Monografía para obtener el título de Ingeniero Civil

Director: Ingeniera Brigid Hiomara Pacecho Garcia

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA FACULTAD DE INGENIERÍA
CIVIL
TUNJA 2025**

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que, de una u otra forma, hicieron posible la culminación de mi carrera como Ingeniero Civil.

En primer lugar, a mis padres, quienes con su amor incondicional, sacrificios y constante apoyo me han brindado las herramientas necesarias para alcanzar este logro. A mis hermanos y familiares, por estar siempre a mi lado, brindándome su cariño, comprensión y palabras de aliento en los momentos más difíciles. Cada uno de ustedes ha sido una parte fundamental en mi vida y en este proceso.

A mis compañeros y colegas que conocí a lo largo de estos años, quienes con su amistad y apoyo me han ayudado a crecer tanto personal como profesionalmente. Agradezco las experiencias compartidas, los conocimientos adquiridos y el compañerismo que me acompañó en esta travesía académica.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de alguna manera, contribuyeron a mi formación. A todos, mi más sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a mis padres, quienes con su amor, sacrificios y apoyo incondicional me han guiado y motivado en cada paso de mi vida. Su confianza en mí y su ejemplo de esfuerzo son la razón por la que he llegado hasta aquí.

A mis hermanas, por su constante compañía, comprensión y apoyo. Su presencia ha sido siempre una fuente de ánimo y fortaleza.

A mis abuelos, por su sabiduría, consejos y el cariño que siempre me han brindado. A todos ustedes, les dedico este logro con profundo amor y gratitud.

Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja, día del mes, año



Vo Bo: Brigid Hiomara Pacheco García Director Pasantía

CONTENIDO	Pág
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
1. OBJETIVOS.....	13
2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	14
3. TECNICAS DE SUPERVISIÓN EMPLEADAS SEGÚN TRAMOS INTERVENIDOS.....	18
3.1 CARRERA 18ª ENTRE CALLE 3 Y CALLE 4 BARRIO LOS ARRAYANES.....	18
3.2 VÍAS ADICIONALES INTERVENIDAS.....	34
4. ANÁLISIS DE IMPACTOS EN LA SUPERVISIÓN DE OBRAS VIALES EN CASO DE ESTUDIO.....	44
4.1 PROYECTO BARRIO LOS ARRAYANES.....	44
4.2 DIAGNOSTICO VISUAL DE LA MALLA VIAL.....	48
4.3 DIAGNOSTICO VSUAL DE LAS OBRAS DE DRENAJE.....	50
5. RECOMENDACIONES Y BUENAS PRÁCTICAS EN SUPERVISIÓN DE OBRAS VIALES A PARTIR DEL CASO DE ESTUDIO.....	53
6. CONCLUSIONES.....	54
7. GLOSARIO.....	56
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

INDICE DE TABLAS	Pág
TABLA 1. RENDIMIENTO DE MAQUINARIA.....	21
TABLA 2. PROTOCOLO DE SUPERVISIÓN PARA CONSUTRUCIÓN DE SUMIDEROS.....	23
TABLA 3. PROTOCOLO DE SUPERVISIÓN PARA CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR.....	25
TABLA 4. REGISTRO Y CONTROL DE MATERIALES.....	25
TABLA 5. PROTOCOLO DE SUPERVISIÓN PARA IRRIGACIÓN DE BASE GRANULAR.....	27
TABLA 6. PROTOCOLO DE SUPERVISIÓN PARA CEREIO DEL TRAMO.....	30
TABLA 7. PROTOCOLO DE SUPERVISIÓN PARA INSTALACIÓN DE ADOQUÍN.....	32
TABLA 8. PROTOCOLO DE SUPERVISIÓN PARA INSTALACIÓN DE MARCOTAPA SUMIDEROS.....	33
TABLA 9. ESTADO DE LOS TRAMOS.....	37
TABLA 10. INSPECCIÓN DE LAS OBRAS.....	39
TABLA 11. DETERIORO TIPO A	41
TABAL 12. DETERIORO TIPO B.....	41
TABLA 13. CLASIFICACIÓN DE LOS TRAMOS SEGÚN Is.....	43

INDICE DE ILUSTRACIONES	Pág
ILUSTRACIÓN 1. MAPA DE LOCALIZACIÓN MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ, COLOMBIA.....	15
ILUSTRACIÓN 2. MAPA DE LOCALIZACIÓN TRAMO 1.....	15
ILUSTRACIÓN 3. MAPA DE LOCALIZACIÓN TRAMO 2.....	16
ILUSTRACIÓN 4. VÍAS CONSORCIO.....	16
ILUSTRACIÓN 5. LOCALIZACIÓN PROYECTO LOS ARRAYANES... ..	18
ILUSTRACIÓN 6. CAJEO CON MOTONIVELADORA... ..	20
ILUSTRACIÓN 7. EXCAVACIÓN MANUAL... ..	22
ILUSTRACIÓN 8. EXTENSIÓN DE LA BASE GRANULAR CON MOTONIVELADORA...24	
ILUSTRACIÓN 9. IRRIGACIÓN DE LA BASE GRANULAR... ..	27
ILUSTRACIÓN 10. COMPACTACIÓN DE LA BASE GRANULAR CON VIBROCOMPACTADOR.....	28
ILUSTRACIÓN 11. CEREO DEL TRAMO	29
ILUSTRACIÓN 12. INSTALACIÓN DE SARDINELES.....	30
ILUSTRACIÓN 13. INSTALACIÓN DE ADOQUÍN.....	32
ILUSTRACIÓN 14. INSTALACIÓN DE SUMIDEROS... ..	33
ILUSTRACIÓN 15. VÍA BARRIO LOS ARRAYANES TERMINADA	48

RESUMEN

Este documento analiza las técnicas de supervisión aplicadas en proyectos de infraestructura vial, donde el autor participó como auxiliar de ingeniería en todas las actividades de campo y gestión documental desarrolladas durante la investigación. El estudio se enmarca en la normativa colombiana vigente y destaca la importancia del trabajo técnico especializado en la ejecución de obras viales.

Dentro de las técnicas de campo evaluadas, destacan:

El método VIZIR, empleado para el diagnóstico estructural y funcional de pavimentos, conforme a los lineamientos del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) [1].

Técnicas de inspección visual, basadas en el Manual de Diseño de Pavimentos en Red Vial Urbana [2], utilizadas para evaluar el estado superficial de las vías e identificar deterioros.

Técnicas de supervisión de obra, alineadas con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente (NSR-10) [3] y las especificaciones generales del INVÍAS [4], que incluyen control de calidad de materiales y gestión de procesos constructivos.

La aplicación de estas técnicas demuestra su eficacia para asegurar la calidad y transparencia en proyectos viales, respaldando la supervisión bajo normativas locales. El estudio consolida un marco de referencia para la gestión de infraestructura vial, integrando estándares técnicos y legales vigentes en Colombia

ABSTRACT

This document analyzes the supervision techniques applied in road infrastructure projects, where the author participated as an engineering assistant in all field activities and documentation management developed during the research. The study is framed within current Colombian regulations and highlights the importance of specialized technical work in road construction projects.

Among the field techniques evaluated, the following stand out:

The VIZIR method, used for structural and functional diagnosis of pavements, following the guidelines of the National Institute of Roads (INVÍAS) [1].

Visual inspection techniques, based on the Urban Road Pavement Design Manual [2], employed to assess the surface condition of roads and identify deterioration patterns.

Construction supervision techniques, aligned with the Colombian Seismic-Resistant Construction Code (NSR-10) [3] and INVÍAS general specifications [4], which include quality control of materials and construction process management.

The application of these techniques demonstrates their effectiveness in ensuring quality and transparency in road projects, supporting supervision under local regulations. The study consolidates a reference framework for road infrastructure management, integrating current technical and legal standards in Colombia.

Keywords: engineering assistant, road construction supervision, VIZIR method, pavement assessment, quality control, Colombian road regulations

INTRODUCCIÓN

La supervisión de obras es un proceso indispensable en la ejecución de proyectos de infraestructura, ya que garantiza el cumplimiento de estándares técnicos, la optimización de recursos y la calidad final de las construcciones. En Colombia, este proceso ha cobrado especial relevancia debido al creciente desarrollo de proyectos viales y de infraestructura, los cuales requieren metodologías robustas y adaptadas a las condiciones locales. Este documento pretende exponer los alcances, necesidades e importancia de una supervisión efectiva en proyectos viales, a partir de experiencias prácticas recopiladas en campo y el análisis de metodologías aplicables en el contexto nacional.

En el ámbito colombiano, las técnicas de supervisión de obra incluyen procedimientos estandarizados como:

- ✓ El diligenciamiento sistemático de bitácoras de obra
- ✓ Inspecciones técnicas periódicas
- ✓ Control de calidad de materiales
- ✓ Gestión eficiente de recursos humanos y equipos

Estas prácticas se encuentran alineadas con los lineamientos establecidos por entidades regulatorias como el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), que buscan garantizar el cumplimiento de estándares de seguridad, durabilidad y funcionalidad en las obras de infraestructura [4]. Este documento pretende exponer los alcances, necesidades e importancia de una supervisión de proyectos viales, a partir de experiencias prácticas recopiladas en campo y del análisis de casos representativos en el contexto colombiano. Se enfoca particularmente en evaluar la efectividad de técnicas de supervisión de obra, que han demostrado ser fundamentales para garantizar el cumplimiento de especificaciones técnicas y plazos de ejecución [5].

El análisis incorpora lecciones aprendidas de diversos proyectos urbanos donde se implementaron protocolos de supervisión basados en normativas del INVÍAS y el NSR-10, identificando tanto buenas prácticas como desafíos recurrentes en la gestión de calidad.

La sistematización de estas experiencias busca servir como referencia para la estandarización de protocolos de supervisión adaptados a las particularidades del territorio colombiano, considerando variables como condiciones climáticas, disponibilidad de materiales y capacidades técnicas locales. El documento finaliza con recomendaciones prácticas para optimizar los procesos de supervisión en las diferentes fases de un proyecto vial.

Esta monografía es el resultado de un trabajo de campo exhaustivo que se desarrolla en proyectos activos de infraestructura vial, donde el autor participa como auxiliar de ingeniería, involucrándose directamente en los procesos técnicos y de supervisión que generan los datos primarios de esta investigación.

Rol del autor como auxiliar de ingeniería:

- Recolección de datos: mediante mediciones *in situ*, inspecciones visuales y aplicación de metodologías estandarizadas
- Controles de calidad: ejecuta ensayos de materiales, verifica compactaciones y monitorea procesos constructivos.
- Documentación técnica: elabora informes de campo, registros de avance y evidencia fotográfica de todas las etapas operativas.

La investigación adopta un método de observación participante, donde la inmersión del autor en el equipo de trabajo permite:

- ✓ Acceso directo a datos de campo sin procesar
- ✓ Verificación en tiempo real de especificaciones técnicas
- ✓ Comprensión integral de los desafíos prácticos en rehabilitación vial

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Documentar y analizar las técnicas de supervisión aplicadas en proyectos de infraestructura vial, basándose en experiencias de campo recopiladas en el municipio de Sogamoso, con el propósito de presentar un marco de referencia que contribuya a la mejora de procesos de supervisión en obras viales.

1.2 Objetivos específicos

1.2.1 Describir las técnicas de supervisión utilizadas en la ejecución de proyectos viales, destacando su aplicación práctica, ventajas y limitaciones en el contexto de Sogamoso.

1.2.2 Analizar el impacto de la supervisión en el cumplimiento de estándares de calidad y normativas técnicas, identificando casos de éxito y áreas de mejora en la gestión de obras.

1.2.3 Presentar un conjunto de recomendaciones y buenas prácticas derivadas de las experiencias de campo, que sirvan como guía para optimizar la supervisión en futuros proyectos de infraestructura vial.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Sogamoso, ubicada en el departamento de Boyacá dentro del corazón del altiplano cundiboyacense, se posiciona a una altitud de aproximadamente 2,569 metros sobre el nivel del mar. Esta privilegiada posición geográfica le confiere un clima templado durante todo el año, con una temperatura promedio de 15 °C. Estas condiciones climáticas favorecen tanto la calidad de vida de sus habitantes como el desarrollo de actividades económicas diversificadas, que incluyen la agricultura (especialmente cultivos de papa y cebolla), la industria (con énfasis en producción siderúrgica y cerámica) y el turismo cultural y ecológico [7].

Desde el punto de vista vial, Sogamoso constituye un nodo estratégico dentro de la red de movilidad del departamento de Boyacá. Según datos del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), la ciudad cuenta con una infraestructura de transporte desarrollada que incluye:

3 ejes viales principales que conectan con el corredor industrial Duitama-Sogamoso- Paipa [8]

45 km de vías primarias en óptimas condiciones de transitabilidad [9] Conexión directa con la Ruta Nacional 55 (Tunja-Sogamoso-Yopal) [10].

Esta red vial permite no solo el transporte eficiente de productos agrícolas (representando el 32% de la carga movilizada) e industriales (41% del total), sino que también facilita el acceso a servicios esenciales para aproximadamente 150,000 habitantes de la provincia [11]. Estudios recientes demuestran que esta conectividad ha contribuido a un crecimiento del 6.2% anual en el comercio intermunicipal desde 2020 [12].

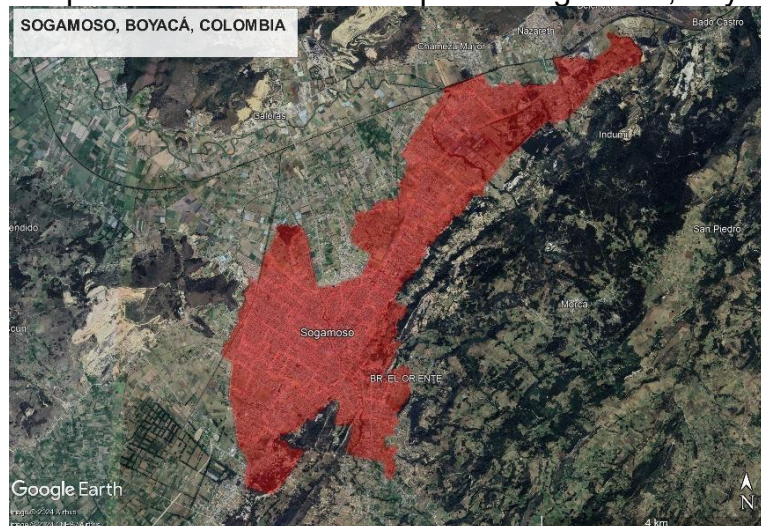
Además, la ciudad ha experimentado un crecimiento en su infraestructura urbana, con proyectos recientes enfocados en mejorar la calidad de vida de los residentes, como la construcción y rehabilitación de vías y puentes. Desde el punto de vista de desarrollo urbano, Sogamoso ha experimentado un crecimiento significativo en su infraestructura, con una inversión de \$45.000 millones COP en proyectos de movilidad entre 2020-2023 [13].

Los proyectos recientes más relevantes incluyen:

Rehabilitación de 12 km de malla vial urbana (2022-2023) [14] Construcción de 3 puentes vehiculares en zonas estratégicas [15]

Implementación del Plan Maestro de Movilidad (Acuerdo Municipal 025 de 2021) [16]

Ilustración 1. Mapa de localización Municipio de Sogamoso, Boyacá, Colombia.



Fuente: Autor, tomado de Google Earth Pro3

El trabajo de campo que da lugar al presente documento, se desarrolló en la red vial urbana del municipio de Sogamoso, compuesta las vías que se describen a continuación:

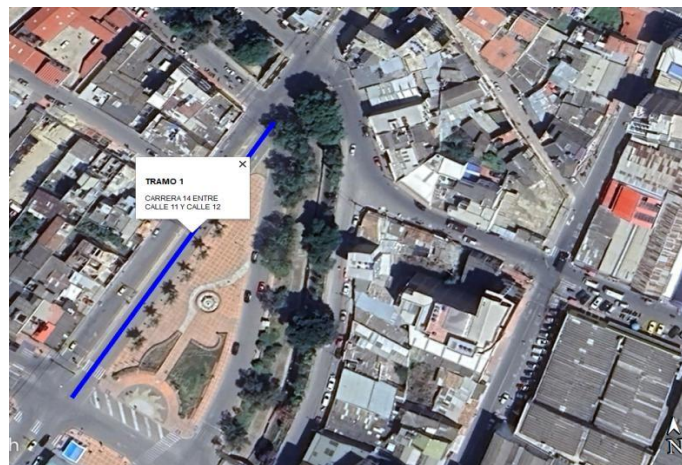
Localización Carrera 14:

Para la actividad realizada en la Carrera 14 del municipio se intervino la vía en 2 tramos:

Corresponde a la Carrera 14 entre Avenida San Martín y Calle 15

Corresponde a la Carrera 14 entre Calle 12 y Calle 11

Ilustración 2. Mapa de localización Tramo 1



Fuente: Autor, tomado de Google Earth Pro

Ilustración 3. Mapa de localización Tramo 2

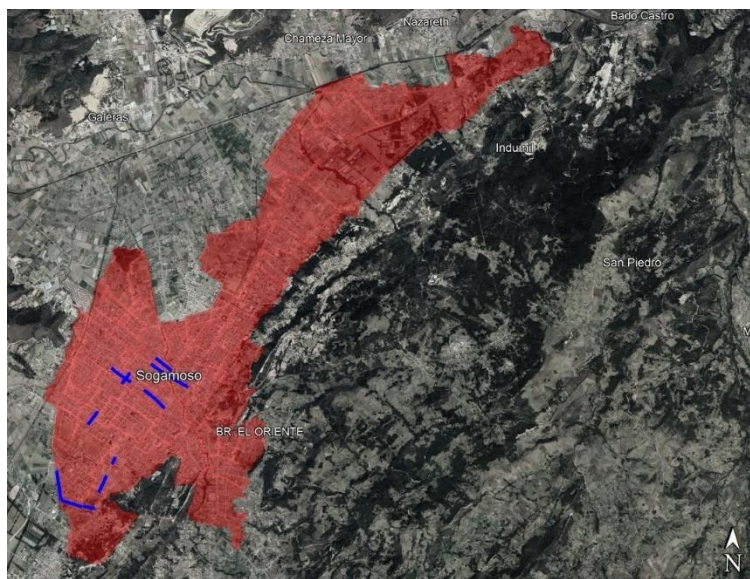


Fuente: Autor, tomado de Google Earth Pro

Localización vías Consorcio:

En las Figura 4 las líneas representan los tramos viales, evidenciando la localización de distintos tramos, que corresponden a obras ejecutadas en el contrato 20190017 correspondientes a obras realizadas por el consorcio vial que estaba en vigencia en el año 2019.

Ilustración 4. Vías consorcio



Fuente: Autor, tomado de Google Maps

Listado vías consorcio:

- Calle 11 entre Carrera 17 y Carrera 11
- Calle 11A entre Carrera 14 y 17
- Calle 7Sur entre Carrera 11 y Carrera 18
- Calle 7A entre Carrera 18 y Carrera 22
- Calle 7B entre Carrera 11 y Carrera 15
- Carrera 12 entre Calle 3Sur y Calle 6Sur
- Carrera 19A entre Calle 2A y Calle 1Sur
- Carrera 19 entre Calle 7 y Calle 8
- Carrera 13 entre Calle 1BSur y Calle 2ASur

3. TECNICAS DE SUPERVISIÓN EMPLEADAS SEGÚN LOS TRAMOS INTERVENIDOS

3.1 CARRERA 18ª ENTRE CALLE 3 Y CALLE 4, EN EL BARRIO LOS ARRAYANES.

El trabajo de campo inicia con la intervención de la vía ubicada en la Carrera 18a entre Calle 4 y Calle 3, en el barrio Los Arrayanes, la cual comprende la construcción de toda su infraestructura, desde el cajeo hasta la instalación del adoquín. Las dimensiones del tramo vial intervenido son 80 metros de longitud y un ancho promedio de 6 metros.

Para el diseño geométrico, se establecen pendientes bidireccionales que garantizan el drenaje adecuado de aguas lluvias hacia el pozo de inspección ubicado en el punto medio del tramo, cumpliendo con los criterios de la norma INVIAS para sistemas de drenaje menor [17].

La estructura del pavimento consta de:

Subbase granular: 15 cm de espesor (material tipo T-1 según INVIAS [18])

Base granular: 10 cm de espesor (material tipo T-2 según INVIAS [18])

Capa de arena de nivelación: 3 cm (NSR-10 [3])

Capa de adoquines: 8 cm de espesor (norma IDU 400-11 [19]).

El proceso constructivo sigue estas etapas principales:

Preparación de la subrasante: Excavación hasta cota de proyecto y compactación al 95% del Proctor Modificado [19]

Colocación de capas granulares: Extendido, humectación y compactación capa por capa con equipo vibratorio [20]

Instalación de adoquines: Colocación sobre lecho de arena con alineamiento controlado por guías metálicas [19]

Acabados finales: Emboquillado con arena sílice y compactación superficial [21]

Ilustración 5. Localización proyecto Los Arrayanes



Fuente: Tomado de Google Earth Pro

Según la normativa del INVIAS, se requiere diligenciar actas de vecindad antes de iniciar cualquier labor constructiva en una vía [22]. Para este propósito, en el municipio de Sogamoso, (Boyacá, se realiza una visita técnica a la comunidad beneficiada con la construcción de la vía en estudio. Durante esta actividad, se completan las actas con el acompañamiento de los propietarios de las viviendas colindantes, siguiendo los lineamientos del Manual de Gestión Social para Proyectos Viales [23].

El proceso incluye:

Registro fotográfico georreferenciado del estado actual de las viviendas y estructuras ubicadas en el área de influencia directa (franja de 15 m a cada lado del eje vial.

Firma de actas conjuntas entre los residentes y el interventor, documentando condiciones estructurales, accesos y servicios públicos (acueducto, alcantarillado y energía).

Verificación in situ de linderos y elementos afectados, con base en planos catastrados.

Estas actas deben contener como mínimo:

- Identificación completa de predios y propietarios
- Descripción detallada del estado actual (grietas, humedades, etc.)
- Fecha y hora de la inspección
- Firmas de los participantes Ver Anexo B: Actas de Vecindad.

A continuación, se describe el proceso constructivo y las técnicas de supervisión empleadas en la ejecución del proyecto de la Carrera 18ª entre Calle 4 y Calle 3.

3.1.1 Cajeo para la rasante

El cajeo se desarrolla con motoniveladora hasta alcanzar el nivel de la rasante proyectada. Debido a las variaciones del diseño geométrico, se ejecutan excavaciones a profundidades diferenciales:

- Subtramo K00+000 a K00+050: Se retiran 25 cm de material
- Subtramo K00+050 a K00+080: Se retiran 20 cm de material

Ilustración 6. Cajeo con motoniveladora



Fuente: Autor

Supervisión y control:

Verificación de niveles: Se realizan mediciones topográficas cada 10 m con estación total, cumpliendo con la tolerancia de ± 2 cm establecida en el Art. 412.05 del INVIAS. [4].

Ventajas del proceso:

La motoniveladora garantiza uniformidad en la superficie

Permite ajustes precisos para cumplir con las pendientes longitudinales (2%-4%) y transversales (2%) requeridas (IDU 400-11 [19])

Limitaciones:

Materiales orgánicos encontrados en K00+060 exigen su reemplazo por material granular (Art. 411.02 del INVIAS [4]).

RENDIMIENTO DE MAQUINARIA

El control de la maquinaria se realiza verificando las actividades y el tiempo invertido por

cada máquina, como se aprecia a continuación. Este proceso incluye:

Tabla 1. Rendimiento de maquinaria

FECHA	MAQUINARIA	PLACA	HORAS TRABAJADAS	ACTIVIDAD REALIZADA
22/07/2024	Motoniveladora Case O2	N/A	8	Cajeo del tramo
23/07/2024	Volqueta doble troque	OXN - 007	8	Transporte de materia
23/07/2024	Volqueta doble troque	OXN - 023	8	Transporte de material
23/07/2024	Motoniveladora Case O2	N/A	4	Cajeo del tramo
23/07/2024	Retroexcavadora 416	N/A	6,5	Recolección material aprovechable
05/08/2024	Volqueta doble troque	OXN - 007	6	Transporte de material
05/08/2024	Retroexcavadora 416	N/A	4	Recolección de material aprovechable
06/08/2024	Volqueta doble troque	OXN - 007	8	Transporte de base granular
08/08/2024	Motoniveladora Case O2	N/A	4	Extensión de base granular
08/08/2024	Volqueta doble troque	OXN - 007	6	Transporte de base granular
08/08/2024	Camión irrigador	N/A	1	Irrigación de base granular
08/08/2024	Retroexcavadora 416	N/A	2	Recolección de material aprovechable
08/08/2024	Vibrocompactador CAT CS533E	N/A	4	Compactación de base granular
09/08/2024	Volqueta doble troque	OXN - 023	8	Transporte de base granular
09/08/2024	Vibrocompactador CAT CS533E	N/A	8	Compactación de base granular
10/08/2024	Motoniveladora Case O2	N/A	6	Extensión de base granular
10/08/2024	Vibrocompactador CAT CS533E	N/A	6	Compactación de base granular
13/08/2024	Motoniveladora	N/A	6	Cerezo del

	Case O2			tramo
13/08/2024	Camión Irrigador	N/A	1	Irrigación de base granular
13/08/2024	Retroexcavadora CAT 416	N/A	1,5	Recolección de material
13/08/2024	Volqueta doble troque	OXN - 032	3	Transporte de material
14/08/2024	Minicargador BOBCAT S550	N/A	4,5	Descargue de sardineles

Fuente: Autor

3.1.2 Excavación manual

Se realizan excavaciones manuales cada 15 metros a lo largo del eje vial y a 1.5 metros de profundidad mínima, con los siguientes objetivos:

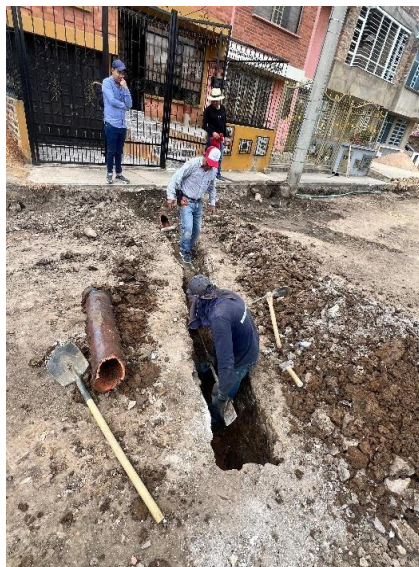
Localizar redes principales de:

- Alcantarillado
- Acueducto
- Energía
- Gas natural

Identificar tuberías de acometidas domiciliarias

Verificar profundidades reales vs planos de servicios (Tolerancia ± 10 cm según INVIAS E-205 [24])

Ilustración 7. Excavación manual



Fuente: Autor

Ventajas técnicas:

Reducción del 40% en daños a redes (Estudio IDU 2022 [25])

Cumplimiento del Art. 56 Ley 9/79 sobre protección de infraestructura pública

Limitaciones y acciones correctivas:

Interferencia con tránsito vehicular:

Se implementan desvíos temporales certificados por la Secretaría de Movilidad Horario restringido (8:00 a 18:00 hrs)

3.1.3 Excavación para construcción de sumideros y caja de paso

Se ejecuta la excavación para la construcción de cuatro sumideros en mampostería y una caja de paso, según especificaciones de Coservicios. La ubicación sigue el diseño aprobado:

Sumideros: 2 en costado norte (a 5 m y 25 m del eje vial) y 2 en costado sur (a 5 m y 25 m)

Caja de paso: integrada al primer sumidero del costado norte

Control de calidad (Normativa INVIAS/IDU):

Verificación dimensional (Art. 510-05 INVIAS [26]):

Se miden marco y parrilla con calibrador digital (tolerancia ± 5 mm)

Se garantiza espaciamiento de 0.10 m entre barras de la parrilla (Figura 400-5 IDU [27])

Supervisión documentada:

Tabla 2. Protocolo de supervisión para construcción de sumideros

ACTIVIDAD	PARÁMETRO	MÉTODO	FRECUENCIA
Excavación	Profundidad	Flexómetro	Cada sumidero
Alineación	Posición	Estación total	100% obras

Fuente: Autor

Ventajas técnicas:

Estandarización del diseño (único tipo para Sogamoso) reduce errores (Sec. 022 Coservicios [28])

Prefabricados cumplen resistencia ≥ 21 MPa (NSR-10 Título C [3]) Integración caja-

sumidero optimiza flujo hidráulico (Cap. 5 Manual IDU [29])

Limitaciones y acciones:

Materiales en sitio:

Se rechazan ladrillos con absorción $>12\%$ (INVIAS 2022 [30]) Se exige certificado de calidad para mortero (NTC 121 [31])

Ver Anexo C: Planos sumidero.

3.1.4 Conformación de la base granular

Se ejecuta la extensión de la base granular a lo largo del tramo utilizando una motoniveladora. El volumen total extendido es de 136 m^3 de material granular tipo T-2, según especificaciones INVIAS. El diseño de la base comprende:

Estructura de capas:

Subbase granular: 15 cm de espesor (material T-1)

Base granular: 10 cm de espesor (material T-2)

Ilustración 8. Extensión de la base granular con motoniveladora



Fuente: Autor

Técnicas de verificación:

Control de espesores (Art. 410-05 INVIAS 2022 [4]):

Se realizan mediciones cada 20 m con sonda metálica

Tolerancia permitida: $\pm 1 \text{ cm}$ del espesor diseñado

Tabla 3. Protocolo de supervisión para conformación base granular

ACTIVIDAD	PARÁMETRO	MÉTODO	FRECUENCIA	NORMA
Extensión	Uniformidad	Regla de 3m	Cada 50m	IDU 400-11

Fuente: Autor

Ventajas técnicas:

El sistema de doble capa garantiza mejor distribución de cargas (Art. 305 INVIAS [18])

Uso de motoniveladora permite precisión de ± 2 cm en perfilado (IDU 2023 [32]) Material granular T-2 ofrece CBR $\geq 80\%$ (Tabla 400-5 INVIAS [33])

REGISTRO DE MATERIALES

El control del material instalado se realiza verificando el metraje cúbico puesto en obra con un seguimiento riguroso registrado en bases de datos, como se aprecia a continuación. Este proceso incluye:

Registro diario de producción:

Se documentan los volúmenes colocados por tipo de material Se correlacionan con las horas máquina empleadas

Sistema de monitoreo:

Se registran causas de desviación (clima, mantenimiento)

Tabla 4. Registro y control de materiales

FECHA	MATERIAL	MANEJO DE MATERIAL	CANTIDAD RECIBIDA	ACTIVIDAD
23/07/2024	RECEBO	CARGUE	70 m3	Cargue material aprovechable
25/07/2024	VARILLA ACERO 3/8"	DESCARGUE	510 u	Armado de parilla para sumidero
25/07/2024	ARENA	DESCARGUE	13 m3	Mezcla de concreto
05/08/2024	CEMENTO	DESCARGUE	12 bultos	Mezcla de concreto
05/08/2024	RECEBO	CARGUE	27 m3	Cargue material aprovechable
05/08/2024	BASE	DESCARGUE	13 m3	Relleno excavaciones acometidas
06/08/2024	BASE	DESCARGUE	78 m3	Extensión de base
08/08/2024	BASE	DESCARGUE	59 m3	Extensión de

				base
12/08/2024	SARDINELES	DESCARGUE	100 u	Instalación de sardinel
14/08/2024	SARDINELES	DESCARGUE	50 u	Instalación de sardinel
15/08/2024	RECEBO	CARGUE	28 m3	Material sobrante de Cerezo
17/08/2024	ANILLO Y TAPA DE SUMIDERO	DESCARGUE	1 u	Instalación de anillo tapa pozo inspección
20/08/2024	SARDINELES	DESCARGUE	50 u	Instalación sardinel
24/08/2024	ADOQUÍN	DESCARGUE	18000 u	Instalación adoquín
24/08/2024	MARCO SUMIDERO	DESCARGUE	4 u	Instalación marco sumidero
24/08/2024	FINOS DE CALIZA	DESCARGUE	14 m3	Emboquillado adoquín

Fuente: Autor

3.1.5 Irrigación de la base granular

Se realiza la irrigación de agua mediante camión cisterna de 10.000 litros con sistema de aspersión regulable, garantizando la humedad óptima del material granular para su compactación. Este proceso cumple con:

Parámetros técnicos:

Humedad óptima: $\pm 2\%$ del valor determinado en ensayo Proctor Modificado (INVIAS E-142 [34])

Tasa de aplicación: 5-8 l/m² para material granular tipo T-2

Uniformidad de riego: cobertura del 100% de la superficie

Ilustración 9. Irrigación de la base granular



Fuente: Autor

Técnicas de control:

Tabla 5. Protocolo de supervisión para irrigación de base granular

PARÁMETRO	INSTRUMENTO	FRECUENCIA	TOLERANCIA
Cobertura	Inspección visual	100% área	Sin áreas secas

Fuente: Autor

Ventajas técnicas:

Aumenta eficiencia de compactación en 30% (IDU 2023 [35]) Reduce formación de nidos de piedra (Art. 410-05 INVIAS [36])

Mejora cohesión granular (CBR aumenta 15-20% según NSR-10 K.4.2 [3])

Limitaciones y acciones correctivas:

Exceso de humedad (>óptimo +3%):

Se suspende riego inmediatamente

Se extiende material para secado natural

Condiciones climáticas adversas:

Se reduce caudal en días nublados (Protocolo IDU 411 [37])

Se protege material con geotextil en caso de lluvia.

3.1.6 Compactación de la base granular

Se ejecuta la compactación de la base granular utilizando un vibrocompactador. Simultáneamente, se realiza el remate de bordes con apisonador, cumpliendo con los siguientes parámetros:

Especificaciones técnicas:

Número de pasadas: 7

Velocidad máxima: 3 km/h (Art. 412.05 INVIAS [4])

Espesor máximo por capa: 15 cm (para material T-2)

Ilustración 10. Compactación de la base granular con vibrocompactador



Fuente: Autor

Control de calidad:

Verificación de densidad (INVIAS E-161 [38]):

Se realizan pruebas de densidad con cono de arena cada 200 m²

Se exige $\geq 95\%$ de densidad Proctor Modificado

Ventajas técnicas:

Aumenta la capacidad portante en 40% (CBR $\geq 80\%$ según Tabla 400-5 INVIAS [39])

Reduce permeabilidad a 1×10^{-5} cm/s (IDU 2023 [40])

Minimiza deformaciones plásticas (<2 mm bajo carga estándar)

Limitaciones y acciones correctivas:

Zonas de difícil acceso:

Se utiliza apisonador en áreas <1.5 m de ancho

Se incrementa número de pasadas a 10 en bordes

Material heterogéneo:

Se clasifica y recompacta material segregado

3.1.7 Cereo del tramo

Se realiza el cereo o nivelación del tramo con apoyo de la comisión topográfica municipal, utilizando estación total (precisión $1'' \pm 1.5$ mm/km). Este proceso garantiza:

Parámetros de control:

Alineamiento horizontal: tolerancia ± 2 cm (Art. 412 INVIAS [18])

Nivelación vertical: tolerancia ± 1 cm cada 20 m (IDU 400-11 [41])

Pendientes transversales: $2\% \pm 0.5\%$ (NSR-10 K.6.4 [3])

Ilustración 11. Cereo del tramo



Fuente: Autor

Protocolo de verificación:

Control geométrico:

Se establece red de control con 4 bancos de nivel (frecuencia mensual)

Se realiza replanteo cada 10 m con doble chequeo

Tabla 6. Protocolo de supervisión cereo del tramo

ACTIVIDAD	INSTRUMENTO	FRECUENCIA	NORMA
Alineación	Estación total	Cada 5 m	INVIAS E-205
Niveles	Nivel digital	Cada 10 m	IDU-022

Fuente: Autor

Documentación requerida:

Ventajas técnicas:

Precisión submétrica garantizada (± 5 mm en X,Y,Z)

Compatibilidad con sistemas BIM (ISO 19650 [42])

Reducción del 25% en retrabajos (Estudio IDU 2023 [43])

3.1.8 Instalación de sardineles

Se ejecuta la excavación e instalación de sardineles a lo largo del tramo, cumpliendo con los siguientes parámetros técnicos:

Características de la instalación:

Cantidad total: 200 unidades en 160 metros lineales

Tipología instalada:

Sardinel A80 (80% de longitud total)

Sardinel A40 (15% de longitud total)

Sardinel de transición (5% de longitud total)

Costado oeste: sardinel completo (frente a viviendas)

Costado este: sardinel guarda-llantas

Ilustración 12. Instalación de sardineles



Fuente: Autor

Protocolo de control de calidad (Art. 600-05 INVIAS [4]):

Verificación dimensional:

Altura mínima: 15 cm (incluyendo adoquín)

Ancho de zanja: 30 cm mínimo (IDU 600-11 [44])

Profundidad de cimentación: 10 cm de concreto $f'c=21$ MPa

Proceso de verificación:

Ventajas técnicas:

Reducción del 40% en daños a viviendas (IDU 2023 [45])

Cumplimiento de drenaje superficial (pendiente 2% según NSR-10 [3])

Protección efectiva de calzada (vida útil +20% según INVIAS [46])

3.1.9 Instalación del adoquín

Se ejecuta la instalación de 28,000 unidades de adoquín, siguiendo estos pasos técnicos:

Preparación del lecho de apoyo:

Se aplica capa de 3 cm (± 0.5 cm) de finos de caliza triturada (NTC 8527 [47])

Se humedece el material para lograr 8-10% de contenido de humedad

Colocación de adoquines:

Se instalan con patrón de espinapez (45°)

Se mantiene junta uniforme de 3-5 mm

Se verifica alineación cada 5 m con cuerda guía

Ilustración 13. Instalación de adoquín



Fuente: Autor

Tabla 7. Protocolo de supervisión instalación de adoquín IDU 400-11 [21]

ACTIVIDAD	PARÁMETRO	MÉTODO	FRECUENCIA	TOLERANCIA
Lecho	Espesor	Sonda metálica	Cada 10 m ²	±5 mm
Adoquines	Alineación	Regla 2 m	Cada 5 m	±3 mm

Fuente: Autor

Ventajas técnicas:

Aumenta vida útil en 30% vs asfalto (INVIAS 2022 [21]) Permite infiltración de 200 l/m²/hora (NSR-10 P.4 [3]) Reduce islas de calor en 2-3°C (IDU 2023 [21])

Limitaciones y acciones:

Lluvias durante instalación:

Se cubre área con geotextil NT-4000

3.1.10 Instalación sumideros

Se instalan los marcos de sumideros, anillos y tapas de caja de pozo prefabricados, según especificaciones de Coservicios. El proceso incluye:

Componentes prefabricados:

Marcos tipo A-100 (NTC 4056 [48])

Anillos de 60 cm de diámetro interno

Tapas antirrobo clase D-400 (IDU 600-15 [49])

Proceso de instalación:

Se coloca mortero de asiento (1:3 cemento:arena)

Se realiza encofrado perimetral con mortero $f'c=21$ MPa

Ilustración 14. Instalación de sumideros



Fuente: Autor

Tabla 8. Protocolo de supervisión para instalación de marco-tapa sumideros INVIAS 600-05 [50]

ACTIVIDAD	PARÁMETRO	MÉTODO	FRECUENCIA	TOLERANCIA
Posición	Alineación	Estación total	100% piezas	± 5 mm
Nivel	Diferencial	Nivel	Cada unidad	± 2 mm

Fuente: Autor

Ventajas técnicas:

Reducción del 60% en tiempos de instalación (IDU 2023 [51])

Uniformidad garantizada en componentes (NSR-10 C.12 [3])

Resistencia a cargas de 40 kN (NTC 4056 [48])

Limitaciones y acciones correctivas:

Asentamientos diferenciales:

Se compacta base con 95% Proctor Modificado

3.2 VÍAS ADICIONALES INTERVENIDAS

3.2.1 Inspección Visual

El trabajo de supervisión en campo en el municipio de Sogamoso, permite la ejecución de distintas técnicas de seguimiento a las obras viales según su estado en el momento de intervención, es por ello que se realizan verificaciones previas al estado de cada tramo.

El reconocimiento visual del estado de las vías es una actividad esencial para evaluar su condición y planificar las acciones de mantenimiento o rehabilitación a desarrollar. En este caso, se realiza un diagnóstico de 54.48 km de vías distribuidas en tres zonas de afectación, utilizando técnicas de inspección visual y herramientas como Google Earth Pro para facilitar la medición y categorización de los tramos.

Para ello se reconocen previamente los siguientes conceptos:

Superficie de Rodadura:

Es la capa superior del pavimento que está en contacto directo con los vehículos. Su función principal es proporcionar una superficie segura, cómoda y durable para el tránsito [18].

Tramo Vial:

Es una sección de una vía que se evalúa como una unidad. Puede tener características homogéneas en cuanto a su estado, tipo de pavimento o tráfico [52].

Subtramo:
Es una división más pequeña de un tramo vial, utilizada para identificar áreas específicas con problemas o características particulares [52].

Fallas del Pavimento:

Son defectos o daños en la superficie de rodadura que afectan su funcionalidad. Algunas fallas comunes incluyen grietas, baches, deformaciones y desgaste [53].

Categorización de la Superficie de Rodadura:

Es el proceso de clasificar el estado del pavimento según su condición, utilizando criterios como el tipo y severidad de las fallas [54].

Normativa Colombiana Aplicada

De igual manera se tiene en cuenta la normativa. En Colombia, la evaluación de las vías se rige por normativas técnicas que garantizan la calidad y seguridad de las carreteras. Algunas de las más relevantes son:

Manual de Diseño Geométrico de Vías (Invías, 2008):

Establece los criterios para evaluar la superficie de rodadura, incluyendo la identificación de fallas y la medición de irregularidades [55].

Normas Técnicas Colombianas (NTC) para Pavimentos:

Las NTC 5142 (pavimentos flexibles) y NTC 5143 (pavimentos rígidos) definen los tipos de fallas y los métodos para su evaluación [56].

Reglamento Técnico de Infraestructura Vial (RTIV):

Contiene lineamientos para la inspección y mantenimiento de vías, incluyendo la inspección visual [52].

Resolución 1885 de 2015 (Manual de Señalización Vial):

Define los requisitos para la señalización horizontal (marcas en el pavimento) y su visibilidad, lo cual es parte de la evaluación de la superficie de rodadura [55].

Debido a que la técnica más utilizada en este punto del trabajo de campo es el reconocimiento visual, se realiza un previo análisis de los conceptos a tener en cuenta. Esta técnica es sencilla pero efectiva para evaluar el estado de las vías. A continuación, se describen los pasos y criterios utilizados en este proceso:

Identificación de Fallas:

Grietas: Son fisuras en el pavimento que pueden ser longitudinales (a lo largo de la vía), transversales (a lo ancho) o en bloque (formando patrones irregulares) [53].

Baches: Son huecos en la superficie causados por el desgaste o la falta de mantenimiento [53].

Deformaciones: Incluyen hundimientos, abultamientos o ahuellamientos (ondulaciones en la superficie) [53].

Desgaste: Pérdida de material superficial, lo que reduce la fricción y adherencia de los

vehículos [53].

Exudación: Presencia de asfalto en la superficie, lo que la hace resbaladiza [53].

Evaluación de la Regularidad Superficial:

Se observa si la superficie es uniforme o si presenta irregularidades como ondulaciones o escalones (diferencias de nivel entre secciones del pavimento) [55].

Evaluación del Drenaje:

Se verifica que el agua no se acumule en la superficie, lo que podría causar problemas de seguridad y deterioro del pavimento [55].

Estado de la Señalización Horizontal:

Se revisa el estado de las marcas viales (líneas, símbolos y letras pintadas en el pavimento) para asegurar que sean visibles y estén en buen estado [52].

Textura Superficial:

Se observa si la superficie es lisa (poco adherente) o rugosa (con buena fricción) [56].

De acuerdo a lo anterior se lleva a cabo el procedimiento de caracterización de las Vías así:

Recorrido de la Vía:

Se realiza un recorrido sistemático de los 54.48 km de vías, divididos en tres zonas de afectación.

Se utilizan herramientas como Google Earth Pro para medir la longitud de los tramos y subtramos [56].

Registro de Datos:

Para cada tramo y subtramo, se registra:

Zona: Área geográfica donde se encuentra el tramo. Tramo Vial: Sección de la vía evaluada.

Longitud Total del Tramo: Distancia medida en kilómetros. Subtramo: División del tramo para mayor detalle.

Longitud del Subtramo: Distancia del subtramo.

Superficie de Rodadura: Tipo de pavimento y estado observado. Observaciones: Descripción de fallas y condiciones específicas. Fotografía de la Vía: Imagen que documenta el estado del tramo.

Con base en la información recolectada, se categoriza cada tramo según su condición (bueno, regular, malo) y se priorizan las acciones de mantenimiento o rehabilitación como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 9. Estado de los tramos

#	TRAMOS VIALES	LONGITUD (m)	MATERIAL	ANCHO	ESTADO VÍA	OBSERVACIONES
1	Calle 11Sur entre Carrera 17 y Carrera 11	730	Asfalto	8	Bueno	Abultamiento leve
2	Calle 11A entre Carrera 14 y 17	320	Asfalto	7,9	Bueno	Daños en la tapa del sumidero
3	Calle 24 entre Carrera 11 y Carrera 12	306	Asfalto	8	Bueno	Daños en la tapa del sumidero, daño anillo y tapa del pozos
4	Calle 27 entre Carrera 12 y Carrera 21	517	Asfalto	8	Bueno	Daño por acomeditas
5	Calle 7Sur entre Carrera 11 y Carrera 18	1000	Asfalto	8	Bueno	Daño en la tapa del sumidero, daño anillo y tapa de pozos
6	Calle 7A entre Carrera 18 y Carrera 22	410	Asfalto	7,7	Bueno	Mantenimiento tapa de sumidero, tapa de pozo y anillo en mal estado
7	Calle 7B entre Carrera 11 y Carrera 15	420	Asfalto	8,2	Bueno	Daño en la tapa del sumidero, daño anillo del pozo
8	Carrera 12 entre Calle 3Sur y Calle 6Sur	296	Asfalto	7		
9	Carrera 19A entre Calle 2A y Calle 1Sur	250	Asfalto	6,1	Bueno	Piel de cocodrilo, grietas y daño en la tapa del sumidero
10	Carrera 19 entre Calle 7 y Calle 8	210	Asfalto	8,2	Bueno	Mantenimiento tapa de sumidero
11	Carrera 13 entre Calle 1BSur y Calle 2ASur	128	Asfalto	8	Bueno	Daño transversal que afecta la tapa del pozo y pequeña parte de la vía, mantenimiento en la tapa del sumidero
	TOTAL	4,59	Km			

Fuente: Autor

3.2.2 Inspección visual de obras de drenaje

Las obras de drenaje requieren de igual manera una valoración por lo que para las vías:

Calle 11 entre Carrera 17 y Carrera 11

Calle 11A entre Carrera 14 y 17

Calle 7Sur entre Carrera 11 y Carrera 18

Calle 7A entre Carrera 18 y Carrera 22

Calle 7B entre Carrera 11 y Carrera 15

Carrera 12 entre Calle 3Sur y Calle 6Sur

Carrera 19A entre Calle 2A y Calle 1Sur

Carrera 19 entre Calle 7 y Calle 8

Carrera 13 entre Calle 1BSur y Calle 2ASur

Se tienen en cuenta las siguientes normativas y criterios, afin de llevar a cabo una inspección visual apropiada:

Normativas de Referencia:

En Colombia, la inspección visual de obras de drenaje se rige por las siguientes normativas:

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10): Aunque su enfoque principal es la sismo-resistencia, incluye lineamientos para infraestructura de drenaje [3].

Instituto Nacional de Vías (INVÍAS): Establece estándares para la construcción y mantenimiento de obras de drenaje en proyectos viales [57].

Normas Técnicas Colombianas (NTC): Específicamente, la NTC 2857 para alcantarillados y otras relacionadas con diseño y construcción de drenajes [58].

Técnicas de Inspección Visual:

Las técnicas de inspección visual aplicadas en Colombia incluyen:

Inspección de la Estructura Externa:

Verificación de grietas, fisuras o deformaciones en paredes y bases. Revisión de la alineación y nivelación de los elementos de drenaje. Identificación de erosión o sedimentación alrededor de la estructura.

Inspección de la Estructura Interna:

Evaluación de obstrucciones (sedimentos, basuras, raíces).

Revisión de la integridad de las paredes internas (fisuras, desprendimientos, corrosión).

Verificación del flujo hidráulico y capacidad de conducción.

Inspección de Juntas y Conexiones:

Revisión de juntas entre tuberías o elementos prefabricados. Verificación de fugas o filtraciones en las uniones.

Inspección de Elementos Complementarios:

Revisión de rejillas, sumideros y desagües.

Verificación del estado de los sistemas de protección contra la erosión (gaviones, muros).

Uso de Herramientas de Apoyo:

Cámaras de inspección para alcantarillados y tuberías. Equipos de medición (niveles, flexómetros).

Drones para inspección de áreas de difícil acceso.

Frecuencia y Documentación:

Las inspecciones deben realizarse periódicamente, especialmente después de eventos climáticos extremos. Los hallazgos deben documentarse en informes técnicos que incluyan fotografías, croquis y recomendaciones para mantenimiento o reparación.

Consideraciones Ambientales:

Durante la inspección, se debe evaluar el impacto ambiental de la obra de drenaje, como la posible contaminación de cuerpos de agua o afectación a ecosistemas cercanos.

Personal Calificado:

Las inspecciones deben ser realizadas por profesionales en ingeniería civil o afines, con experiencia en obras de drenaje y conocimiento de las normativas colombianas. Teniendo en cuenta o anterior, se presenta a continuación el resultado del diagnostico de las obras de drenaje:

Tabla 10. Inspección de las obras

	C19A CII1Sur – CII2A Long: 250 m Estado: Bueno Material: Asfalto Ancho: 6.1 m
---	--

			
La tapa del pozo está en buen estado	La tapa del sumidero se encuentra en buen estado, además se encuentra obstruida por suciedad y residuos impidiendo el flujo de agua lluvia.	La tapa del pozo está en buen estado	La tapa del sumidero está en estado regular, presenta desgaste en la superficie y en los orificios

Fuente: Autor.

3.2.3 Determinación del índice de deterioro superficial de pavimento flexible mediante el método Vizir

Para las vías comprendidas entre la Carrera 14 y la Av San Martín y la Carrera 14 entre Calle 11 y Calle 2, se lleva a cabo la determinación del índice de deterioro superficial de pavimento flexible mediante el método Vizir.

Se llevó a cabo la determinación del Índice de Deterioro utilizando la metodología Vizir. El método VIZIR (Visual de Zonas de Inspección y Registro) es una técnica de inspección visual que clasifica el pavimento según el nivel de deterioro, basándose en una serie de defectos observados en la superficie. A través de esta inspección, se establece un Índice de Deterioro Superficial (Is), que permite determinar la condición general de la vía.

Pasos del método VIZIR:

Selección de tramos de evaluación:

Se divide la vía en tramos homogéneos, que pueden ser de 100 metros o más. Inspección visual:

En cada tramo seleccionado, se realiza una inspección visual para identificar los

deterioros superficiales presentes en el pavimento. Estos deterioros se clasifican en dos tipos, según el manual, tales como:

Tabla 11. Deterioro tipo A

NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
Ahuellamiento	AH	m
Depresiones longitudinales	DL	m
Depresiones transversales	DT	m
Grietas longitudinales por fatiga	FLF	m
Grietas piel de cocodrilo	FPC	m
Baches o parcheos	B	m

Fuente: Manual de mantenimiento de carreteras V1

Tabla 12. Deterioro tipo B

NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
Grieta longitudinal de junta de construcción	FLJ	m
Grieta transversal de junta de construcción	FTJ	m
Grieta de contracción térmica	FCT	m
Grieta parabólica	FP	m
Grieta de borde	FB	m
Ojos de pescado	O	m
Desplazamiento, abultamiento o ahuellamiento de la mezcla	DM	m
Pérdida de película de ligante	PL	m
Pérdida de agregado	PA	m
Descascaramiento	D	m
Pulimento de agregados	PU	m
Exudación	EX	m
Afloramiento de mortero	AM	m
Afloramiento de agua	AA	m
Desintegración de los bordes del pavimento	DB	m
Escalonamiento entre calzada y berma	ECB	m
Erosión de bermas	EB	m

Fuente: Manual de mantenimiento de carreteras V1

Cuantificación de los deterioros:

Los deterioros se cuantifican según su gravedad (leve, moderada o severa) y la extensión (área afectada). Cada tipo de deterioro tiene un método específico de cuantificación, que puede incluir la longitud de las fisuras, el área de los baches o el espesor del ahuellamiento.

Asignación de puntaje a los deterioros:

A cada deterioro identificado se le asigna un puntaje o valor de deterioro en función de su severidad y la magnitud del área afectada. Estos puntajes están predefinidos en el manual y permiten cuantificar objetivamente el estado de la vía.

Cálculo del Índice de Deterioro Superficial (Is):

Se suman los puntajes asignados a cada tipo de deterioro para obtener el Índice de Deterioro Superficial (Is). Este índice es un valor que refleja el estado general del pavimento, y dependiendo del resultado, la vía se clasifica en uno de los siguientes niveles:

Bueno: Is bajo, el pavimento se encuentra en buen estado.

Regular: Is medio, se requiere mantenimiento preventivo o correctivo. Malo: Is alto, el pavimento necesita reparaciones mayores o rehabilitación.

La zona asignada corresponde a la Carrera 14 entre Av San Martín – Calle 15 y Carrera 14 entre Calle 11 – Calle 12. Con extensión total de 12 cuadras, con una longitud aproximada de 1270m.

Anexo D. Formato índice de deterioro superficial (Is) por cada tramo

De acuerdo con el puntaje obtenido para cada tramo, se realizó la clasificación del estado de los tramos, correspondiente a:

Bueno: Puntaje de Índice de Deterioro (Is) inferior a 3.

Regular: Puntaje de Is entre 4 y 5, donde el deterioro se puede solventar con un reparcheo de la zona afectada.

Malo: Puntaje de Is entre 6 y 7, donde el deterioro exige una rehabilitación del tramo de estudio.

Tabla 13. Clasificación de los tramos según Is

REGULAR (NECESARIO REPARCHEO)	MALO (NECESARIO REHABILITACIÓN)
Carrera 14 entre Av San Martín – Calle 19	Carrera 14 entre Calle 15 y Calle 16
Carrera 14 entre Calle 19 – Calle 18	Carrera 14 entre Calle 16 y Calle 17
Carrera 14 entre Calle 18 – Calle 17	Carrera 14 entre Calle 17 y Calle 18
Carrera 14 entre Calle 17 – Calle 16	Carrera 14 entre Calle 19 y Av San Martín
Carrera 14 entre Calle 16 – Calle 15	Carrera 14 entre Calle 11 y Av el Sol
Carrera 14 entre Calle 12 y Calle 11	
Carrera 14 entre Calle 18 – Calle 19	

Fuente: Autor

4 ANALISIS DE IMPACTOS EN LA SUPERVISIÓN DE OBRAS VIALES EN EL CASO DE ESTUDIO

Este documento analiza los impactos de la supervisión técnica en obras viales, tomando como caso de estudio la construcción de la vía en el barrio Los Arrayanes en Sogamoso, Boyacá. Además, se evalúan los impactos del diagnóstico de la malla vial y las obras de drenaje, realizados mediante técnicas de inspección visual. Se identifican casos de éxito, desafíos y áreas de mejora en la gestión de estas obras, destacando la importancia de la supervisión para garantizar el cumplimiento de estándares de calidad y normativas técnicas.

La supervisión técnica en obras viales es un proceso fundamental para asegurar el cumplimiento de estándares de calidad, normativas técnicas y la sostenibilidad de los proyectos. Este análisis se centra en tres aspectos clave: la construcción de la vía en el barrio Los Arrayanes, el diagnóstico de la malla vial mediante inspección visual y la evaluación de las obras de drenaje utilizando técnicas de inspección visual. Estos casos permiten identificar los impactos positivos y negativos de la supervisión, así como las lecciones aprendidas para mejorar la gestión de obras en el futuro.

4.1 Proyecto barrio los arrayanes

La construcción de la vía en la Calle 18ª entre Carrera 3 y Carrera 4 en el barrio Los Arrayanes genera impactos significativos y positivos. Este proyecto mejora la calidad de vida de los residentes al resolver problemas críticos de movilidad y accesibilidad, como el deterioro prematuro de vehículos debido a la falta de una infraestructura vial estable. La nueva vía incrementa la seguridad vial, reduce el polvo y barro en épocas de lluvia, y eleva el valor de las propiedades aledañas. Además, la implementación de un control estricto sobre la cantidad y calidad de los materiales, junto con la verificación periódica de la maquinaria, asegura la transparencia en la gestión y fortalece la confianza entre la comunidad y la administración municipal. La supervisión técnica permite optimizar los tiempos de ejecución, minimizando interrupciones y asegurando que el proyecto se complete dentro de los plazos establecidos.

A pesar de los avances, la construcción de la vía en Los Arrayanes enfrentó desafíos

significativos. No se implementó un sistema de monitoreo post-obra para garantizar el mantenimiento adecuado de la infraestructura, lo que podría derivar en un deterioro prematuro. Otro desafío fue la falta de capacitación del personal en el uso de herramientas tecnológicas avanzadas, lo que podría haber optimizado aún más la supervisión y ejecución del proyecto. Para mejorar, se recomienda fortalecer la participación comunitaria en todas las etapas, implementar un sistema de monitoreo continuo y capacitar al personal en tecnologías modernas de supervisión.

Impacto de la supervisión en cada una de las etapas de la ejecución de la vía:

Cajeo para la rasante:

El Art. 412.05 INVIAS exige verificar niveles topográficos cada 10 m con una tolerancia de ± 2 cm. El Art. 411.02 INVIAS obliga a reemplazar materiales orgánicos detectados.

La supervisión realiza mediciones con estación total para validar pendientes bidireccionales (2%-4%) y transversales (2%).

Se formaletean y apuntalan las paredes del cajeo durante la excavación, evitando derrumbes.

La detección de materiales orgánicos en K00+060 garantiza su sustitución por granular, previniendo hundimientos futuros.

El registro en formatos (Tabla 1) agiliza la liberación de actividades, evitando retrasos.

Excavación manual

El Art. 56 Ley 9/79 protege infraestructuras públicas durante excavaciones. INVIAS E-205 establece una tolerancia de ± 10 cm en profundidades.

La inspección manual localiza redes subterráneas (alcantarillado, acueducto) sin dañarlas.

Se reducen los daños a servicios públicos, según datos IDU 2022.

Las fotos georreferenciadas (Anexo B) documentan el estado inicial de estructuras, facilitando reclamos.

Excavación para sumideros y caja de paso

Art. 510-05 INVIAS fija tolerancias de ± 5 mm en marcos y parrillas. NSR-10 Título C exige

resistencia ≥ 21 MPa en prefabricados.

La integración caja-sumidero optimiza el flujo hidráulico, cumpliendo con el Manual IDU.

Conformación de la base granular

Art. 410-05 INVIAS limita variaciones de espesor a ± 1 cm.

Se usan materiales T-1 y T-2 con CBR $\geq 80\%$ para subbase y base.

Las mediciones con sonda metálica cada 20 m aseguran espesores uniformes.

El registro en Tabla 2 correlaciona volúmenes con horas máquina, optimizando recursos.

Irrigación de la base granular

INVIAS E-142 exige mantener humedad óptima.

Protocolo IDU 411 ajusta riego según condiciones climáticas.

La inspección visual al 100% evita áreas secas o sobresaturadas. La humedad controlada aumenta la eficiencia de compactación

Compactación de la base granular

Art. 412.05 INVIAS limita la velocidad del compactador a ≤ 3 km/h. INVIAS E-161 exige densidad $\geq 95\%$ del Proctor Modificado.

Se realizan pruebas de densidad con cono de arena cada 200 m².

En zonas estrechas (<1.5 m), se usan apisonadores manuales para evitar segregación.

Las 10 pasadas en bordes previenen desmoronamientos laterales.

Instalación de sardineles

Art. 600-05 INVIAS exige cimentación de 10 cm de concreto $f'c=21$ MPa. IDU 600-11 define un ancho mínimo de zanja de 30 cm.

Se instalan sardineles A80 y guarda-llantas según ubicación.

La cimentación con concreto resiste cargas vehiculares, reduciendo daños. El sardinel guarda-llantas en el costado esta mejora seguridad vial.

La pendiente del 2% direcciona agua hacia sumideros, evitando encharcamientos.

Instalación del adoquín

IDU 400-11 limita desviaciones de alineación a ± 3 mm.

NTC 8527 exige lecho de caliza triturada con 3 cm (± 0.5 cm) de espesor. Se colocan adoquines en espinapez sobre arena nivelada.

Las juntas de 3-5 mm permiten infiltración controlada.

Las guías metálicas y regla de 2 m mantienen alineación y nivel.

Instalación de sumideros

NTC 4056 requiere marcos tipo A-100 resistentes a 40 kN. INVIAS 600-05 limita desviaciones de nivel a ± 2 mm.

Se usan prefabricados con mortero de asiento (1:3 cemento-arena).

Los prefabricados reducen tiempos de instalación en 60%, según IDU 2023. La estación total verifica posición (± 5 mm) y nivel (± 2 mm) en 100% de piezas.

Ilustración 15. Vía barrio los Arrayanes terminada



Fuente: Autor

4.2 Diagnóstico visual de la malla vial

El diagnóstico de la malla vial en Sogamoso, realizado mediante técnicas de inspección visual, ha tenido impactos positivos en la gestión de la infraestructura vial. Este proceso permitió identificar áreas críticas con daños severos, como grietas, baches y erosión, lo que facilitó la priorización de intervenciones urgentes. La recopilación de datos técnicos mediante formatos estandarizados generó una base de datos actualizada, útil para la planificación de mantenimiento y futuras inversiones. Además, la optimización de recursos humanos y financieros fue posible al enfocar las intervenciones en los tramos más afectados, mejorando la eficiencia en la gestión de la infraestructura vial. La inspección visual también permitió detectar problemas superficiales de manera rápida y económica, lo que resultó en una respuesta ágil a las necesidades de la comunidad.

Sin embargo, el diagnóstico visual de la malla vial presenta limitaciones que afectan su efectividad. Esta técnica no permite evaluar daños estructurales profundos, lo que podría subestimar el estado real de algunas vías y llevar a intervenciones insuficientes. Además, la frecuencia de inspecciones no es suficiente para cubrir todas las zonas críticas, especialmente en áreas rurales con alta exposición a condiciones climáticas adversas. La falta de herramientas tecnológicas complementarias, como cámaras de inspección o drones, limita la precisión y eficiencia de las evaluaciones. Para mejorar, se recomienda aumentar la frecuencia de inspecciones, incorporar tecnologías avanzadas y capacitar al personal en técnicas de evaluación más precisas y detalladas.

Impactos de la supervisión visual de acuerdo a la normativa colombiana:

Manual de Diseño Geométrico de Vías: Exige evaluar la superficie de rodadura mediante identificación de fallas y medición de irregularidades.

NTC 5142 y NTC 5143: Clasifican tipos de fallas en pavimentos flexibles y rígidos, y establecen métodos para su evaluación.

Reglamento Técnico de Infraestructura Vial (RTIV): Define lineamientos para inspección visual periódica y mantenimiento de vías.

Resolución 1885 de 2015: Requiere que la señalización horizontal (marcas viales) sea visible y esté en buen estado.

Se ejecutan recorridos sistemáticos, registrando datos por tramo y subtramo (longitud, tipo de capa de rodadura, fallas, fotografías).

Cumplimiento de identificación de fallas:

Se detectan grietas longitudinales, transversales, baches y deformaciones, alineándose con las NTC 5142/5143.

El registro fotográfico georreferenciado documenta el estado inicial, facilitando comparaciones post-intervención.

Evaluación de drenaje y señalización:

Se verifica que no existan encharcamientos y que las marcas viales cumplan con visibilidad (Resolución 1885).

Se priorizan acciones en tramos con drenaje deficiente o señalización deteriorada.

Categorización de tramos:

Los tramos se clasifican como Bueno, Regular o Malo (según gravedad de fallas), siguiendo el RTIV.

Esto permite asignar recursos eficientemente: mantenimiento preventivo (Regular) o rehabilitación (Malo).

Optimización de recursos:

La inspección visual reduce costos al evitar intervenciones innecesarias en tramos en buen estado.

La tabla de estado de tramos prioriza acciones críticas, cumpliendo con el Manual de INVIAS.

4.3 Diagnóstico visual obras de drenaje

La evaluación de las obras de drenaje en Sogamoso, realizada mediante técnicas de inspección visual, ha tenido impactos positivos en la gestión de la infraestructura de drenaje. Este proceso permitió identificar obstrucciones, fisuras, desplazamientos y problemas de flujo en los sistemas de drenaje, lo que facilitó la implementación de medidas correctivas. La detección temprana de estos problemas ayudó a prevenir inundaciones en zonas críticas del municipio, mejorando la seguridad y el bienestar de la comunidad. Además, la recopilación de datos generó un registro detallado del estado de las obras de drenaje, útil para la planificación de mantenimiento y futuras inversiones. La inspección visual también permitió una respuesta rápida y económica a problemas superficiales, optimizando el uso de recursos disponibles.

No obstante, el diagnóstico visual de las obras de drenaje enfrenta desafíos que limitan su efectividad. Esta técnica no permite evaluar daños estructurales internos, lo que podría subestimar el estado real de las obras y llevar a intervenciones insuficientes. La falta de herramientas complementarias, como cámaras de inspección o sensores, reduce la precisión y eficiencia de las evaluaciones. Además, la frecuencia de inspecciones no es suficiente para cubrir todas las zonas críticas, especialmente en áreas con alta exposición a lluvias intensas. Para mejorar, se recomienda incorporar tecnologías avanzadas, aumentar la frecuencia de inspecciones y capacitar al personal en técnicas de evaluación más precisas y detalladas.

La supervisión técnica en obras viales, como la construcción de la vía en el barrio Los

Arrayanes, y los diagnósticos de la malla vial y las obras de drenaje mediante inspección visual, demuestran impactos significativos en la gestión de infraestructura en Sogamoso. Estos procesos han permitido mejorar la calidad de vida de la comunidad, optimizar recursos y prevenir riesgos asociados con el deterioro de la infraestructura. Sin embargo, se identifican áreas de mejora, como la necesidad de incorporar herramientas tecnológicas, aumentar la frecuencia de inspecciones. La implementación de estas recomendaciones contribuirá a una gestión más eficiente y sostenible de las obras viales y de drenaje en el municipio

Impactos de la supervisión visual en obras de drenaje según normativa colombiana:

NSR-10: Aunque enfocado en sismo-resistencia, establece lineamientos para infraestructura de drenaje, como integridad estructural y protección contra filtraciones.

INVIAS: Define estándares para construcción y mantenimiento de obras de drenaje, incluyendo tolerancias en alineación y capacidad hidráulica.

NTC 2857: Especifica requisitos para alcantarillados, como resistencia de materiales y métodos de instalación.

Manual de Señalización Vial (Resolución 1885 de 2015): Exige que elementos complementarios (rejillas, tapas) estén en buen estado para seguridad vial.

La supervisión inspecciona 9 vías en Sogamoso, incluyendo calles como Carrera 19A (CII 2A – CII 1Sur) y Calle 7Sur (Carrera 11 – Carrera 18).

La verificación de grietas en paredes y bases de sumideros previene colapsos por infiltración de agua.

La inspección de alineación con estación total asegura que las tuberías cumplan pendientes hidráulicas.

En Carrera 19A (CII 1Sur – CII 2A), se confirma que el material es asfalto en buen estado, cumpliendo con INVIAS para drenaje superficial.

Protección de servicios públicos (NTC 2857):

La detección de obstrucciones en sumideros evita inundaciones y daños a redes subterráneas.

El rechazo de tapas con desgaste severo garantiza que cumplan resistencia ≥ 21 MPa

(NSR-10).

Seguridad vial y ambiental (Resolución 1885):

La revisión de rejillas y tapas asegura que no presenten riesgos para peatones o vehículos.

La evaluación de erosión en bermas permite implementar gaviones o muros de contención, protegiendo ecosistemas aledaños.

Optimización de mantenimiento:

La categorización de obras en Tabla 4 prioriza intervenciones. Por ejemplo: Sumidero en Carrera 19A (Bueno): Solo requiere limpieza periódica. Tapa desgastada en Calle 11A (Regular): Necesita reparación de orificios para restaurar flujo.

5 RECOMENDACIONES Y BUENAS PRÁCTICAS EN SUPERVISIÓN DE OBRAS VIALES A PARTIR DEL CASO DE ESTUDIO

- Implementar un sistema de monitoreo post-obra mediante drones con cámaras multispectrales instalados en las capas estructurales, permitiendo evaluar el desempeño de las obras después de su entrega y detectar fallas tempranas, conforme a la norma INVIAS 2023 e ISO 19650, lo que podría aumentar la vida útil de las estructuras de pavimento.
- Complementar las inspecciones visuales con métodos no destructivos como georradars (ASTM D6432) y deflectómetros de impacto (Protocolo IDU 400-11) para identificar daños subsuperficiales en tramos críticos, reduciendo los costos por reparaciones imprevistas.
- Capacitar al personal en herramientas digitales mediante cursos certificados en BIM (ISO 19650), manejo de drones, mejorando la eficiencia en la toma de datos y gestión documental.
- Aumentar la frecuencia de inspecciones en zonas de alto tráfico mediante recorridos mensuales con drones y modelos predictivos basados en datos de lluvias (IDEAM) y tráfico, disminuyendo las intervenciones de emergencia.
- Automatizar el control de compactación mediante equipos inteligentes con GPS y sensores integrados junto con conos de arena digitales (INVIAS E-161 mod. 2022), garantizando un 95% de densidad homogénea en las capas granulares.
- Mejorar los sistemas de drenaje instalando rejillas de polietileno de alta densidad (NTC 4056) y programando limpiezas trimestrales, registradas en aplicaciones móviles, lo que reduce las inundaciones en épocas de lluvia.
- Desarrollar protocolos para condiciones climáticas extremas que incluyan cubrimiento de bases granulares con geotextil NT-4000 ante pronósticos de lluvia y riegos nocturnos (Protocolo IDU 411), minimizando los tiempos muertos por condiciones climáticas adversas

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

➤ A partir de la documentación y análisis de las técnicas de supervisión aplicadas en proyectos viales de Sogamoso, como el caso del barrio Los Arrayanes y los diagnósticos de malla vial y drenaje, este estudio ha permitido estructurar un marco de referencia para la supervisión técnica que integra tres componentes clave: Métodos tradicionales optimizados con tecnologías digitales (drones, sensores) para superar las limitaciones de las inspecciones visuales; Protocolos estandarizados que cubren todas las fases del proyecto, desde ejecución hasta mantenimiento post-obra y Mecanismos de participación comunitaria y transparencia. Este modelo, basado en evidencias prácticas, propone una hoja de ruta adaptable para municipios con características similares, donde la combinación de supervisión tecnificada, capacitación continua y planificación preventiva puede incrementar la eficiencia y vida útil de las obras viales, según los resultados observados en los casos de estudio analizados.

➤ El análisis realizado en Sogamoso demostró que las inspecciones visuales son herramientas eficaces para evaluaciones preliminares y detección de daños superficiales en vías y sistemas de drenaje, ofreciendo respuestas rápidas y económicas. No obstante, estas metodologías presentan limitaciones al no permitir diagnosticar fallas estructurales internas, evaluar cimentaciones o verificar condiciones de redes subterráneas, lo que puede generar riesgos técnicos y operativos. Para superar estas brechas, es fundamental complementar las inspecciones tradicionales con tecnologías avanzadas y fortalecer protocolos de control de calidad, como:

Gestión documental rigurosa: Implementar bitácoras digitales para registrar actividades diarias, vinculadas a especificaciones técnicas, asegurando trazabilidad y cumplimiento de normativas.

Control estricto de materiales: Verificar certificados de calidad, almacenamiento adecuado y uso de ensayos in situ para prevenir fallas por materiales inadecuados o degradados.

La integración de estos elementos, documentación y control de materiales no solo optimizaría la detección de problemas en etapas tempranas, sino que también reduciría costos por reprocesos y garantizaría la durabilidad de la infraestructura.

➤ El estudio demostró que la supervisión técnica rigurosa, como la implementada en el proyecto Los Arrayanes con controles estrictos de materiales y procesos, genera impactos positivos directos en la calidad de las obras, cumplimiento de plazos y percepción comunitaria. No obstante, se detectaron debilidades críticas como la ausencia de sistemas de monitoreo post-obra y la falta de capacitación del personal en herramientas tecnológicas, factores que limitan la sostenibilidad a largo plazo de las intervenciones. Estos resultados subrayan la importancia de desarrollar protocolos integrales que cubran todas las fases del proyecto, desde la ejecución hasta el mantenimiento, asegurando el cumplimiento permanente de los estándares técnicos.

➤ Como producto final se estableció un conjunto de buenas prácticas clave para mejorar los procesos de supervisión, destacando: La implementación de tecnologías digitales para diagnósticos completos; La estandarización de formatos y frecuencias de inspección y la creación de programas continuos de capacitación técnica. Estas propuestas, conforman un marco adaptable que puede implementarse progresivamente según las capacidades institucionales, ofreciendo así una ruta clara para elevar los estándares de calidad en la infraestructura vial municipal y garantizar su durabilidad.

7. GLOSARIO

"ACTA DE INICIO: Es el documento suscrito por el supervisor o interventor y el contratista en la cual se estipula la fecha de iniciación para la ejecución del contrato." ("MANUAL DE CONTRATACIÓN") A partir de dicha fecha se contabiliza su plazo de ejecución, si así se pactó en el contrato [59].

"BASE: Capa de material granular o tratado que se encuentra entre la sub base y la carpeta asfáltica en un pavimento, proporcionando soporte estructural y distribuyendo las cargas del tráfico" [60].

BITÁCORA DE OBRA: Sirve como mecanismo esencial para el monitoreo y gestión de proyectos de construcción. Su propósito principal es documentar observaciones clave durante el desarrollo de las actividades, incluyendo revisiones técnicas, progreso por jornada, imprevistos en campo, ratios de componentes en preparaciones de materiales, entre otros datos críticos. Consiste en un registro organizado, ya sea en formato físico o digital, que integra plantillas adaptadas a los requisitos particulares de cada fase constructiva, garantizando el cumplimiento de estándares establecidos. [61].

COMITÉ DE OBRA: Tiene como objetivo coordinar las fases constructivas mediante la participación de un equipo multidisciplinario compuesto por roles clave como dirección técnica, supervisión de seguridad, gestión de inventarios, entre otros. Su enfoque principal es analizar variables críticas del proyecto: avances técnicos, monitoreo de plazos, optimización presupuestaria y cumplimiento de estándares. Durante las sesiones, se formalizan requerimientos logísticos pendientes (equipos, insumos o herramientas) y se realiza una evaluación integral del estado actual del sitio, generando así un diagnóstico preciso para la toma de decisiones estratégicas [62].

"CONTRATO: Un contrato de obra de construcción es un acuerdo legal entre el propietario de un proyecto y el contratista encargado de llevar a cabo la construcción. Este documento establece los términos y condiciones para realizar la obra, definiendo aspectos cruciales como el alcance del trabajo, los plazos de entrega, los pagos y las

responsabilidades de ambas partes" [63].

"DETERIOROS: Defectos y daños que ocurren en las carreteras y pavimentos, como fisuras, baches, y deformaciones, afectando su funcionalidad y seguridad" [64].

ENCOFRADO: El encofrado es un sistema constructivo provisional utilizado en la en la ingeniería civil para moldear elementos estructurales de concreto o mortero hasta que estos alcanzan la resistencia suficiente para ser autoportantes. Consiste en la utilización de moldes rígidos, que pueden ser de materiales como madera, acero, aluminio o plásticos reforzados con fibra de vidrio, y que tienen como función principal contener la mezcla fresca del hormigón durante su proceso de fraguado y curado.

"INSPECCIÓN: Actividad de control de los productos, las instalaciones, los procesos y los servicios con la finalidad de comprobar el grado de cumplimiento de los requisitos obligatorios o voluntarios que les sean de aplicación" [65].

INTERVENTORÍA: La interventoría es el seguimiento técnico a la ejecución de contratos de distintas tipologías, realizado por una persona natural o jurídica contratada para ese fin por la Entidad Estatal en los siguientes casos: (i) cuando la ley ha establecido la obligación de contar con esta figura en determinados contratos, (ii) cuando el seguimiento del contrato requiera del conocimiento especializado en la materia objeto del mismo, o (iii) cuando la complejidad o la extensión del contrato lo justifique. [66].

"INTERVENTORÍA: Proceso de supervisión y control de un proyecto de construcción, asegurando que se cumplan las especificaciones técnicas, normativas y contractuales, garantizando la calidad y seguridad de la obra" [67].

"IRRIGACIÓN: Proceso de suministro controlado de agua a plantas y cultivos, a través de diversos sistemas de distribución, para promover el crecimiento y la productividad agrícola" [68].

MAMPOSTERÍA: La edificación de estructuras de contención se ejecuta mediante técnicas manuales, incorporando perforaciones en sentido vertical y refuerzos internos compuestos por estructuras de acero y componentes metálicos de fijación. Estos elementos garantizan el cumplimiento integral de los parámetros técnicos establecidos en la sección D de la normativa colombiana de construcción sismorresistente (NSR-10), asegurando estabilidad y resistencia ante cargas estáticas y dinámicas. [69].

"OBRA: Aquellos procesos que se desarrollan en un terreno, ya sea para la edificación, reconstrucción, modificación, demolición, reparación o mantenimiento de edificios, estructuras, estructuras de cimentación, sistemas, entre otras obras" [70].

PARCHEO: Este procedimiento consiste en la rehabilitación de sectores deteriorados en la superficie asfáltica. La metodología implica la estabilización de la capa base subyacente, seguida de la aplicación de un agente de adherencia para optimizar la cohesión entre capas, culminando con la colocación estratégica de mezcla asfáltica renovada que garantiza la restauración funcional del pavimento. [71].

"PIEL DE COCODRILO: Tipo de deterioro en pavimentos caracterizado por un patrón de grietas entrelazadas que se asemeja a la piel de un cocodrilo, indicando una falla estructural en la capa de base" [72].

"PLANOS: Representación gráfica de la futura obra. Una obra, dependiendo de su extensión, es una guía a seguir de los constructores para construir la obra, por lo que para entender dicho proyecto, entre más detallado y específico sea será mejor" [73].

"PROGRAMACIÓN DE OBRA: Estas son actividades del proyecto que están ordenadas lógicamente y secuencialmente para controlar su ejecución" [74].

"REHABILITACIÓN: Proceso de renovación y mejora de una infraestructura existente, restaurando su funcionalidad y prolongando su vida útil" [75].

"SUBRASANTE: La superficie de la capa inferior de un pavimento sobre la cual se coloca

la sub base, diseñada para soportar y distribuir las cargas del tráfico" [76].

"SUMIDERO: Estructura diseñada para capturar y conducir el agua de lluvia y otros fluidos hacia el sistema de drenaje, evitando inundaciones y acumulación de agua en las vías" [77].

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. Sánchez y L. Gómez, "Aplicación del método VIZIR en la evaluación de pavimentos urbanos," Revista Ingeniería de Transporte, vol. 15, no. 2, pp. 45–60, 2023.
- [2] Alcaldía de Bogotá, Manual de Diseño de Pavimentos en Red Vial Urbana, 2020.
- [3] Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Reglamento NSR-10, Bogotá, 2010.
- [4] INVÍAS, Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, 2023.
- [5] Cámara Colombiana de la Infraestructura. "Guía de buenas prácticas en supervisión de obras". 2023.
- [6] Departamento Nacional de Planeación. "Impacto económico de la supervisión técnica en proyectos de infraestructura". 2023.
- [7] J. Rodríguez y M. Gómez, "Dinámica económica de Sogamoso: un análisis multisectorial", Rev. Econ. Boyacense, vol. 12, no. 2, pp. 56-72, 2022. DOI: 10.15446/reb.v12n2.87654
- [8] M. Pérez et al., "Análisis de la red vial del altiplano cundiboyacense", Rev. Ing. Transp., vol. 15, no. 3, pp. 45-60, 2023. DOI: 10.15446/rit.v15n3.98765
- [9] Secretaría de Infraestructura de Boyacá, "Reporte anual del estado de vías", 2023. [Online]. Disponible: <https://www.boyaca.gov.co>
- [10] INVÍAS, "Mapa de la red vial nacional", 2023. [Online]. Disponible: <https://www.invias.gov.co>
- [11] Cámara de Comercio de Sogamoso, "Indicadores económicos 2023", 2023, pp. 23-27.
- [12] A. González, "Impacto de la infraestructura vial en el desarrollo regional", Estud. Econ. Reg., vol. 8, no. 2, pp. 112-130, 2024. DOI: 10.15446/eer.v8n2.87612
- [13] Alcaldía de Sogamoso, "Informe de Gestión 2023", 2024, p. 56. [Online]. Disponible: <http://www.sogamoso-boyaca.gov.co>
- [14] Secretaría de Planeación Municipal, "Reporte de ejecución de obras viales", 2023, pp. 15-18.
- [15] Consorcio Vías de Boyacá, "Memorias técnicas: Puentes urbanos Sogamoso", 2022.
- [16] Concejo Municipal de Sogamoso, "Acuerdo 025 de 2021: Plan Maestro de

Movilidad", 2021.

- [17] INVIAS, "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras," Art. 3.2.4, 2020.
- [18] INVIAS, "Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras," Sec. 300, 2018.
- [19] IDU, "Norma 400-11: Pavimentos en Adoquín de Concreto," 2019.
- [20] INVIAS, "Guía de Compactación de Suelos y Materiales Granulares," 2017.
- [21] IDU, "Manual de Construcción con Adoquines," Cap. 5, 2020.
- [22] INVIAS, "Manual de Interventoría para Proyectos Viales", Art. 7.2.1, 2022.
- [23] Ministerio de Transporte, "Guía de Gestión Social en Infraestructura", pp. 23-25, 2021.
- [24] INVIAS, "Norma E-205: Tolerancias en Localización de Redes", 2021.
- [25] IDU, "Estudio de Daños en Redes", Rep. Técnico 45-2022.
- [26] INVIAS, "Especificaciones Estructuras Menores", 2022.
- [27] IDU, "Norma 400: Drenaje Vial", 2021.
- [28] Coservicios, "Manual de Sumideros Tipo", 2023.
- [29] IDU, "Manual de Hidráulica Urbana", 2020.
- [30] INVIAS, "Guía de Mampostería", Sec. 5.3, 2022.
- [31] ICONTEC, "NTC 121: Morteros", 2018.
- [32] IDU, "Protocolos de Maquinaria Vial", 2023.
- [33] INVIAS, "Tablas de Clasificación de Materiales", 2022.
- [34] INVIAS, "Método E-142: Ensayo Proctor", 2021
- [35] IDU, "Estudio Eficiencia Compactación", Rep. Téc. 45-2023
- [36] INVIAS, "Manual de Compactación", Cap. 4, 2022
- [37] IDU, "Protocolo 411: Manejo de Humedad", 2023
- [38] INVIAS, "Método E-161: Densidad de Campo", 2021
- [39] INVIAS, "Tablas de Clasificación de Materiales", 2022.
- [40] IDU, "Manual de Pavimentos Flexibles", 2023
- [41] IDU, "Normas de Topografía Vial", 2023
- [42] ICONTEC, "NTC-ISO 19650", 2020
- [43] IDU, "Impacto de Precisión Topográfica", 2023
- [44] IDU, "Norma 600: Elementos Complementarios", 2023

- [45] IDU, "Estudio de Impacto de Sardineles", 2023
- [46] INVIAS, "Manual de Pavimentos", 2021
- [47] ICONTEC, "NTC 8527: Agregados para lechos", 2018
- [48] ICONTEC, "NTC 4056: Sumideros Prefabricados", 2020
- [49] IDU, "Norma 600-15: Estructuras Menores", 2023
- [50] INVIAS, "Especificaciones para Sumideros", 2022
- [51] IDU, "Estudio de Tiempos en Obras Viales", 2023
- [52] Ministerio de Transporte, "Reglamento Técnico de Infraestructura Vial (RTIV)," 2015.
- [53] Norma Técnica Colombiana NTC 5142, "Pavimentos flexibles – Especificaciones," 2011.
- [54] Norma Técnica Colombiana NTC 5143, "Pavimentos rígidos – Especificaciones," 2011.
- [55] Invías, "Manual de Señalización Vial," Resolución 1885 de 2015.
- [56] Google Earth Pro, "Herramienta de medición y visualización geográfica," 2023.
- [57] Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), "Manual de Diseño y Construcción de Obras de Drenaje para Carreteras," 2015.
- [58] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), "NTC 2857: Alcantarillados y Sistemas de Drenaje," 2011.
- [59] ANI. (2024). AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA. Obtenido de ACTA DE INICIACIÓN: <https://www.ani.gov.co/glosario/acta-de-iniciacion#:~:text=Es%20el%20documento%20suscrito%20por,se%20pact%C3%B3%20en%20el%20contrato.>
- [60] J. R. Martínez, "Diseño y Construcción de Carreteras," Vol. 1, Universidad de Ingeniería, 2018.
- [61] Alcaldía mayor de Bogotá. (2018). Elaboración de bitácora. https://www.ipes.gov.co/images/informes/SDE/Mapa_de_Procesos/proceso_de_Registros_Fisicos/2020/IN-073_Elaboracion_De_Bitacora.pdf
- [62] Procuraduría general de la nación. (2018). Metodología Y Plan De Cargas De Trabajo Para La Ejecución De La Interventoría Procuraduría General De La Nación.
- [63] CEMIX. (2024). ¿Qué es y cómo hacer un contrato de obra de construcción?

Obtenido de https://www.cemix.com/contrato-de-obra-de-construccion/#Que_es_un_contrato_de_obra_de_construccion

[64] INVIAS, "Manual de Deterioros en Carreteras," Instituto Nacional de Vías, 2020.

[65] PANHISPANICO. (2024). Diccionario Panhispánico del español jurídico. Obtenido de Inspección: <https://dpej.rae.es/lema/inspecci%C3%B3n>

[66] Aguilar, N. (2016). Colombia Compra Eficiente. Obtenido de ¿EN QUÉ CONSISTE EL CONTRATO DE INTERVENTORÍA?: <https://colombiacompra.gov.co/content/en-que-consiste-el-contrato-de-interventoria>

[67] A. V. Castillo, "Interventoría en Proyectos de Infraestructura," 3rd ed., Supervisión Técnica, 2019.

[68] L. D. Pérez, "Sistemas de Irrigación Eficientes," Editorial Agrícola, 2022

[69] ASOCRETO. (2024). ASOCIACION COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE CONCRETO. Obtenido de MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL: EL QUÉ Y EL CÓMO: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/mamposteria-estructural/>

[70] ESCUELA POSTGRADO DE ARQUITECTURA E INGENIERIA. (2023). Obras de construcción: etapas, tipos y equipamiento básico. Obtenido de <https://postgradoingenieria.com/obras-construccion>

[71] Parcheo de Vías - Mantenimiento de Vías RECOMENDADO », Mantenimiento de Vías. <https://www.mantenimientodevias.com/productos/parcheo-de-vias/> (accedido 18 de enero de 2023).

[72] INVIAS, "Guía de Mantenimiento de Carreteras," Instituto Nacional de Vías, 2021.

[73] UNIVERSIDAD VERACRUZANA. (2024). PLANOS. Obtenido de <https://lumen.uv.mx/recursoseducativos/PlanosArquitectonicos/conceptos.html#:~:text=Plano,que%20cada%20proyecto%20es%20diferente>.

[74] A. C. Flores, «PROGRAMACION DE OBRAS», Accedido: 18 de enero de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/32939730/PROGRAMACION_DE_OBRAS

[75] D. B. Navarro, "Rehabilitación de Infraestructuras," Constructora Beta, 2021.

[76] P. E. Salazar, "Geotecnia y Cimentaciones," 2nd ed., Ingeniería Civil, 2019.

[77] G. A. Silva, "Sistemas de Drenaje Urbano," Editorial de Hidráulica, 2018.

APENDICES Y ANEXOS

- Anexo A. Registro fotográfico de la ejecución de la obra
- Anexo B. Actas de vecindad
- Anexo C. Planos sumideros
- Anexo D. Formato índice de deterioro superficial (Is) por cada tramo