

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA



Evaluación del estado del pavimento en la malla vial urbana de la ciudad de Duitama Boyacá
por medio del método de inspección visual.

Bernal Páez Sonia Julieth

Codigo:20481924451

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Civil

Facultad De Ingeniería Civil Y Ambiental

Duitama, Boyacá.

2021

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Evaluación del estado del pavimento en la malla vial urbana de la ciudad de Duitama Boyacá
por medio del método de inspección visual.

Bernal Páez Sonia Julieth

Monografía de grado presentado como requisito para optar por el título de:
Ingeniero civil

Director:

Ing. Ramon De Jesús Manrique Espíndola

Codirector:

Ing. Julio Ernesto Riaño

Estado de los pavimentos y malla vial urbana.

Universidad Antonio Nariño

Programa Civil Y Ambiental

Facultad De Ingeniería Civil Y Ambiental

Duitama, Boyacá.

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del jurado 1

Firma del jurado 2

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a Dios, quien en todas las circunstancias me ha brindado su amor incondicional para llenar mi vida de esperanzas y fortaleza, logrando de este modo mi meta principal culminar mis estudios y ser un orgullo para mi familia.

A mi familia y a mi esposo quienes siempre han creído en mis capacidades y cuando estuve a punto de rendirme me apoyaron y me dieron fuerzas para seguir intentando este logro que con mucho esfuerzo he conseguido.

Agradecimiento

Le agradezco a mi familia y a mi esposo quienes me han apoyado en mis altibajos y han estado conmigo en todas las dificultades presentadas a lo largo de mi camino.

Agradezco a la Universidad Antonio Nariño la cual me brindo la posibilidad de continuar mis estudios, dándome la posibilidad de incrementar mis conocimientos y valores personales.

De igual forma a mi director el ingeniero Ramon de Jesús Manrique Espíndola y mi codirector el ingeniero Julio Ernesto Riaño, a quienes agradezco todo su apoyo en este proceso de aprendizaje los cuales con sus conocimientos lograron de mi monografía un proceso exitoso y posible.

Tabla de contenido

1.	Introducción	13
2.	Objetivos	15
2.1.	Objetivo General	15
2.2.	Objetivos específicos	15
3.	Planteamiento del problema	16
4.	Justificación	19
5.	Pertinencia social	20
7.	Estado del conocimiento	28
8.	Metodología	31
9.	Estado de las vías	32
9.1.	Valoración vial	32
10.	Pavimento	33
10.1.	Causas que originan los daños de pavimento	33
10.2.	Tipos de fallas	33
10.2.1.	Falla estructural	34
10.2.2.	Falla funcional	34
10.3.	Tipos de daños pavimentos flexibles	36
10.2.1.	Fisuras	36
10.2.2	Deformaciones	41
10.2.3	Perdida de capas de la estructura	43
10.2.4.	Daños superficiales	45
10.2.5.	Otros daños	45

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

11. Revisión bibliográfica	47
12. Síntesis de inventarios viales	48
12.1. Síntesis inventario vial 2008-2009	48
12.2. Resultados de la muestra del inventario vial 2021.....	52
13. Conclusiones	77
14. Recomendaciones	79
15. Referencias.....	80
16. Anexos	85
15.1 Vías primarias	85
15.2 Vías secundarias.....	95
15.3 Vías terciarias.....	103

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1, Carretera central del norte Bogotá-Tunja.	17
Figura 2, Deficiencias en diseños por inexistencias en el sistema de drenaje.	18
Figura 3, Rehabilitación malla vial Duitama (2020)	19
Figura 4, Falla estructural por posible falla en el diseño vial.	21
Figura 5, Obras inconclusas por entidades encargadas.....	24
Figura 6, Mallas viales nacionales.	25
Figura 7, Pésimo estado malla vial Duitama	28
Figura 8, Accidente por deterioro de malla vial, barrio Boyacá (Duitama)	29
Figura 9, Origen de las fallas del pavimento	35
Figura 10, Piel de cocodrilo (PC, Unidad de medida:m2).....	36
Figura 11, Fisura longitudinal (FL, Unidad de medida)	37
Figura 12, Fisura transversal (FT, Unidad de medida)	37
Figura 13, Fisura longitudinal en junta de construcción (FCL, Unidad de medida:m)38	
Figura 14, Fisuras de borde (FBD, Unidad de medida:m).....	38
Figura 15, fisura en bloque (FB, Unidad de medida:m2)	39
Figura 16, fisura por reflexión de juntas o grietas en placas de concreto (FJL o FJT, Unidad de medida:m).....	39
Figura 17, Fisuración incipiente (FIN, Unidad de medida:m2).....	40
Figura 18, Fisuración en medialuna (FML, Unidad de medida:m2)	40
Figura 19, Fisuración por deslizamiento de capas (FDC, Unidad de medida:m2)	41
Figura 20, Ahuellamiento (AHU, Unidad de medida:m2)	41
Figura 21, Hundimiento (HUN, Unidad de medida:m2)	42
Figura 22, Ondulación (OND, Unidad de medida:m2).....	42
Figura 23, Abultamiento (AB, Unidad de medida:m2)	43

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 24, Descascaramiento (DC, Unidad de medida:m2)	43
Figura 25, Clasificación según jerarquización malla vial Duitama (Boyacá)	49
Figura 26, Formato base alcaldía de Duitama inspección vial 2008-2009	52
Figura 27, Vías primarias tomadas Av. Américas.	54
Figura 28, Vías primarias tomadas Av. Circunvalar.....	54
Figura 29, Formato de evaluación pavimento flexible para vías primarias	55
Figura 30, Dirección de Av. Américas desde k 29a hasta k 28	56
Figura 31, Dirección de Av. Américas desde k 28 hasta k 27	56
Figura 32, Dirección de Av. Américas desde k 27 hasta k 26	57
Figura 33, Dirección de Av. circunvalar desde c 19 hasta c20.....	57
Figura 34, Dirección de Av. circunvalar desde c 20 hasta k 10.....	58
Figura 35, Vías secundarias seleccionada Google Earth	62
Figura 36, Vías secundarias tomadas c 16 k 42 k 39.....	62
Figura 37, Formato de evaluación pavimento flexible para vías secundarias	63
Figura 38, Dirección de c 15 desde k 39 hasta k 40	64
Figura 39, Dirección de c 15 desde k 40 hasta k 42	64
Figura 40, Dirección de c 16 desde k 5 hasta k 4	65
Figura 41, Dirección de c 16 desde k 4 hasta k 3	65
Figura 42, Vías terciarias seleccionada Google Earth	70
Figura 43, Vías terciarias seleccionada Google Earth	70
Figura 44, Formato de evaluación pavimento flexible para vías terciarias.	71
Figura 45, Dirección de k 10 desde c 18 hasta c 17.....	72
Figura 46, Dirección de k 11 desde c 17 hasta c 18.....	72
Figura 47, Dirección de c 10 desde Tv 14 hasta k 23	73

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 48, <i>Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de Av. Américas desde k 29A hasta k 28.</i>	85
Figura 49, <i>Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de Av. Américas desde k 28 hasta k 27</i>	87
Figura 50, <i>Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de Av. Américas desde k 27 hasta k 26</i>	89
Figura 51, <i>Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de Av. circunvalar desde c 19 hasta c 20.</i>	91
Figura 52, <i>Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de Av. circunvalar desde c 20 hasta k 10</i>	93
Figura 53, <i>Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de c 15 desde k 39 hasta k 40</i>	95
Figura 54, <i>Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de c 15 desde k 40 hasta k 42</i>	97
Figura 55, <i>Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de c 16 desde k 5 hasta k 4.</i>	99
Figura 56, <i>Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de c 16 desde k 4 hasta k 3.</i>	101
Figura 57, <i>Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de k 10 desde c 18 hasta c 17</i>	103
Figura 58, <i>Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de k 11 desde c 17 hasta c 18</i>	105
Figura 59, <i>Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de c 10 desde TV 14 hasta k 23</i>	107

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1, Distribución vías Duitama Boyacá	23
Tabla 2, Bibliografía consultada, artículos documentos, revistas y prensa.	47
Tabla 3, Clasificación vial según el tipo de rodadura. Duitama (Boyacá).	49
Tabla 4, Daños típicas de pavimento flexible en la malla vial urbana del municipio de Duitama (Boyacá)	50
Tabla 5, Daños reportados inventario vial 2008-2009 vías nacionales seleccionadas.	53
Tabla 6, Daños identificados vías primarias inspeccionadas	58
Tabla 7, Daños del pavimento vías primarias inspeccionadas.....	59
Tabla 8, Cuadro comparativo de daños vías primarias reportados año 2008 vs año 2021	60
Tabla 9, Daños reportados inventario vial 2008-2009 vías secundarias seleccionadas.	61
Tabla 10, Tabla de daños vías secundarias seleccionadas 2021.	66
Tabla 11, Daños identificados vías secundarias inspeccionadas	67
Tabla 12, Cuadro comparativo de daños vías secundarias reportados año 2008 vs año 2021.....	68
Tabla 13, Daños reportados inventario vial 2008-2009 vías terciarias seleccionadas.	69
Tabla 14 Tabla de daños vías terciarias seleccionadas 2021.	74
Tabla 15, Daños vías terciarias inspeccionadas	75
Tabla 16, Cuadro comparativo de daños vías terciarias reportados año 2008 vs año 2021	76
Tabla 17, Fotografías vía inspeccionada, Dirección de Av. Américas desde k 29A hasta k 28.....	86

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 18, Fotografías vía inspeccionada, Dirección de Av. Américas desde k 28 hasta k 27.....	88
Tabla 19, Fotografías vía inspeccionada, Dirección de Av. Américas desde k 27 hasta k 26.....	90
Tabla 20, Fotografías vía inspeccionada, Dirección de Av. circunvalar desde c 19 hasta c 20.....	92
Tabla 21, Fotografías vía inspeccionada, Dirección de Av. circunvalar desde c 20 hasta k 10.....	94
<i>Tabla 22 Fotografía vía inspeccionada, Dirección de c 15 desde k 39 hasta k 40.....</i>	<i>96</i>
Tabla 23, Fotografías vía inspeccionada, Dirección de c 15 desde k 40 hasta k 42....	98
Tabla 24, Fotografías vía inspeccionada, Dirección de c 16 desde k 5 hasta k 4.....	100
Tabla 25, <i>Fotografías vía inspeccionada, Dirección de c 16 desde k 4 hasta k 3.....</i>	<i>102</i>
Tabla 26, <i>Fotografías vía inspeccionada, Dirección de k 10 desde c 18 hasta c 17.</i>	<i>104</i>
Tabla 27, <i>Fotografías vía inspeccionada, Dirección de k 11 desde c 17 hasta c 18.</i>	<i>106</i>
Tabla 28, <i>Fotografías vía inspeccionada, Dirección de c 10 desde TV 14 hasta k 23</i>	<i>108</i>

1. Introducción

Se puede evidenciar que, desde inicios de la humanidad, la movilidad ha sido uno de los factores principales para la vida y el desarrollo humano, tanto así que los primeros asentamientos, sociedades y civilizaciones se movilizaban constantemente hasta el momento en donde se radicaban cerca de cuerpos de agua y tierras fértiles.

En la actualidad, la necesidad de una movilidad constante y rápida ya sea por cuestiones económicas o sociales es de gran importancia, debido a que Duitama se encuentra posicionado por su importancia económica y su dinámica especialmente en: la agricultura, la ganadería, la explotación de tierras, la cría de animales, la piscicultura, entre otras necesidades económicas, se considera de suma importancia mantener un estado de las vías óptimo, generando un aumento en la economía municipal.

El sistema nacional de carreteras y en este caso la malla vial del municipio de Duitama requiere un mantenimiento y constante desarrollo, óptimos para seguir brindando producción e inflación de la economía a nivel nacional, logrando de este modo un avance económico de manera personal, nacional y global, teniendo en cuenta las necesidades comerciales se busca mantener las vías en excelente estado, realizando análisis de necesidades teniendo en cuenta la operación que transite en las mismas, el tránsito, su topografía y por supuesto el clima, son factores claves para el mantenimiento y desarrollo, con este análisis buscaremos mitigar el deterioro en la malla vial.

Según lo investigado la malla vial del municipio de Duitama se encuentra conformada por un total de 379.67 km, los cuales 184.62 son destinados a red vial urbana y 195.05 de red vial rural, de los cuales la mayoría están formados de pavimento flexible en cual enfocaremos nuestra consulta.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

En este trabajo se pretende describir de manera general el estado del pavimento en la malla vial del municipio de Duitama, esta comprende de características físicas, observando el estado de la misma, respecto al estado de pavimento se muestra los daños más comunes encontrados mostrando una breve definición de los mismos, las causas que los generan, una aproximación del área afectada, así como los sectores de vía más afectados y su nivel de severidad.

Describiendo el estado de la malla vial, con el propósito de registrar la necesidad de mantenimiento del pavimento y así poder garantizar la seguridad del tránsito. Asimismo, se registra algunas fallas comunes que pueden afectar la seguridad de los usuarios de la vía ya que no solo se trata de un diagnóstico del estado de los dispositivos utilizados, sino que también se considera la funcionalidad de dicha señalización.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General:

Elaborar un estado de conocimiento del pavimento flexible en la malla vial urbana de la ciudad de Duitama, para evaluar por medio del método de inspección visual el estado superficial del mismo y proponer ajustes para mitigar su deterioro.

2.2. Objetivos específicos:

Identificar 50 documentos que están disponibles en diferentes bases de datos, relacionados con la gestión y o mantenimiento de los pavimentos que permita generar un registro.

Clasificar y analizar los tipos de fallas en pavimentos flexibles y mencionar las posibles alternativas que sirvan como herramienta para mejorar el estado de la red vial en la ciudad de Duitama.

Realizar un documento y un artículo, a partir de los resultados del análisis de la información recolectada, la cual generara una propuesta para la alcaldía municipal, estudiantes y profesionales interesados en el tema de pavimento la malla vial urbana de la ciudad de Duitama

3. Planteamiento del problema

Se puede verificar en el plan de desarrollo 2020-2023, que la ciudad de Duitama se encuentra con alcantarillas y obras no adecuadas para la misma, generando falencias en sus vías de acuerdo a las especificaciones del POT que busca un fortalecimiento en el corredor industrial lo que implica un mayor tránsito vehicular (Gobernación de Boyacá; Corpoboyacá; Corpochivor; Corporinoquia; CAR, 2020) Duitama estará dentro de este corredor vial el cual buscara atraer 13 empresas claves y representativas a nivel nacional (DNP, 2017) y que tendrá su principal aforo en la Carretera Central del Norte (Ruta 55-Duitama-Soatá-Cúcuta), por lo tanto este trabajo se considera importante para alcaldías, profesionales y estudiantes, realizando una verificación en el estado de la malla vial en la ciudad de Duitama.

Una condición de gran relevancia que incide en las actividades productivas del municipio de Duitama se ve reflejado en el estado de las vías, condición que afecta también la movilidad, condición que puede a su vez incidir en la accidentalidad; también se puede inferir que el mantenimiento, ampliación, construcción y o conservación de la malla vial se encuentra a cargo de la administración municipal, este sistema vial se encuentra dividido en tres aspectos importantes, usos viales ya sea para transporte, movilidad, regulación y control o simplemente paso peatonal , también encontramos el sistema vial el cual se encuentra dividido en malla vial local (Vías principales, Alamedas y pasos peatonales, colectoras) o malla vial regional (Avenidas) las entidades encargadas del sistema vial de Duitama son Ministerio de transporte, Administración municipal y Gobernación de Boyacá.

Con lo anterior se logra identificar el campo de estudio al cual se va a realizar este proyecto, el cual corresponde a una fracción representativa de la malla vial urbana de la ciudad de Duitama, ciudad que cuenta con una temperatura promedio de 8°C a 16°C, donde

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

se encuentran tres grandes zonas climáticas, en este predomina el clima frío húmedo, seguido de clima frío subpáramo seco y clima de páramo seco, tiene un extenso ecosistema formado por paramos que corresponden a 12000 hectáreas fundamentado en los páramos de la Rusia y Pan de azúcar, Duitama se encuentra ubicado a 178 km de la capital convirtiéndola en un foco central de la nación.

Teniendo en cuenta que el transporte en general representa un elemento importante para el desarrollo de ciudades y países, se logra establecer que las carreteras, su construcción y mantenimiento desarrollan una dinámica económica contributiva, en donde bienes y servicios tienen un desarrollo económico potencial en la zona donde se construyan, el transporte en Colombia inicia desde la época prehispánica en donde se empieza a usar el trueque generando la necesidad de transporte, como señala Cruz Santos, el progreso de las vías, no es más que el avance de las necesidades en comunidades versátiles, que con el tiempo se modifica acoplándose al mundo en el que se reside (Cruz Santos, Abel, 1973).

También se conocieron caminos reales donde transitaban bueyes, mulas e indios cargueros, estos caminos eran los más circulados y unían diferentes provincias, siendo los indios más seguros que otros medios ya que estos transitaban de acuerdo al tipo de mercancía transportada, las condiciones ambientales, el tipo de terreno y el trazado generado de vías, además fueron un medio más rápido y eficiente (Muriel, Rafael Darío, 1983).

Figura 1, Carretera central del norte Bogotá-Tunja.



ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Nota: La figura representa la vía Bogotá- Tunja en los años 80', diario virtual historia de Colombia

El departamento de Boyacá se caracteriza por ser un departamento predominante agrícola, este se encuentra dividido en 123 municipios, los cuales se encuentran densamente poblados, estos mantienen diversos sectores económicos como lo son: la agricultura, producción pecuaria y minería, requiriendo de este modo redes de infraestructura óptimas para su desarrollo económico e industrial, el departamento de Boyacá conto con una de las primeras rutas desde Sogamoso a Bogotá debido a su demanda antes descrita, también por su importante paso hacia las fronteras (Gobernación de Boyacá, 2016).

Como consecuencia normal del uso de la malla vial durante su vida útil por efecto de los elementos que la afectan esta sufre desgaste, esto hace que se requiera de un sistema que permita realizar el mantenimiento y conservación de la malla vial, que le brinde a los usuarios una estructura segura y cómoda, realizando los sismas de movilidad de manera eficiente, esta evaluación busca diagnosticar el estado de la malla vial de Duitama respondiendo a la siguiente pregunta:

¿Cómo se podría gestionar la infraestructura del pavimento en la malla vial urbana de la ciudad de Duitama?

Figura 2, Deficiencias en diseños por inexistencias en el sistema de drenaje.



Nota: La figura muestra los deterioros de la malla vial en la avenida de las Américas a la altura del cementerio municipal, Elaboración propia.

4. Justificación

Con la elaboración de este trabajo de grado se buscará beneficiar a los usuarios de la malla vial de municipio de Duitama, a partir de las decisiones que tomen las entidades encargadas del mantenimiento de la malla vial, teniendo en cuenta la importancia de esta a lo largo del desarrollo sostenible de la comunidad, los usuarios y los municipios aledaños.

La infraestructura vial se considera parte fundamental de las sociedades, ya que genera empleo y permite la conexión entre diferentes puntos de una zona, disminuyendo recorridos de viajes y satisfaciendo múltiples necesidades básicas como lo son educación, salud, trabajo y alimentación, permitiendo también diferentes tipos de comercio como exterior e interior, las carreteras suelen tener innumerables utilidades para el país tanto económicos como sociales.

Figura 3, *Rehabilitación malla vial Duitama (2020)*



Nota: La figura muestra la rehabilitación de la malla vial en Duitama en el año 2020, Diario local

Se puede afirmar que el estado de la malla vial depende de los agentes externos que interactúan con ella, por lo que se requiere la definición de un sistema de mantenimiento y o rehabilitación que permita ofrecerle a los usuarios una malla vial que opere en condiciones seguras; programa que se requiere como insumo inicial la determinación del estado actual de las vías.

5. Pertinencia social

Con este trabajo se busca contribuir de manera directa a la Alcaldía Municipal de Duitama, de igual forma a estudiantes y profesionales que requieran conocimientos afines con este tema, facilitando conocimientos e información del estado de la malla vial en la ciudad de Duitama teniendo en cuenta los posibles factores de desgaste.

Este trabajo es oportuno ya que realizará una evaluación superficial del pavimento de la malla vial en la ciudad, donde se encuentran patologías y daños derivados de múltiples problemas, este análisis se considera importante por su incidencia social, ambiental y económica a nivel departamental y nacional (importaciones y exportaciones),

Se busca minimizar costos en el mantenimiento y reparación vial, suministrándole a la alcaldía municipal una herramienta que le permita generar una política de mantenimiento de la malla vial generando programas y proyectos de acuerdo con los recursos disponibles, vinculando las entidades de orden regional y nacional como lo son:

Gobernación de Boyacá.

- Alcaldía de Duitama.
- Secretaría de Infraestructura de la Gobernación de Boyacá
- Empresa de Servicios Públicos de Boyacá- ESPB
- Instituto Nacional de Vías - INVIAS

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 4, *Falla estructural por posible falla en el diseño vial.*



Nota: La figura muestra los daños vehiculares ocasionados por la falta de mantenimiento vial en la malla vial en Duitama en el año 2020, Diario local.

6. Marco conceptual

Se busca realizar un análisis basado en estado del conocimiento del pavimento, de la malla vial de la ciudad de Duitama, a partir de los deterioros que se identifiquen determinar los fallos típicos del pavimento como los son, fisuras, deformaciones, pérdida de capas de estructurales, daños superficiales y otros daños, que la malla vial pudo sufrir con el paso del tiempo (Grupo Técnico-convenio 587 de 2003)

Se realizará un análisis del estado del pavimento flexible en calles y carreteras, generando énfasis en los procedimientos que se deben utilizar y la evolución que ha tenido este a lo largo del tiempo de servicio, considerando factores y diseños fundamentales en los diferentes modelos que se plantean (Transporte y economías de desarrollo,2015)

Para implementar una explicación de los distintos conceptos que se utilizan en este trabajo, se buscará hacer un análisis de las vías en la ciudad de Duitama, dando de este modo una visión más amplia del panorama en el cual se va a trabajar analizando de este modo diferentes problemas de en usuarios, tráfico y funcionamiento en la red vial urbana de la ciudad de Duitama (Conferencia Internacional de Ingeniería de Aviación y Transporte, 2021) se considera que el estado de la malla vial tiene un margen significativo en las deficiencias de una ciudad, haciendo una red dinámica diaria con los usuarios, en servicio, calidad y demandas de viaje (Time-dependent service quality of network sections,2011)

La ciudad de Duitama, se encuentra ubicada en el centro oriente de Colombia, con la malla vial de Duitama se encuentran incluidas las vías de carácter regional, Charalá, Encino, Paipa , Tibasosa, Belén y Santa Rosa de Viterbo, su población mantiene diversos sectores económicos, requiriendo de este modo redes de infraestructura óptimas para su desarrollo económico e industrial, el departamento de Boyacá conto con una de las primeras rutas desde

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Sogamoso a Bogotá debido a su demanda antes descrita, también por su importante paso hacia la frontera (Plan de ordenamiento territorial).

LONGITUD, ÁREA Y TIPO DE PAVIMENTO

Duitama tiene una superficie total de 267.042 km², los cuales se encuentran divididos en zona urbana 8.861 km, zona rural 258,180, esta extensión se encuentra dividida en 8 comunas las cuales reúnen en total 73 barrios y 20 veredas, a una altitud aproximada en la plaza principal de los libertadores de 2535 m.s.n.m, las vías se usan principalmente para la economía y desarrollo del municipio, teniendo en cuenta sus principales sectores económicos que son agricultura, producción pecuaria y minería; Duitama cuenta con 379.67 Km en vías urbanas y rurales. rurales divididas de la siguiente manera (Alcaldía Municipal de Duitama en Boyacá):

Tabla 1, *Distribución vías Duitama Boyacá*

CLASIFICACION MALLA VIAL DUITAMA		
CLASE	CATEGORIA	LONGITUD(Km)
URBANAS	Primarias	23,4
	Secundarias	32,42
	Terciarias	128,8
RURALES	Red vial terciaria	195,05

Nota: La figura muestra los daños vehiculares ocasionados por la falta de mantenimiento vial en la malla vial en Duitama en el año 2020, Elaboracion propia derivada de informacion POT

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 5, *Obras inconclusas por entidades encargadas.*

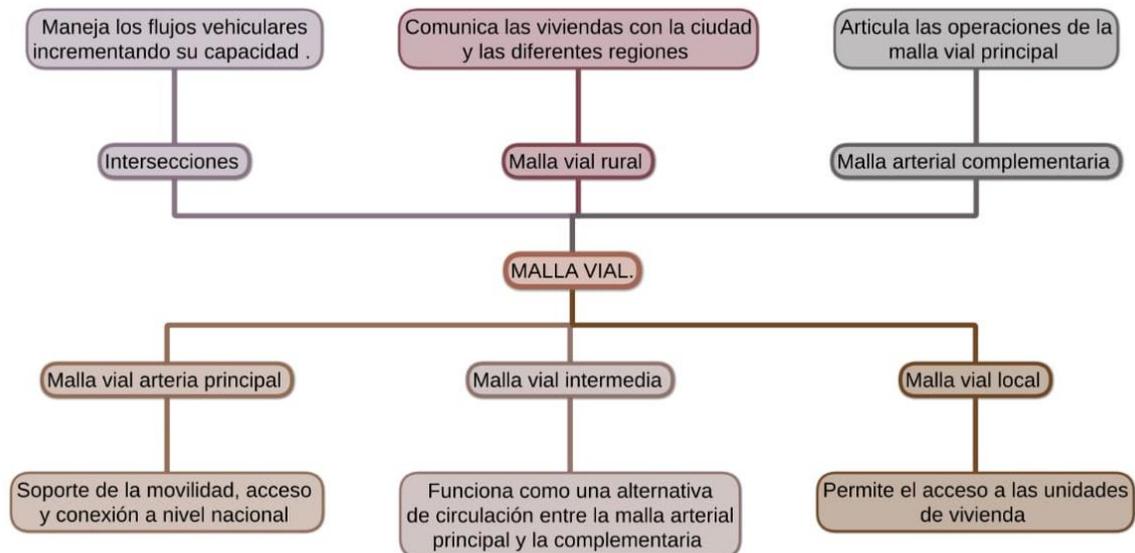
Nota: La figura muestra las obras inconclusas de rehabilitación de la malla vial en Duitama en el año 2020, Elaboración propia.

Teniendo en cuenta el plan de desarrollo de Boyacá, Duitama no cuenta con mejoras tangibles en las vías comparado con otros departamentos a nivel nacional, sin importar que este departamento es fundamental en el corredor vial de Boyacá por el sector económico que maneja, en algunos tramos se puede observar el alto deterioro que se tiene (Alcaldía Municipal de Duitama en Boyacá).

- ✓ Gobernación de Boyacá.
- ✓ Alcaldía de Duitama.
- ✓ Secretaría de Infraestructura de la Gobernación de Boyacá
- ✓ Empresa de Servicios Públicos de Boyacá- ESPB
- ✓ Instituto Nacional de Vías – INVIAS

El sistema vial a nivel nacional se encuentra compuesto por los siguientes módulos de mallas viales:

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 6, *Mallas viales nacionales.*

Nota: La figura muestra las mallas viales nacionales con cada uno de sus características, Elaboración propia basada en (James Cárdenas Grisales, 2002).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se contextualizará la malla vial como la intersección de diferentes carreteras, que se encuentran en una faja de terreno al cual se le denomina derecho de vía, permitiendo así la adecuada circulación de vehículos y peatones, estas carreteras deben representar beneficios para todos los usuarios, desde peatones hasta conductores (Chan, 2011) diseñándose, funcional, estética, cómoda, segura, económica y compatible con el medio ambiente, la circulación vehicular se ve afectada por el diseño geométrico que se plantea al momento de realizar el trazado vial de la carretera, la cual debe contar con todos los parámetros requeridos (James Cárdenas Grisales, 2002).

En la construcción de estructuras viales encontramos diversidad de variables en contexto del problema (deterioro de la malla vial), teniendo en cuenta los textos se derivan diferentes razones que causan las fallas en la malla vial, podemos encontrar que las más

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

explicitas son, tránsito inadecuado en las vías, falta de mantenimiento, los materiales constructivos no fueron los adecuados, los diseños implementados no tuvieron en cuenta la carga transitada, los cambios de clima durante la construcción, relación agua-cemento y los diferentes procesos constructivos que se llevaron a cabo se consideran factores determinantes para las fallas de la malla vial (Prenger, 1992).

Entre parámetros básicos del trazado de una vía se debe verificar el tipo de terreno, su uso de suelos el cual se obtienen directamente del plan de ordenamiento territorial y los instrumentos de que lo desarrollen, teniendo en cuenta los predios o edificación, su topografía y las estructuras propuestas en la misma como drenajes, detalles geométricos y volúmenes de tierra que se pueden generar, incluyendo de igual forma la pendiente de la faja de terreno manteniendo la relación proporcional que existe entre la altura que salvamos cuando ascendemos por la carretera y la distancia en la que se desplaza un vehículo o un peatón de manera horizontal. (James Cárdenas Grisales, 2002).

A continuación, como elemento principal en el momento de diseñar se tendrá en cuenta a seguridad vial donde la destreza de los usuarios y su comportamiento en el momento de conducir será determinante en la accidentalidad (Cabrera A., y otros, 2009), para este se tendrá en cuenta la visibilidad de adelantamiento (DVA) requerida para un tramo de carretera el cual se obtiene del manual de diseño geométrico de carreteras 2008 y el manual de señalización vial 2014, esta se implementará teniendo en cuenta el tramo sus condiciones geográficas y la velocidad que el usuario mantenga, ya que la velocidad es un elemento fundamental para el diseño de las vías, esta debe ser estudiada regulada y controlada para originar el complemento perfecto entre vehículo, usuario y carretera. (James Cárdenas Grisales, 2002)

Por otra parte el tipo de vehículo que transitará en la vía lo determinará el tránsito de la misma como uno de los parámetros de diseño fundamentales, aunque se puede permitir ciertas

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

imprecisiones en esta variable, siempre se debe conocer para determinar las capas y los espesores que constituyen este pavimento, las distintas ofertas de transporte estarán determinada por el material rodante y el sistema de control , con este se podrán determinar los costos de transporte y los niveles de servicio requeridos para una carretera. (Paulo Emilio Bravo, 1993)

En el transcurso de este trabajo se hablará de forma continua del estado de la malla vial lo cual genera un enfoque en la velocidad inadecuada que manejan los usuarios de las vías, como también es impudencia de peatones y conductores , cabe destacar el estado de embriaguez, cansancio inadecuado, y caso omiso a las señales de tránsito también son focos de accidentalidad, pero no debemos dejar a un lado que el estado en el que se encuentre la malla vial de un municipio generara una causa adicional de accidentalidad por lo cual el deterioro de esta incrementara de manera significativa los accidentes viales, con el paso de los años se han generado alternativas de planeación en normas y señales de tránsito, que de manera fácil permitan a los usuarios su entendimiento y sanciones en caso de no ser atendidas, todo esto para lograr llevar un ambiente más seguro y comfortable (Chan, 2011).

7. Estado del conocimiento

De acuerdo con las consultas realizadas, se puede verificar que, en todos los sistemas convencionales de trazado de mallas viales se deben tener diferentes etapas, reconocimiento o exploración, trazado ante preliminar o selección de ruta, trazado preliminar, proyecto y localización, en estos estudios se localiza de manera definitiva el proyecto determinando si este se enfoca en un terreno plano, ondulado o escarpado (Paulo Emilio Bravo, 1993).

Una carretera se considera una infraestructura donde transitan diferentes vehículos de transporte, con el fin de permitir el tránsito vehicular de forma continua en espacio y tiempo, se tiene como principales objetivos que la carretera sea cómoda, funcional, estética, segura, económica y compatible con el medio ambiente (James Cárdenas Grisales, 2002).

Figura 7, *Pésimo estado malla vial Duitama*



Nota: La figura muestra las obras inconclusas de rehabilitación de la malla vial en Duitama en el año 2020, Elaboración propia.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Estas carreteras se diseñan con el fin de generar a los automóviles estabilidad y tiempos de viajes cortos, la palabra automóvil tiene como significado “que se mueve por sí mismo” donde cada uno de los vehículos tienen un motor el cual designa su velocidad, la ley de seguridad vial define como automóvil al vehículo de motor que sirve normalmente para el transporte de personas o cosas, de ambas a la vez, o para la tracción de otros vehículos con aquel fin, estos pueden causar fallas estructurales al transitar por vías que no están diseñadas para su nivel de carga (Manual de automóviles, 2000).

Figura 8, *Accidente por deterioro de malla vial, barrio Boyacá (Duitama)*



Nota: La figura muestra los accidentes y daños vehiculares por el estado de las vías en el municipio de Duitama en el año 2020, Diarios locales.

Existen posibles problemas que se consideran viables aplicar en la ciudad de Duitama como aleatoria referencia de estudio, de igual forma se encontró que en los países desarrollados se invierte un presupuesto elevado anualmente para reparar, ampliar o elevar los caminos existentes, donde su capacidad de servicio normalmente es de 10 años, pero pierden servicio

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

de 2 a 3 años, para consolidar estas fallas se realizan estudios de suelos, límite líquido, límite plástico, entre otros problemas del suelo (sociedad geotécnica del sudeste asiático, 2020).

Adicionalmente sin contar las fallas estructurales se logran identificar deficiencias en los diferentes servicios de transporte tanto en redes como en sistema vial, para esto se diseñan redes de tráfico sostenible, de manera exponencial con los crecimientos en el volumen de tráfico en un futuro, estos ítems se diseñan para lograr un coeficiente de nivel de servicio y el límite de tiempo de viaje óptimo, se puede usar el modelo SUE, el cual diseña un algoritmo de flujo realizando un análisis de capacidad y confiabilidad de un sistema de flujo sostenible (Kui Ji and Jianxiao Ma, 2021).

En las infraestructuras vehiculares la vida silvestre tiene una amenaza crítica en los accidentes automovilísticos y los animales silvestres, en el artículo mencionado dan a conocer los puntos críticos de la colisión entre vehículos y la vida silvestre, donde se evidencia que el trazado vial y excesos de velocidad son principales factores en estas colisiones (Balestrieri, 2021).

8. Metodología

Como primera medida se realizará la Revisión de información existente en la ciudad de Duitama sobre la composición de la malla vial urbana , teniendo en cuenta información suministrada a nivel municipal por la alcaldía, ministerio de transporte y gobernación de Boyacá donde se recolectarán planos, esquemas y estudios precedentes a esta monografía, también se buscará información histórica que se pueda recolectar de manera cualitativa y cuantitativa, como lo son estudios de accidentalidad y movilidad realizados por el ITBOY, todo esto con el fin de desarrollar un análisis evaluativo del estado de la malla vial de Duitama.

Se realizará recolección y análisis de información existente en diferentes artículos suministrados por la universidad, donde se plasmará información del campo de pavimentos y programas de gestión de la malla vial, que ayuden a identificar las falencias que se tengan en esta y los daños estructurales que se generen, forjando actividades que permitan la identificación y mejoramiento de los mismos, en Boyacá el reglamento del instituto de desarrollo urbano editado en el año 2002. Se establece la clasificación general de las vías urbanas definida en los acuerdos 20/80 y 6/90 y el decreto 619 del 2000 correspondiente al (plan de ordenamiento territorial). POT, el cual estaremos revisando de manera constante para generar una mejor proyección de nuestro análisis, alternándola con la información recolectada de diferentes artículos y libros.

9. Estado de las vías

Los inventarios que se realizan a las infraestructuras viales se usan para mantener las condiciones viales lo más óptimas posibles con una operabilidad y funcionalidad constante, teniendo como principal objetivo mantener todas sus condiciones físicas, diseño y geometría en excelentes condiciones, normalmente estas inspecciones se realizan de forma visual, estas se sintetizan en formatos generados por el instituto nacional de vías en los cuales se plasman los daños encontrados, donde a lo largo de los tramos viales se califican y cuantifican los diferentes tipos de daños y condiciones encontradas, en estos se pueden priorizar diferentes aspectos como lo son, estado de la vía, y señalización.

9.1. Valoración vial

La valoración de las mallas viales al igual que sus carreteras se considera como uno de los puntos más importantes al momento de evaluar el estado y los factores que afectan la operación a lo largo de un tramo, todos los factores que afectan la circulación mantienen una relación directa con calidad, comodidad y nivel de servicio, estos factores generales afectan los diferentes parámetros que se pueden mantener en una vía y sus fenómenos de tránsito, como lo son volumen, velocidad y densidad de flujos (vehiculares y peatonales) , del mismo modo las características geométricas se hacen parte fundamental de en el diseño, estado del pavimento y obras necesarias en los tramos.

Todas las mallas viales presentan daños en la infraestructura del pavimento con el transcurso del tiempo y paso de vida útil, estos daños se pueden calificar en cuatro categorías, fisuras, deformaciones, pérdida de capas de estructurales, daños superficiales y otros daños.

10. Pavimento

10.1. Causas que originan los daños de pavimento

Como primera instancia se debe conocer que el pavimento debe permitir un adecuado desplazamiento o movilización del tránsito de manera general, las fallas de los pavimentos se originan principalmente por las múltiples acciones que pueden ser directas o indirectas como lo son:

- Repetición de cargas
- Agentes del clima
- Peso propio de las cargas que contemplan la estructura general de la obra.

Las fallas generalmente afectan puntos débiles de la estructura de la carretera, estos son producto de malos cálculos de diseño, materiales inadecuados, falta de mantenimiento, factores externos como hidrología, clima o precipitaciones de la zona, entre otros (American Association State Highway y officials)

10.2. Tipos de fallas

Los tipos de fallas se caracterizan por las condiciones que puede presentar un pavimento a lo largo del tiempo generando diferentes características de las que fue diseñado existen diferentes tipos de fallas:

10.2.1. Falla estructural

Genera una disminución considerable en la capacidad de carga, disminuyendo su índice de servicio, este tipo de falla va aumentando a lo largo del tiempo de no identificar su tipo y causa por la cual se está produciendo la falla, su mantenimiento se volverá más costoso, estas fallas se clasifican teniendo en cuenta su elemento estructural donde se originan:

- Fallas atribuibles a la carpeta
- Fallas originadas por hormigueros o madrigueras de animales
- Fallas originadas en la interfase, carpeta base como consecuencia de una interacción inadecuada.
- Fallas originadas en la base, subbase o terracerías, debido a la inestabilidad de las capas
- Fallas originadas en la repetición de cargas
- Fallas derivadas por agentes climatológicos

10.2.2. Falla funcional

Los tipos de falla funcional se caracterizan por el índice de servicio que este genera, afectando en mayor o menor grado la capacidad que tiene un tramo vial proporcionando todos los elementos necesarios para el tránsito de este, los ítems que más intervienen en el nivel de tránsito en este tipo de falla son

- Textura superficial del pavimento
- Deformaciones transversales
- Ondulaciones longitudinales

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

- Porcentaje de áreas reparadas y baches

Como primera medida debemos preguntarnos el origen de las fallas ya que pueden corresponder a las fallas de pavimento o de la carretera, teniendo en cuenta que el pavimento es un paquete de estructuras integrales las cuales se encuentran conformada por capas para que sea funcional y estructural, las fallas del pavimento en múltiples ocasiones se generan por mal diseño de mezclas asfálticas, las estructuras del pavimento está mal diseñada o también se puede generar por fallas en conjunto como, taludes, ríos, fallas, geológicas hidrología de la zona:

Figura 9, *Origen de las fallas del pavimento*

ORIGEN DE LAS FALLAS							
GEOLOGIA	GEOTECNICA	HIDROLOGIA	DISEÑOS	OPORTUNIDAD	GEOGRAFIA DE LA ZONA	PROCESOS	CONTROLES
Fallas geológicas	Tipos de suelos Inestabilidad de taludes Superior e inferior.	Presencia de agua superficial y subterránea, drenaje de la vía, obras presentes.	Estructurales	Del uso o calidad de materiales	Clima, Humedad	Constructivos	De planta y obra

Nota: La figura muestra el origen de las fallas en los pavimentos, Elaboración propia.

Se debe tener en cuenta las temperaturas en la cuales se va a construir la carretera teniendo en cuenta los excesos de temperaturas altas o bajas generando adición de caucho o polímeros para no mantener una debilidad en el pavimento y ayudar a su firmeza, se deben tener unos controles estrictos en los espesores de capas, equipos de compactación, número de pasadas, densidad de diseño entre otras.

Todos estos controles, un adecuado diseño ayudaran a perdurar el pavimento y su funcionalidad durante la vida útil de diseño.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Para iniciar nuestro trabajo iniciaremos con una evaluación superficial donde se generará la clasificación y enumeración de fallas, observadas en la superficie de la estructura de pavimento visto en el municipio de Duitama, donde el deterioro del pavimento es constante, se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión del daño.

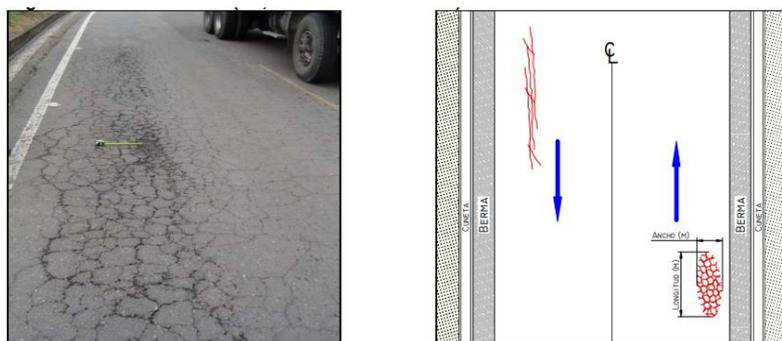
10.3. Tipos de daños pavimentos flexibles

De acuerdo al manual de inspección visual del INVIAS los tipos de daños que en Colombia se manejan son los siguientes:

10.2.1. Fisuras

9.2.1.1. Piel de cocodrilo: En estas fallas se pueden visualizar patrones formado por polígonos asemejando a la piel de un cocodrilo.

Figura 10, *Piel de cocodrilo (PC, Unidad de medida:m2)*

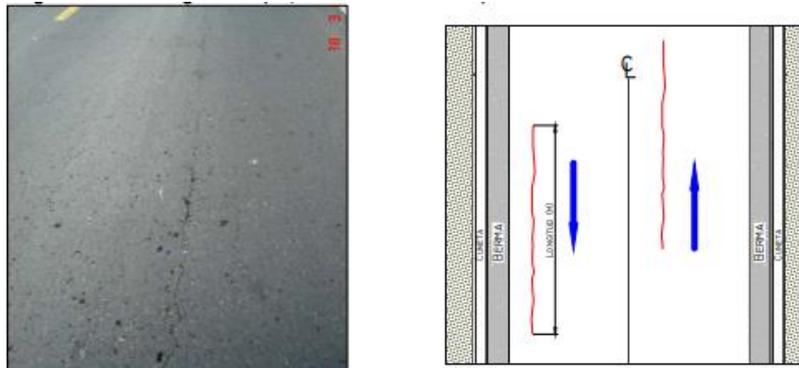


Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como fisura de piel de cocodrilo, Manual de inspección de obras INVIAS.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

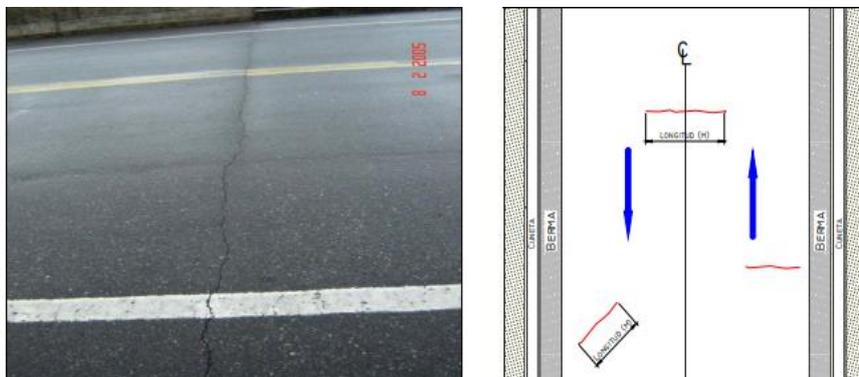
10.2.1.2. Fisuras longitudinales y transversales: Las resistencias de alguna capa del pavimento supera los esfuerzos a tensión provocando discontinuidades en la carpeta asfáltica.

Figura 11, *Fisura longitudinal (FL, Unidad de medida)*



Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como fisura longitudinal, Manual de inspección de obras INVIAS.

Figura 12, *Fisura transversal (FT, Unidad de medida)*



Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como fisura de piel de cocodrilo, Manual de inspección de obras INVIAS.

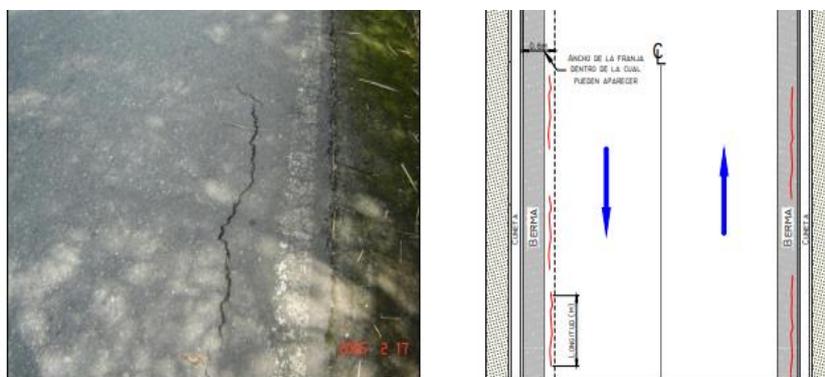
10.2.1.3. Fisuras en juntas de construcción: Se generan por la deficiente realización de las juntas de construcción o ampliaciones generadas.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 13, *Fisura longitudinal en junta de construcción (FCL, Unidad de medida:m)*

Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como fisura longitudinal, Manual de inspección de obras INVIAS.

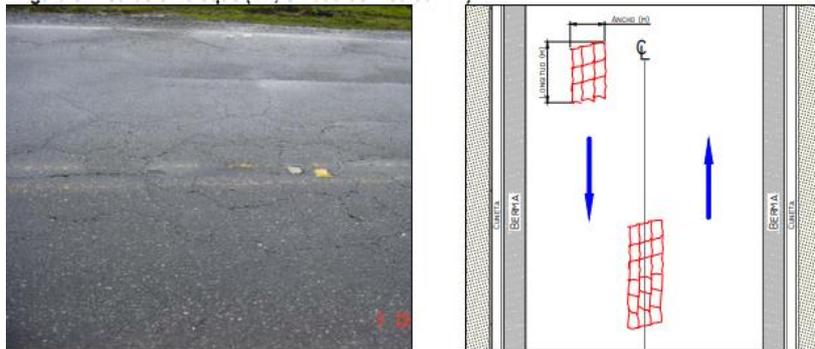
10.2.1.4. Fisuras de borde: Estas fisuras se encuentran al borde de la calzada normalmente se presentan por ausencia de berma.

Figura 14, *Fisuras de borde (FBD, Unidad de medida:m)*

Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como fisura de borde, Manual de inspección de obras INVIAS.

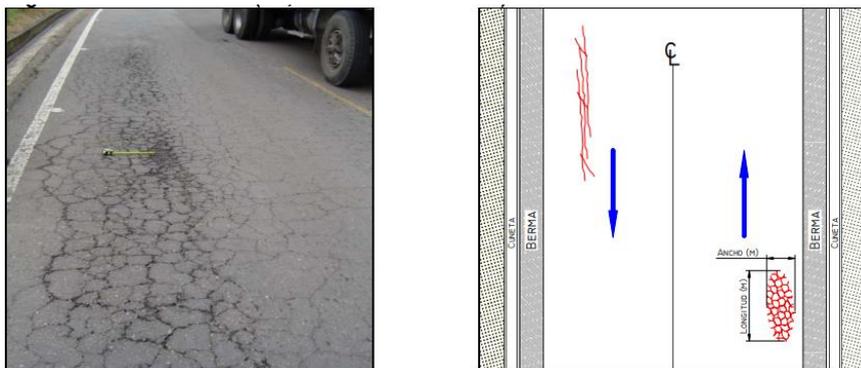
10.2.1.5. Fisuras en bloque: Esta es diferente a la fisura de piel de cocodrilo ya **que** estas aparecen en áreas no cargadas, el asfalto es dividido en bloques de forma rectangular.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 15, *fisura en bloque (FB, Unidad de medida:m2)*

Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como fisura en bloque, Manual de inspección de obras INVIAS.

10.2.1.6. Fisura por reflexión de juntas o grietas en placas de concreto: Se presenta cuando hay capas de concreto asfáltico sobre concreto rígido, presentan formas rectangulares e irregular.

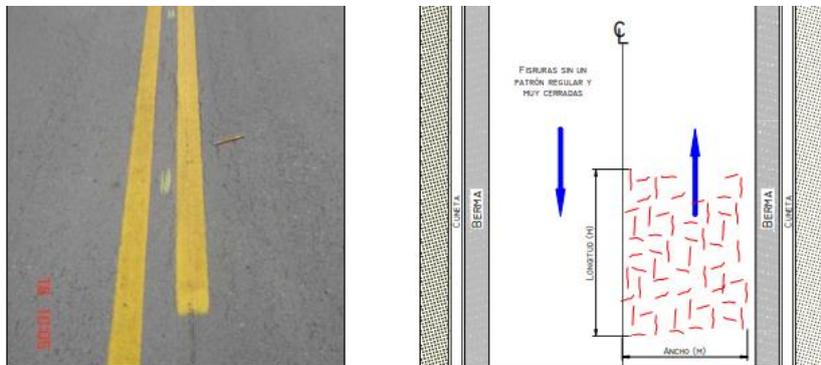
Figura 16, *fisura por reflexión de juntas o grietas en placas de concreto (FJL o FJT, Unidad de medida:m)*

Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como fisura por reflexión de juntas o grietas en placas de concreto, Manual de inspección de obras INVIAS.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

10.2.1.7. Fisuración incipiente: No son daños severos, son fisuras contiguas y cerradas las cuales no se unen.

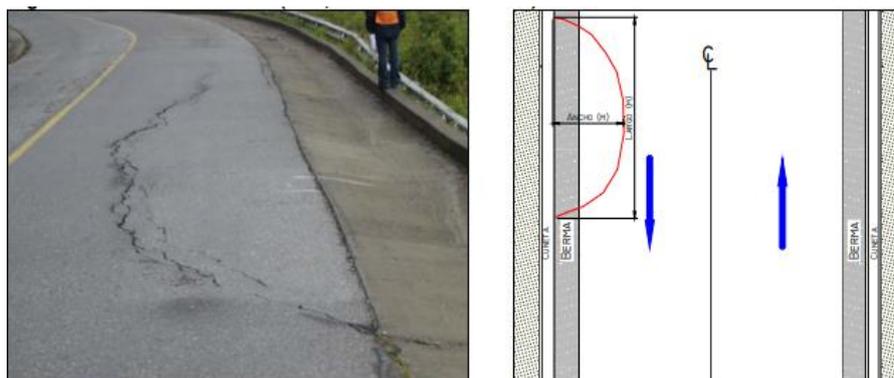
Figura 17, *Fisuración incipiente (FIN, Unidad de medida:m2)*



Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como fisuración incipiente, Manual de inspección de obras INVIAS.

10.2.1.8. Fisuración en medialuna: Se presentan por el movimiento de banca se presentan habitualmente con hundimientos.

Figura 18, *Fisuración en medialuna (FML, Unidad de medida:m2)*

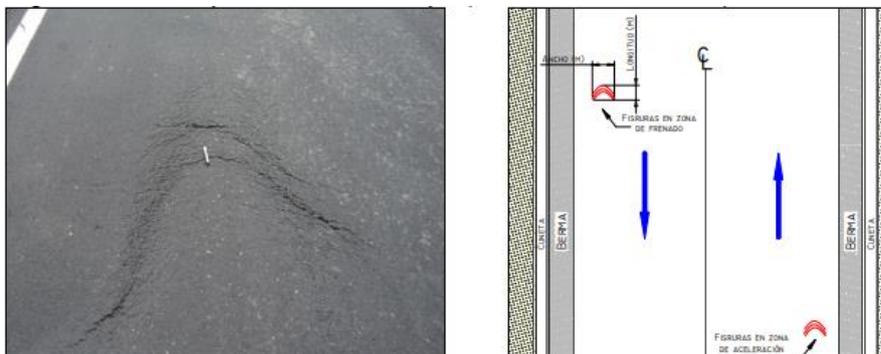


Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como fisuración en medialuna, Manual de inspección de obras INVIAS.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

10.2.1.9. Fisuración por deslizamiento de capas: Se produce por la fuerza de tracción generada por las llantas, en arranque o frenado del vehículo.

Figura 19, Fisuración por deslizamiento de capas (FDC, Unidad de medida:m2)



Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como fisuración por deslizamiento de capas, Manual de inspección de obras INVIAS.

10.2.2 Deformaciones

10.2.2.1. Ahuellamiento: Son áreas localizadas de la superficie del pavimento las cuales marcan la trayectoria de las llantas vehiculares.

Figura 20, Ahuellamiento (AHU, Unidad de medida:m2)

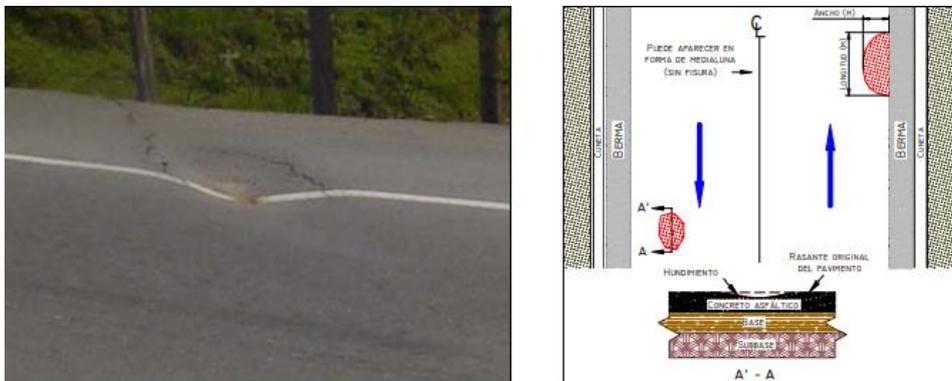


Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como deformaciones por ahuellamiento, Manual de inspección de obras INVIAS.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

10.2.2.2. Elevaciones y/o hundimientos: Se consideran depresiones pequeñas en la superficie de pavimento, con respecto al nivel de la rasante.

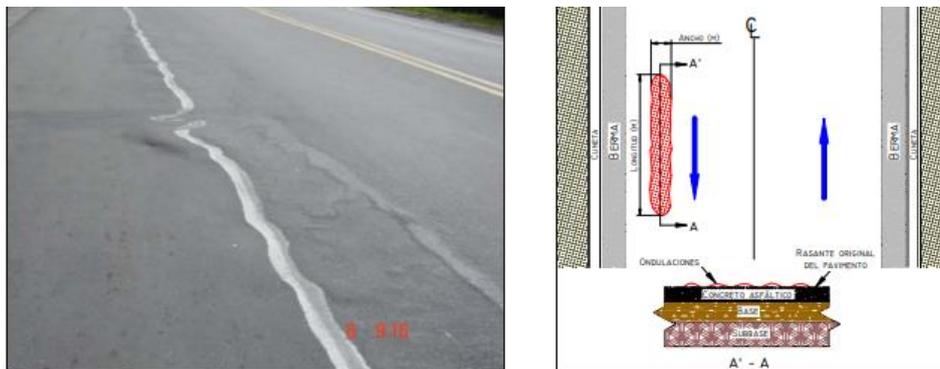
Figura 21, Hundimiento (HUN, Unidad de medida:m2)



Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como deformaciones por hundimiento, Manual de inspección de obras INVIAS.

10.2.2.3. Ondulación: Se presenta por la presencia de ondas en el pavimento con longitudes inferiores a 1.0 m.

Figura 22, Ondulación (OND, Unidad de medida:m2)



Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como deformaciones por ondulación, Manual de inspección de obras INVIAS.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

10.2.2.4. Abultamiento: Abombamiento en el pavimento, se acompaña ocasionalmente con fisuras, normalmente sale por el esparcimiento de la subrasante o capas del concreto.

Figura 23, Abultamiento (AB, Unidad de medida:m2)

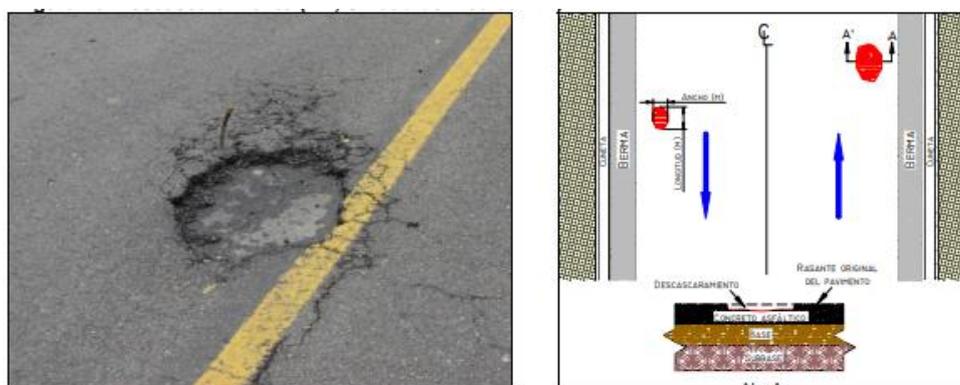


Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como deformaciones por hundimiento, Manual de inspección de obras INVIAS.

10.2.3 Perdida de capas de la estructura

10.2.3.1. Descascaramiento: No afecta las capas inferiores del pavimento, este desprende la capa superficial del asfalto.

Figura 24, Descascaramiento (DC, Unidad de medida:m2)

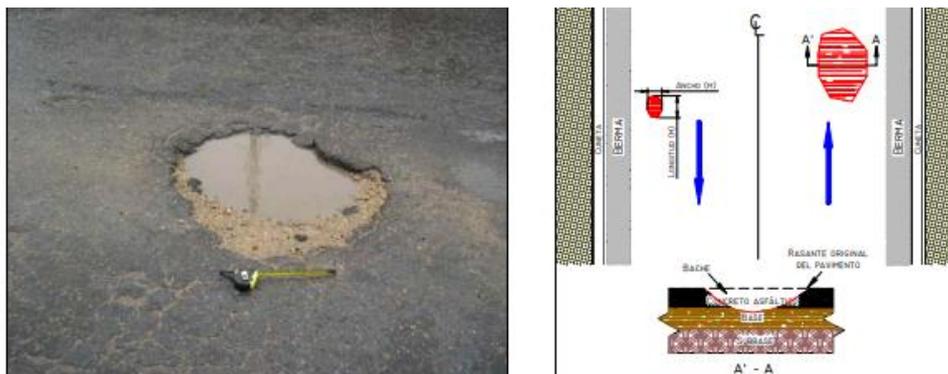


ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como deformaciones por descascaramiento, Manual de inspección de obras INVIAS.

10.2.3.2. Baches: Se puede evidenciar una total desintegración de la carpeta asfáltica su área y profundidad varían con respecto al tránsito que circule.

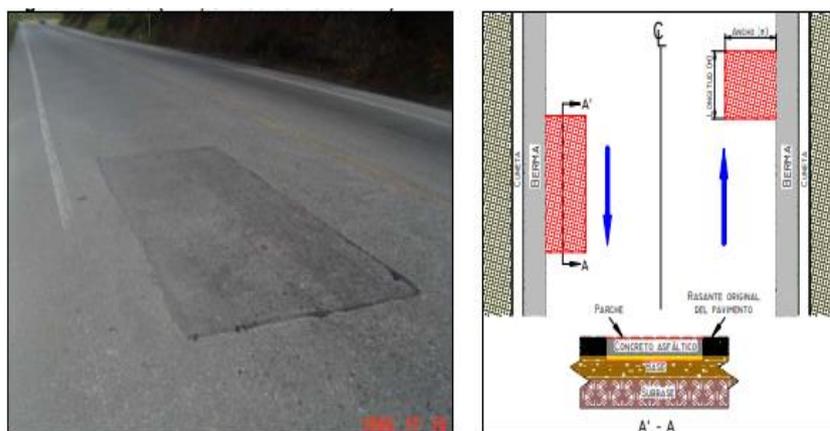
Figura 22, Baches (BCH, Unidad de medida:m2)



Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como deformaciones de baches, Manual de inspección de obras INVIAS.

10.2.3.3. Parche: Áreas donde las estructuras han sido cambiadas por reparación o mejoramiento de las capas asfálticas o estructuras complementarias

Figura 23, Parche (PCH, Unidad de medida:m2)



Nota: La figura muestra la falla del pavimento conocida como deformaciones por parches, Manual de inspección de obras INVIAS.

10.2.4. Daños superficiales

10.2.4.1. Desgaste superficial (DSU, Unidad de medida:m2): Deterioro por la influencia del tránsito, agentes abrasivos y erosivos, es un deterioro natural del pavimento, donde se asocia con un endurecimiento de asfalto.

10.2.4.2. Perdida de agregado (PA, Unidad de medida:m2): Desintegración superficial por pérdida gradual de agregados por acción progresiva del ambiente y el tránsito.

10.2.4.3. Pulimento de agregado (PU, Unidad de medida:m2): Presencia de agregados con caras planas se afecta la resistencia al deslizamiento.

10.2.4.4. Cabezas duras (CD, Unidad de medida:m2): Agregados expuestos arena-asfalto, aumenta rugosidad del pavimento.

10.2.4.5. Exudación (EX, Unidad de medida:m2): La exudación se genera por solventes, mezcla de asfaltos muy blandos, afecta la resistencia al deslizamiento.

10.2.4.6. Surcos (SU, Unidad de medida:m2): franjas o canales donde se han perdido agregados del pavimento, se trata de la distribución transversal donde causa desprendimiento de agregados.

10.2.5. Otros daños

10.2.5.1. Corrimiento vertical de la berma (CVB, Unidad de medida:m2): Se produce por inestabilidad, se evidencia una diferencia de elevación entre berma y calzada.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

10.2.5.2. Separación de la berma (SB, Unidad de medida: m): Se genera por el movimiento que se provoca en la berma debido a la inestabilidad se puede presentar hundimientos y fisuras de borde.

10.2.5.3. Afloramiento de finos (AFI, Unidad de medida: m): Se encuentra en pavimentos rígidos, aparecen manchas o material acumulado si evoluciona desencadena piel de cocodrilo, baches o descascaramiento del pavimento.

10.2.5.4. Afloramiento de agua (AFA, Unidad de medida: m): Presencia de líquido en el pavimento en tiempo seco, no tiene grado de severidad definido.

Todos estos daños se registran en formatos predispuestos por el instituto nacional de vías, los cuales se dividen en:

- Formato de inspección – Primera pagina
 - Información General
 - Deterioros
 - Aclaraciones
 - Geometría vial
 - Comentarios
- Formato de inspección – Segunda pagina
 - Tipos de daño
 - Comentarios
- Captura de información del formato
 - Datos generales del corredor
 - Registro de daños severidades y áreas
 - Aclaraciones y comentarios

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

11. Revisión bibliográfica

A continuación, se hace referencia a los documentos, artículos, revistas y prensa, a los que se realiza revisión bibliográfica, para posteriormente realizar su análisis y clasificación:

Tabla 2, *Bibliografía consultada, artículos documentos, revistas y prensa.*

TITULO	AUTOR
Evaluación del ciclo de vida de los pavimentos: revisión de los desafíos y oportunidades de la investigación	Azarifajari, H., Yahia, A., Ben Amor, M.
Guide for design of pavement structures	AASHTO-1993
Base de datos alcaldía municipal de Duitama Boyaca	Alcaldía municipal
High Incomes and Personal Taxation in a Developing Economy	Alvaredo, F. y J. Londoño
Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles	Augusto Jugo B.
Pavimento asfáltico: formación básica para ingenieros	Bernucci, L. B
Plan departamental de desarrollo creemos en Boyacá tierra de paz y libertad	Boyacá, G. D. (2016)
Un nuevo paradigma para la conservación vial congreso de fondos de conservación vial de Centroamérica	Bull A. (2003)
Importancia de la Maniobra de adelantamiento en carretera de dos carriles	B. E. Pineda Uribe
Tesis Comparación de metodologías INVIAS y metodología mexicana	Cardona, D. C., & Prieto, M. S
Optimización en la toma de decisiones en la gestión de activos de infraestructura	Chen, L., Bai, Q.
Plan Nacional de Seguridad Vial 2013-2021	Colombia, Gobierno de. 2013
Manual de automóviles	Course, W. H. (2000).
Por caminos de tierra, mar y aire, Bogotá, Editorial Kelly, 1973, p. 14	Cruz Santos, Abel
Manual de inspección visual para pavimentos flexibles.	Convenio universidad nacional de Colombia – INVIAS
Principios y prácticas en varias pautas de diseño (2015)	Diseño estructural de pavimentos asfálticos
Sobrecostos en el mantenimiento de las vías genera inflación al país.	El País.
International Conference Aviation Engineering and Transportation,	Evaluation of the efficiency of the road network functioning
La aplicación de requisitos medioambientales en los contratos suecos de mantenimiento de carreteras.	Faith-Ell, C., Balfors, B., Folkesson, L.
Ingeniería de pavimentos de carretera. Bogotá D.C	Fonseca, A. M. (2002)
Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles	Grupo Técnico - Convenio 587 de 2003
Guía de procesos constructivos de una vía en pavimento flexible	Gabriel Enrique Bonett Solano (2014)
Gestión y auscultación	Higuera, C. S.
INVIAS instituto nacional de vías	INVIAS. (2017).
Mezcla de asfalto en frío: descripción general	Jain, S., Singh, B.
Diseño geométrico de carreteras	James Cárdenas Grisales, 2002
Instrucciones y criterios de diseño.	Manual de Carreteras (2014)
Clasificación de las fallas del pavimento flexible y rígido.	José Hereida & asociados C.A. (2009)
Sistemas de soporte para la toma de decisiones en la Administración de carreteras	Leiva, F. (2005)
Diseño Racional de Pavimentos	Lizcano, F. A. (2003).
Metodología para la recolección y análisis de información primaria como soporte al modelo de gestión de pavimentos	López-Candela C.R.(2010).
Manual de automóviles	Manual de automóviles
Manual de Diseño Geométrico de Carreteras	Ministerio de Transporte, (2008)
Comercio internacional y desarrollo del sistema de transportes Colombiano	Muriel, Rafael Darío, (1983)
Ingeniería de pavimentos para carreteras.	Montejo, A. (2002)
Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos	Montiel, A. (2010)
Reseña histórica de las vías en Colombia	Osorio
Diseño de carreteras, técnica y análisis del proyecto	Paulo Emilio Bravo, (1993),
Rendimiento de campo de asfalto de mezcla caliente en el centro nacional para la pista de pruebas de tecnología de asfalto	Prowell, BD, Hurley, GC, Crews, E.
Plan de ajustes plan de ordenamiento territorial	Plan de ordenamiento territorial
Pavimentos Flexibles	Rond Quintana, H. A. (2010).
Ingeniería vial para el desarrollo (2004),	Robinson, R., Thagesen, B.
La ingeniería de suelos en las vías terrestres	Rico Rodríguez, Alfonso y del castillo.
Gestión de infraestructura vial	Solminihac H. (2001)
Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras	Sandoval, C. H. (2011).
Evaluación del ciclo de vida de la carretera. Un estudio piloto para el análisis de inventarios	Stripple, H.
Sistema de diseño de pavimento flexible	Scullion, T., Michalak, C.
Comparación entre las metodologías de diseño de pavimento flexible	Tarazona, M. L. (2002).
Emisión de mezclas asfálticas y consumo energético: una revisión	Thives, LP, Ghisi, E
Análisis del ciclo de vida de la construcción y el uso de carreteras .	Trunzo, G., Moretti, L., D'Andrea, A.
Diseño de la intervención para la estructura de pavimento flexible en secciones representativas de la red vial cantonal de Curridabat	Umaña, A. M. (2015).
Modelo de evaluación técnica del desempeño del mantenimiento de pavimentos flexibles	VERA, I., THENOUX, G., SOLMINIHAC, H. D.,. (2010).
Pavement condition index	Varela, L. R. (2002).
Ecuaciones aashto 193 - AASHTO	Valera, L. R. (2004).
Endurance limit for HMA based on healing phenomenon using viscoelasti continuum damage analysis, Doctorate-thesis	Zejada, W. (2012).

Nota: La tabla anterior presenta la Bibliografía consultada para el desarrollo de la monografía (2021), Elaboración propia.

12. Síntesis de inventarios viales

12.1. Síntesis inventario vial 2008-2009

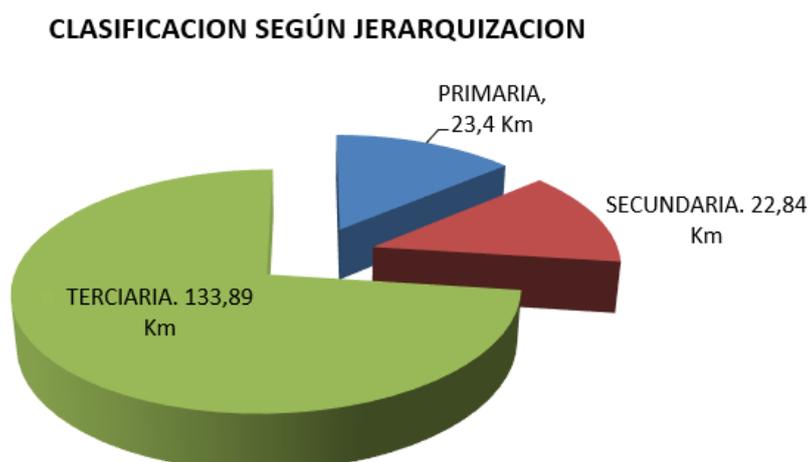
La información sobre el deterioro de la malla vial urbana en el municipio de Duitama (Boyacá), ha sido tomada de documentos adquiridos en la alcaldía municipal donde se puede observar que los mantenimientos rutinarios son escasos o nulos y las posibles causas que generan los daños son variables, se puede determinar según, Alvaredo, F. y J. Londoño (2013) Colombia es un país en desarrollo, esto genera una dificultad en la implementación de mantenimientos, igualmente en la ejecución de los mismos a nivel nacional y departamental.

Para realizar un mantenimiento en las fallas del pavimento se pueden usar dos criterios, donde se identifican las intervenciones que se deben realizar en el tramo vial , el criterio visual y el criterio técnico, el criterio técnico consiste en la inspección de los pavimentos sean flexibles o rígidos que se encuentran en el manual de inspección del INVIAS o también en este documento anteriormente descrito, donde se logran detallar deterioros en la malla vial usando formatos preestablecido, mientras que el criterio visual identifica el estado de la vía mediante la visualización del tramo categorizándolo en bueno regular y malo (Solminihac,2001; Lopez,2010).

Se evidencia que el ultimo inventario vial, realizado en la ciudad de Duitama se realiza en los años 2008-2009, donde la jerarquización de las vías se encuentra determinadas en la siguiente representación:

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 25, Clasificación según jerarquización malla vial Duitama (Boyacá)



Nota: La figura 25 muestra la clasificación vial teniendo en cuenta la jerarquización en el municipio de Duitama (Boyacá), tomado del inventario vial suministrado por infraestructura vial Duitama (Boyacá)

A continuación, se puede observar la clasificación vial teniendo en cuenta el tipo de rodadura:

Tabla 3, Clasificación vial según el tipo de rodadura. Duitama (Boyacá).

CLASIFICACION SEGÚN TIPO DE RODADURA		
Capa de rodadura	LONGITUD (km)	%
FLEXIBLE	131,08397	74,17
RIGIDO	15,23931	8,62
ARTICULADO	5,28816	2,99
AFIRMADO	25,11374	14,21
TOTAL	176,72518	100,00

Nota: La tabla anterior muestra la clasificación vial teniendo en cuenta el tipo de rodadura en el municipio de Duitama (Boyacá), tomado del inventario vial (2008-2009) suministrado por infraestructura vial Duitama (Boyacá).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Según lo consultado en la alcaldía de la malla vial del municipio de Duitama se encuentra conformada por un total de 510.55 km, los cuales 233.15 son destinados a red vial urbana y 277.4 de red vial rural, de los cuales la mayoría están formados de pavimento flexible en cual enfocaremos nuestros resultados.

En el inventario vial realizado en el año 2008-2009 se encontró que el desgaste superficial es la falla más común como se muestra en la siguiente imagen:

Tabla 4, *Daños típicos de pavimento flexible en la malla vial urbana del municipio de Duitama (Boyacá)*

FALLAS TÍPICAS PAVIMENTO FLEXIBLE		
FALLA	Area Afectada (m2)	% Afectacion
AHUELLAMIENTO	49	0,06
BACHE	7.737	9,12
DESGASTE SUPERFICIAL	28.420	33,50
EXUDACIÓN	36	0,04
FISURA DE BORDE	12	0,01
FISURA LONGITUDINAL	1.165	1,37
FISURA POR REFLEXION DE JUNTA	251	0,30
FISURA TRANSVERSAL	826	0,97
FISURAMIENTO EN BLOQUE	8.365	9,86
HUNDIMIENTO	3.265	3,85
OJO DE PESCADO	228	0,27
PARCHES	24.879	29,33
PERDIDA DE AGREGADO	1.343	1,58
PIEL DE COCODRILO	8.253	9,73
AREA TOTAL AFECTADA	84.827	

Nota: La tabla anterior muestra los daños típicos del pavimento flexible en el municipio de Duitama (Boyacá), tomado del inventario vial (2008-2009) suministrado por Alcaldía Duitama (Boyacá).

Se puede asegurar que realizar un mantenimiento que garantice el buen estado del pavimento en la malla vial puede generar una reducción considerable en costos de operación y transporte de bienes y servicios. Generalmente un país o ciudad que no genere mantenimientos

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

constantes a su infraestructura vial generara sobrecostos en la operación vehicular que afectara el PIB en 1 y 3% anual. (Bull, 2003).

De manera general se estima que los pavimentos pueden presentar diferentes orientaciones en el análisis estructural, teniendo en cuenta las diferentes fallas que estos pueda presentar, los pavimentos suelen deteriorarse progresivamente de esta manera se puede calificar que los mismos no presentan daños repentinos, por lo cual se considera importante perfeccionar continuamente el desempeño funcional y mecánico para el cual este ha sido diseñado (Bernucci et al., 2010).

Como se ha plasmado a lo largo de este documento se han desarrollado múltiples procesos para implementar diferentes sistemas para la inspección e inventario vial, los cuales están enfocados a determinar el tipo de deterioro que tiene el pavimento, mas no a apoyar diferentes puntos como son la gestión de redes, en Colombia por la escases de recursos se genera una destinación mínima de estos a mantenimiento y recuperación de la malla vial, sin tener en cuenta la importancia de este en cada uno de los municipios que lo componen, como se puede evidenciar en el municipio de Duitama Boyacá.

La calidad de la información de campo que se adopta dependerá de los recursos que se designen al mantenimiento y reestructuración de la malla vial del municipio de Duitama, para este estudio se necesita de la inspección e intervención vial sea técnica o visual, con esto se permitirá el desarrollo de tecnologías que logren estudiar comprender y analizar el comportamiento y daños del pavimento (Diaz,2013).

Según informes el año 2020 la alcaldía de Duitama destino 6.700 millones de pesos en obras de mantenimiento vial, los cuales simplemente no se basarán en mantenimiento y reparcho, sino que también se designarán recursos para una mejor movilidad, contemplando la construcción de aceras peatonales bici rutas e iluminación vial (El diario, 2020), se destinará

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

este monto teniendo en cuenta que cualquier deterioro de la carpeta asfáltica genera inseguridad e incrementos en los costos de operación, se considera de vital importancia el desarrollo de nuevas tecnologías las cuales analicen estudien y comprendan cada uno de los elementos estructurales que integran la malla vial y principalmente el pavimento, el cual generara costos para su construcción y mantenimiento (Solminihac, 2001).

A continuación, se muestra una imagen del inventario vial de Duitama realizado en los años 2008-2009, el cual por el tamaño y la protección del archivo se dejará en los anexos, en base a este inventario se tomó la solución y desarrollo del presente trabajo.

Figura 26, Formato base alcaldía de Duitama inspección vial 2008-2009

BASE DE DATOS INVENTARIO VIAL DE LA MALLA URBANA MUNICIPIO DE DUITAMA																	
		SEVERIDAD		CUADRILLAS			JERARQUIZACIÓN			TIPO DE PAVIMENTO							
		BAJA	1	CUADRILLA 1			PRIMARIA	1	FLEXIBLE								
		MEDIA	2	CUADRILLA 2			SECUNDARIA	2	RIGIDO								
		ALTA	3			TERCIARIA	3	ARTICULADO									
											AFIRMADO						
PO DE REHABILITACION	TIPO PAVIMENTO	FECHA INSPECCION VISUAL	FECHA REHABILITACION	AREA REHABILITADA	DIRECCION			BARRIO	Jerarquización	LONGITUD entre ejes TRAMO(m)	ANCHO TRAMO (m)	AREA CUADRA (m2)	Fisuramiento Piel de Cocodrilo (m)				
					DE	DESDE	HASTA						Severidad	Longitud	Ancho	Area Afectada	
	1	27/11/2008			K16	C16	C15		2	91.07	17.04	1.551.8					0,00
	1	27/11/2008			K16	C17	C16		2	90,66	7,57	687,6					0,00
	1	27/11/2008			K16	C18	C17		2	92,66	5,31	493,2					0,00
	1	27/11/2008			K16	C19	C18		2	94,99	6,67	633,6					0,00
	1	27/11/2008			K16	C20	C19		2	149,25	7,1	1.059,7					0,00
	1	27/11/2008			K16	C20	C19		2								0,00
REPARCHEO	1	27/11/2008	15/09/2011		K17	C19	C11		2	137,78	8,4	1.157,4					0,00
REPARCHEO	1	27/11/2008	14/09/2011		K17	C11	C12		2	83,32	6,45	533,9					0,00
REPARCHEO	1	27/11/2008	19/08/2011		K17	C12	C13		2	83,93	9,09	762,9					0,00
REPARCHEO	1	27/11/2008	13/09/2011		K17	C13	C14		2	86,04	6,02	518,0					0,00
REPARCHEO	1	27/11/2008	12/09/2011		K17	C14	C15		2	93,44	6,45	602,7					0,00

Nota: La figura anterior es un pantallazo del inventario vial del municipio de Duitama, se toma una imagen recortada debido a que el tamaño del archivo no se puede editar para dejar información relevante, del cual se anexa archivo digital con fines académicos.

12.2. Resultados de la muestra del inventario vial 2021

De este inventario vial se toma una muestra, para realizar la comparación en los daños puntualizados en los diferentes tramos de vías, donde se realiza una recapitulación con los aspectos más importantes tomando tramos entre k=carreras y c=calles, los cuales se pueden observar a continuación, divididos en vías primarias o nacionales, vías secundarias y vías terciarias:

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Para las vías primarias seleccionadas y realizar la inspección visual se encontró para el año 2009 los daños que se relacionan a continuación:

Tabla 5, *Daños reportados inventario vial 2008-2009 vías nacionales seleccionadas.*

CELDA INVENTARIO	VIAS NACIONALES O PRIMARIAS									
	VIAS Y TRAMOS ESCOGIDOS ALEATOREAMENTE						DAÑOS REPORTADOS 2008			
		ENTRE	HASTA	Longitud (m)	Ancho (m)	Area (m ²)	DAÑOS REPORTADOS	#daños	SEVERIDAD	%AFECTACION
3723	<i>Av americas</i>	K29A	K28	118,71	9,23	1095,6933	Ningun daño reportado	0	0	0
3726	<i>Av americas</i>	K28	K27	100,87	9,12	919,9344	Fisuramiento piel de cocodrilo(m2)	2	3	35,068
							Fisuramiento bloque (m2)	4	3	
							Parches (m2)	1	3	
3730	<i>Av americas</i>	K27	K26	87,8	8,25	724,35	Fisuramiento bloque (m2)	3	3	21,26
							Parches (m2)	1	3	
							Baches(m2)	1	3	
3526	<i>Av circunvalar</i>	C19	C20	137,72	7,55	1039,786	Parches (m2)	1	1	1,602
							Fisura transversal (m2)	1	3	
3527	<i>Av circunvalar</i>	C20	K10	55,45	8,43	467,4435	Fisura transversal (m2)	1	3	0,167
TOTALIDAD VIA NACIONAL INSPECCIONADA		LONGITUD:	500,55	AREA TOTAL:	4247,2072					

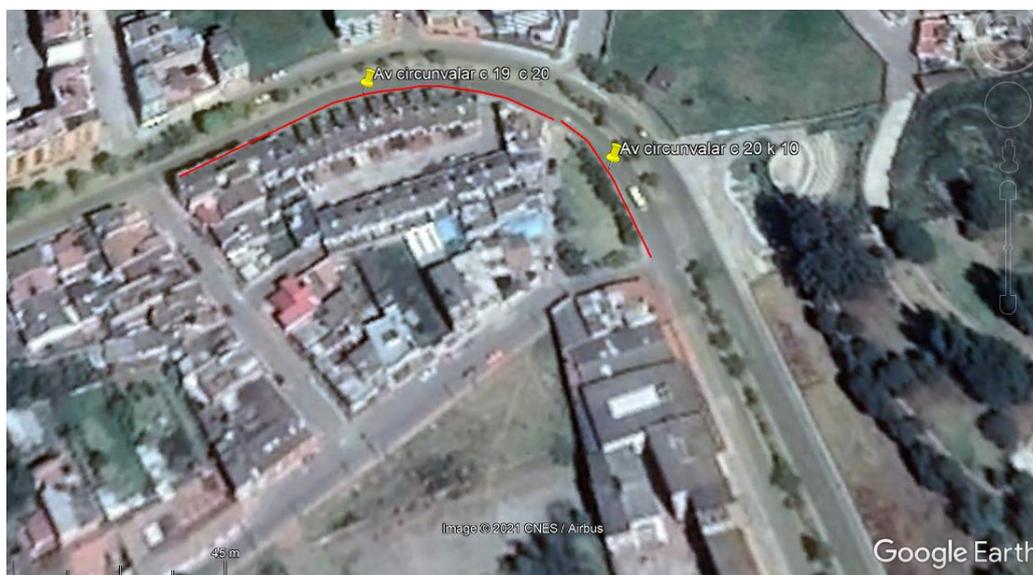
Nota: La tabla anterior muestra los daños típicos de los tramos seleccionados en vías nacionales para una nueva inspección, en el municipio de Duitama (Boyacá), tomado del inventario vial (2008-2009) suministrado por la Alcaldía Duitama (Boyacá).

Para facilitar la geolocalización de los tramos viales seleccionados, se adjuntan imágenes satelitales tomadas de Google Earth, donde se trazan las vías primarias seleccionadas, para realizar la respectiva inspección de pavimento flexible.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 27, *Vías primarias tomadas Av. Américas.*

Nota: La figura anterior presenta la ubicación de la vía primaria Av. Américas seleccionada para una nueva inspección facilitando su ubicación geográfica. Disponible en: Google Earth.

Figura 28, *Vías primarias tomadas Av. Circunvalar*

Nota: La figura anterior muestra la ubicación de la vía primaria Av. Circunvalar tomadas para una nueva inspección facilitando su ubicación geográfica. Disponible en: Google Earth.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

En el trabajo de campo realizado se diligencio un formato de evaluación de pavimentos flexibles en las vías primarias, este formato se realiza teniendo en cuenta el formato para la evaluación de pavimento flexible dado por el INVIAS.

En este se realizaron unos cambios para lograr recopilar mayor información teniendo en cuenta que el manual del INVIAS esta realizado para vías rurales.

Figura 29, Formato de evaluación pavimento flexible para vías primarias

FORMATO EVALUACION DE PAVIMENTO TRABAJO DE GRADO UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

REALIZADO POR

SEVERIDAD JERARQUIZACION TIPO DE PAVIMENTO

NUMERO DE CALZADAS NUMERO DE CARRILES POR CALZADA % AFECTACION TOTAL

No CELDA BASE DE DATOS INVENTARIO ALCALDIA	FECHA INSPECCION VISUAL	DIRECCION			LONGITUD EJE DEL TRAMO (m)	ANCHO TRAMO (m)	AREA CUADRADA (m ²)	PATOLOGIA	SEVERIDAD	AREA AFECTADA	ACLARACIONES
		ENTRE	DESDE	HASTA							
3723	1/10/21		29A	28	118,71	9,23	1025,69	F1 FB PC DC BCH PAL PD	Alto Alto Medio Alto Alto Medio Medio Medio Alto Alto Medio Alto Medio Alto Medio	1,5 4 14,5 7,2 7,6 2,7 7,2 28,86 10,9 7,32 1,2 2,8 0,42 0,18 1,3 8,46 0,4 1,2	Se va a la direccion del transito contra flujo con severidad alta Presenta Evolucion de Baches en un costado con alta severidad

COMENTARIOS

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada en la Dirección de Av. Américas desde k 29a hasta k 28, elaboración propia (2021).

El restante de los formatos se encuentra en los anexos de este artículo, donde se encontrarán uno por cada vía inspeccionada.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Se adjunta una fotografía correspondiente de cada una de las vías primarias inspeccionadas, como ejemplo, correspondiente al contenido del formato de inspección visual del estado actual de la malla vial primaria del municipio de Duitama (Boyacá), el restante de las fotografías se encuentra en el anexo.

Figura 30, *Dirección de Av. Américas desde k 29a hasta k 28*



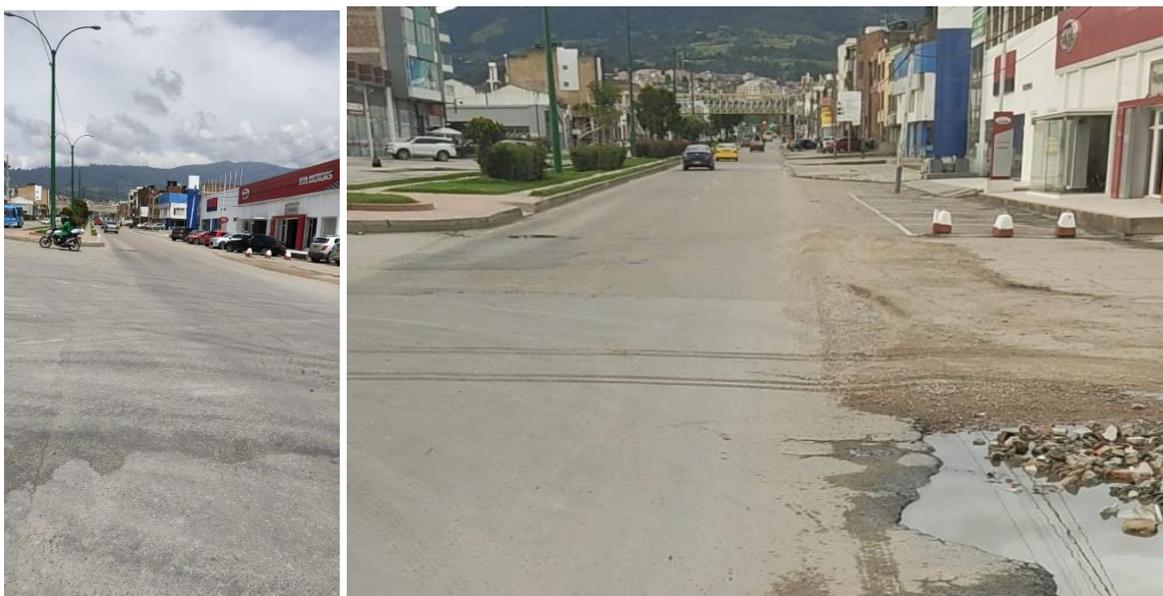
Nota: La figura anterior muestra los daños y estado actual de la vía Nacional, Dirección de Av. Américas desde k 29a hasta k 28, elaboración propia (2021).

Figura 31, *Dirección de Av. Américas desde k 28 hasta k 27*



Nota: La figura anterior muestra los daños y estado actual de la vía Nacional, Dirección de Av. Américas desde k 28 hasta k 27, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 32, *Dirección de Av. Américas desde k 27 hasta k 26*

Nota: La figura anterior muestra los daños y estado actual de la vía Nacional, Dirección de Av. Américas desde k 27 hasta k 26, elaboración propia (2021).

Figura 33, *Dirección de Av. circunvalar desde c 19 hasta c20*

Nota: La figura anterior muestra los daños y estado actual de la vía Nacional, Dirección de Av. circunvalar desde c 19 hasta c20, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

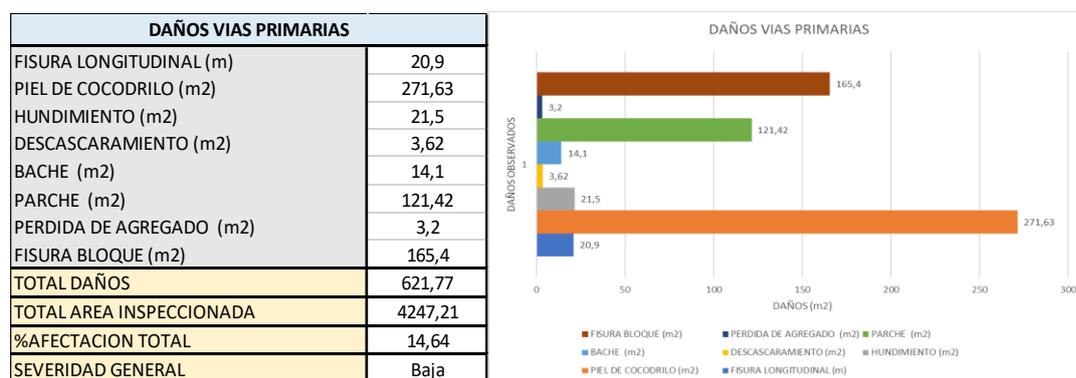
Figura 34, Dirección de Av. circunvalar desde c 20 hasta k 10.



Nota: La figura anterior muestra los daños y estado actual de la vía Nacional, Dirección de Av. circunvalar desde c 20 hasta k 10, elaboración propia (2021).

En los siguientes esquemas se evidencian los daños encontrados en los cuatro tramos de vías primarias inspeccionadas, donde predominan daños como parches, piel de cocodrilo y fisuración en bloque, de igual forma daños no contemplados en el manual de inspección del INVIAS, como lo son las fallas inducidas por juntas con estructuras fijas, estas no representan falla implícita del pavimento, pero si generan afectación de la malla vial por la mala reparación en el pavimento cuando se ejecutan trabajos en diferentes redes de servicio.

Tabla 6, Daños identificados vías primarias inspeccionadas.



Nota: La tabla anterior muestra los daños y estado actual de la vía Nacional, haciendo énfasis en los daños identificados en campo, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

El siguiente cuadro comparativo, nos da la posibilidad de ver que los daños reportados en las vías primarias han aumentado con el paso del tiempo y en cambio de mejorar su estado han reducido su capacidad y aumentado su porcentaje de afectación de manera general, solo una de las vías ha sido intervenida manteniendo su buen estado.

Tabla 8, Cuadro comparativo de daños vías primarias reportados año 2008 vs año 2021

CELDA INVENTARIO	VIAS NACIONALES O PRIMARIAS						DAÑOS REPORTADOS 2008		DAÑOS REPORTADOS 2021	
	VIAS Y TRAMOS ESCOGIDOS ALEATORIAMENTE						DAÑOS REPORTADOS	%AFECTACION	DAÑOS REPORTADOS	%AFECTACION
	ENTRE	HASTA	Longitud (m)	Ancho (m)	Area (m ²)					
3723	Av americas	K29A	K28	118,71	9,23	1095,69	Ningun daño reportado	0,00	Fisura longitudinal (m) Fisuramiento bloque (m2) Fisuramiento piel de cocodrilo(m2) Descascaramiento (m2) Parches (m2) Baches(m2) Perdida de agregado(m2)	14,91
3726	Av americas	K28	K27	100,87	9,12	919,93	Fisuramiento piel de cocodrilo(m2) Fisuramiento bloque (m2) Parches (m2)	35,07	Fisura longitudinal (m) Fisuramiento bloque (m2) Fisuramiento piel de cocodrilo(m2) Descascaramiento (m2) Parches (m2) Baches(m2)	37,51
3730	Av americas	K27	K26	87,8	8,25	724,35	Fisuramiento bloque (m2) Parches (m2) Baches(m2)	21,26	Fisura longitudinal (m) Fisuramiento bloque (m2) Fisuramiento piel de cocodrilo(m2) Parches (m2) Baches(m2)	8,91
3526	Av circunvalar	C19	C20	137,72	7,55	1039,79	Parches (m2) Fisura transversal (m)	1,60	Fisuramiento bloque (m2) Fisuramiento piel de cocodrilo(m2) Hundimiento(m2)	3,76
3527	Av circunvalar	C20	K10	55,45	8,43	467,44	Fisura transversal (m)	0,17	Hundimiento(m2) Parches (m2) Perdida de agregado(m2)	2,08
TOTALIDAD VIA INSPECCIONADA			LONGITUD:	500,55	AREA TOTAL:	4247,21	%AFECTACION TOTAL:	58,10		67,17

Nota: La tabla anterior muestra los daños y estado actual de las vías Nacionales versus los años reportados año 2008, haciendo énfasis en los daños identificados en campo de todas las vías inspeccionadas, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

En la tabla anterior se puede evidenciar que los daños reportados en el 2021, probablemente son daños evolucionados a partir de los daños reportados en el año 2008, debido a la falta de mantenimiento vial o factores externos no evaluados.

Para las vías secundarias seleccionadas y realizar la inspección visual se encontró para el año 2009 los daños que se relacionan a continuación:

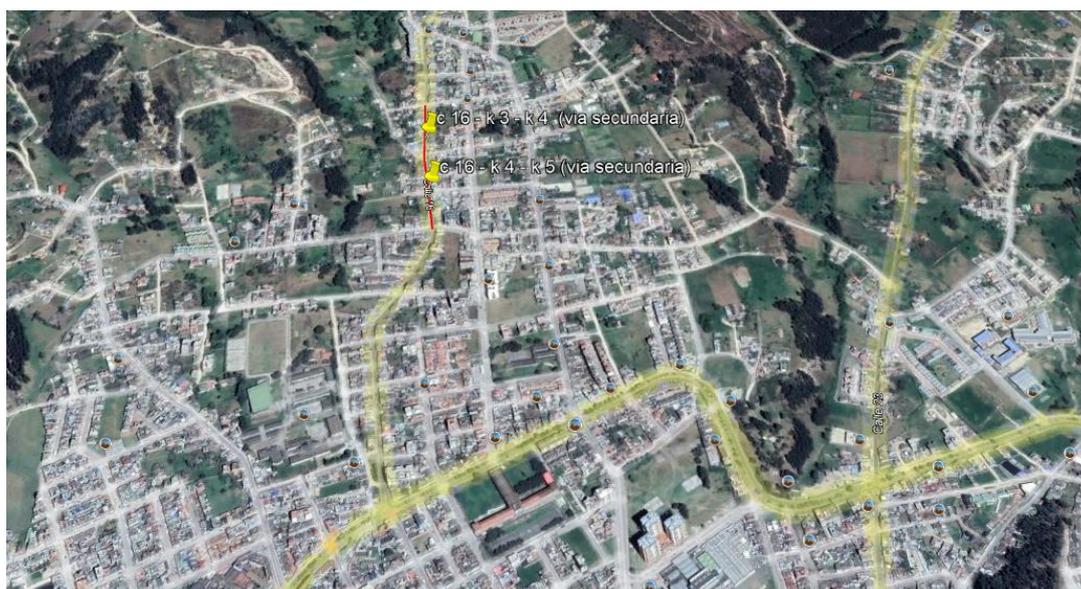
Tabla 9, *Daños reportados inventario vial 2008-2009 vías secundarias seleccionadas.*

CELDA INVENTARIO	VIAS SECUNDARIAS									
		ENTRE	HASTA	Longitud (m)	Ancho (m)	Area (m2)	DAÑOS REPORTADOS	# Fallas	SEVERIDAD	%AFECTACION
1605	C15	K39	K40	63,58	7,98	507,3684	Fisuramiento piel de cocodrilo(m2)	1	3	14,238
							Parches (m2)	1	3	
							Baches (m2)	2	3	
							Desgaste superficial (m2)	1	3	
1607	C15	K40	K42	93,51	7,68	718,1568	Ninguna falla reportada	0	0	0
374	C16	K5	K4	83,2	7,57	629,824	Fisuramiento piel de cocodrilo(m2)	3	3	13,948
							Fisuramiento de bloque (m2)	2	3	
							Fisura longitudinal (m2)	4	3	
							Parches (m2)	5	3	
							Baches (m2)	3	3	
							Fisura transversal (m2)	1	3	
379	C16	K4	K3	92,29	7,91	730,0139	Ojo de pescado	1	3	13,948
							Fisuramiento piel de cocodrilo(m2)	6	3	
							Fisuramiento de bloque (m2)	7	3	
							Fisura longitudinal (m2)	1	3	
							Parches (m2)	4	3	
							Baches (m2)	4	3	
							Fisura transversal (m2)	1	3	
TOTALIDAD VIA NACIONAL INSPECCIONADA				LONGITUD:	332,58	AREA TOTAL:	2585,3631			

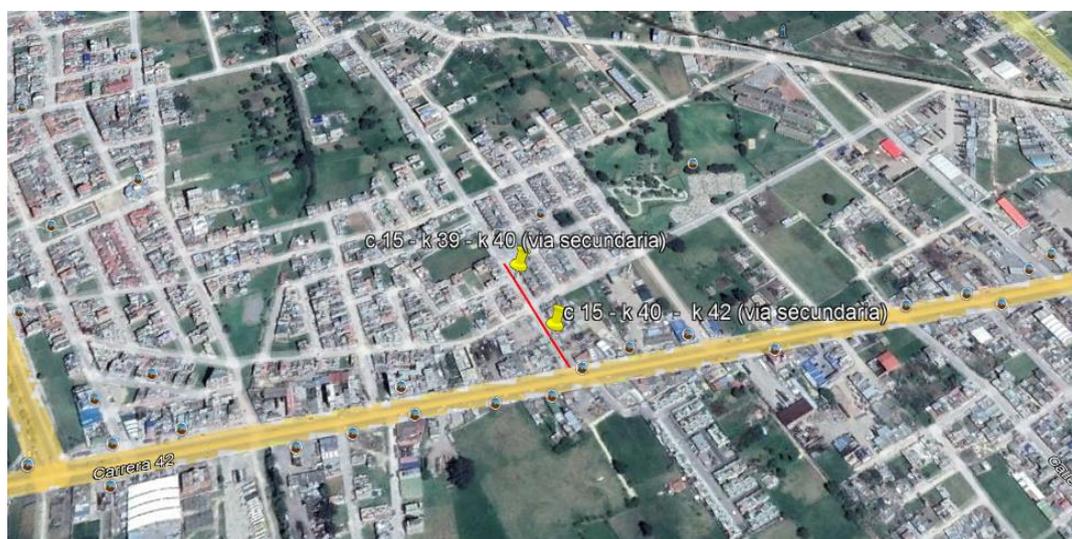
Nota: La tabla anterior muestra los daños típicos de los tramos seleccionados en vías secundarias para una nueva inspección, en el municipio de Duitama (Boyacá), tomado del inventario vial (2008-2009) suministrado por la Alcaldía Duitama (Boyacá).

Para facilitar la geolocalización de los tramos viales seleccionados, se adjuntan imágenes satelitales tomadas de Google Earth, donde se trazan las vías secundarias seleccionadas, para realizar la respectiva inspección de pavimento flexible.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 35, *Vías secundarias seleccionada Google Earth*

Nota: La figura anterior muestra la ubicación de la vía secundaria tomadas para una nueva inspección facilitando su ubicación geográfica. Disponible en: Google Earth.

Figura 36, *Vías secundarias tomadas c 16 k 42 k 39*

Nota: La figura anterior muestra la ubicación de la vía secundaria tomada para una nueva inspección facilitando su ubicación geográfica. Disponible en: Google Earth.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

En el trabajo de campo realizado se diligencio un formato de evaluación de pavimentos flexibles en las vías secundarias, este formato se realiza teniendo en cuenta el formato para la evaluación de pavimento flexible dado por el INVIAS.

En este se realizaron unos cambios para lograr recopilar mayor información teniendo en cuenta que el manual del INVIAS esta realizado para vías rurales.

Figura 37, Formato de evaluación pavimento flexible para vías secundarias

FORMATO EVALUACION DE PAVIMENTO TRABAJO DE GRADO UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

REALIZADO POR Sonia Julieth Bernal Paez



SEVERIDAD Baja JERARQUIZACION Secundaria TIPO DE PAVIMENTO Flexible

NUMERO DE CALZADAS 2 NUMERO DE CARRILES POR CALZADA 1 % AFECTACION TOTAL 29,54%

No CELDA BASE DE DATOS INVENTARIO ALCALDIA	FECHA INSPECCION VISUAL	DIRECCION			LONGITUD Ejes DEL TRAMO(m)	ANCHO TRAMO(m)	AREA CUADRADA (m2)	PATOLOGIA	SEVERIDAD	AREA AFECTADA	ACLARACIONES
		ENTRE	DESDE	HASTA							
374	12/09/21	C16	K5	K4	832	7,57	629,824	PC HOM DC BCH PCH	Alta 3,24 Alta 1,2 Alta 7,68 Alta 49,27 Medio 1,3 Alta 3,6 Alta 0,7 Alta 1,1 Alta 0,2 Medio 1,08 Medio 99,84 Medio 74,31 Alta 0,81 Alta 2,4 Alta 7,44 Alta 1,13 Alta 1,51 Alta 7,1 Alta 0,48	varios costados de la vía Posibles diferencias compactación evolucionando a destrucción estructural Deficiencias en bordes deteriorado " " "	

COMENTARIOS En estado terrible. la mayor parte reparado por PCH

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de c 16 desde k 5 hasta k 4, elaboración propia (2021).

El restante de los formatos se encuentra en los anexos de este artículo, donde se encontrarán uno por cada vía secundaria inspeccionada.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Se adjunta una fotografía correspondiente a cada una de las vías Secundarias inspeccionadas, como ejemplo conveniente al contenido del formato de inspección visual, del estado actual de la malla vial primaria del municipio de Duitama (Boyacá), el restante de las fotografías se encuentra en el anexo.

Figura 38, *Dirección de c 15 desde k 39 hasta k 40*



Nota: La figura anterior muestra los daños y estado actual de las vías secundarias, Dirección de c 15 desde k 39 hasta k 40, elaboración propia (2021).

Figura 39, *Dirección de c 15 desde k 40 hasta k 42*



Nota: La figura anterior muestra los daños y estado actual de la vía secundaria, Dirección de c 15 desde k 40 hasta k 42, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 40, *Dirección de c 16 desde k 5 hasta k 4*

Nota: La figura anterior muestra los daños y estado actual de la vía secundaria, Dirección de c 16 desde k 5 hasta k 4, elaboración propia (2021).

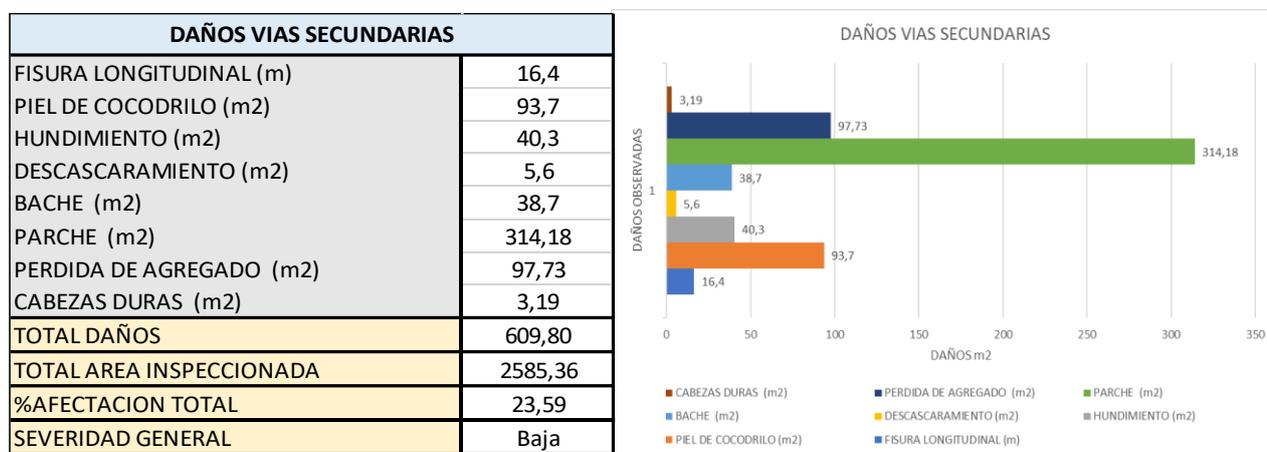
Figura 41, *Dirección de c 16 desde k 4 hasta k 3*

Nota: La figura anterior se muestra los daños y estado actual de la vía secundaria, Dirección de c 16 desde k 4 hasta k 3, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

En la tabla 9 se puede verificar que la longitud total de vías secundarias inspeccionadas fue de 332.58 m, su área cuadrada en m² total inspeccionada fue de 2585.3631 m², donde predomina la severidad de afectación baja, teniendo en cuenta el área total inspeccionada, el porcentaje total de afectación es de 23.58 %, con severidad general de daños en el pavimento es baja.

Tabla 11, Daños identificados vías secundarias inspeccionadas



Nota: La tabla figura anterior muestra los daños y estado actual de las vías secundarias, haciendo énfasis en los daños identificados en campo, elaboración propia (2021).

Teniendo en cuenta los daños reportados a la Alcaldía Municipal de Duitama cursado el año 2008 en el inventario vial realizado, se puede fijar el siguiente cuadro comparativo, partiendo de la inspección parcial realizada en el año 2021, donde se puede apreciar los daños reportados y el porcentaje de afectación en los tramos de vías secundarias escogidas:

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 12, Cuadro comparativo de daños vías secundarias reportados año 2008 vs año 2021

CELDA INVENTARIO	VIAS SECUNDARIAS									
	VIAS Y TRAMOS ESCOGIDOS ALEATORIAMENTE						DAÑOS REPORTADOS 2008		DAÑOS REPORTADOS 2021	
	ENTRE	HASTA	Longitud (m)	Ancho (m)	Area (m ²)	DAÑOS REPORTADOS	%AFECTACION	DAÑOS REPORTADOS	%AFECTACION	
1605	C15	K39	K40	63,58	7,98	507,37	Fisuramiento piel de cocodrilo(m2) Parches (m2) Baches (m2) Desgaste superficial (m2)	14,24	Fisura longitudinal (m) Parches (m2) Baches (m2) Descascaramiento (m2) Perdida de agregado(m2)	6,61
1607	C15	K40	K42	93,51	7,68	718,16	Ninguna falla reportada	0,00	Fisuramiento piel de cocodrilo(m2) Parches (m2) Descascaramiento (m2)	22,92
374	C16	K5	K4	83,2	7,57	629,82	Fisuramiento piel de cocodrilo(m2) Fisuramiento de bloque (m2) Fisura longitudinal (m) Parches (m2) Baches (m2) Fisura transversal (m2) Ojo de pescado	13,95	Fisuramiento piel de cocodrilo(m2) Parches (m2) Baches (m2) Hundimiento(m2)	29,54
379	C16	K4	K3	92,29	7,91	730,01	Fisuramiento piel de cocodrilo(m2) Fisuramiento de bloque (m2) Fisura longitudinal (m2) Parches (m2) Baches (m2) Fisura transversal (m)	13,95	Perdida de agregado(m2) Fisuramiento piel de cocodrilo(m2) Parches (m2) Baches (m2)	30,90
TOTALIDAD VIA INSPECCIONADA		LONGITUD:		332,58	AREA TOTAL:		2585,36	%AFECTACION TOTAL:	42,134	89,97

Nota: La tabla anterior muestra los daños y estado actual de las vías secundarias versus los años reportados año 2008, haciendo énfasis en los daños identificados en campo de todas las vías inspeccionadas, elaboración propia (2021).

En este punto se puede verificar que, las vías secundarias inspeccionadas en el año 2021 en comparación con el año 2008 tienen una mayor afectación, exceptuando la c 14 entre k 39 y k 40, la cual se encuentra en mejor estado comparando la inspección realizada en el año 2008, no se puede realizar una generalización de daños, debido a que las vías inspeccionadas son un porcentaje muy pequeño de la malla vial, pero si cabe resaltar que los tramos aleatoriamente escogidos poseen una mayor afectación y sus daños son consecuencia de la evolución de los daños reportados en el año 2008, lo cual se deriva a la falta de mantenimiento o vida útil del pavimento en la malla vial de Duitama Boyacá.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Para las vías terciarias seleccionadas y realizar la inspección visual se encontró para el año 2009 los daños que se relacionan a continuación:

Tabla 13, *Daños reportados inventario vial 2008-2009 vías terciarias seleccionadas.*

CELDA INVENTARIO	VIAS TERCIARIAS									
		ENTRE	HASTA	Longitud (m)	Ancho (m)	Area (m2)	DAÑOS REPORTADOS	# Fallas	SEVERIDAD	%AFECTACION
113	K10	C18	C17	221,88	9,58	2125,6104	Parches (m2)	1	1	9,55
115	K11	C17	C18	180,39	6,11	1102,1829	Parches (m2)	2	1	2,938
2478	C10	TV14	K23	94,89	7,82	742,0398	Desgaste superficial (m2)	1	1	33,691
TOTALIDAD VIA NACIONAL INSPECCIONADA		LONGITUD:		497,16	AREA TOTAL:	3969,8331				

Nota: La tabla anterior muestra los daños típicos de los tramos seleccionados en vías terciarias para una nueva inspección, en el municipio de Duitama (Boyacá), tomado del inventario vial (2008-2009) suministrado por la Alcaldía Duitama (Boyacá).

Para facilitar la geolocalización de los tramos viales seleccionados, se adjuntan imágenes satelitales tomadas de Google Earth, donde se trazan las vías terciarias seleccionadas, para realizar la respectiva inspección de pavimento flexible:

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 42, *Vías terciarias seleccionada Google Earth*

Nota: La figura anterior muestra la ubicación de las vías terciarias tomadas para una nueva inspección facilitando su ubicación geográfica. Disponible en: Google Earth.

Figura 43, *Vías terciarias seleccionada Google Earth*

Nota: La figura anterior muestra la ubicación de las vías terciarias tomadas para una nueva inspección facilitando su ubicación geográfica. Disponible en: Google Earth.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

En el trabajo de campo realizado se diligencio un formato de evaluación de pavimentos flexibles en las vías terciarias, este formato se realizó teniendo en cuenta el formato para la evaluación de pavimento flexible dado por el INVIAS.

En este se realizaron unos cambios para lograr recopilar mayor información teniendo en cuenta que el manual del INVIAS está realizado para vías rurales.

Figura 44, Formato de evaluación pavimento flexible para vías terciarias.

FORMATO EVALUACION DE PAVIMENTO TRABAJO DE GRADO UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

REALIZADO POR Sonia Julieth Bernal Paez

SEVERIDAD Baja JERARQUIZACION terciaria TIPO DE PAVIMENTO Flexible

NUMERO DE CALZADAS 2 NUMERO DE CARRILES POR CALZADA 1 % AFECTACION TOTAL 28,73%

No CELDA BASE DE DATOS INVENTARIO ALCALDIA	FECHA INSPECCION VISUAL	DIRECCION			LONGITUD Ejes DEL TRAMO (m)	ANCHO TRAMO (m)	AREA CUADRADA (m ²)	PATOLOGIA	SEVERIDAD	AREA AFECTADA	ACLARACIONES
		ENTRE	DESDE	HASTA							
2493	25/07/21	C10	Tv 14	K23	94,84	7,82	742,04	FT PC AHO BCH BCH	Alto 4,05 Alto 2,51 Alto 3,51 media 0,41 Alto 0,65 Alto 0,83 Alto 2,52 media 2,52 Alto 0,72 Alto 3,96 media 142,26 Alto 7,63 Alto 32,9	Reparaciones mal ejecutadas Problemas de drenaje. Accion del Tto Defecto constructivo estructural Requiere reparacion	

COMENTARIOS En general una vez hecha reparada se puede encontrar en deficiencia en

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada en la vía terciaria, Dirección de c 10 desde Tv 14 hasta k 23, elaboración propia (2021).

El restante de los formatos se encuentra en los anexos de este documento, donde se encontrarán uno por cada vía terciaria inspeccionada.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Se adjunta una fotografía correspondiente a cada una de las vías terciaria inspeccionadas, como ejemplo correspondiente al contenido del formato de inspección visual del estado actual de la malla vial terciaria del municipio de Duitama (Boyacá), el restante de las fotografías se encuentra en el anexo.

Figura 45, *Dirección de k 10 desde c 18 hasta c 17*



Nota: La t figura anterior muestra los daños y estado actual de la vía terciaria, Dirección de k 10 desde c 18 hasta c 17, elaboración propia (2021).

Figura 46, *Dirección de k 11 desde c 17 hasta c 18*



Nota: La figura anterior muestra los daños y estado actual de la vía terciaria, Dirección de k 11 desde c 17 hasta c 18, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 47, Dirección de c 10 desde Tv 14 hasta k 23



Nota: La figura anterior muestra los daños y estado actual de la vía terciaria, Dirección de c 10 desde Tv 14 hasta k 23, elaboración propia (2021).

En el siguiente esquema se evidencian los daños encontrados en las tres cuadras de vías terciarias inspeccionadas, donde predominan daños como parches, pérdida de agregado y descascaramiento, de igual forma fallas no contempladas en el manual de inspección del INVIAS, como lo son las fallas inducidas por juntas con estructuras fijas, estas no representan falla implícita del pavimento, pero si generan afectación de la malla vial por la mala reparación en el pavimento cuando se ejecutan trabajos en diferentes redes de servicio.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 14 *Tabla de daños vías terciarias seleccionadas 2021.*

No CELDA BASE DE DATOS INVENTARIO	FECHA INSPECCION VISUAL	DIRECCION			LONGITUD EJES DEL TRAMO (m)	ANCHO TRAMO(m)	AREA CUADRADA (m2)	DAÑOS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE VIAS TERCIARIAS															Area inspeccionada	Cuadras inspeccionadas	Area total afectada	%Afectacion tramo	SEVERIDAD												
		ENTRE	DESDE	HASTA				FL(m)			PC(m2)			DC(m2)			BCH(m2)			PCH(m2)								PA(m2)											
								B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A						B	M	A									
113	26/09/2021	K10	C18	C17	221,88	9,58	2125,61				42,6			38,32			1,26			3,71			1,46			15,5	2125,61	1	363,6	17,11	Baja								
																0,41							2,45																
																							28,32																
																							203,6																
115	27/09/2021	K11	C17	C18	180,39	6,11	1102,18				23					50,1			1,57			3,72			219,9	1102,18	1	347,575	31,54	Media									
																			7,47			36,0																	
																			3,99			0,56																	
																			1,21																				
2478	25/09/2021	C10	TV14	K23	94,89	7,82	742,04				4,5			2,51					0,88			142,26			742,04	1	213,17	28,73	Baja										
																			2,52																				
																			8,92				7,63																
																			3,96				32,9																
TOTALIDAD VIA NACIONAL INSPECCIONADA				LONGITUD:	497,16	AREA TOTAL:	3969,83																																

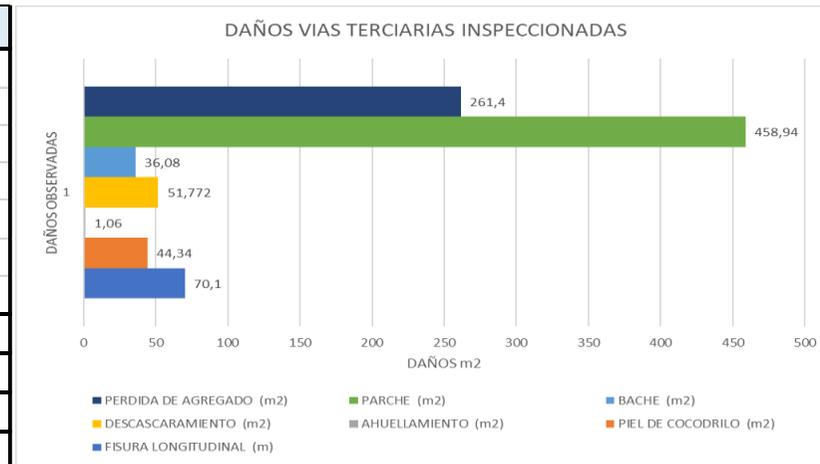
Nota: La tabla anterior muestra los daños y estado actual de las vías terciarias, haciendo énfasis en los daños identificados en campo de las vías tres inspeccionadas, elaboración propia (2021).

En la siguiente grafica se puede verificar que la longitud total de vías inspeccionadas fue de 397.16 m, su área cuadrada en m2 total inspeccionada fue de 3969.8331 m2, teniendo en cuenta el área total inspeccionada, el porcentaje total de afectación es de 23.27 %, con severidad general de daños en el pavimento es baja.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 15, *Daños vías terciarias inspeccionadas*

DAÑOS VIAS TERCIARIAS	
FISURA LONGITUDINAL (m)	70,10
PIEL DE COCODRILO (m2)	44,34
AHUELLAMIENTO (m2)	1,06
DESCASCARAMIENTO (m2)	51,77
BACHE (m2)	36,08
PARCHE (m2)	458,94
PERDIDA DE AGREGADO (m2)	261,40
TOTAL DAÑOS	923,69
TOTAL AREA INSPECCIONADA	3969,83
%AFECTACION TOTAL	23,27
SEVERIDAD GENERAL	Baja



Nota: La tabla anterior muestra los daños y estado actual de las vías terciarias, haciendo énfasis en los daños identificados en campo, elaboración propia (2021).

Teniendo en cuenta los daños reportados a la Alcaldía Municipal de Duitama cursado el año 2008 en el inventario vial realizado, se puede fijar el siguiente cuadro comparativo, partiendo de la inspección parcial realizada en el año 2021, donde se puede apreciar los daños reportados y el porcentaje de afectación en los tramos de vías terciarias escogidas.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 16, Cuadro comparativo de daños vías terciarias reportados año 2008 vs año 2021

CELDA INVENTARIO	VIAS Terciarias						DAÑOS REPORTADOS 2008		DAÑOS REPORTADOS 2021	
	VIAS Y TRAMOS ESCOGIDOS ALEATORIAMENTE			Longitud (m)	Ancho (m)	Area (m ²)	DAÑOS REPORTADOS	%AFECTACION	DAÑOS REPORTADOS	%AFECTACION
	ENTRE	HASTA								
113	K10	C18	C17	221,88	9,58	2125,61	Parches (m ²)	9,55	Fisuramiento piel de cocodrilo(m ²) Parches (m ²) Baches (m ²) Hundimiento(m ²) Perdida de agregado(m ²) Fisura longitudinal (m)	17,11
115	K11	C17	C18	180,39	6,11	1102,18	Parches (m ²)	2,94	Parches (m ²) Baches (m ²) Fisura longitudinal (m) Descascamiento (m ²) Perdida de agregado(m ²)	31,54
2478	C10	TV14	K23	94,89	7,82	742,04	Desgaste superficial (m ²)	33,69	Parches (m ²) Baches (m ²) Fisura longitudinal (m) Ahuellamiento(m ²) Fisuramiento piel de cocodrilo(m ²)	28,73
TOTALIDAD VIA INSPECCIONADA			LONGITUD:	497,16	AREA TOTAL:	3969,83	%AFECTACION TOTAL:	46,18		77,37

Nota: La tabla anterior muestra los daños y estado actual de las vías terciarias versus los años reportados año 2008, haciendo énfasis en los daños identificados en campo de todas las vías inspeccionadas, elaboración propia (2021).

En este punto se puede verificar que, las vías terciarias inspeccionadas en el año 2021 en comparación con el año 2008 tienen una mayor afectación, exceptuando la c 10 entre tv 14 y k 23, la cual se encuentra en mejor estado comparando la inspección realizada en el año 2008, de igual forma no se puede realizar una generalización de daños en la malla vial urbana, debido a que las vías inspeccionadas son un porcentaje bajo con respecto a la malla vial, pero si cabe resaltar que los tramos aleatoriamente escogidos han presentado una evolución en los daños reportados en el año 2008.

13. Conclusiones

La alcaldía del municipio de Duitama puede gestionar su plan de mantenimiento vial, a partir de las recomendaciones que se presentan en este documento, basándose en los daños reportados y con la actualización del inventario detallado de la malla vial, que le permita definir políticas, para la implementación de estrategias y programas encaminados al mantenimiento y conservación de las vías, en un estado adecuado de seguridad y funcionalidad para los usuarios.

Teniendo en cuenta el tipo de servicio de los pavimentos y su tipo de fallas, requerirá un trabajo particular para su rehabilitación y mantenimiento.

La mayoría de los autores referidos, coinciden en afirmar que realizar un mantenimiento rutinario al pavimento, reduce notoriamente los costos en comparación con la reparación total de tramos del mismo, una malla vial en buen estado generara confianza y brinda seguridad a los usuarios de la vía.

Es importante mantener una inspección vial permanente o periódica, que ayude a monitorear el avance del deterioro del pavimento, con el objeto de formular programas para el mantenimiento y/o conservación de la malla vial.

Una correcta inspección del daño producido al pavimento generara una correcta reparación y una mayor durabilidad del mismo.

Para la malla vial secundaria y terciaria el deterioro que se presenta con mayor intensidad corresponde al parcheo, esto como resultado a los mantenimientos recurrentes que se realizan en las vías sin cumplir con los mejores protocolos o por procesos constructivos deficientes.

Realizando un análisis crítico sumando el porcentaje de afectación de los deterioros reportado en el año 2008 respecto a los mismos deterioros del año 2021, ha evolucionado de manera

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

general en un 100% a través del tiempo, debido a la falta de mantenimiento vial o posible terminación de su vida útil.

Después del análisis realizado con el criterio de inspección visual, el porcentaje de afectación en el pavimento se encontró entre el 30% y 50% lo que indica que los tramos seleccionados se encuentran en un estado regular teniendo en cuenta el manual de inspección del INVIAS.

La malla vial primaria presenta afectaciones de menor severidad que el resto de las vías, condición que se concluye ya que dada su importancia se implementan planes de mantenimiento con mayor frecuencia.

14. Recomendaciones

Se recomienda a la alcaldía municipal realizar un inventario vial técnico y detallado de toda la malla vial, conseguir un software para su sistematización, mantener un seguimiento en tiempo real, y en lo posible implementar un sistema de gestión para el mantenimiento y recuperación de la malla vial.

Con respecto al inventario vial parcial realizado, no es conveniente generalizar, ya que esto solo se podrá conseguir con la inspección de una mayor muestra para cada categoría de vías de la malla vial, pero si cabe resaltar que gran parte de la malla vial ha presentado una disminución en su nivel de servicio y confianza a los usuarios de las vías.

De igual forma se recomienda a las entidades prestadoras de servicios como acueducto, gas, energía y todas las que intervengan la malla vial, que para ejecutar estos trabajos se debe implementar un diseño que permita la adecuación de la malla vial de manera técnica, de tal forma que se garantice seguridad y comodidad a los usuarios, disminuyendo el alto porcentaje de deterioro en la que se encuentra, por las deficientes intervenciones ocasionadas por estas empresas.

Se espera que de manera recurrente que la administración municipal asigne recursos en forma progresiva de tal suerte que le permita realizar mantenimiento y rehabilitación de la malla vial de manera adecuada, con lo cual se recomienda realizar un plan de mantenimiento general, inicializando proyecto con vías secundarias las cuales presentan mayor deterioro.

15. Referencias

- AASTHO-1993., A. A. (s.f.). *Guide for design of pavement structures. washinton, D.C.:* American Association Of State Of Highway And Transportation officials.
- Alvaredo, F. y J. Londoño (2013), "High Incomes and Personal Taxation in a Developing Economy: Colombia 1993-2010", CEQ Working Paper, N°. 12.
- B., A. J. (2005). Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles.
- Bernucci, L. B. et al., (2010). Pavimento asfáltico: *formación básica para ingenieros, Petrobras, ABEDA, Rio de Janeiro, Brasil.*
- Boyacá, G. D. (2016). *Plan departamental de desarrollo creemos en Boyacá tierra de paz y libertad.* Tunja: Departamento Administrativo de Planeación Boyacá, Plan de desarrollo de Boyacá (2020-2023) [en línea]. Disponible en: Pacto social por Boyacá: (<https://www.boyaca.gov.co/wp-content/uploads/2020/06/pdd2020->)
- Bull A. (2003). Un nuevo paradigma para la conservación vial congreso de fondos de conservación vial de Centroamérica.
- B. E. Pineda Uribe, "*Importancia de la Maniobra de adelantamiento en carretera de dos carriles*", Revista Politécnica, vol. 7, n.º 13, pp. 49-62, 2011.
- Cardona, D. C., & Prieto, M. S. (2014). Comparación de metodologías INVIAS y metodología mexicana (Instituto Mexicano Sedesol) para evaluación de condición superficial de estructura de pavimento. (T. e. Granada, Ed.) disponible en: <http://repository.unimilitar.edu.co/>
- Colombia, Gobierno de. 2013. *Plan Nacional de Seguridad Vial 2013-2021.* Bogotá
- Course, W. H. (2000). Manual de automóviles. *Boixar Editor.* Crouse, W. H. (1970). mecánica automotriz. MARCOMBO, S.A

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Cruz Santos, Abel, Por caminos de tierra, mar y aire, Bogotá, Editorial Kelly, 1973, p. 14

Chan, Dra. Margaret. 2011.

Convenio universidad nacional de Colombia – INVIAS (26 de 06 de 2015), *Manual de inspección visual para pavimentos flexibles*. Bogotá D.C. [En línea]. Disponible en: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-ydocumentos/documentos-tecnicos/370>

Diseño estructural de pavimentos asfálticos: Principios y prácticas en varias pautas de diseño (2015) Transporte *en economías en desarrollo*, 21 de julio [en línea]. Disponible en: <https://ezproxy.uan.edu.co:2072/10.1007/s40890-015-0004-3>

El País. (01 de febrero de 2013). Sobrecostos en el mantenimiento de las vías genera inflación al país.

Evaluation of the efficiency of the road network functioning (2021) *International Conference Aviation Engineering and Transportation*, 9 de febrero [en línea]. Disponible en: <https://ezproxy.uan.edu.co:2063/record/display.uri?eid=2->

Fonseca, A. M. (2002). *Ingeniería de pavimentos de carretera*. Bogotá D.C.: Ágora editores, Segunda reimpresión de la segunda edición

Google Earth, Google Colombia Duitama (2021). *Retrieved from* [En línea]. Disponible en: https://satellites.pro/mapa_de_Duitama

Grupo Técnico - Convenio 587 de 2003. (2006). *Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles*. Colombia

Gabriel Enrique Bonett Solano (2014) Guía de procesos constructivos de una vía en pavimento flexible

Higuera, C. S. (16 de noviembre de 2009). Gestión y auscultación. Disponible en: www.gestionyauscultacion.com

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Historia de Colombia, https://twitter.com/colombia_hist/status/952530316903796736?lang=

INVIAS. (2017). INVIAS instituto nacional de vías. Disponible en:

<https://www.invias.gov.co/index.php/component/content/article/2-uncategorised/57-estado-de-la-red-vial>

James Cárdenas Grisales, 2002, *Diseño geométrico de carreteras*, Ecoe Ediciones
Manual de Carreteras (2014). Instrucciones y criterios de diseño.

Vol. N° 3. Dirección de Vialidad. Ministerio de Obras Públicas

José Hereida & asociados C.A. (2009). *Clasificación de las fallas del pavimento flexible y rígido*.

Leiva, F. (2005). *Sistemas de soporte para la toma de decisiones en la Administración de carreteras*. San José.

Lizcano, F. A. (2003). *Diseño Racional de Pavimentos*. Bogotá: Centro Editorial Javeriano CEJA.

López-Candela C.R.(2010). Metodología para la recolección y análisis de información primaria como soporte al modelo de gestión de pavimentos en la red vial de Bucaramanga, Colombia.

Ministerio de Transporte, (2008), *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*, Bogotá: INVIAS.

Muriel, Rafael Darío, (1983) “Comercio internacional y desarrollo del sistema de transportes Colombiano. 1850-1920”, en Revista Lecturas de economía, núm. 10, enero-abril

Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Bogotá: Ediciones y Publicaciones.

Montiel, A. (2010). *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos*. (Título de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia.

- Osorio, “Reseña histórica de las vías en Colombia”. *Ingeniería Solidaria*, vol.10, n.º17, pp.183-187, en.-dic.,2014doi: <http://dx.doi.org/10.16925/in.v10i17.880> Normativa de carreteras, disponible en: <https://normativadecarreteras.com/vista-atogorias/?categoria=normativa-general-de-carreteras>.
- Paulo Emilio Bravo, (1993), *Diseño de carreteras, técnica y análisis del proyecto*, sexta edición.
- Rond Quintana, H. A. (2010). *Pavimentos Flexibles. España: Acad Mica Espa Ola*.
- Rico Rodríguez, Alfonso del Castillo, Hermilo. *La ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras, ferrocarriles y aeropistas*, 2005. p. 99.
- Solminihac H. (2001). *Gestión de infraestructura vial, Santiago de Chile*, Ediciones pontificia Universidad Católica de Chile.
- Sandoval, C. H. (2011). *Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras*. Tunja: Grupo imprenta y publicaciones.
- Tarazona, M. L. (2002). *Comparación entre las metodologías de diseño de pavimento flexible utilizadas del año 1950 al 2002 en Estados Unidos y Colombia (Bogotá)*.
- Umaña, A. M. (2015). *Diseño de la intervención para la estructura de pavimento flexible en secciones representativas de la red vial cantonal de Curridabat*. ICOTEC.
- VERA, I., THENOUX, G., SOLMINIHAC, H. D., & ECHAVEGUREN, T. (2010). Modelo de evaluación técnica del desempeño del mantenimiento de pavimentos flexibles. *Revista de la Construcción*.
- Varela, L. R. (2002). *Pavement condition index*. Ingepav.

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Valera, L. R. (2004). *Ecuaciones aashto 193 - AASHTO*. Universidad nacional de Colombia

Zeiyada, W. (2012). *Endurance limit for HMA based on healing phenomenon using viscoelastic continuum damage analysis, Doctorate-thesis*, Arizona State University. USA

16. Anexos

15.1 Vías primarias

Figura 48, Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de Av. Américas desde k 29A hasta k 28.

FORMATO EVALUACION DE PAVIMENTO TRABAJO DE GRADO UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

REALIZADO POR

SEVERIDAD JERARQUIZACION TIPO DE PAVIMENTO

NUMERO DE CALZADAS NUMERO DE CARRILES POR CALZADA % AFECTACION TOTAL

No CELDA BASE DE DATOS INVENTARIO ALCALDIA	FECHA INSPECCION VISUAL	DIRECCION			LONGITUD EJES DEL TRAMO (m)	ANCHO TRAMO(m)	AREA CUADRADA (m ²)	PATOLOGIA	SEVERIDAD	AREA AFECTADA	ACLARACIONES
		ENTRE	DESDE	HASTA							
3723	1/10/21	Av Américas	29A	28	118,71	9,23	1025,69	F1 FB PC DC BCA PQ1 PD	Alto 1,5 Alto 4 Alto 14,5 Medio 7,2 Alto 7,6 Alto 2,7 Medio 7,2 Alto 28,26 Medio 10,9 Medio 7,32 Alto 7,2 Alto 2,8 Medio 0,72 Medio 0,78 Alto 1,8 Medio 8,56 Alto 0,4 Medio 7,2	1,5 4 14,5 7,2 7,6 2,7 7,2 28,26 10,9 7,32 7,2 2,8 0,72 0,78 1,8 8,56 0,4 7,2	Se ve ala direccion del transito contra flujo con severidad alta Presenta Evolucion DC. Bachas en un costado con alta severidad

COMENTARIOS

Escaneado con CamScanner

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de Av. Américas desde k 29A hasta k 28, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 17, Fotografías vía inspeccionada, Dirección de Av. Américas desde k 29A hasta k 28.

VIAS PRIMARIAS	
<i>Dirección de Av. Américas desde k 28 hasta k 27</i>	
FISURA LONGITUDINAL, FL (m)	
FISURA BLOQUE , FB (m2)	
PIEL DE COCODRILO, PC (m2)	
HUNDIMIENTO, HUN (m2)	
DESCASCAMIENTO, DC (m2)	
BACHE, BCH (m2)	
PARCHE, PCH (m2)	

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de Av. Américas desde k 29A hasta k 28, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 49, Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de Av. Américas desde k 28 hasta k 27

FORMATO EVALUACION DE PAVIMENTO TRABAJO DE GRADO UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

REALIZADO POR 

SEVERIDAD JERARQUIZACION TIPO DE PAVIMENTO

NUMERO DE CALZADAS NUMERO DE CARRILES POR CALZADA % AFECTACION TOTAL

NO CELDA BASE DE DATOS INVENTARIO ALCALDIA	FECHA INSPECCION VISUAL	DIRECCION			LONGITUD Ejes DEL TRAMO (m)	ANCHO TRAMO (m)	AREA CUADRADA (m ²)	PATOLOGIA	SEVERIDAD	AREA AFECTADA	ACLARACIONES
		ENTRE	DESDE	HASTA							
3725	2/10/21	Av Américas	k28	k27	100,87	9,12	919,93	FL FB PC HON PC BCH PCH	Medio Alto Alto Medio Alto Alto Medio Medio Alto Alto Medio Medio Medio	5,52 6,32 14,55 7,2 3,2 1,14 0,25 2,36 2,6 3,3 2,3 5,4 0,12 9,6 7	a lo largo de la vía conclucion a pc. Circulacion de tto pesado Desintegracion con poca adherencia a lo largo de la via

COMENTARIOS

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de Av. Américas desde k 28 hasta k 27, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 18, *Fotografías vía inspeccionada, Dirección de Av. Américas desde k 28 hasta k 27*

VIAS PRIMARIAS	
<i>Dirección de Av. Américas desde k 28 hasta k 27</i>	
FISURA LONGITUDINAL, FL (m)	
FISURA BLOQUE , FB (m2)	
PIEL DE COCODRILO, PC (m2)	
HUNDIMIENTO, HUN (m2)	
DESCASCARAMIENTO, DC (m2)	
BACHE, BCH (m2)	
PARCHE, PCH (m2)	

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de Av. Américas desde k 28 hasta k 27, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 50, Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de Av. Américas desde k 27 hasta k 26

FORMATO EVALUACION DE PAVIMENTO TRABAJO DE GRADO UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO



REALIZADO POR Sonia Julieth Bernal Paez

SEVERIDAD Poca JERARQUIZACION Primaria TIPO DE PAVIMENTO Flexible

NUMERO DE CALZADAS 1 NUMERO DE CARRILES POR CALZADA 2 % AFECTACION TOTAL 0,91

NO CELDA BASE DE DATOS INVENTARIO ALCALDIA	FECHA INSPECCION VISUAL	DIRECCION			LONGITUD EJES DEL TRAMO (m)	ANCHO TRAMO (m)	AREA CUADRADA (m2)	PATOLOGIA	SEVERIDAD	AREA AFECTADA	ACLARACIONES
		ENTRE	DESDE	HASTA							
3720	3/10/21	AV AMERICAS	27	26	87,8	8,25	724,85	FL FB PC BCU PCH	Alto 3,6 Medio 14,56 Bajo 7,2 Alto 3,2 Medio 252 Bajo 3 Alto 7,68 Medio 4,3 Bajo 8,12 Medio 11,5	al costado derecho salido s-n en gran parte de la calzada	

COMENTARIOS No están tan mal estado mitio constante

Escaneado con CamScanner

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de Av. Américas desde k 27 hasta k 26, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 19, *Fotografías vía inspeccionada, Dirección de Av. Américas desde k 27 hasta k 26*

VIAS PRIMARIAS	
<i>Dirección de Av. Américas desde k 27 hasta k 26</i>	
FISURA LONGITUDINAL, FL (m)	
FISURA BLOQUE , FB (m2)	
PIEL DE COCODRILO, PC (m2)	
BACHE, BCH (m2)	
PARCHE, PCH (m2)	

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de Av. Américas desde k 27 hasta k 26, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 51, Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de Av. circunvalar desde c 19 hasta c 20

FORMATO EVALUACION DE PAVIMENTO TRABAJO DE GRADO UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

REALIZADO POR Sonia Julieth Bernal Paez

SEVERIDAD P. Leve JERARQUIZACION P. Leve TIPO DE PAVIMENTO Flexible

NUMERO DE CALZADAS 1 NUMERO DE CARRILES POR CALZADA 2 % AFECTACION TOTAL 3,76

No CELDA BASE DE DATOS INVENTARIO ALCALDIA	FECHA INSPECCION VISUAL	DIRECCION			LONGITUD DEL TRAMO (m)	ANCHO TRAMO(m)	AREA CUADRADA (m2)	PATOLOGIA	SEVERIDAD	AREA AFECTADA	ACLARACIONES
		ENTRE	DESDE	HASTA							
2526	11/10/21	Av. circunvalar			151,72	7,53	1132,29	FB PC HUN	Alto Alto Medio Alto	2,13 0,5 5,6 12,8	por presencia de arboles

COMENTARIOS Iniciando el tramo se encuentra la mayor parte de los daños

CE Generado con CamScanner

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de Av. circunvalar desde c 19 hasta c 20, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 20, *Fotografías vía inspeccionada, Dirección de Av. circunvalar desde c 19 hasta c 20.*

VIAS PRIMARIAS	
<i>Dirección de Av. circunvalar desde c 19 hasta c20</i>	
FISURA BLOQUE , FB (m2)	
PIEL DE COCODRILO, PC (m2)	
HUNDIMIENTO, HUN (m2)	

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de Av. circunvalar desde c 19 hasta c 20, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 52, Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de Av. circunvalar desde c 20 hasta k 10

FORMATO EVALUACION DE PAVIMENTO TRABAJO DE GRADO UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

REALIZADO POR 

SEVERIDAD JERARQUIZACION TIPO DE PAVIMENTO

NUMERO DE CALZADAS NUMERO DE CARRILES POR CALZADA % AFECTACION TOTAL

Nº CELDA BASE DE DATOS INVENTARIO ALCALDIA	FECHA INSPECCION VISUAL	DIRECCION		LONGITUD Ejes DEL TRAMO (m)	ANCHO TRAMO (m)	AREA CUADRADA (m ²)	PATOLOGIA	SEVERIDAD	AREA AFECTADA	ACLARACIONES
		ENTRE	DESDE HASTA							
3522	5/10/21	Av circunvalar	c 20 k 10	5=45	8,43	467,03	HUN PCH P.F.	media Alta Baja	5,2 1,72 1,6	Presencia de arboles

COMENTARIOS

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de Av. circunvalar desde c 20 hasta k 10, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 21, *Fotografías vía inspeccionada, Dirección de Av. circunvalar desde c 20 hasta k 10.*

VIAS PRIMARIAS	
<i>Dirección de Av. circunvalar desde c 20 hasta k 10.</i>	
HUNDIMIENTO, HUN (m2)	
PARCHE, PCH (m2)	
PERDIDA DE AGREGADO, PA (m2)	

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de Av. circunvalar desde c 20 hasta k 10, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

15.2 Vías secundarias

Figura 53, Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de c 15 desde k 39 hasta k 40

FORMATO EVALUACION DE PAVIMENTO TRABAJO DE GRADO UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO											
REALIZADO POR <input type="text" value="Sonia Julieth Bernal Paez"/>											
SEVERIDAD <input type="text" value="Baja"/> JERARQUIZACION <input type="text" value="Secundaria"/> TIPO DE PAVIMENTO <input type="text" value="Flexible"/>											
NUMERO DE CALZADAS <input type="text" value="2"/> NUMERO DE CARRILES POR CALZADA <input type="text" value="7"/> % AFECTACION TOTAL <input type="text" value="22,92%"/>											
No CELDA BASE DE DATOS INVENTARIO ALCALDIA	FECHA INSPECCION VISUAL	DIRECCION			LONGITUD EJES DEL TRAMO (m)	ANCHO TRAMO(m)	AREA CUADRADA (m2)	PATOLOGIA	SEVERIDAD	AREA AFECTADA	ACLARACIONES
		ENTRE	DESDE	HASTA							
1505	15/09/21	C15	k39	k40	6358	7,93	507,37	FL DC BCA FCA PA CD	Alto Medio Medio Baja Medio Medio Alto Alto	16,35 7,29 4,59 0,32 3,96 3,11 0,22 3,19	Fallas en general inducidas por estructurales fisca en parte longitudinal de la via
COMENTARIOS		En mayor parte por fallas inducidas									

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de c 15 desde k 39 hasta k 40, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 22 Fotografía vía inspeccionada, Dirección de c 15 desde k 39 hasta k 40

VIAS SECUNDARIAS	
<i>Dirección de c 15 desde k 39 hasta k 40</i>	
BACHE, BCH (m2)	
FISURA LONGITUDINAL, FL (m)	
PARCHE, PCH (m2)	
DESCASCARAMIENTO, DC (m2)	
CABEZAS DURAS, CD (m2)	
PERDIDA DE AGREGADO, PA (m2)	

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de c 15 desde k 39 hasta k 40, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 54, Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de c 15 desde k 40 hasta k 42

FORMATO EVALUACION DE PAVIMENTO TRABAJO DE GRADO UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO



REALIZADO POR Sonia Julieth Bernal Paez

SEVERIDAD Baja JERARQUIZACION Secundaria TIPO DE PAVIMENTO Flexible

NUMERO DE CALZADAS 2 NUMERO DE CARRILES POR CALZADA 1 % AFECTACION TOTAL 22.91%

NO CELDA BASE DE DATOS INVENTARIO ALCALDIA	FECHA INSPECCION VISUAL	DIRECCION			LONGITUD DEL TRAMO (m)	ANCHO TRAMO (m)	AREA CUADRADA (m2)	PATOLOGIA	SEVERIDAD	AREA AFECTADA	ACLARACIONES
		ENTRE	DESDE	HASTA							
1607	14/04/21	C15	40	42	73,51	7,54	718,15	PC PC PCH	Alto Alto Alto Alto Medio	36,99 6,11 7,3 7,5 277,12 7,52	Falta inducida estructura fija. Falta inducida estructura fija. Evaluacion destruccion pavimento

COMENTARIOS Mal estado tiene un fuerte evolucionando a destruccion de la via

CS Escaneado con CamScanner

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de c 15 desde k 40 hasta k 42, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 23, *Fotografías vía inspeccionada, Dirección de c 15 desde k 40 hasta k 42*

VIAS SECUNDARIAS	
<i>Dirección de c 15 desde k 40 hasta k 42</i>	
PIEL DE COCODRILO, PC (m2)	
DESCASCAMIENTO, DC (m2)	
PARCHE, PCH (m2)	

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de c 15 desde k 40 hasta k 42, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 55, Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de c 16 desde k 5 hasta k 4

FORMATO EVALUACION DE PAVIMENTO TRABAJO DE GRADO UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO											
REALIZADO POR		Sonia Julieth Bernal Paez									
SEVERIDAD		Faja		JERARQUIZACION		Secundaria		TIPO DE PAVIMENTO		Flexible	
NUMERO DE CALZADAS		2		NUMERO DE CARRILES POR CALZADA		1		% AFECTACION TOTAL		29,54%	
No CELDA BASE DE DATOS INVENTARIO ALCALDIA	FECHA INSPECCION VISUAL	DIRECCION			LONGITUD Ejes DEL TRAMO (m)	ANCHO TRAMO (m)	AREA CUADRADA (m2)	PATOLOGIA	SEVERIDAD	AREA AFECTADA	ACLARACIONES
		ENTRE	DESDE	HASTA							
374	12/09/21	C16	F5	F4	832	7,57	629,824	PC HON DC BCH PCH	Alta 3,24 Alta 1,2 Alta 7,68 Alta 49,27 Medio 1,3 Alta 3,6 Alta 0,7 Alta 1,1 Alto 0,2 Medio 7,08 Medio 79,84 Medio 74,31 Alta 0,81 Alta 2,4 Alta 1,44 Alta 1,13 Alta 1,51 Alta 1,1 Alta 0,48	varios costados de la UIC Posibles diferencias compactación evolucionando a Destrucción estructural Deficiencias en bordes deteriorado " " " "	
COMENTARIOS		En estado terrible. la mayor parte reparado por PCH									

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de c 16 desde k 5 hasta k 4, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 24, Fotografías vía inspeccionada, Dirección de c 16 desde k 5 hasta k 4.

VIAS SECUNDARIAS	
<i>Dirección de c 16 desde k 5 hasta k 4</i>	
BACHE, BCH (m2)	
PARCHE, PCH (m2)	
PIEL DE COCODRILO, PC (m2)	
HUNDIMIENTO, HUN (m2)	

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de c 16 desde k 5 hasta k 4, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 56, Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de c 16 desde k 4 hasta k 3

FORMATO EVALUACION DE PAVIMENTO TRABAJO DE GRADO UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO											
REALIZADO POR		Sonia Julieth Bernal Paez									
SEVERIDAD		media		JERARQUIZACION		secundaria		TIPO DE PAVIMENTO		Flexible	
NUMERO DE CALZADAS		2		NUMERO DE CARRILES POR CALZADA		1		% AFECTACION TOTAL		30,89%	
No CELDA BASE DE DATOS INVENTARIO ALCALDIA	FECHA INSPECCION VISUAL	DIRECCION			LONGITUD Ejes DEL TRAMO (m)	ANCHO TRAMO(m)	AREA CUADRADA (m ²)	PATOLOGIA	SEVERIDAD	AREA AFECTADA	ACLARACIONES
		ENTRE	DESDE	HASTA							
379	13/09/21	C16	K4	K3	92,29	7,91	230,01	PC	Alta	1,77	Evoluciona a bache de obstruccion BCH PC OC p presenta a lo largo
								BCH	Alta	42,66	
									Alta	2	
									Alta	2,4	
									Alta	0,4	
									Alta	18,25	
								PC	Alta	7,17	
									Alta	2,86	
									Alta	8,32	
									Alta	10,01	
									Alta	24,58	
									Medio	1,08	
									Medio	0,6	
								PA	Alta	97,01	
COMENTARIOS		Via en muy mal estado transitable con precaucion									

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de c 16 desde k 4 hasta k 3, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 25, *Fotografías vía inspeccionada, Dirección de c 16 desde k 4 hasta k 3*

VIAS SECUNDARIAS	
<i>Dirección de c 16 desde k 4 hasta k 3</i>	
BACHE, BCH (m2)	
PARCHE, PCH (m2)	
PIEL DE COCODRILO, PC (m2)	
PERDIDA DE AGREGADO, PA (m2)	

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de c 16 desde k 4 hasta k 3, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 26, *Fotografías vía inspeccionada, Dirección de k 10 desde c 18 hasta c 17*

VIAS TERCARIAS	
<i>Dirección de k 10 desde c 18 hasta c 17</i>	
BACHE, BCH (m2)	
FISURA LONGITUDINAL, FL (m)	
PARCHE, PCH (m2)	
DESCASCARAMIENTO, DC (m2)	
PIEL DE COCODRILO, PC (m2)	
PERDIDA DE AGREGADO, PA (m2)	

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de k 10 desde c 18 hasta c 17, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 58, Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de k 11 desde c 17 hasta c 18

FORMATO EVALUACION DE PAVIMENTO TRABAJO DE GRADO UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

REALIZADO POR Sonia Julieth Bernal Paez

SEVERIDAD Media JERARQUIZACION Primaria TIPO DE PAVIMENTO Flexible

NUMERO DE CALZADAS 2 NUMERO DE CARRILES POR CALZADA 7 % AFECTACION TOTAL 37,347

No CELDA BASE DE DATOS INVENTARIO ALCALDIA	FECHA INSPECCION VISUAL	DIRECCION			LONGITUD Ejes DEL TRAMO (m)	ANCHO TRAMO (m)	AREA CUADRADA (m ²)	PATOLOGIA	SEVERIDAD	AREA AFECTADA	ACLARACIONES
		ENTRE	DESDE	HASTA							
115	27/09/21	K11	C17	C18	183,39	6,11	1102,2	FL DC BCA PCA PA	Alta Alta Alta Alta Alta Media Media Media Alta	23 50 436 747 299 721 372 35,0 0,56 217,9	En estructuras figs Accion de tto Deficiencia en bordos Evolucion descascaramiento

COMENTARIOS

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de k 11 desde c 17 hasta c 18, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 27, *Fotografías vía inspeccionada, Dirección de k 11 desde c 17 hasta c 18*

VIAS TERCIARIAS	
<i>Dirección de k 11 desde c 17 hasta c 18</i>	
BACHE, BCH (m2)	
FISURA LONGITUDINAL, FL (m)	
PARCHE, PCH (m2)	
DESCASCARAMIENTO, DC (m2)	
PERDIDA DE AGREGADO, PA (m2)	

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de k 11 desde c 17 hasta c 18, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Figura 59, Formato evaluación de pavimento flexible, Dirección de c 10 desde TV 14 hasta k 23

FORMATO EVALUACION DE PAVIMENTO TRABAJO DE GRADO UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO



REALIZADO POR Sonia Julieth Bernal Paez

SEVERIDAD Baja JERARQUIZACION terciar TIPO DE PAVIMENTO Flexible

NUMERO DE CALZADAS 2 NUMERO DE CARRILES POR CALZADA 1 % AFECTACION TOTAL 28,73%

No CELDA BASE DE DATOS INVENTARIO ALCALDIA	FECHA INSPECCION VISUAL	DIRECCION			LONGITUD Ejes DEL TRAMO (m)	ANCHO TRAMO(m)	AREA CUADRADA (m2)	PATOLOGIA	SEVERIDAD	AREA AFECTADA	ACLARACIONES
		ENTRE	DESDE	HASTA							
2493	25/09/21	C10	TU 14	K23	94,89	7,82	742,04	FT PC AHO BCH RCH	Alta 4,5 Alta 2,51 Alta 3,51 media 0,41 Alta 0,65 Alta 0,83 Alta 2,02 media 2,52 Alta 8,97 Alta 3,96 media 142,26 Alta 7,63 Alta 32,9	4,5 2,51 3,51 0,41 0,65 0,83 2,02 2,52 8,97 3,96 142,26 7,63 32,9	Reparaciones mal ejecutadas Problemas de drenaje. Accion del tipo Defecto constructivo estructural Requiere reparacion

COMENTARIOS En general una vez recién reparada se puede encontrar en deficiencia en materia de

Escaneado con CamScanner

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de c 10 desde TV 14 hasta k 23, elaboración propia (2021).

ESTADO DEL PAVIMENTO MALLA VIAL URBANA

Tabla 28, *Fotografías vía inspeccionada, Dirección de c 10 desde TV 14 hasta k 23*

VIAS SECUNDARIAS	
<i>Dirección de c 10 desde TV 14 hasta k 23</i>	
BACHE, BCH (m2)	
PARCHE, PCH (m2)	
PIEL DE COCODRILO, PC (m2)	
AHUELLAMIENTO, AHU (m2)	
FISURA LONGITUDINAL, FL (m)	

Nota: La figura anterior presenta los resultados obtenidos en la inspección visual realizada, en la Dirección de c 10 desde TV 14 hasta k 23, elaboración propia (2021).