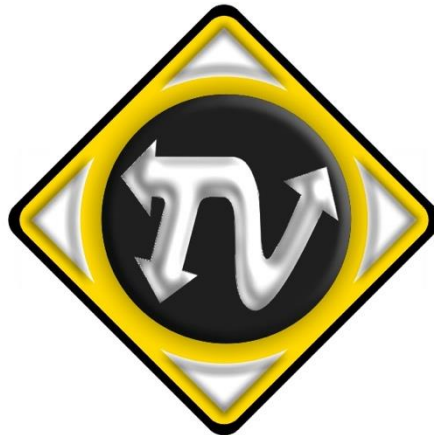


APOYO TÉCNICO PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE ADMINISTRACIÓN  
VIAL EN LA CIUDAD DE TUNJA

JOSÉ NICOLÁS RIVERA HOYOS



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TRANSPORTE Y VÍAS  
TUNJA  
2022

APOYO TÉCNICO PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE ADMINISTRACIÓN  
VIAL EN LA CIUDAD DE TUNJA

JOSÉ NICOLÁS RIVERA HOYOS

Trabajo de grado en la modalidad de práctica con proyección empresarial o social  
para optar al título de Ingeniero en Transporte y Vías

Director (a)

JOSÉ RODRIGO ALARCÓN DALLOS

Magister en Ingeniería con énfasis en Infraestructura Vial

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TRANSPORTE Y VÍAS  
TUNJA  
2022

*La autoridad científica de la Facultad de Ingeniería reside en ella misma, por lo tanto, no responde por las opiniones expresadas en este trabajo de grado.*

*Se autoriza su uso y reproducción indicando el origen.*

**Nota de aceptación:**

Aprobado por el Comité de Currículo en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia para optar al título de Ingeniero en Transporte y Vías, actuando como jurados:

NOMBRES Y APELLIDOS DEL JURADO 1 (EN MAYÚSCULA)

Título Académico de mayor nivel

NOMBRES Y APELLIDOS DEL JURADO 2 (EN MAYÚSCULA)

Título Académico de mayor nivel

Tunja, 23 de Noviembre de 2022

## **DEDICATORIA**

A mi familia por su constante acompañamiento, comprensión, enseñanzas y apoyo a lo largo de toda mi vida, en especial a mis padres José Antonio Rivera y María Jacqueline Hoyos Pineda, porque con su amor, carácter y valores hicieron de mí la persona que soy hoy en día, que este logro sea motivo de alegría y satisfacción del deber cumplido.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradezco a mis padres, sin su apoyo nada de lo realizado hasta el momento hubiera sido posible.

A la universidad Pedagogía y Tecnología de Colombia por su contribución a la educación pública y de calidad del país, a la escuela de Ingeniería de Transporte y Vías por ser formadores de profesionales en la materia con visión social, por lo tanto también a cada uno de los docentes que conforman la planta de personal de la misma, en especial al ingeniero José Rodrigo Alarcón Dallos por su correcta forma de ser, su enseñanza y su disposición en el desarrollo de este trabajo de grado.

A la Alcaldía Mayor de Tunja a través de su sectorial de infraestructura, por brindar espacios para el desarrollo profesional inicial de los estudiantes, por ultimo a la ingeniera Juanita del Pilar Pedreros Norato profesional de la entidad, gestora y coordinadora de la práctica realizada.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN .....	11
1. MARCO DE REFERENCIA.....	13
1.1. MARCO CONCEPTUAL .....	13
1.2. MARCO METODOLÓGICO .....	14
2. LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO .....	16
3. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	18
3.1 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	19
3.2 TRABAJO DE CAMPO .....	21
3.3 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	21
3.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	21
4. DESARROLLO DEL TRABAJO .....	22
4.1 CONSOLIDACIÓN DE DOCUMENTOS TÉCNICOS, CAPACITACIONES SOBRE METODOLOGÍAS, HERRAMIENTAS Y PROCEDIMIENTOS A DESARROLLAR EN LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.....	22
4.1.1 Definición de información.....	22
4.1.1.1 Infraestructura vial.....	23
4.1.1.2 Espacio público.....	24
4.1.1.3 Señalización vial.....	25
4.1.2 Capacitaciones .....	26
4.2 ACCIÓN TÉCNICA DE RECOLECCIÓN Y REGISTRO DE DATOS DE CAMPO SOBRE LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y COMPLEMENTARIA .....	27
4.3 INSPECCIÓN TÉCNICA VISUAL DEL ESTADO ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, OBJETO DE CONSTRUIR UNA DEFINICIÓN INICIAL DE POLÍTICA PÚBLICA REFERENTE A LA GESTIÓN DE PAVIMENTOS. ....	36
4.4 EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EXISTENTE EN LA CIUDAD, CON OBJETO DE CONSTRUIR UNA DEFINICIÓN INICIAL DE POLÍTICA PÚBLICA REFERENTE A LA GESTIÓN DE PAVIMENTOS. ....	43
4.4.1 Pavimento Flexible .....	44
4.4.2 Pavimento Rígido .....	45
4.4.3 Pavimento Articulado.....	47

4.5	CARACTERIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS, OBJETO DE GENERAR UNA BASE DE DATOS VISUALIZABLE Y DE RECURRENTE ACTUALIZACIÓN. ....	48
5	CONCLUSIONES .....	55
6	RECOMENDACIONES .....	56
	BIBLIOGRAFIA.....	57
	ANEXOS.....	59



## LISTA DE FIGURAS

pág.

FIGURA 1. ZONA DE ESTUDIO, SECTOR 3 DE LA CIUDAD DE TUNJA .....	17
FIGURA 2. DESTINACIÓN ECONÓMICA DEL SECTOR 3.....	17
FIGURA 3. PROCESO METODOLÓGICO .....	18
FIGURA 4. ORTOFOTO DE LA CIUDAD DE TUNJA .....	20
FIGURA 5. APLICATIVO PARA TOMA DE DATOS .....	21
FIGURA 6. CAPACITACIÓN SOBRE TOMA DE INFORMACIÓN .....	26
FIGURA 7. DISTRIBUCIÓN POR TIPO DE SUPERFICIE, SECTOR 3.....	27
FIGURA 8. DISTRIBUCIÓN DE LA RED VIAL POR BARRIOS, SECTOR 3.....	28
FIGURA 9. ÍNDICE DE DENSIDAD VIAL POR BARRIO. ....	29
FIGURA 10. DISTRIBUCIÓN A NIVEL DE BARRIO POR TIPO DE PAVIMENTO.....	29
FIGURA 11. ESTADO Y ACCESIBILIDAD INFRAESTRUCTURA CLASE ANDEN .....	31
FIGURA 12. ESTADO Y ACCESIBILIDAD INFRAESTRUCTURA CLASE BAHÍA.....	31
FIGURA 13. ESTADO Y ACCESIBILIDAD INFRAESTRUCTURA CLASE CICLORUTA .....	32
FIGURA 14. ESTADO Y ACCESIBILIDAD INFRAESTRUCTURA CLASE SEPARADOR.....	32
FIGURA 15. INVENTARIO ESPACIO PÚBLICO, ELEMENTO TIPO PUENTE.....	33
FIGURA 16. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SEÑALIZACIÓN VIAL .....	33
FIGURA 17. DISTRIBUCIÓN POR CLASES, SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	34
FIGURA 18. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL ESTADO SEÑALIZACIÓN VERTICAL .....	35
FIGURA 19. DISTRIBUCIÓN POR CLASES, SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	35
FIGURA 20. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL ESTADO SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL .....	36
FIGURA 21. INSPECCIÓN VISUAL CALLE 8 ENTRE CARRERA 1 Y 2 ESTE .....	37
FIGURA 22. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DETERIOROS PAVIMENTO FLEXIBLE .....	38
FIGURA 23. VISUALIZACIÓN ACTAS DE VISITAS TÉCNICAS.....	39
FIGURA 24. DISTRIBUCIÓN POR ESTADO DE LOS SEGMENTOS VIALES EN PAVIMENTO FLEXIBLE .....	40
FIGURA 25. ÍNDICES GLOBALES DE ESTADO A NIVEL DE BARRIO, METODOLOGÍA VIZIR.....	41
FIGURA 26. ÍNDICES GLOBALES DE ESTADO A NIVEL DE BARRIO, PAVIMENTO RÍGIDO .....	41
FIGURA 27. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DETERIOROS PAVIMENTO ARTICULADO .....	42
FIGURA 28. ESTADO DE LA RED VIAL, SECTOR 3 .....	43
FIGURA 29. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA, PAVIMENTO FLEXIBLE. ....	44
FIGURA 30. DISTRIBUCIÓN POR BARRIOS DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA, PAVIMENTO FLEXIBLE.....	45
FIGURA 31. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA, PAVIMENTO RÍGIDO. ....	46
FIGURA 32. DISTRIBUCIÓN POR BARRIOS DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA, PAVIMENTO RÍGIDO.....	46
FIGURA 33. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA, PAVIMENTO ARTICULADO. ....	47
FIGURA 34. DISTRIBUCIÓN POR BARRIOS DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA, PAVIMENTO ARTICULADO.....	47
FIGURA 35. CONFIGURACIÓN DE PARÁMETROS GEOGRÁFICOS .....	48
FIGURA 36. PROCESAMIENTO COORDENADAS .....	49
FIGURA 37. SHAPEFILE RED VIAL SECTOR 3 .....	51
FIGURA 38. SHAPEFILE ELEMENTOS ESPACIO PÚBLICO, SECTOR 3 .....	52
FIGURA 39. SHAPEFILE SEÑALIZACIÓN, SECTOR 3 .....	53
FIGURA 40. INTERVENCIÓN RED VIAL, SECTOR 3.....	54

## LISTA DE TABLAS

	pág.
TABLA 1. DEFINICIÓN ATRIBUTOS .....	22
TABLA 2. CONSOLIDADO DE INFORMACIÓN INVENTARIO MALLA VIAL .....	27
TABLA 3. ANCHO DE CALZADA.....	28
TABLA 4. CONSOLIDADO GLOBAL TOTAL Y LOCALES DE ELEMENTOS EN EL SECTOR 3.....	30
TABLA 5. RESULTADOS GENERALES DE DETERIOROS, PAVIMENTOS FLEXIBLES .....	38
TABLA 6. CONSOLIDADO ESTADO DE LOS SEGMENTOS VIALES EN PAVIMENTO FLEXIBLE, METODOLOGÍA VIZIR ....	40
TABLA 7. RESULTADOS GENERALES DE DETERIOROS, PAVIMENTOS ARTICULADOS.....	42

## INTRODUCCIÓN

A partir de la ley 105 de 1993 en la cual se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, y se reglamenta la planeación en el sector transporte, su artículo 17 señala que es competencia de los municipios la red vial urbana y suburbana concerniente a su jurisdicción. Siendo la Alcaldía Mayor de Tunja una unidad político-administrativa de carácter territorial; por medio de su Secretaria de Infraestructura, esta debe velar enronces por mantener y/o mejorar, bajo principios de eficiencia y economía, las condiciones de la infraestructura vial a su cargo. (Congreso de Colombia, 1993)

Si bien, la infraestructura vial es un bien patrimonial de todos, esta también reviste gran valor para los territorios ya que incide de forma directa e indirecta sobre el desarrollo y competitividad de la economía repercutiendo en la calidad de vida de los habitantes, por consiguiente, la administración de esta infraestructura debe concernir un tema más central para los gestores de políticas públicas en la actualidad. (Ministerio de Transporte, 2016)

Así, la implementación de sistemas de gestión como herramienta para la administración de la red vial ofrece importantes beneficios a nivel técnico, económico y de gestión ya que, estos comprenden e intervienen en un conjunto de actividades relacionadas con la planeación, diseño, construcción, operación, control, conservación y evaluación de la infraestructura, contribuyendo a una mejor toma de decisiones por parte de los administradores del gasto público. (Dallos, 2020)

Como en cualquier sistema de gestión vial, se debe partir de establecer las condiciones reales de la red, luego entre otros aspectos, es indispensable cuantificar y establecer el estado de la infraestructura asociada. Lo anterior, no solo reviste dificultad debido a la extensión abarcada por la misma, si no que conlleva una complicación adicional, la administración de grandes volúmenes de datos, así, el empleo de otras herramientas como son los sistemas de información geográficos (SIG) aparte de permitir la gestión, dan un valor agregado asociando la información de los elementos con su ubicación en el territorio, debiendo procurar solo entonces que la información sea lo más confiable posible. (Ministerio de Transporte, 2016)

Por lo anterior, la formulación de planes, estrategias y/o proyectos encaminados a tal fin como, el inventario de la malla vial urbana y de la infraestructura asociada al espacio público para la administración de la red vial urbana e implementación de un sistema de gestión vial y del espacio público para la administración de la red vial urbana, en los cuales se adelantó el presente trabajo, son convenientes tanto para la Alcaldía Mayor de Tunja, refiriendo nuevos elementos para la gestión racional, eficaz y eficiente de los recursos públicos, como para el autor con la práctica de los conocimientos adquiridos en la académica como estudiante de Ingeniería de Transporte y Vías, a través del diario vivir de la profesión en una entidad estatal de gran responsabilidad de cara a la sociedad.

Así y con el objeto de proveer un mayor entendimiento sobre las actividades desarrolladas, el presente documento se estructuro en 6 capítulos, donde en el primero de ellos se establece un marco de referencia con los conceptos más relevantes y las metodologías utilizadas para llevar a cabo las actividades planteadas, dando contexto al lector sobre los temas tratados.

En el segundo capítulo se contextualiza, sitúa y describe de manera breve el sector tres de la ciudad de Tunja, alcance y área de estudio objeto de la práctica. El capítulo tres responde al proceso seguido para el desarrollo y obtención de resultados en las actividades adelantadas,

refiriéndose una metodología de 4 fases, de ahí que en el capítulo cuatro, se presentan los resultados y análisis a que se dio lugar para cada una de las mismas.

En el capítulo cinco se concluye sobre lo encontrado durante el tiempo y el trabajo realizado, y por último en el capítulo 6, se refieren algunas recomendaciones con la idea de aportar a mejorar lo evidenciado durante la práctica con proyección empresarial o social llevada a cabo en la Alcaldía Mayor de Tunja.

## 1. MARCO DE REFERENCIA

A continuación, se referencian los principales conceptos y métodos que dieron lugar al trabajo desarrollado durante el tiempo suscrito en la entidad, se exponen con la idea de dar mayor contexto a lector sobre las actividades realizadas.

### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

Teniendo como objetivo principal apoyar técnicamente la gestión de proyectos de administración vial y valorando las actividades propuestas, es necesario definir ciertos términos de interés.

Conforme a ello y como punto inicial del proyecto, la RAE define un inventario como “la anotación o apuntamiento de los bienes y demás cosas pertenecientes a una persona o comunidad, hecho con orden y precisión.”

Asimismo, con un enfoque al tema abordado Quintero (2011), en su artículo sobre “Inventarios viales y categorización de la red vial...” señala lo siguiente “El inventario de infraestructura vial se emplea para conocer las condiciones de operabilidad y funcionalidad de una vía, a partir de una descripción detallada de sus condiciones físicas, geométricas y de diseño”.

Luego considerando ambas definiciones, se tiene entonces que un inventario vial responde al registro riguroso, con orden y precisión, de las condiciones físicas, geométricas y de diseño; incluyendo aspectos normativos de identificación, de una vía llegando a definirse hasta un nivel de red. Bajo esta misma idea e incluyendo elementos propios, se puede realizar una similitud con otro tipo de infraestructura, indicando para el presente trabajo inventarios sobre señalización vial y de elementos asociados al espacio público.

Si bien, Quintero (2011) también señala en su artículo que la mejor forma para realizar un inventario vial es a través de una inspección visual, estableciendo esta como un todo, objeto de precisar y a partir de una noción del control de calidad, se define la inspección visual como un método de examinación no destructivo, basado en la observación e identificación de deterioros sobre la superficie de un pavimento, a fin de establecer una condición general de la funcionalidad de la infraestructura.

Por otra parte, el gobierno Nacional a través del Ministerio de Transporte ha venido configurando nuevos elementos en favor de realizar una gestión e integración adecuada sobre la información de sus activos, con esto, la aprobación de la resolución 412 del 2020, definiendo el SINC como “un sistema público de información único nacional conformado por la Red Vial Nacional, compuesta por la red de carreteras a cargo de la Nación, los departamentos, los municipios y los distritos especiales”, y señalando a su vez que “En este sistema debe registrarse cada una de las carreteras existentes identificadas por su categoría, ubicación, especificaciones, extensión, puentes, poblaciones que sirven, estado de las mismas, proyectos nuevos, intervenciones futuras y demás información que determine la entidad administradora del sistema” reviste de gran valor al generar lineamientos de orden normativo sobre la materia.

En relación a la misma, aunque en su anexo se describe de forma técnica el SINC bajo el concepto de sistema de información geográfico, definiendo este último como “Un sistema que además de contar con los elementos comunes de un sistema de información tradicional, permite

representar de forma visual y en términos de ubicación cartográfica diferentes elementos”, no se precisa una idea clara sobre los SIG.

Por ello, tomado de la página web de la compañía Environmental Systems Research Institute, se define un SIG como “un sistema que crea, administra, analiza y mapea todo tipo de datos”, es decir, un “SIG conecta datos a un mapa, integrando datos de ubicación (dónde están las cosas) con todo tipo de información descriptiva (cómo son las cosas allí)”. Asimismo, se expresa también que este “ayuda a los usuarios a comprender patrones, relaciones y contexto geográfico”, y se menciona que entre “los beneficios se incluyen una mejor comunicación y eficiencia, así como una mejor gestión y toma de decisiones”, puntualizando de esta forma, el valor que tienen estos sistemas y conformando una idea más concreta sobre el SINC.

Por último, configurándose los SIG en dos grandes archivos de almacenamiento de datos denominados shapefile y raster, siendo el primero reglamentado como archivo para la entrega de información, este se define según lo expresado por la compañía ESRI como “un formato sencillo y no topológico que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas”, y agrega que “las entidades geográficas de un shapefile se pueden representar por medio de puntos, líneas o polígonos (áreas)”, expresando de esta forma, la relevación y conveniencia técnica que tienen este tipo de archivo.

### 3.2 MARCO METODOLÓGICO

Bajo un enfoque de investigación aplicada el presente trabajo busca, entre otros objetivos secundarios, establecer un estado de condición de la infraestructura asociada a un inventario vial, por ello, se describen de forma breve las metodologías de inspección visual valoradas.

Para los pavimentos flexibles se tiene la Metodología Vizir, de origen francés, desarrollada por el Ministère de l'équipement, du logement, des transports et de l'espace (Ministerio de Equipamiento, vivienda, transporte y espacio) en el año de 1991, en la ciudad de París bajo el nombre de “méthode assistée par ordinateur pour l'estimation des besoins en entretien d'un réseau routier”, propuesta para Colombia en el “Manual de Mantenimiento de Carreteras” anexo 1, a fin de establecer una condición superficial de la estructura a través de la clasificación y cuantificación de deterioros.

Es de mencionar que en la metodología los deterioros son divididos en dos categorías: deterioros tipo A, asociados a condiciones estructurales, y deterioros tipo B, asociados a condiciones funcionales. Luego, para determinar el estado del pavimento esta considera únicamente los deterioros tipo A así, junto con los parámetros de severidad y extensión de los mismos se obtiene los índices de deformación (Id) y fisuración (If) que a su vez, permiten la obtención del índice de deterioro superficial (Is), indicador numérico entre 1 y 7 que caracteriza la condición de la superficie de la estructura. (Ministerio de Transporte, 2016)

Por su parte, para los pavimentos rígidos se referencia la metodología PCI, Pavement Condition Index, en español índice de condición de pavimento, desarrollada por el cuerpo de ingenieros de la U.S Army e indicada para Colombia en el “Manual de Mantenimiento de Carreteras” en su anexo 2.

La metodología PCI tiene como finalidad describir la integridad estructural y la condición operacional de la superficie del pavimento, mediante la formulación de un índice de condición,

basado en la inspección visual de la infraestructura según criterios normalizados de clase, severidad y cantidad de deterioros. . El índice numérico que describe la condición del pavimento se configura en una escala de cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, a cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

Vásquez (2002), señala que “la formulación de un índice que tenga en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de condiciones posibles”, y que “para superar esta dificultad la metodología introducen los denominados valores deducidos, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación tiene sobre la condición del pavimento” así, estableciendo de esta metodología como una de las técnicas de inspección visual más completas en la actualidad.

En razón a los pavimentos articulados se tiene la Metodología formulada en Colombia por los ingenieros Carlos Hernando Higuera Sandoval y Oscar Fabián Pacheco Merchán en su artículo científico “Patología de Pavimentos Articulados”, la cual es fundamentada en determinar cómo un deterioro repercute negativamente en los parámetros de tipo funcional y estructural teniendo en cuenta su clase, gravedad y extensión, por tal razón, los autores establecen dos índices iniciales, el índice de condición estructural (ICE) y el índice de condición funcional (ICF).

Luego a partir de estos, se obtiene el índice de condición del pavimento (ICP) valor numérico en un rango de 1 a 5 que determina el nivel de servicio o condición de la estructura. De la misma forma que las anteriores metodologías, esta se apoya en un inventario de deterioros mediante inspección visual para lo cual, se debe considerar el catálogo de deterioros realizado de forma específica para esta metodología.

Por otro lado, considerando la extensión que desarrolla la infraestructura vial, el tiempo fijado de la práctica y aplicando conceptos de administración de territorios, se establece el sector tres de la ciudad de Tunja como zona de estudio, objeto de adelantar las actividades propuestas.

## 2. LOCALIZACIÓN ÁREA DE ESTUDIO

Tunja capital del departamento de Boyacá y de la provincia de Centro, se sitúa geográficamente a los 05°31'57" de latitud norte y 73°21'51" de longitud oeste, a una altura de 2778 metros sobre el nivel de mar y distante por vía terrestre 122 kilómetros de la capital de la República. Debido a su ubicación sobre la cordillera oriental se presenta una topografía en mayor parte de tipo montañoso, destacándose las cuchillas del Perico, Cazadero y Peñanegra. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, s.f.)

El municipio discurre en un área total de 119518 Km<sup>2</sup>, correspondiendo el 87% a una taxonomía rural y el 13% a urbana, limitando al norte con los municipios de Motavita, Cóbbita y Oicatá, al este con Chivata y Soracá, al sur con Boyacá y Ventaquemada, y al oeste con Samacá, Cucaita y Sora. Conforme con el último censo realizado (2018), la población del municipio para el año 2022 se estima en 181710 habitantes, de los cuales 173991 se encuentran en la zona urbana y 7719 en zona rural. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, s.f.)

Según el acuerdo municipal número 010 del 5 de abril de 2022, por la cual se adopta la división político administrativa del municipio, el área urbana es conformada por 10 comunas o sectores, unidades político-administrativa de orden mayor que los barrios con el objeto de facilitar la gestión del territorio, configurándose allí el sector tres como uno de ellos. (Concejo Municipal de Tunja, 2022)

Como se muestra en la Figura 1, el sector tres se localiza en el costado sur oriental de la ciudad conformado por los barrios, Altos de Cooservicios, Bachue, Bochica, Castillo de Oriente, Ciudadela Sol de Oriente, Cooservicios, Doña Eva, El Jordán, Hunza, Mirador de Oriente, Nazareth, Peñitas, Portal de Otoño, San Antonio, Santa Marta, Sol de Oriente y Xativilla, siendo delimitado en gran medida por principales ejes viales de la ciudad, al norte la Cl 15, Cl 13 y Kr 1, al sur las calles 3 y 6, Kr 6 y Dg 3, al este con la Av. Circunvalar y al oeste con la Av. Oriental y la Kr 6<sup>a</sup>, abarcando un área superficial aproximada de 1.5 km<sup>2</sup>. (Concejo Municipal de Tunja, 2022)

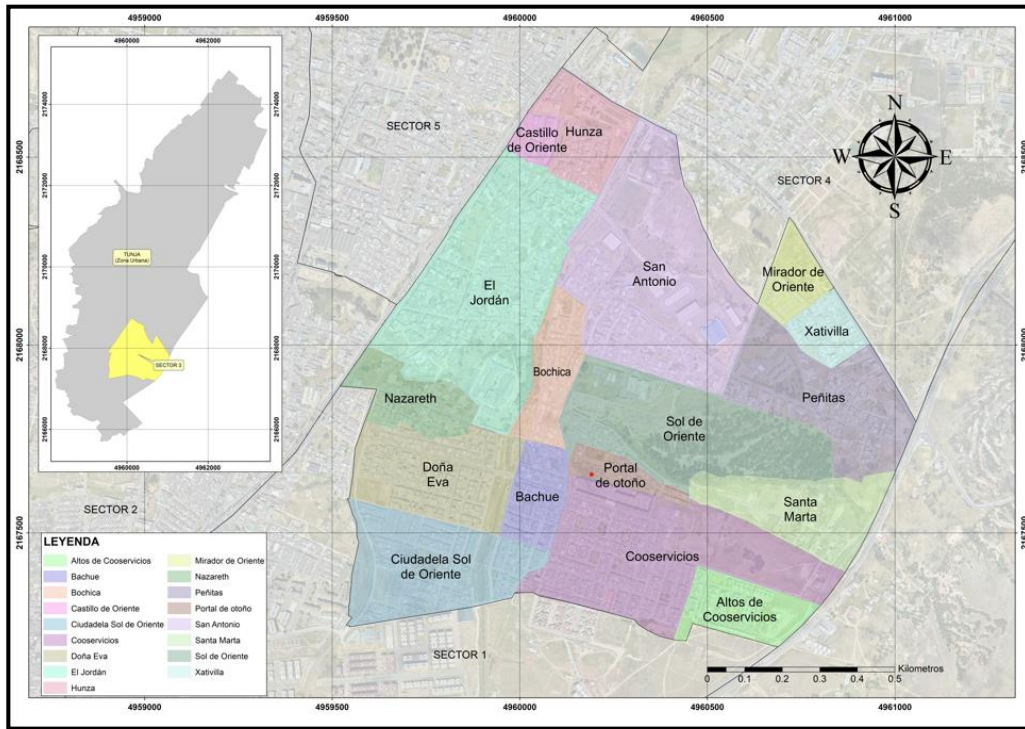
De acuerdo con la información reportada por la Alcaldía Mayor de Tunja, el sector tres cuenta con una población total de 19100 habitantes equivalentes al 11% de la población urbana, reflejando una destinación económica principal de tipo habitacional con la presencia de 4336 predios en esta clase, ver Figura 2. En este mismo ámbito económico, en un segundo renglón se describe una destinación de tipo no urbanizable con 753 predios, y en tercer lugar una destinación de tipo comercial con un total de 37 predios. (Alcaldía Mayor de Tunja, 2022)

Por otra parte, el sector tres tiene una considerable importancia para la ciudad debido a la presencia de infraestructuras relevantes como lo son el Coliseo San Antonio, Patinodromo municipal, la nueva sede Administrativa del Instituto de Recreación y Deportes de Tunja, Hospital Local Santiago de Tunja, Industria Nueva Licorera de Boyacá entre otros, además de tener zonas con potencial de expansión debido a la nula o baja urbanización que se presenta.

Con lo anterior, destacando la importancia y reflejando la necesidad de adelantar acciones técnicas que permitan una mejor gestión de la infraestructura y de los recursos públicos, en pro de contribuir con el bienestar de la comunidad.

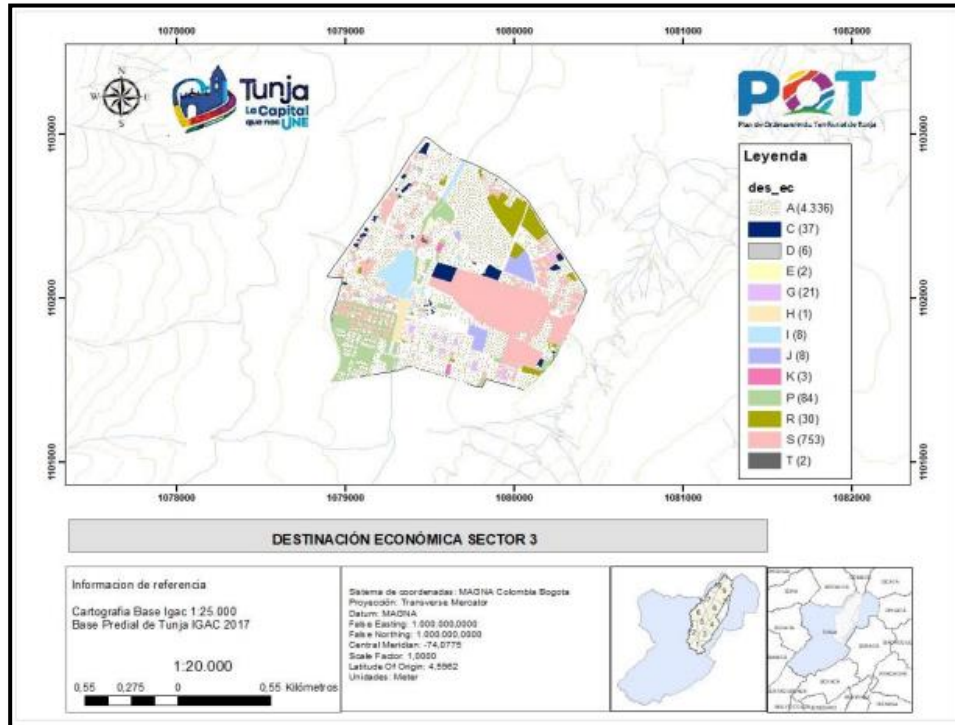


Figura 1. Zona de estudio, sector 3 de la ciudad de Tunja



Fuente. Autor, a partir de información suministrada por la Alcaldía Mayor de Tunja

Figura 2. Destinación económica del sector 3



Fuente. Tomado de "Plan de Ordenamiento Territorial de Tunja", Alcaldía Mayor de Tunja, 2022, Dimensión Económica, p25.

### 3. METODOLOGÍA EMPLEADA

La metodología es la “descripción, explicación y justificación de los métodos” (Kaplan, 1964), así el presente capítulo tiene como finalidad describir las fases, técnicas, recursos y demás información relevante que se empleó durante la práctica con proyección empresarial o social realizada en la Secretaria de Planeación de la ciudad de Tunja.

El trabajo realizado se planteó bajo una metodología de 4 fases, ver Figura 3, en las cuales se llevaron a cabo las actividades planteadas en la propuesta inicial. Aunque la metodología se presenta como una progresión de fases, en la práctica, se evidenció un desarrollo además de secuencial superpuesto, sucediendo varias actividades en mismos periodos de tiempo.

Figura 3. Proceso Metodológico



Fuente: Autor

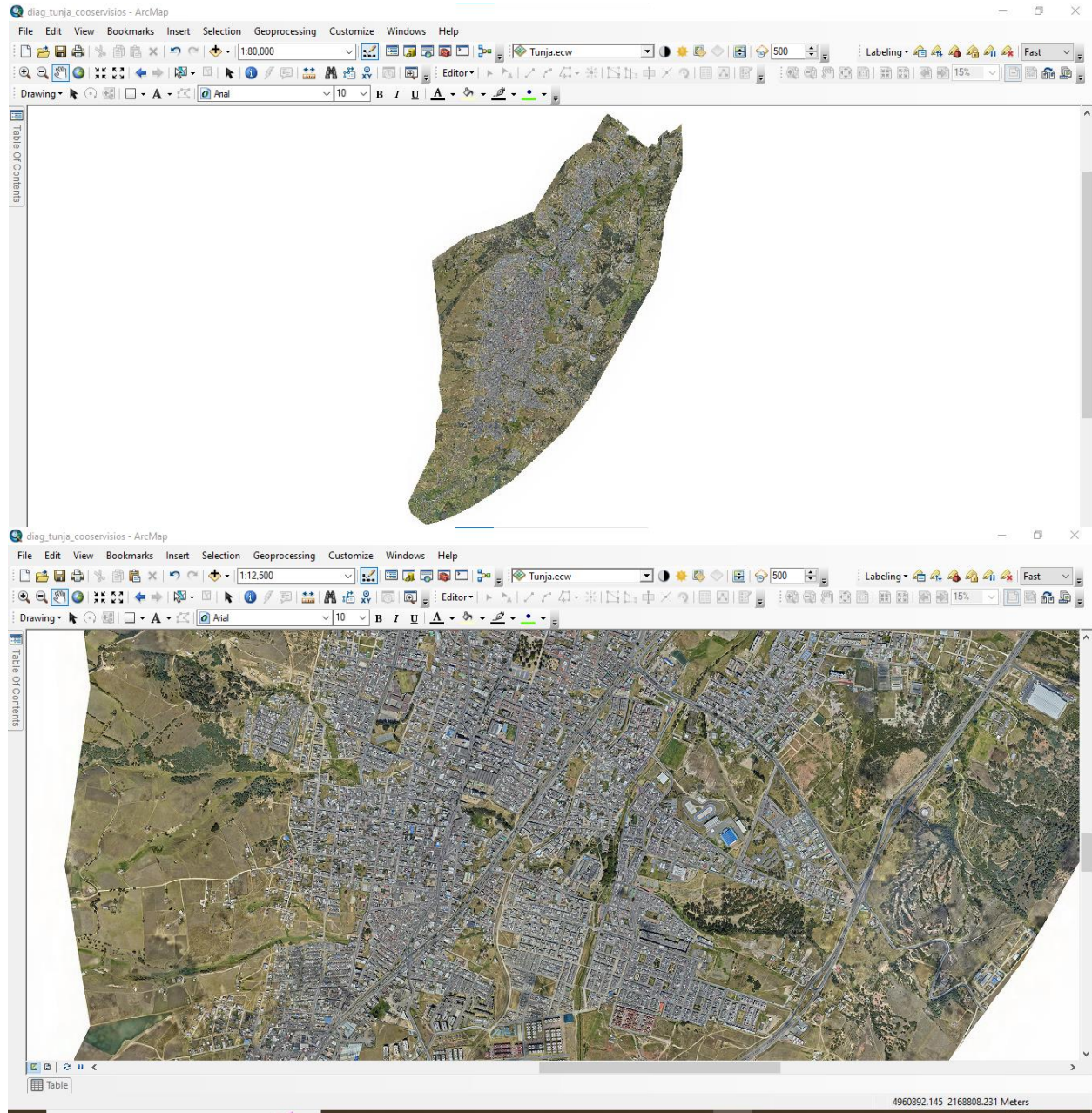
### 3.3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

En esta primera fase, objeto de los proyectos de inventario de la malla vial urbana y de la infraestructura asociada al espacio público e implementación de un sistema de gestión vial y del espacio público, para la administración de la red vial urbana, se indagó por información de carácter normativo y técnico, valorando de forma principal fuentes de organismos institucionales que reglamentan o tiene que ver con la materia en el país, así se tuvieron las siguientes fuentes de información.

- Resolución 412 de 2020: documento normativo del Ministerio de Transporte por el cual se adopta la metodología general para reportar la información que conforma el Sistema Nacional de información de Carreteras. La metodología es expuesta en el anexo de la misma resolución y fue la base para la definición de elementos y criterios desarrollados en el trabajo.
- Guía para la conformación y actualización de inventarios de señalización vial: documento técnico elaborado por la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) en el año 2021, el cual pretende definir los parámetros para realizar inventarios de señalización vial tanto a nivel Nacional como territorial, usado como referencia para la estructuración del inventario de señalización.
- Manual de mantenimiento de carreteras V1: documento técnico publicado por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), en el cual se exponen los principales aspectos, factores, técnicas, estrategias y metodologías para el mantenimiento de la infraestructura vial. De gran importancia para el trabajo realizado ya que en sus anexos 1 y 2 se presentan las metodologías que fueron empleadas para la determinación de los incides de deterioro y condición para los pavimentos flexibles y rígidos respectivamente.
- Manual de señalización vial: documento normativo y técnico publicado por el Ministerio de Transporte en el año 2015, con carácter obligatorio para las entidades responsables de la administración de la infraestructura vial en el país, en el cual, se exponen todos los aspectos relacionados con los dispositivos de señalización empleados para la regulación del tránsito. De interés para el trabajo realizado ya que con él se apropió y referencio la codificación correspondiente para los diferentes tipos de dispositivos, carácter indispensable para la realización del inventario concerniente a estos elementos
- Patología de pavimentos articulados: documento técnico publicado por la revista de ingeniería de la Universidad de Medellín en el año 2010, autoría de los ingenieros de Transporte y Vías Carlos Hernando Higuera Sandoval y Oscar Fabián Pacheco Merchán donde se detalla la metodología para determinar la condición de las estructuras de pavimento articulado, siendo esta la empleada para evaluar este tipo de infraestructura en el proyecto.
- Instituto geográfico Agustín Codazzi – Sitio Web: como la máxima autoridad en regulación, producción y articulación de la información geográfica del país, establece los lineamientos técnicos que deben seguir las entidades nacionales y territoriales para la generación de dicha información. Así, habiéndose realizado la práctica en una entidad de carácter territorial, el producto generado debió corresponde con la normativa que rige a la entidad, requiriendo la consulta de las resoluciones, metodologías, documentos vigentes y el empleo de software disponible para el procesamiento de datos geográficos.

Asimismo por parte de la Secretaria de Infraestructura, se reportó información para llevar a cabo el proyecto refiriéndose principalmente una ortofoto de la ciudad de Tunja en formato raster, ver Figura 4, y archivos shapefile con elementos previos, insumos de gran relevancia ya que fueron componentes principales para el desarrollo de las actividades planteadas.

*Figura 4. Ortofoto de la ciudad de Tunja*



*Fuente. Autor, a partir de información suministrada por la Alcaldía mayor de Tunja*

### 3.4 TRABAJO DE CAMPO

Mediante visitas de campo, se realizó el inventario de la infraestructura física y la inspección visual de los segmentos viales en el área de estudio, bajo las metodologías y consideraciones hechas en la fase anterior. Para ello, se empleó el aplicativo móvil de la plataforma ArcgisSurvey123 de la compañía estadounidense ESRI, ver Figura 5 dado que este permite la toma de información en tiempo real, de manera ágil, la tabulación de la misma, la cuantificación del estado de la superficie de los pavimentos (programación creada por la sectorial), y como característica notable la georreferenciación del punto donde se realizó el registro, permitiendo asociar la ubicación geográfica de los elementos.

Figura 5. Aplicativo para toma de datos

Fuente: Alcaldía Mayor de Tunja, ArcGIS Survey123 Connect

### 3.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Enmarcada esta fase con el propósito de caracterizar la información mediante sistemas de información geográficos, en primer momento se verificó que los datos producto del trabajo en campo fueran coherentes, evidenciando y corrigiendo errores de sintaxis en algunos valores. Luego a partir de allí, se generó una estadística descriptiva sobre atributos de interés como tipología de pavimento, condición superficie, área total afectada, accesibilidad entre otros, logrando establecer índices generales para algunos de ellos a fin de contextualizar la situación actual y establecer criterios de comparación entre entidades territoriales. Por último, se estructuró la base de datos con representación visual y de fácil actualización, para los diferentes componentes del sector tres de la ciudad.

### 3.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Así, a partir de la información recolectada y del tratamiento estadístico sobre la misma, se realizó la interpretación de los resultados para cada uno de los componentes tanto a nivel general del área de estudio como de forma particular, caracterizando las condiciones existentes para los atributos mediante elementos gráficos.

## 4. DESARROLLO DEL TRABAJO

### 4.1 CONSOLIDACIÓN DE DOCUMENTOS TÉCNICOS, CAPACITACIONES SOBRE METODOLOGÍAS, HERRAMIENTAS Y PROCEDIMIENTOS A DESARROLLAR EN LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.

#### 4.1.1 Definición de información

En la Tabla 1, se expresa la información o atributos definidos para cada uno de los componentes del inventario referido al sector tres, a fin de caracterizar las condiciones actuantes sobre la infraestructura propia de cada uno de ellos.

Tabla 1. Definición Atributos

COMPONENTES			ATRIBUTOS		
I N F R A E S T R U C T U R A  V I A L	E S P A C I O  P Ú B L I C O	S E Ñ A L I Z A C I Ó N	SECTOR		
			BARRIO		
			CIV		
			PK	SECTOR	
			SUPERFICIE	BARRIO	
			EJE VIAL	CIV	NORTE
			DESDE	PK	ESTE
			HASTA	ELEMENTO	CIV
			LONGITUD	EJE VIAL	CATEGORIA SEÑAL
			ANCHO	DESDE	CLASE SEÑAL
			AREA	HASTA	TIPO SEÑAL
			TIPO EJE	ACCESIBILIDAD	ESTADO
			N° CARRIL	ESTADO	
			IND DE DAÑO	OBSERVACIÓN	
			ESTADO		
			INTERVENCIÓN		
OBSERVACIÓN					

Fuente. Autor, a partir de información suministrada por la Alcaldía Mayor de Tunja

Como punto inicial de la práctica, se apoyó la indagación de material bibliográfico concerniente a la conformación de inventarios y diagnóstico de la infraestructura vial, valorando que la Alcaldía Mayor de Tunja es una entidad territorial, se consultaron las páginas web del Ministerio de Transporte, Función Pública, Instituto Nacional de Vías, Agencia Nacional de Seguridad Vial entre otros, como fuentes de información referentes a nivel nacional sobre los temas señalados, obteniendo como resultado los documentos referidos en el capítulo 3.

Aunque no se plasmó lo indagado en algún documento, la aportación tuvo lugar a través de un grupo focal, siendo máxime responsables los profesionales de la Secretaria de Infraestructura las consideraciones y decisiones finales optadas. De aquí entonces, se definieron los diferentes atributos para cada uno de los componentes y los criterios para establecer los valores en los mismos.

#### 4.1.1.1 Infraestructura vial

Así en conexión con lo expuesto en la resolución 412 del 2020, objeto de caracterizar la ubicación, geometría, codificación, condición e información relevante de la infraestructura vial se establecieron los siguientes atributos:

**Sector:** número de la división político administrativa de la ciudad en el cual se sitúa elemento. No obstante siendo el enfoque del presente trabajo un único sector, este es indispensable para organizar y conformar la información para toda la ciudad de Tunja.

**Barrio:** nombre del barrio; perteneciente al sector, en el cual se sitúa elemento, permite la particularización de la información.

**PK:** código numérico único que individualiza cada uno de los elementos representados tanto de la red vial como los asociados al espacio público. Por lo anterior, no es admitido tener elementos con un mismo PK.

**CIV:** código numérico de identificación vial, asignado a los elementos que se sitúan en un mismo tramo vial, permite asociar los elementos de la red vial con los del espacio público y la señalización presente, a cada tramo vial corresponde un único CIV.

**Eje Vial:** carácter alfanumérico que define el trazado principal del segmento vial. Siendo función de la Secretaria de Planeación la proyección de nuevos elementos y la actualización de la nomenclatura vial, la información reportada corresponde a la definida por dicha sectorial.

**Desde:** carácter alfanumérico que define el inicio del segmento vial, junto con el atributo “Hasta” delimitan el elemento.

**Hasta:** carácter alfanumérico que define el final del segmento vial, junto con el atributo “Desde” delimitan el elemento.

**Tipo de Eje:** carácter numérico del 1 al 5 que definen el tipo de infraestructura del eje, según el SINC se define, calzada sencilla (1), calzada doble (2), glorieta (3), ramal enlace único sentido (4) y ramal enlace doble sentido.

**Numcarr:** carácter que define el número de carriles presentes en el segmento vial. De acuerdo con el SINC, para la determinación del valor se establece un ancho mínimo de carril de 2.0 metros.

**Longitud:** carácter numérico que define la mayor dimensión del segmento vial. Este atributo fue medido de manera indirecta a través de la ortofoto y la herramienta “medir” del software ArcMap.

**Ancho:** carácter numérico que define la menor dimensión del segmento vial. Este atributo fue medido de forma directa en campo

**Área:** carácter numérico que define el computo matemático de la longitud y el ancho del segmento vial.

Superficie: tipo de pavimento presente en la superficie del segmento vial. Si bien el SINC define 8 clases algunas no son aplicables al entorno urbano y otras pueden ser recogidas en una sola, así se establecieron 4 clases flexible, rígido, articulado y afirmado.

Índice de Daño: carácter numérico que define de forma cuantitativa la condición del segmento vial, según la metodología empleada para cada uno de los pavimentos, se tiene diferentes rangos en la escala.

Estado: carácter alfabético; vinculado al índice de daño, que define de forma cualitativa la condición del segmento vial.

Intervención: carácter que sugiere el tipo de actividad a desarrollar de acuerdo con el estado descrito.

Observaciones: atributo adicional para reportar información relevante encontrada durante la inspección que no puede ser incluida en los otros campos.

Si bien, la metodología referida para reportar la información en el SINC tiene un enfoque hacia la infraestructura vial de tipo rural, dejando sin sentido algún atributo y debiendo adaptar otros, la no inclusión de parámetros de gran importancia como lo son la categoría, sentido, tipo de terreno, pendiente entre otros, afecta la definición detallada de la infraestructura generando un análisis incompleto de las condiciones que imperan en la misma, por ello, se sugiere valorar y ajustar más la información entorno a la metodología, objeto de cumplir con la normativa vigente.

#### 4.1.1.2 Espacio Público

En virtud de lo anterior, la metodología SINC no cuenta con parámetros para caracterizar los elementos asociados al espacio público urbano, por ello según indicaciones de los profesionales de la sectorial con base a su experiencia, se precisaron los atributos a registrar para dicha infraestructura donde se incluyen algunos ya mencionados y se establecen otros. A continuación, se describen los atributos que distan de los ya enunciados.

Elemento: Tipo de clase que especifica la infraestructura asociada al espacio público, permite un mayor detalle para el análisis de la misma

Estado: carácter alfabético que define de forma cualitativa la condición del segmento vial, establecido de forma subjetiva según la inspección visual del elemento.

Accesibilidad: condición de aprobación del acceso a la infraestructura por parte de los usuarios respectivos.

Según la definición expresada en la guía práctica para la movilidad peatonal urbana del Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá (2008), entendiéndose la accesibilidad como “la facilidad en el desplazamiento de los peatones para acceder o interactuar en un espacio público” (p. 15), y considerando la normatividad vigente, se validó el cumplimiento de esta condición si se verificaban los siguientes criterios para cada uno de los elementos definidos:



En Andenes, presencia de guías táctiles con patrón de tipo direccional y existencia de vados o terminación de la estructura en esquina alabeada.

En Bahías, disposición de la señalización pertinente según la destinación exhibida (zona exclusiva de estacionamiento para personas con alguna limitación o zona exclusiva bus), y presencia de vados de acceso.

En Ciclovías, disposición de la señalización pertinente, continuidad en el trazado y presencia de vados de acceso para los usuarios de esta infraestructura.

En Puentes peatonales, disposición de elementos como elevadores y/o rampas de acceso que permitan el tránsito de personas con movilidad reducida

Separador, adecuación de zonas de paso seguro a nivel debidamente señalizadas

Aún sin la existencia de un documento de orden nacional que reglamente o direcciona los elementos a registrar, es necesario valorar la inclusión de parámetros que dimensionen este tipo de infraestructura, establezcan el material o acabado principal, describan los deterioros encontrados entre otros, a fin de obtener datos con un sentido objetivo y no a partir de valoraciones descriptivas propias, dando un carácter más técnico al proceso realizado.

Así mismo, se recomienda definir el parámetro de accesibilidad para cada uno de los elementos referidos con base a una evaluación técnica y no de forma simple por la presencia o ausencia de elementos, esto fundamentado en normas vigentes sobre la materia como lo son la NTC 4143, 4144, 4279, 5610 y/o el mismo Manual de Señalización vial.

#### 4.1.1.3 Señalización vial

Para la señalización vial, se describen los atributos que distan de los ya enunciados.

Norte y Este: en campos separados, establecen las coordenadas planas de la señalización según el origen nacional (N:2000000, E:5000000), definiendo la ubicación de la misma en el sector.

Categoría señal: campo alfabético que describe la categoría de la señalización, refiriéndose como vertical u horizontal.

Clase señal: campo alfabético, que según la categoría descrita, establece la clase de la señalización registrada (Vertical: reglamentarias, preventivas... etc. Horizontal, reductores, demarcación...etc.).

Tipo señal: campo que define el tipo de señal considerando la clase y categoría establecidas, según la codificación para cada una de las señales reglamentadas en el manual de señalización vial.

Estado: carácter que define de forma cualitativa la condición de la señal, establecido de forma subjetiva según la inspección visual realizada sobre esta.

Aunque, la “Guía para la conformación y actualización de inventarios de señalización vial” no es un elemento normativo, si es un documento que expresa y sintetiza de forma detallada la información técnica a valorar sobre los dispositivos reguladores de tránsito, luego a partir de allí, se observa una insuficiencia en la información objeto de ser percibida para este componente. Por consiguiente, se recomienda ajustar en el momento o para futuros diagnósticos los parámetros del inventario para este componente, a fin de generar una caracterización y un análisis más detallado de los diferentes elementos de señalización vial.

#### 4.1.2 Capacitaciones

En la Figura 5, se evidencia una capacitación llevada a cabo en las oficinas de la Secretaria de Infraestructura objeto de los proyectos de inventario de la malla vial urbana y de la infraestructura asociada al espacio público e implementación de un sistema de gestión vial y del espacio público, para la administración de la red vial urbana

*Figura 6. Capacitación sobre toma de información*



*Fuente. Tomado de "Informe Técnico Innovación en Procedimiento". Norato, Juanita, 2022, p 15*

Definidos los elementos, metodologías y procedimientos por parte de los profesionales de la sectorial, se participó en las capacitaciones realizadas objeto de aclarar dudas sobre los mismos, refiriendo errores conceptuales sobre las unidades de medida establecidas, la forma de valoración de la gravedad representativa para el segmento vial y el limitado número de deterioros expuestos en cada metodología, ya que, para los pavimentos rígidos y articulados se referenciaron los daños con mayor ocurrencia en las infraestructuras de la ciudad, mientras que para las superficies en pavimento flexible se detallaron solamente los daños tipo A.

## 4.2 ACCIÓN TÉCNICA DE RECOLECCIÓN Y REGISTRO DE DATOS DE CAMPO SOBRE LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y COMPLEMENTARIA

Identificados los elementos a partir de la ortofoto y con el empleo del SIG, se obtuvo registro sobre un total de 638 elementos de infraestructura vial, conformando con los atributos señalados una base de datos de la red del sector, en la Tabla 2 se expone de forma breve un ejemplo de información por cada uno de los barrios.

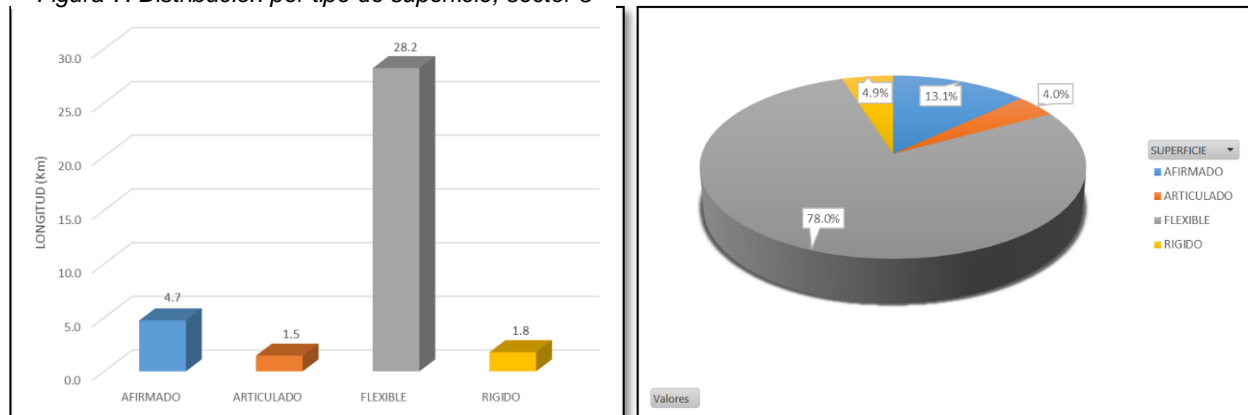
Tabla 2. Consolidado de información inventario malla vial

SECTOR	BARRIO	SUPERFICIE	PK	CIV	EJE VIAL	DESDE	HASTA	TIPO EJE	N°CARRIL	LONGITUD	ANCHO	AREA m2
3	ALTOS DE COOSERVICIOS	FLEXIBLE	1272	3000108	KR 2 ESTE	S.E.	CL 4A	2	3	16.9	6.0	101.4
3	BACHUE	AFIRMADO	1096	3000097	KR 4A	CL 4A	CL 4B	1	6	32.3	12.5	403.8
3	BOCHICA	FLEXIBLE	1418	3000253	KR 4	CL 6	CL 4	2	3	47.5	6.3	299.3
3	CASTILLO DE ORIENTE	FLEXIBLE	1613	3000447	AV. ORIENTAL	CL 13	CL 14	1	3	111.1	6.2	688.8
3	CIUDADELA SOL DE ORIENTE	FLEXIBLE	1092	3000093	DG 4	KR 4	KR 4 BIS	1	3	47.7	6.3	300.5
3	COOSERVICIOS	FLEXIBLE	1000	3000001	KR 1E	S.E.	CL 4	1	2	63.4	5.9	374.1
3	DOÑA EVA	ARTICULADO	1446	3000281	CL 5	KR 4C	KR 4C	2	2	32.5	5.0	162.6
3	EL JORDAN	FLEXIBLE	1642	3000476	KR 6	CL 12A	CL 12B	1	3	45.2	6.0	271.2
3	HUNZA	RIGIDO	1176	3000465	S.E.	S.E.	CL 14	1	2	29.1	4.7	136.8
3	MIRADOR DE ORIENTE	FLEXIBLE	1611	3000445	KR 1	CL 13	CL 15	1	3	233.3	6.3	1469.8
3	NAZARETH	FLEXIBLE	1516	3000350	KR 6	CL 5C	CL 6	1	2	35.6	5.3	188.7
3	PEÑITAS	FLEXIBLE	1567	3000401	CL 8	KR 2 ESTE	KR 1	1	3	124.1	6.3	781.8
3	PORTAL DE OTOÑO	FLEXIBLE	1379	3000214	KR 4	CL 5B	KR 3D	2	2	34.3	4.3	147.5
3	SAN ANTONIO	RIGIDO	1535	3000369	KR 4A	CL 8	CL 12	2	3	171.0	7.0	1197.0
3	SANTA MARTA	AFIRMADO	1750	3000574	CL 6A	KR 1 ESTE	S.E.	1	1	48.1	3.0	144.3
3	SOL DE ORIENTE	FLEXIBLE	1131	3000629	CL 8	KR 2A	KR 3	1	2	102.2	4.0	408.8
3	XATIVILLA	FLEXIBLE	1591	3000425	KR 2A ESTE	CL 14A	CL 15	2	3	36.7	6.0	220.2

Fuente. Autor, a partir de información reportada en la plataforma ArcgisSurvey123

Luego en la Figura 7, se exhibe la magnitud y distribución porcentual de la infraestructura vial del sector 3, discriminando según el tipo de pavimento presente.

Figura 7. Distribución por tipo de superficie, sector 3



Fuente: Autor

A partir de esto, se estableció que el sector 3 cuenta con un total aproximado de 36,2 kilómetros de red vial, con un promedio de longitud por segmento de 56,8 metros, ahora si examinamos según la distribución por tipo de superficie, se evidencia una mayor participación de vías en pavimento asfáltico con un total de 28.2 kilómetros equivalente al 78%, seguido por vías en afirmado con 4,7 kilómetros equivalente al 13,1%, vías en pavimento rígido con 1.8 kilómetros equivalente al 4,9% y por último vías en pavimento articulado con 1.5 kilómetros correspondiendo a una participación del 4,0%.

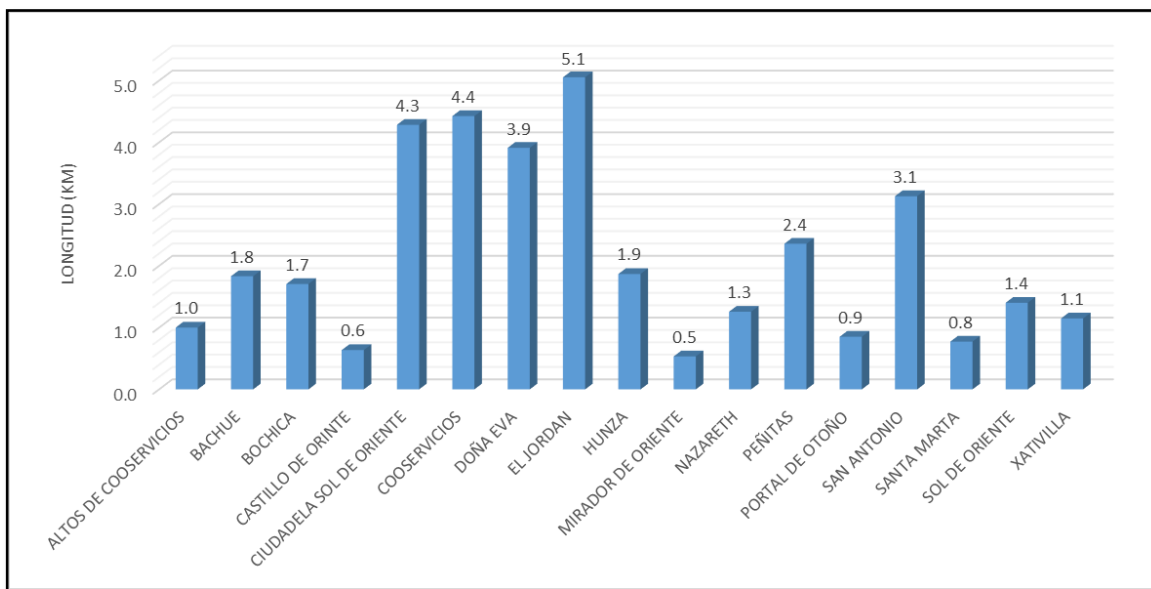
También se reportó para el sector un ancho promedio de calzada de 5,7 metros equivalente; según el criterio de la resolución 412 de 2020, a 2 carriles de 2.85 metros por segmento, siendo un ancho aceptable pero no cumpliendo con la dimensión mínima recomendada en el manual de diseño geométrico de carreteras, ver Tabla 3.

Tabla 3. Ancho de Calzada

CATEGORIA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V <sub>TM</sub> ), km/h									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Montañoso	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Montañoso	-	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-
Terciaria	Plano	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	6.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente. Tomado de “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras”. Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías, 2008, p145

Figura 8. Distribución de la red vial por barrios, sector 3.

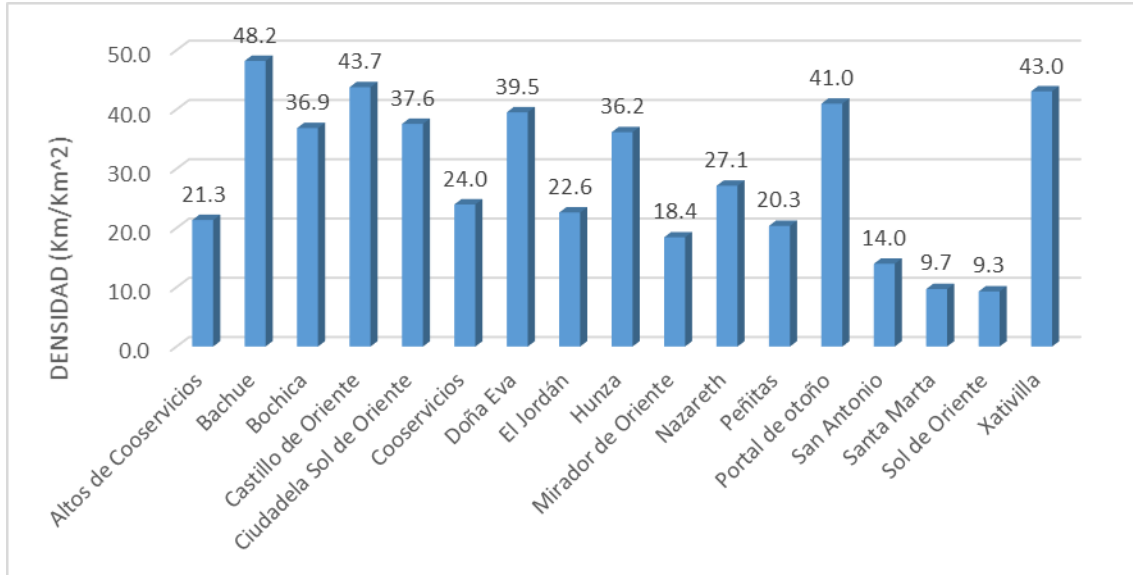


Fuente: Autor

De forma más detallada, se evidenció que el barrio “El Jordán” genera la mayor participación en la red con un total 5,1 kilómetros correspondiendo al 14%, mientras que el barrio Mirador de Oriente reporta tan solo 0,5 kilómetros equivalentes al 1,5%, ver Figura 8. Esta condición puede ser explicada de manera inicial considerando la extensión de cada uno de los barrios observando que a mayor área, se tiene una mayor aportación sobre red vial sin embargo, esta magnitud no expresa la importancia y/o carencia de esta infraestructura sobre cada unidad territorial.

Luego como se muestra en la Figura 9, se generó el índice de densidad vial, relación entre la longitud de la red y el área del territorio, el cual vislumbra cierta conexión con el desarrollo de la zona al caracterizar una mayor comunicación.

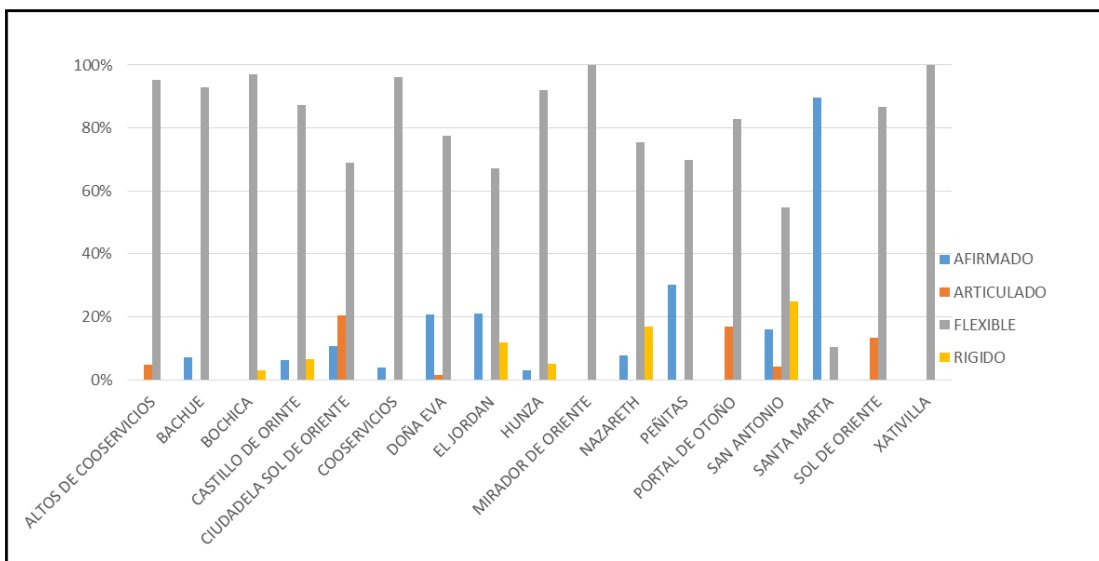
Figura 9. Índice de densidad vial por barrio.



Fuente: Autor

Así, se encontró que el sector 3 describe un valor global de 24.1 km/km<sup>2</sup>, ahora bien, evaluando a nivel de barrio y en relación con los totales de red para cada uno, se observó que aún con una fuerte aportación a la red es posible que la infraestructura en grandes barrios no revista del peso suficiente, advertido por la falta de infraestructura como pudo ser en el barrio El Jordán, o por el contrario, la ausencia de la misma explicando la baja urbanización y desarrollo de algunas zonas al interior de los barrios como se percibe en Santa Marta y Sol de Oriente.

Figura 10. Distribución a nivel de barrio por tipo de pavimento.



Fuente: Autor

Por otra parte, si se evalúa a nivel individual cada uno de los barrios según el tipo de superficie, ver Figura 10, se evidencia que hay varios que presentan una fuerte proporción de vías en superficie de afirmado caso de ello los barrios Doña Eva, El Jordán, Peñitas, San Antonio y Santa Marta, donde en este último se alcanza casi un 90% apoyando la condición descrita en el párrafo anterior y denotando así, la necesidad de adelantar proyectos que den soluciones a la movilidad y bienestar de esta comunidad.

También se observó que respecto a la infraestructura en pavimento rígido, el barrio San Antonio alcanza la mayor proporción con un 25% de su red en este tipo de superficie, mientras que para la infraestructura en pavimento articulado, el barrio Ciudadela Sol de Oriente es quien exhibe el mayor porcentaje con un 20% en su red.

Referente a la infraestructura del espacio público, se conformó una base de datos con un total de 1106 registros, diferenciando por tipo de elemento, señalando su estado y estableciendo según los criterios definidos, si cumple con el parámetro de accesibilidad. Para ilustrar el trabajo realizado en la Tabla 4, se exponen los valores totales del número de elementos inspeccionados para el sector y los barrios.

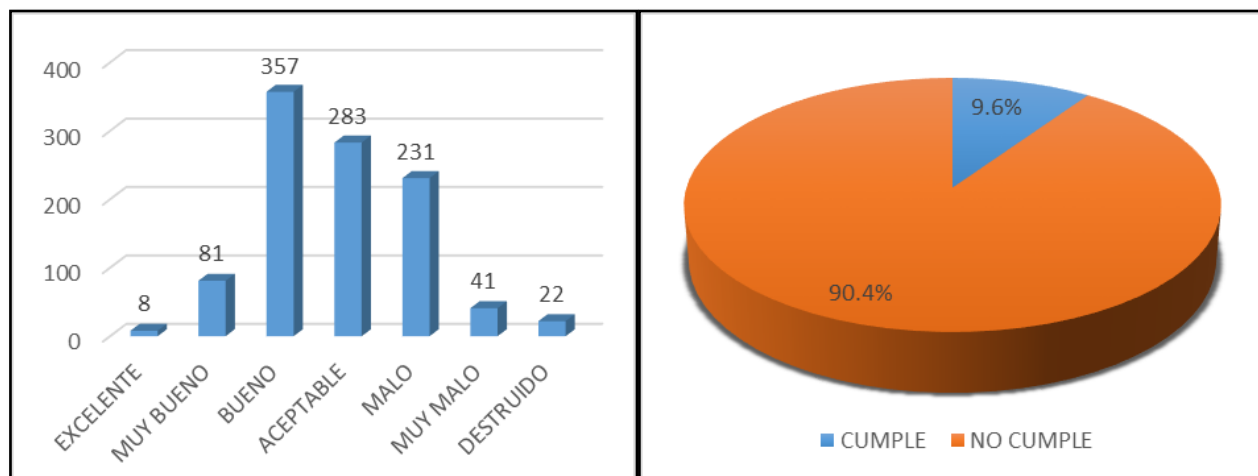
Tabla 4. Consolidado global total y locales de elementos en el sector 3

BARRIOS	ELEMENTOS					TOTAL (BARRIO)
	ANDEN	BAHIA	CICLORUTA	PUENTE PEATONAL	SEPARADOR	
ALTOS DE COOSERVICIOS	41	0	0	0	3	44
BACHUE	54	2	0	0	6	62
BOCHICA	53	1	1	0	1	56
CASTILLO DE ORIENTE	13	0	0	0	1	14
CIUDADELA SOL DE ORIENTE	152	11	2	1	7	173
COOSERVICIOS	156	1	0	0	1	158
DOÑA EVA	136	0	5	1	8	150
EL JORDAN	125	0	0	0	4	129
HUNZA	35	1	0	0	1	37
MIRADOR DE ORIENTE	4	0	0	0	2	6
NAZARETH	33	0	0	0	1	34
PEÑITAS	32	0	0	0	1	33
PORTAL DE OTOÑO	49	6	0	0	0	55
SAN ANTONIO	77	1	0	0	2	80
SOL DE ORIENTE	34	6	0	0	3	43
XATIVILLA	29	2	0	0	1	32
TOTAL (ELEMENTOS)	1023	31	8	2	42	1106

Fuente. Autor, a partir de información reportada en la plataforma ArcgisSurvey123

Para resaltar, en el barrio Santa Marta no se determinó datos de este tipo de infraestructura debido a la ausencia y continuidad en los elementos, característica de la baja urbanización del barrio. Al igual que se expresó en la infraestructura vial, a mayor extensión de los barrios se tiene un valor más relevante en la participación general, encontrando que el barrio Ciudadela Sol de Oriente contiene la mayor cantidad de elementos con 173, caso contrario el barrio Mirador de Oriente es el de menor aportación con tan solo 6 elementos de infraestructura asociada al espacio público.

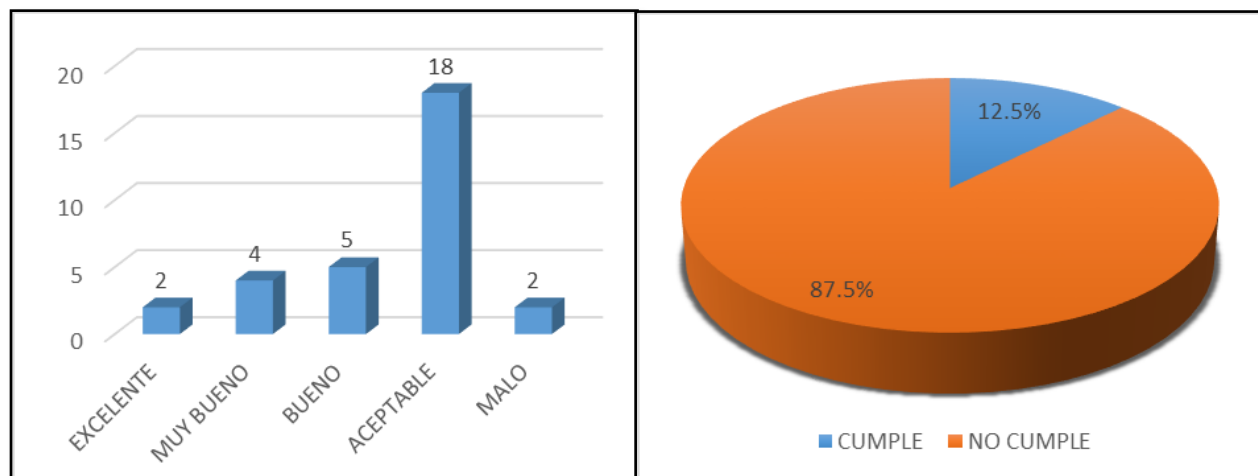
Figura 11. Estado y accesibilidad infraestructura clase anden



Fuente. Autor

A nivel particular, se estableció que la infraestructura tipo andén se distribuye en todas las categorías de estado, encontrando que la mayoría de elementos se sitúan en una condición buena a aceptable, por su parte al evaluar la accesibilidad de estos, se encuentra que más del 90% de este tipo de infraestructura no cumple con este criterio, ver Figura 11, evidenciando en campo principalmente que solo los elementos construidos por la entidad con objeto de acciones populares o por la renovación de la red vial, cumplen con la normativa vigente en la material.

Figura 12. Estado y accesibilidad infraestructura clase bahía

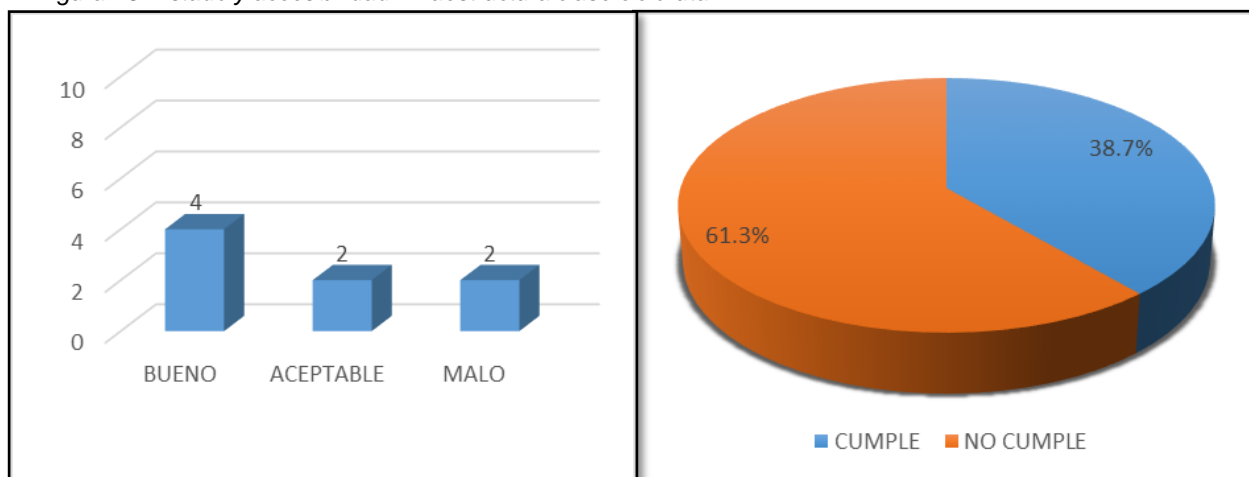


Fuente. Autor

Por otra parte, la infraestructura de espacio público de tipo bahía refiere un total de 31 elementos, correspondiendo al barrio Ciudadela sol de Oriente la mayor aportación con 11 de ellos, los cuales, mayormente tienen un uso como estacionamiento comunitario. Esta infraestructura reviste una condición aceptable con tendencia a excelente aunque, exhibe falencias a nivel de accesibilidad presentando solo un 12% de aceptación para este parámetro.

En la Figura 13, se presenta los datos sobre la condición de la infraestructura tipo ciclovía y se establece la proporción de la accesibilidad para la misma.

Figura 13. Estado y accesibilidad infraestructura clase cicloruta

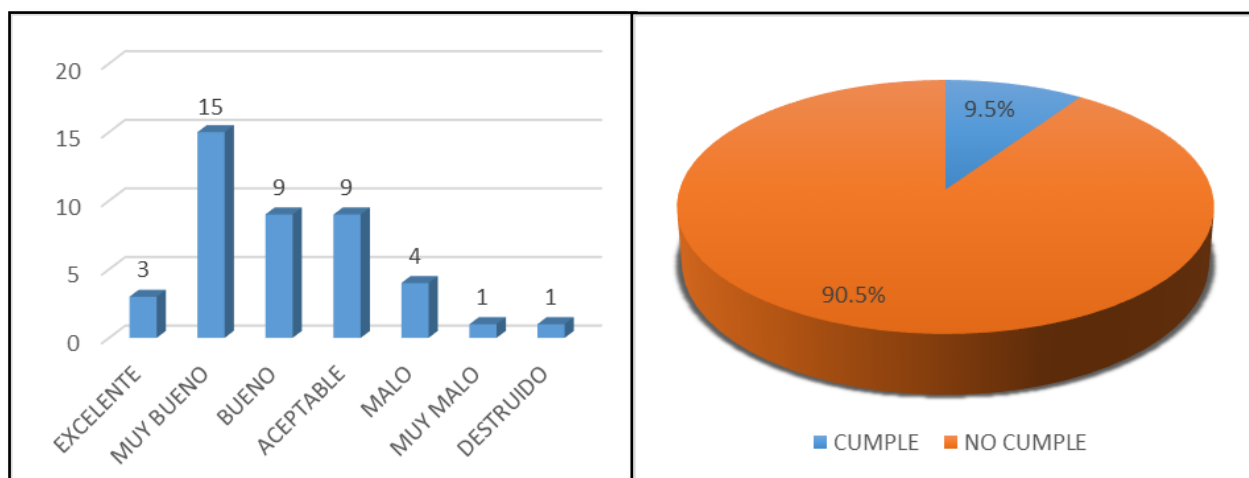


Fuente. Autor

Aun cuando se presenta un estado bueno a aceptable y se percibe una accesibilidad cercana al 40%, mayor que en los apartados anteriores, se denota una clara deficiencia en la generación de infraestructura con destinación a un medio de transporte como la bicicleta, encontrando que en 1.5 km<sup>2</sup> correspondientes al área del sector, solo se desarrollan 8 segmentos para este medio, comprendiendo un trazado sin mayor incidencia para la movilidad del mismo y faltando a la idea de una ciudad con carácter sostenible.

Asimismo en la Figura 14, se presenta el resumen de la condición de la infraestructura tipo separador y se establece la proporción para el parámetro de accesibilidad.

Figura 14. Estado y accesibilidad infraestructura clase separador



Fuente. Autor



Al igual que en los apartados anteriores, se percibe que la infraestructura de tipo separador en general se encuentra en buenas condiciones, pero se tiene deficiencia en cuanto a el parámetro de accesibilidad encontrando que más del 90% no cumple con este.

No menos importante refiriéndose a la infraestructura de espacio público en la Figura 15, se muestra uno de los puentes inventariados durante el trabajo de campo.

Figura 15. Inventario espacio público, elemento tipo puente

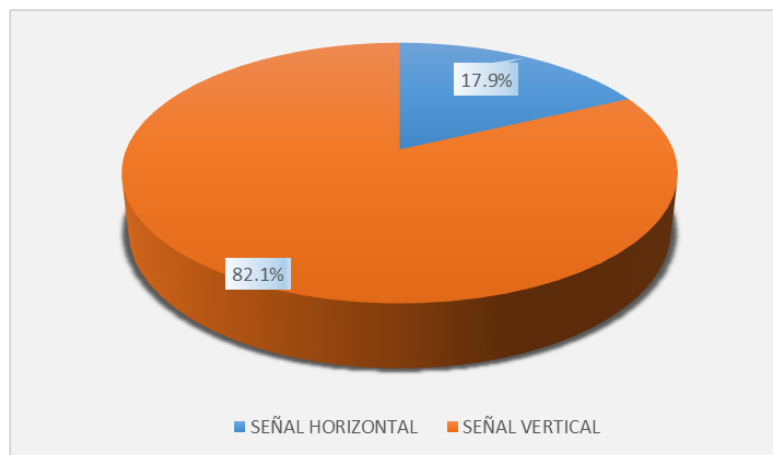


Fuente. Autor, a partir de información reportada en la plataforma ArcgisSurvey123

Luego se identificaron dos estructuras de este tipo, categorizadas en un estado aceptable y que cumplen con la condición de accesibilidad ya que, sus accesos se emplazan a nivel con el perfil de las vías aledañas. Estos se encuentran situados en el barrio Ciudadela Sol de Oriente con objeto de salvar la canalización del río El Jordán, permitiendo el tránsito peatonal al interior del barrio en zonas situadas en lados opuestos del afluente.

Por otra parte, para la señalización vial en la figura 16, se indica la distribución por categoría de los elementos inventariados en el sector.

Figura 16. Distribución porcentual señalización vial

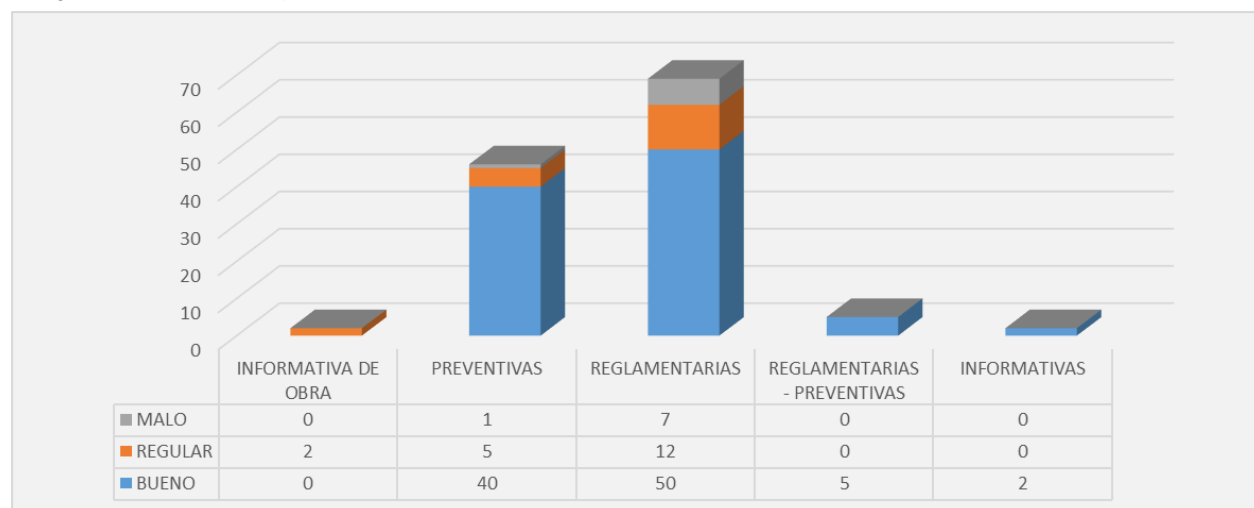


Fuente. Autor

En consecuencia, se obtuvo registro de 151 elementos contabilizando tanto señalización vertical como horizontal, estando a su vez esta última definida por elementos de demarcación y por otros dispositivos para la regulación del tránsito; tipificación distinguida en el Manual de Señalización Vial, luego, se determinó que la señalización vertical tiene un valor porcentual del 82,1% con 124 elementos, mientras que la señalización horizontal refiere el restante con una proporción del 17,9% con 27 elementos.

En la Figura 17, se muestra un diagrama de barras el cual expresa la cantidad de elementos presentes para cada una de las serie de señalización vertical establecidas, distinguiendo a su vez el estado percibido en los mismos.

Figura 17. Distribución por clases, señalización vertical

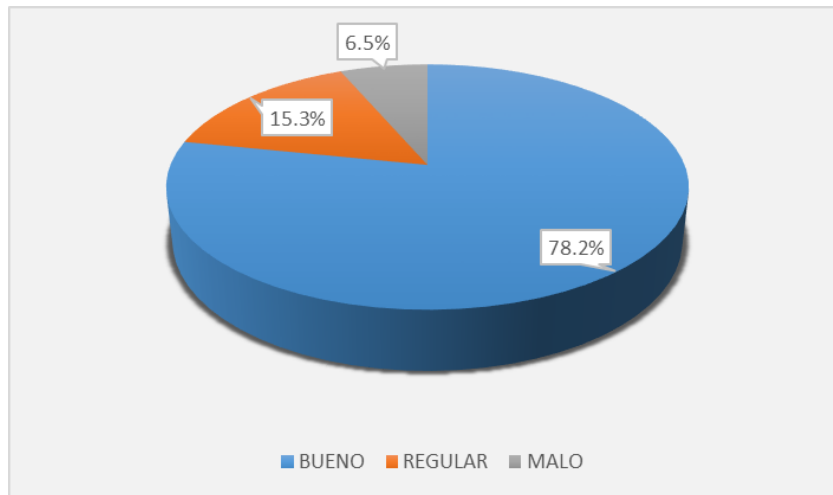


Fuente. Autor

Así pues, para la señalización vertical se evidenciaron 4 clases correspondiendo a señales de obra, reglamentarias, preventivas e informativas, si bien la Figura 17 expone 5 series, la última de estas se establece al considerar la configuración presentada en campo por las señales, definiendo el armado de dos señales sobre un mismo pedestal como una serie más, al no poder ser un análisis separado si se considera como un todo la infraestructura. De allí, se obtuvo que la serie de señalización reglamentaria manifiesta la mayor aportación a este campo con un total de 69 elementos, seguida de la señalización preventiva con 46, la configuración de señales mencionada con 5 y al final, con un mismo número de 2 elementos se sitúan la señalización de obra e informativa. Luego, al considerar todos los elementos anteriores y evaluando el estado en el que se encuentran, se determinó que el 78,2% de la señalización vertical se encuentra en una condición buena, el 15,3% en condición regular y el 6,5% en una condición mala (Ver figura 18).

Por otra parte, durante el trabajo de campo se evidenciaron señales que no cumplen con su funcionalidad inicial, es decir, ya no son requeridas debido a cambios en las condiciones que dieron lugar a su instalación o que requieren de alguna actividad de mantenimiento, valoración que es distinguida como atributo a determinar en la guía de la ANSV y que no fue incluida en la evaluación, remarcando la sugerencia de ajustar los contenidos para estos elementos.

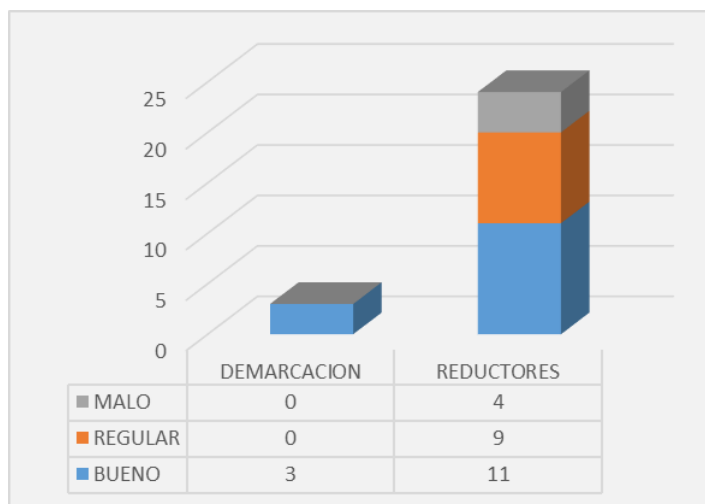
Figura 18. Distribución porcentual estado señalización vertical



Fuente. Autor

Por su parte, en la señalización horizontal solo se reflejaron dos clases de dispositivos reguladores, correspondiendo a demarcación vial de área y reductores de velocidad, refiriéndose una cantidad de 3 y 24 elementos respectivamente. En el siguiente gráfico, ver Figura 19, se describe dichas cantidades distribuidas según el estado mostrado por los elementos, denotando la deficiencia en la demarcación de los segmentos viales que componen la red del sector 3.

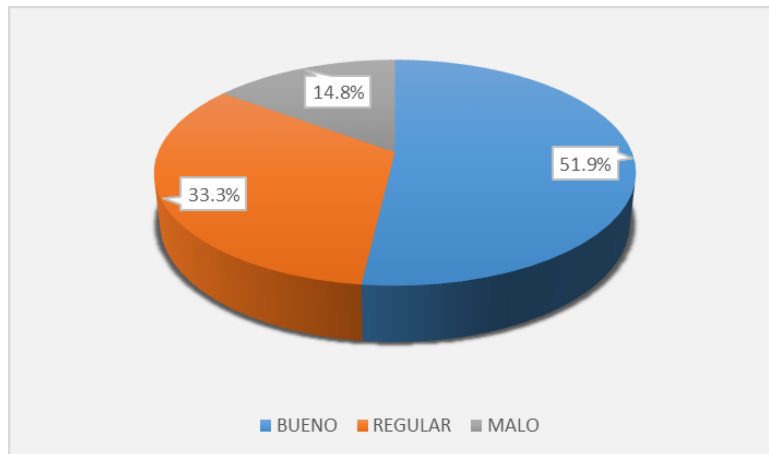
Figura 19. Distribución por clases, señalización horizontal



Fuente. Autor

A nivel general se tiene entonces que el 51.9% de la señalización horizontal se encuentra en buen estado, un 33.3% en estado regular y el 14.8% en estado malo, ver Figura 20. Al igual que en la señalización vertical no se consideró la inclusión de parámetros sobre actividades de mantenimiento.

Figura 20. Distribución porcentual estado señalización horizontal



Fuente. Autor

#### 4.3 INSPECCIÓN TÉCNICA VISUAL DEL ESTADO ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL, OBJETO DE CONSTRUIR UNA DEFINICIÓN INICIAL DE POLÍTICA PÚBLICA REFERENTE A LA GESTIÓN DE PAVIMENTOS.

Aunque, en la resolución 412 de 2020 sobre inventarios viales se describe una metodología para determinar los tipos de daños y su correspondiente equivalencia con el estado del tramo, esta se basa de forma principal en parámetros o definiciones con carácter subjetivo, asignando un valor fundado en la percepción y criterio del evaluador, por consiguiente, desde la sectorial de infraestructura de la Alcaldía Mayor de Tunja se buscó ejecutar el diagnóstico del estado de la red vial del sector 3 considerando metodologías con un carácter más objetivo, optando entonces por las ya mencionadas, las cuales, se basan en un análisis cuantitativos no solo permitiendo definir el estado de la infraestructura sino también generando información sobre la extensión de los deterioros existentes.

Se tuvo especial énfasis en la metodología Vizir dada la magnitud en extensión que representa el pavimento asfáltico en la red del sector, obteniendo registro de 506 elementos correspondientes a los 28,2 kilómetros señalados en el apartado anterior, para los segmentos viales con este tipo de superficie.

En la figura 21, se presentan imágenes del trabajo realizado en el segmento vial situado sobre la calle 8<sup>ta</sup>, desde la carrera 1<sup>ra</sup> hasta la carrera 2<sup>da</sup> al este, en el barrio San Antonio.

Figura 21. Inspección visual calle 8 entre carrera 1 y 2 este



Fuente. Autor

Si bien, el anexo de la resolución y las metodologías empleadas establecen la toma de longitudes verdaderas de los segmentos, es decir, considerando la diferencia de altura, no fue posible adelantar las mediciones en campo como se describe debido a que la entidad no cuenta con un odómetro; equipo empleado para la medición de largas distancias, aunque se ejecutó algunos registros con decámetro, se constató su improcedencia ya que el proceso resulta engorroso y demorado por lo que se obtuvieron las longitudes de los segmentos viales a partir de la ortofoto y la herramienta medir del sistema de información geográfico.

Para el registro de los deterioros, se empleó cinta métrica con aproximación a 1.0 mm para dimensionar los mismos pero, por indicaciones de la sectorial se trabajó con aproximación al decímetro más cercano por arriba ya que, como es expresado en el Manual de mantenimiento de carreteras, la demarcación de las áreas por excavar deben ser ligeramente más amplias al área que presenta los deterioros.

Por otra parte, para la determinación de la severidad de los ahuellamientos y depresiones en las metodologías de los pavimentos asfálticos y articulados, se contempla como equipo mínimo la utilización de la regla de tres metros a fin de cuantificar la flecha entre el perfil de diseño y la vía, así, al no contar la entidad con este, el valor de este parámetro se formuló de manera cualitativa a criterio propio, conllevando de nueva cuenta un error que no refleja la objetividad buscada en principio.

Señalado lo anterior y como consecuencia del número elevado de registros, en la Tabla 5 se exponen los resultados generales encontrados en la evaluación de los segmentos viales mediante la metodología Vizir para los deterioros tipo A, los cuales, son expresados bajo la abreviación citada en el Manual de Mantenimiento de Carreteras en su anexo 1.

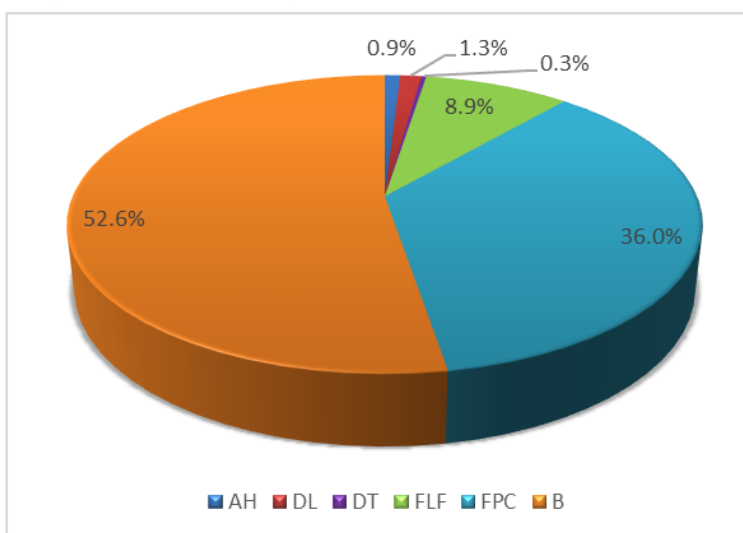
Tabla 5. Resultados generales de deterioros, pavimentos flexibles

DAÑOS TIPO A	UNIDAD DE MEDIDA	MAGNITUD	AREA EQUIVALENTE m <sup>2</sup>	% AREA TOTAL DAÑO	% AREA TOTAL RED
AH	m	381.3	228.8	0.94	0.13
DL	m	520.3	312.2	1.28	0.18
DT	m	121.7	73.0	0.30	0.04
FLF	m	3602.9	2161.8	8.88	1.26
FPC	m <sup>2</sup>	8750.6	8750.6	35.96	5.11
B	m <sup>2</sup>	12809.3	12809.3	52.64	7.48
<b>TOTAL</b>			24335.6	100.00	14.20

Fuente. Autor, a partir de información reportada en la plataforma ArcgisSurvey123

Debido a que en la medición de algunos deterioros se utilizó una unidad de medida contraria a la expresada en la metodología y objeto de tener consistencia en las mismas para hallar una relación de proporción, se tomó el criterio expuesto en el 'Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexible' del año 2006 del Ministerio de Transporte, que define un ancho referente de 0.6 metros para cuantificar el área de los deterioros medidos en una magnitud lineal, presentándose así la relación mostrada en la Figura 22.

Figura 22. Distribución porcentual deterioros pavimento flexible



Fuente. Autor

Luego, refiriéndose a reparaciones efectuadas o requeridas a nivel de la capa de rodadura o cuando involucra capas granulares subyacentes, se determinó que el deterioro tipo bache representa la mayor proporción con respecto al área total afectada y al área total de la red, con un valor del 52,6% y 7,45% respectivamente.

Por su parte, las fisuras con forma de piel de cocodrilo se establecen en segundo lugar con una proporción cercana al 36% respecto al área afectada, denotando que más del 88% de los daños inventariados obedecen a la fatiga por acción de cargas de tránsito y por la continua progresión de los mismos, consecuencia de la ausencia de actividades de conservación y mantenimiento.

Requiriendo dar respuesta pronta a peticiones señaladas en oficios allegados a la entidad con motivo de acciones populares y solicitudes de la comunidad del sector 3, estando entre ellas de forma recurrente el mantenimiento de vías, objeto de dar un sustento técnico a la respuesta se generaron actas de visita durante el procesos de inventario y diagnóstico para los segmentos referidos, en las cuales se identifica de manera clara la localización del segmento, la identificación, extensión y gravedad de los deterioros existentes, el proceso analítico seguido para la determinación de la condición de la infraestructura y algunas recomendaciones objeto de los resultados hallados. En la figura 24, se expone de manera esquemática los documentos realizados, a partir de la inspección visual de pavimentos flexibles, en los segmentos viales carrera 1 entre calles 12 y 13, y calle 8 entre carreras 1<sup>ra</sup> y 2<sup>da</sup> al este, para mayor claridad los mismos son expuestos en los anexos 1 y 2.

Figura 23. Visualización actas de visitas técnicas

	ALCALDÍA DE TUNJA	FECHA: 08/06/2021
	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	VERSION: 02
	PROCESO: GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FORMATO: ACTA DE VISITA TÉCNICA	CÓDIGO: GIN-F-004

En Tunja a la Hora: 2:00 pm del Día: 27 del Mes: Abril Año: 2022

Se reunieron en el Sitio: La Ing. Angie Catalina Suspes Páez y el Ing. José Nicolás Rivera Hoyos

Con el fin de suscribir la presente acta de visita ocular por parte de profesionales de apoyo de la secretaria de Infraestructura, relacionado con el siguiente:

Asunto: Verificación de la carrera 1<sup>ra</sup> entre calle 12 y calle 13 en el barrio Peñitas, para dar viabilidad del proyecto, postulado en las mesas de trabajo de los presupuestos participativos.

ASISTENTES	DEPENDENCIA	IDENTIFICACION	FIRMA
Ing. José Nicolás Rivera Hoyos	Sec. infraestructura	1.049.650.566	
Ing. Angie Catalina Suspes Páez	Sec. infraestructura	1.049.638.144	

DESCRIPCION GENERAL

Visita técnica realizada el día 27 de abril de 2022, con el propósito de verificar las condiciones de la carrera 1<sup>ra</sup> entre calle 12 y calle 13 en el barrio Peñitas, para dar viabilidad del proyecto postulado en las mesas de trabajo de los presupuestos participativos.

Ilustración 1 Localización de la vía solicitada



	ALCALDÍA DE TUNJA	FECHA: 08/06/2021
	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	VERSION: 02
	PROCESO: GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FORMATO: ACTA DE VISITA TÉCNICA	CÓDIGO: GIN-F-004

En Tunja a la Hora: 8:00 am del Día: 28 del Mes: Abril Año: 2022

Se reunieron en el Sitio: la Ing. Angie Catalina Suspes Páez y El Ing. José Nicolás Rivera Hoyos

Con el fin de suscribir la presente acta de visita ocular por parte de profesionales de apoyo de la secretaria de Infraestructura, relacionado con el siguiente:

Asunto: Verificación de la calle 8 entre carrera 1<sup>ra</sup> y carrera 2<sup>da</sup> al este en el barrio San Antonio, para dar viabilidad del proyecto, postulado en las mesas de trabajo de los presupuestos participativos.

ASISTENTES	DEPENDENCIA	IDENTIFICACION	FIRMA
Ing. José Nicolás Rivera Hoyos	Sec. infraestructura	1.049.650.566	
Ing. Angie Catalina Suspes Páez	Sec. infraestructura	1.049.638.144	

DESCRIPCION GENERAL

Visita técnica realizada el día 28 de abril de 2022, con el propósito de verificar las condiciones de la calle 8 entre carrera 1<sup>ra</sup> y carrera 2<sup>da</sup> al este en el barrio San Antonio, para dar viabilidad del proyecto, postulado en las mesas de trabajo de los presupuestos participativos.

Ilustración 1. Localización de la vía solicitada



Fuente. Alcaldía Mayor de Tunja, Secretaría de Infraestructura. Tunja-Boyacá. 2022.

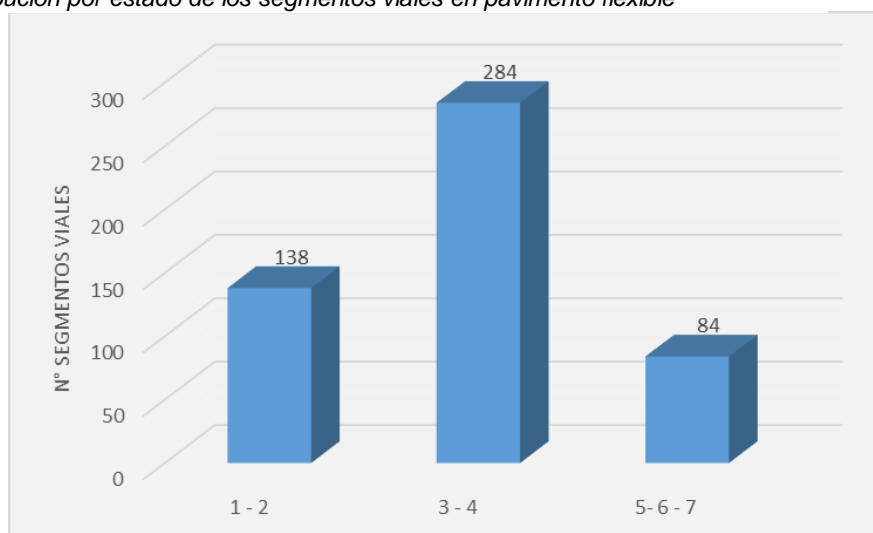
Por su parte en la Tabla 6, se muestran el consolidado sobre los resultados obtenidos para el estado de todos los segmentos viales en pavimento asfáltico, según como es expresado en la metodología Vizir e indicado de forma gráfica en la Figura 24.

Tabla 6. Consolidado estado de los segmentos viales en pavimento flexible, metodología Vizir

RANGO VIZIR	CLASIFICACION ESTADO	SEGMENTOS VIALES (UN)	LONGITUD (m)	%
1 - 2	BUENO	138	7404	26.2%
3 - 4	MARGINAL	284	16217.1	57.5%
5- 6 - 7	DEFICIENTE	84	4592.8	16.3%
TOTAL			28213.92	100.0%

Fuente. Autor, a partir de información reportada en la plataforma ArcgisSurvey123

Figura 24. Distribución por estado de los segmentos viales en pavimento flexible



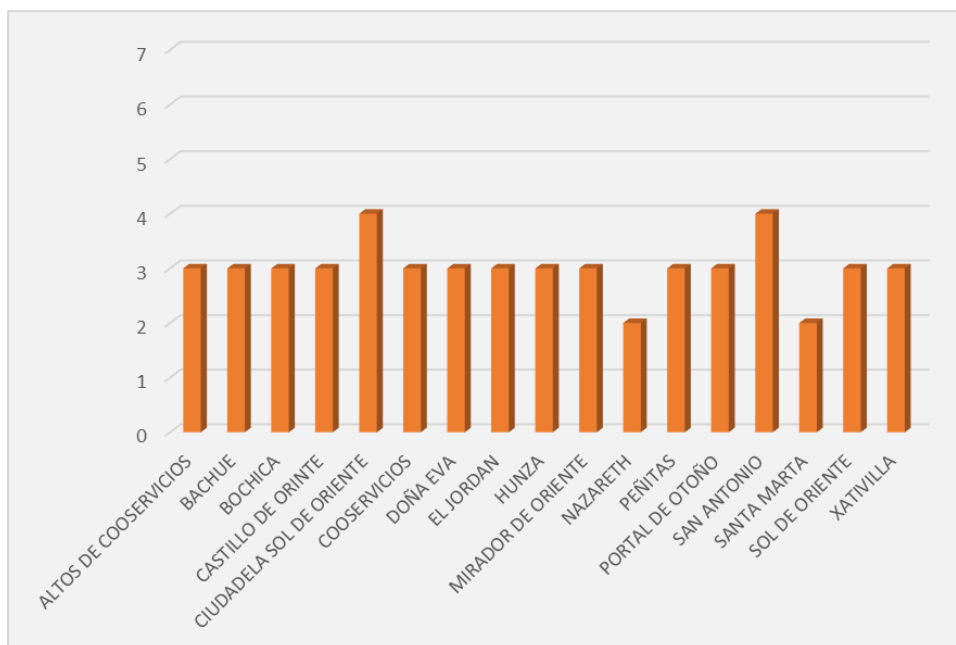
Fuente. Autor

Luego a partir de las inspecciones visuales, se estableció el índice de deterioro superficial para cada uno de los segmentos viales denotando un estado esencialmente marginal con un total de 284 segmentos, equivalentes al 57.5% de la longitud con superficie en pavimento flexible, seguido de un estado bueno con el 26,2% y por último, una condición deficiente con un 16.3%.

En vista de que la metodología Vizir es formulada principalmente para corredores viales con categoría rural y debido a la segmentación de la red realizada; objeto de proveer una mejor administración de la infraestructura, no fue posible obtener una sección o segmento único estándar de medición (100 m). En ese orden de ideas y con motivo de generar indicadores de comparación, se determinaron índices de deterioro generales a nivel del sector como para cada uno de los barrios considerando la longitud descrita en cada uno de los estados como factor ponderador, ver Figura 25.



Figura 25. Índices globales de estado a nivel de barrio, metodología vizir

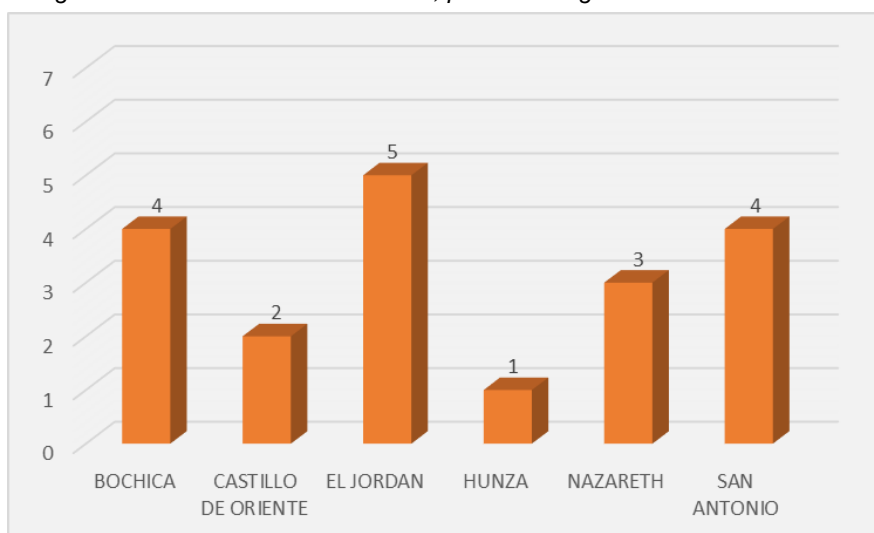


Fuente. Autor

Así, se reportó para el sector un índice general de tres caracterizando un estado bueno, en tanto de forma individual para cada uno de los barrios se obtuvo en esencia la misma valoración, alcanzando solo en los barrios Ciudadela Sol de Oriente y San Antonio un índice de 4, indicando cierta priorización al momento de ejecutar actividades o intervenciones sobre la red vial en pavimento asfáltico.

Asimismo en la Figura 26, se exponen los índices generales obtenidos para los barrios que tienen presencia de segmentos viales en pavimento rígido.

Figura 26. Índices globales de estado a nivel de barrio, pavimento rígido



Fuente. Autor

Con la utilización de la metodología PCI para los pavimentos rígidos y definidas las unidades de muestreo como equivalentes a los segmentos viales, no fue posible consolidar resultados de los deterioros evidenciados, ya que, se configura un sin número de dimensionamientos tanto para las unidades, como para las losas que conforman estas.

Por otra parte, motivo de agrupar y hacer comparables, en una única escala, los resultados para la condición de la infraestructura vial, desde la sectorial se decidió realizar una analogía entre los rangos de la metodología PCI con los valores de los índices de deterioro de la metodología Vizir, así y siguiendo el mismo proceso descrito antes, se obtuvo para el sector un índice de condición global de 4 para los pavimentos rígidos, describiendo a nivel de barrio índices del 1 al 5, presentándose en el barrio el Jordán la un peor condición para esta infraestructura.

Por su parte, para los pavimentos articulados en la Tabla 7, se presenta el consolidado global a cerca de los deterioros evidenciados en las inspecciones.

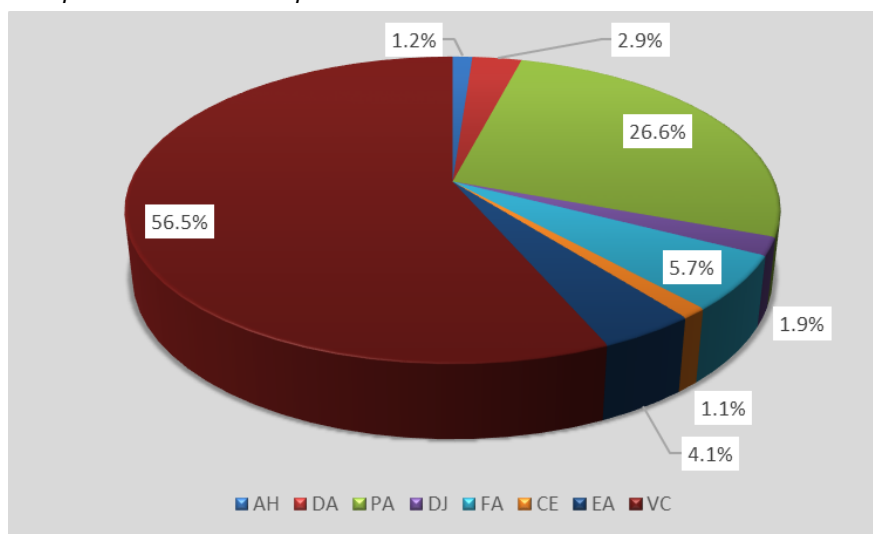
Tabla 7. Resultados generales de deterioros, pavimentos articulados

TIPO DE DAÑOS	UNIDAD DE MEDIDA	MAGNITUD	AREA EQUIVALENTE m <sup>2</sup>	% AREA TOTAL DAÑO	% AREA TOTAL RED
AH	m <sup>2</sup>	27.0	27.0	1.2	0.44
DA	m <sup>2</sup>	67.3	67.3	2.9	1.1
PA	m <sup>2</sup>	617.5	617.5	26.6	10.0
DJ	m <sup>2</sup>	43.5	43.5	1.9	0.7
FA	m <sup>2</sup>	132.1	132.1	5.7	2.1
CE	m	43.2	25.9	1.1	0.4
EA	m <sup>2</sup>	94.5	94.5	4.1	1.5
VC	m <sup>2</sup>	1310.9	1310.9	56.5	21.2
<b>TOTAL</b>			2318.7	100.0	37.5

Fuente. Autor, a partir de información reportada en la plataforma ArcgisSurvey123

De forma gráfica en la Figura 27, se expone la distribución porcentual de los deterioros respecto al área total afectada percibida.

Figura 27. Distribución porcentual deterioros pavimento articulado



Fuente. Autor

Luego, se obtuvo que el deterioro más representativo sobre el total de daños y sobre la red con este tipo de infraestructura es la presencia de vegetación en la calzada refiriendo un 56.5% y 21.2% respectivamente. De acuerdo con lo anterior, y observando que la pérdida de arena se configura como segundo deterioro más frecuente, se tiene que más del 83% de los deterioros obedecen a la falta de actividades de mantenimiento rutinario, no configurándose una condición crítica para el tránsito de los usuarios por estos elementos, pero si reflejando la carencia de una adecuada gestión de los segmentos viales en pavimento articulado.

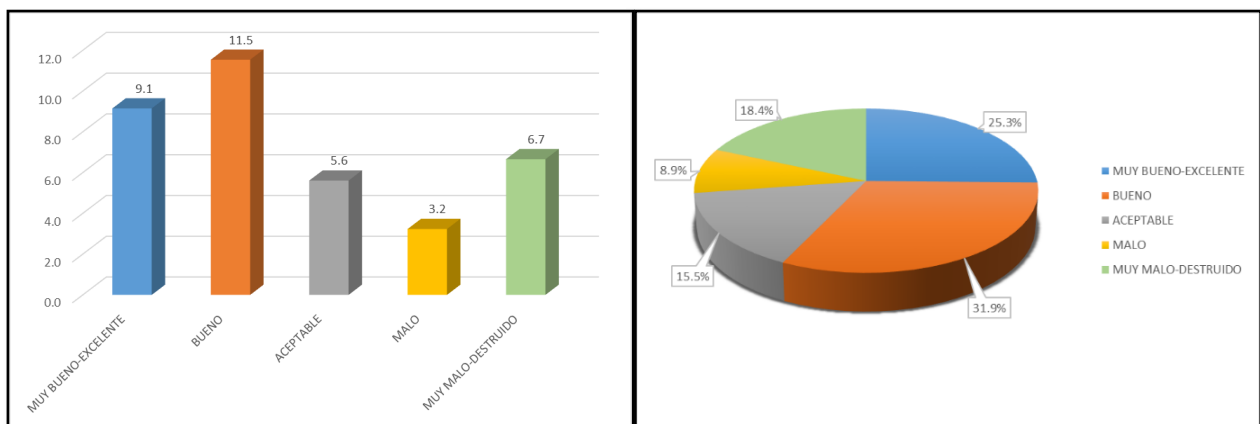
En relación con los índices de condición generales para esta infraestructura y con la misma idea de homogeneizar los resultados de los mismos, por directrices de la sectorial se invirtieron los valores de la escala exhibidos en esta metodología, asignando un valor de uno (1) para la mejor condición posible mientras que, una asignación de cinco (5) establece un estado o nivel de servicio muy malo.- Dicho esto, para los barrios con la presencia de este tipo de infraestructura se determinó un índice de condición de 1, obteniendo como consecuencia el mismo valor representativo a nivel general para el sector

Por último, teniendo presente la existencia de tramos viales en material de afirmado y aunque el Instituto Nacional de Vías en su Manual de Mantenimiento de Carreteras, volumen 1, anexo 4 expone la metodología Viziret para la calificación de la condición de estos tramos, por indicaciones de la sectorial, se debió caracterizar como destruido asignando un índice de 7; escala de la metodología Vizir, los segmentos viales que presenten esta superficie, conforme al principio que expresan en la misma de que es inaceptable la figura de esta infraestructura en la zona urbana de la ciudad.

#### 4.4 EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EXISTENTE EN LA CIUDAD, CON OBJETO DE CONSTRUIR UNA DEFINICIÓN INICIAL DE POLÍTICA PÚBLICA REFERENTE A LA GESTIÓN DE PAVIMENTOS.

Uniendo ciertas clasificaciones de estado de las metodologías de inspección visual empleadas y teniendo presente las consideraciones hechas en el apartado anterior, en la Figura 28 se describe la relación del estado actual de la red vial del sector 3.

Figura 28. Estado de la red vial, sector 3



Fuente. Autor

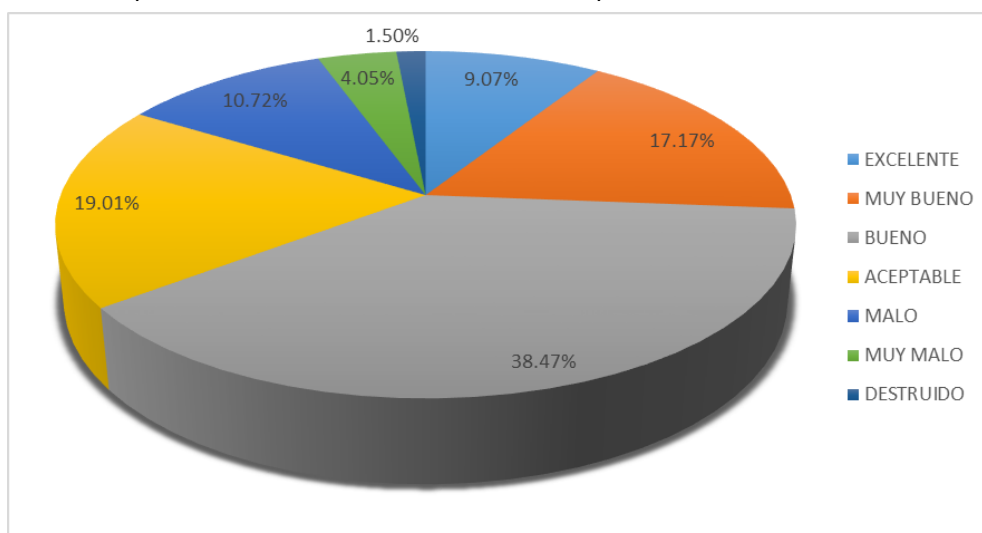
Se encontró entonces que de la longitud total evaluada, 11,5 Kilómetros de vías equivalentes al 31,9% se encuentran en estado bueno, 9,1 kilómetros equivalentes al 25,3% están en estado muy bueno o excelente, 6,2 kilómetros equivalentes al 18,4% están en estado muy malo o destruido, 5,6 kilómetros equivalentes al 15,5% están en estado aceptable y 3,2 kilómetros equivalentes al 8,9% en estado malo.

De igual forma, si se mide de manera conjunta las dos primeras clasificaciones para describir el estado se extrae que, un poco más del 57% de la infraestructura presenta condiciones óptimas para dar servicio a la población, valor que puede ser utilizado como indicador a nivel territorial para la priorización de recursos por parte de la entidad gubernamental.

#### 4.4.1 Pavimento Flexible

Disgregando por tipo de superficie e individualizando cada índice, en la Figura 29 se exhibe el estado de la infraestructura vial en pavimento asfáltico.

Figura 29. Distribución porcentual del estado de la infraestructura, pavimento flexible.

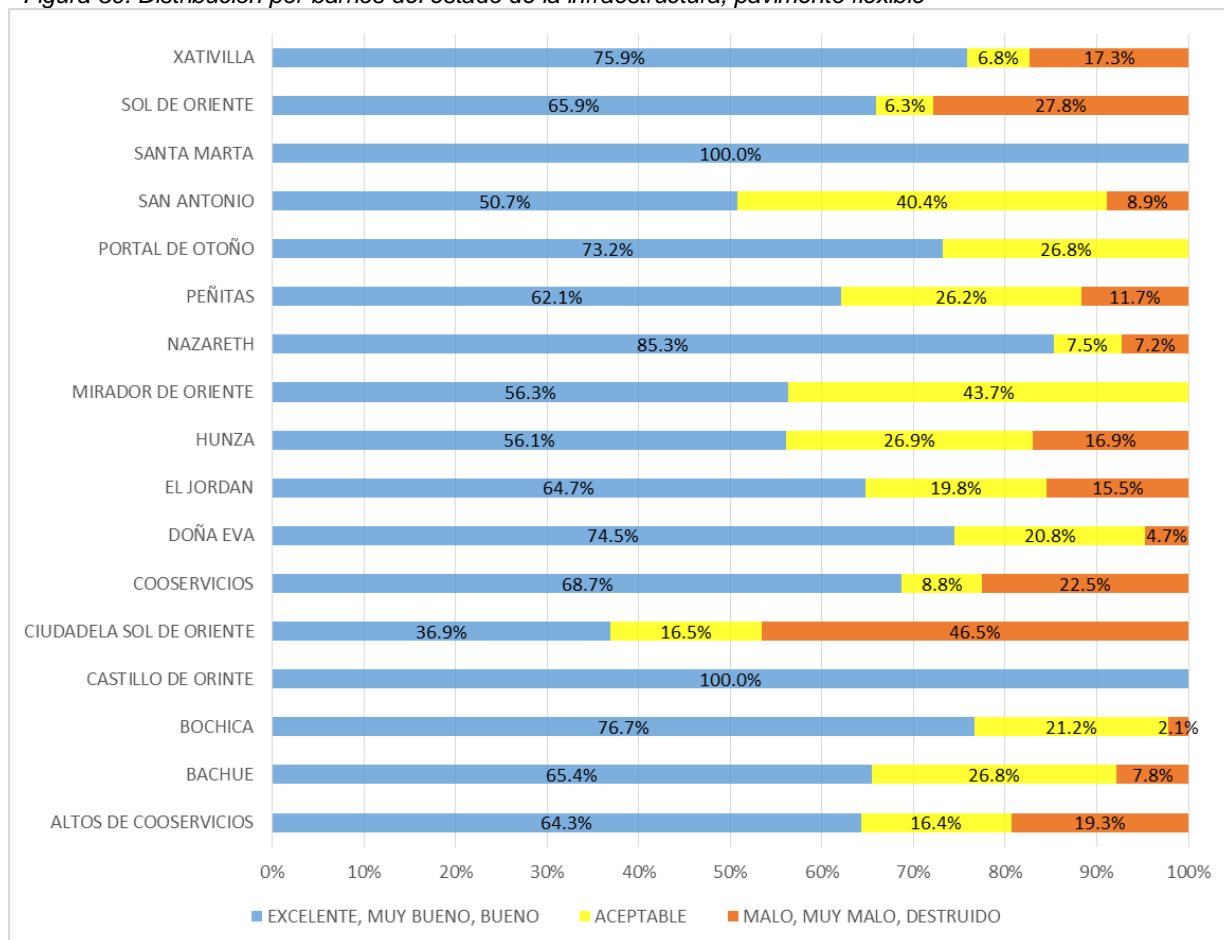


Fuente. Autor

A partir de allí, se determinó que la infraestructura se encuentra en mayor proporción en un estado bueno con el 38,5%, correspondiendo en longitud a 10,8 kilómetros, seguido de un estado aceptable con el 19%, equivalente a 5,3 kilómetros y muy a la par, se sitúa el estado descrito como muy bueno con un 17,2%, remarcando una longitud de 4,8 kilómetros. Agrupando las últimas tres series de la clasificación, se evidencia que tan solo el 16,3% de la infraestructura en este tipo de superficie reviste un estado desfavorable, describiendo deterioros que generan una considerable o total afectación sobre la circulación de los usuarios.

Objeto de representar y favorecer el entendimiento de los resultados obtenidos a nivel de barrio, se agruparon bajo tres series los siete estados exhibidos en la metodología, ver Figura 30, describiendo por separado para cada una de ellas, el estado más favorable, una condición aceptable y por último, el estado más desfavorable para los segmentos viales en pavimento asfáltico.

Figura 30. Distribución por barrios del estado de la infraestructura, pavimento flexible



Fuente. Autor

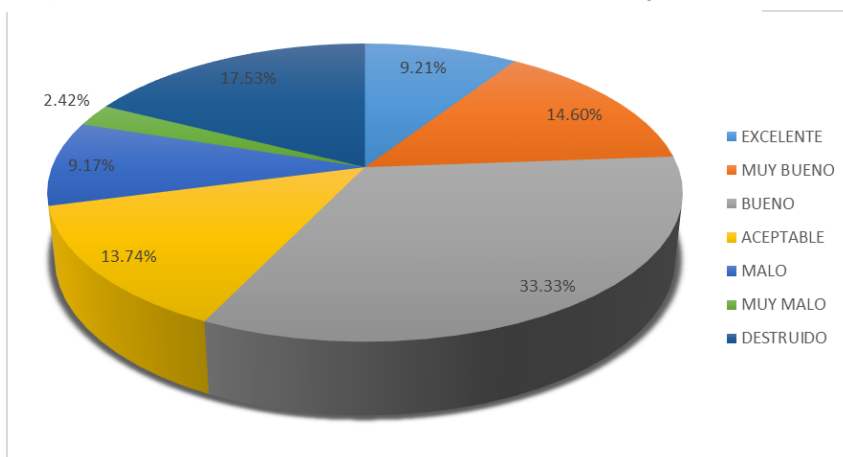
En términos generales, se evidencia que la mayoría de barrios refiere un 50% o más, de su infraestructura en una condición buena, solo presentándose en el barrio Ciudadela Sol de Oriente un porcentaje inferior a este con el 36.9%, ahora, si se observa la contra parte, este mismo barrio refiere el valor más alto para una condición mala con un 46.5%, estableciendo una circunstancia para la priorización de recursos objeto de adecuar la infraestructura vial del sector.

Para resaltar los barrios Castillo de Oriente y Santa Marta, describen una condición buena para el 100% de la infraestructura con este tipo de pavimento, no obstante, se debe considerar la baja aportación a la red y las consideraciones particulares para los mismos, caso del barrio Santa Marta.

#### 4.4.2 Pavimento Rígido

Para la infraestructura vial con superficie en concreto hidráulico en la Figura 31, se describe la distribución porcentual para la condición percibida de la red.

Figura 31. Distribución porcentual del estado de la infraestructura, pavimento rígido.

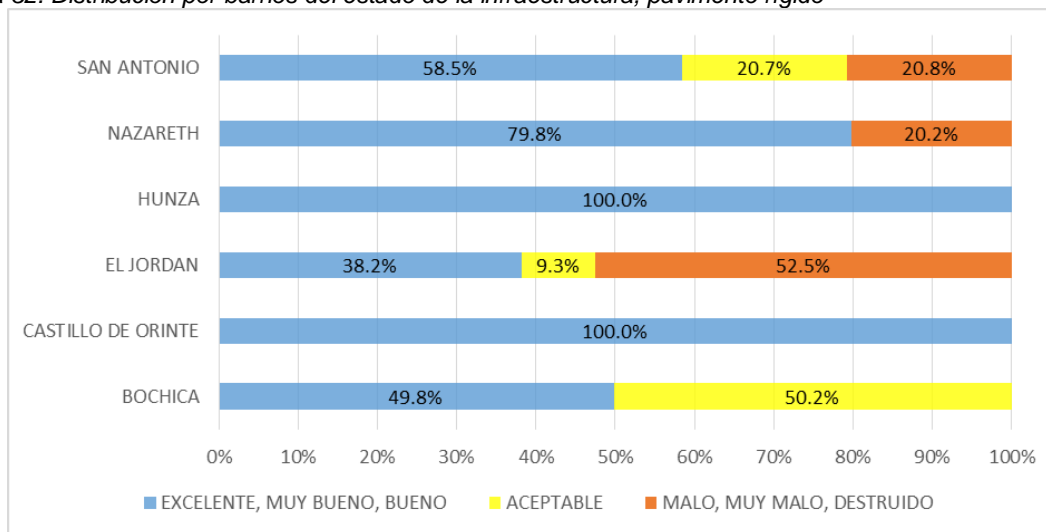


Fuente. Autor

Así, mayoritariamente se determinó un estado bueno refiriendo un tercio de la longitud inventariada para este tipo de pavimento en esta condición, sin embargo, el estado destruido alcanza un valor del 17.5%, que agrupado con los otros estados que describen condiciones similares, alcanzan un valor del 29% reflejando una condición más crítica en proporción para esta infraestructura.

Procediendo de igual forma que en los pavimentos flexibles, en la figura 32 se presentan los resultados generales sobre el estado por barrio de los segmentos viales con pavimento rígido.

Figura 32. Distribución por barrios del estado de la infraestructura, pavimento rígido



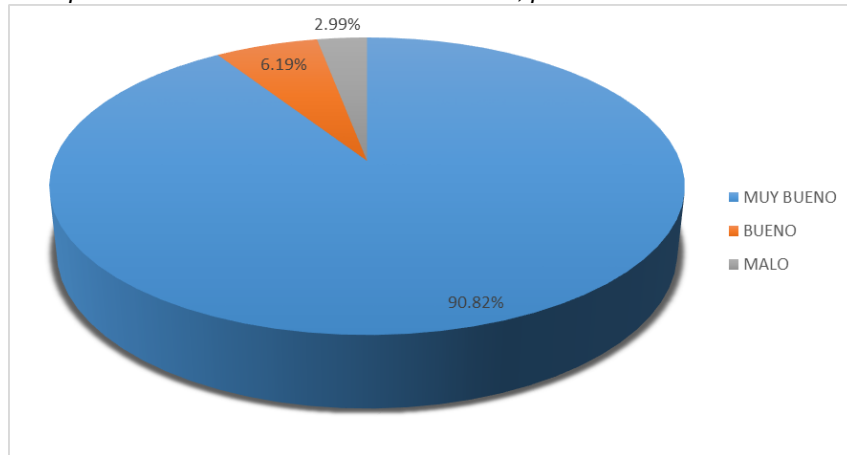
Fuente. Autor

Se determinó que el barrio el Jordán presenta para este tipo de infraestructura un 52.5% en estado malo, describiendo una condición crítica si se considera la aportación que tiene el mismo sobre la red del sector, mientras que en los barrios Hunza y Castillo de Oriente se tiene un estado bueno para el 100%.

#### 4.4.3 Pavimento Articulado

En la figura 33, se muestran la distribución porcentual de los estados identificados en la red vial para el pavimento articulado.

Figura 33. Distribución porcentual del estado de la infraestructura, pavimento articulado.

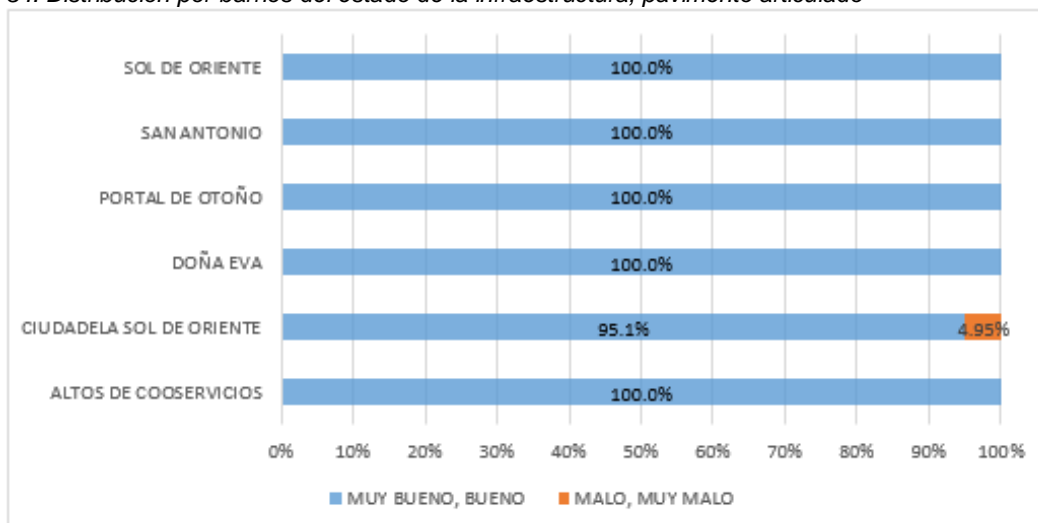


Fuente. Autor

De forma general, esta infraestructura exhibe un estado muy bueno con poco más del 90% por ciento de la longitud en esta clasificación, valor que es explicado por la funcionalidad que expresan los segmentos viales al observarse una utilización residencial, configurando bajos volúmenes de tránsito e incluso llegando a ser solo de uso peatonal.

A nivel de barrio y resumiendo la clasificación de los cinco estados definidos en tres, en la Figura 34 se presenta la distribución para el estado de la infraestructura en pavimento articulado

Figura 34. Distribución por barrios del estado de la infraestructura, pavimento articulado



Fuente. Autor

De allí, para todos los barrios se obtuvo un estado bueno reflejando más del 95% de su infraestructura esta condición, requiriendo acciones de rehabilitación solo en el barrio Ciudadela Sol de Oriente.

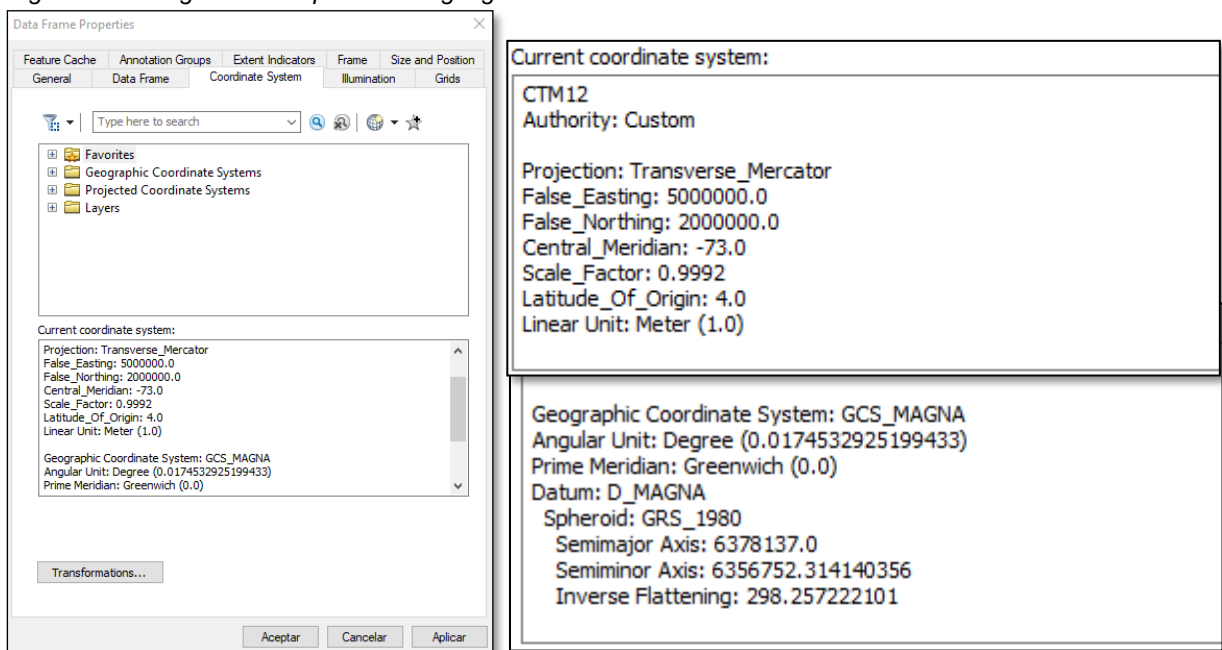
#### 4.5 CARACTERIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS, OBJETO DE GENERAR UNA BASE DE DATOS VISUALIZABLE Y DE RECURRENTE ACTUALIZACIÓN.

Objeto de generar una base de datos visualizable y de frecuente actualización, se empleó una herramienta computacional como son los SIG, siendo que a través de estos es posible asociar la información recolectada en campo con entidades definidas geográficamente en un marco de referencia.

El sistema de información geográfico ejecutado mediante el software ArcMap de la compañía ESRI, fue el empleado para procesar la información debido a su amplia difusión además de que en la resolución 412 de 2020, se establece la entrega de información en formato Shapefile (SHP) mismo que emplea dicho software.

Así y de acuerdo con las resoluciones 068 de 2005 y la 471 de 2020 del IGAC, se configuró el sistema de información geográfica (Data Frame) con las condiciones normativas vigentes, ver Figura 35.

Figura 35. Configuración de parámetros geográficos



Fuente: Autor a partir del software ArcMap

Luego, a partir de la ortofoto y con la herramienta “Editor > Create Features” se establecieron los 638 segmentos viales, considerando como límites de división la intersección entre vías y definiendo estos como equivalentes a las unidades o secciones señaladas en las metodologías de inspección. A su vez, se decidió emplear “shape” de tipo polígono para caracterizar la infraestructura con la idea de incluir el atributo área y de representar de forma más verídica la misma.



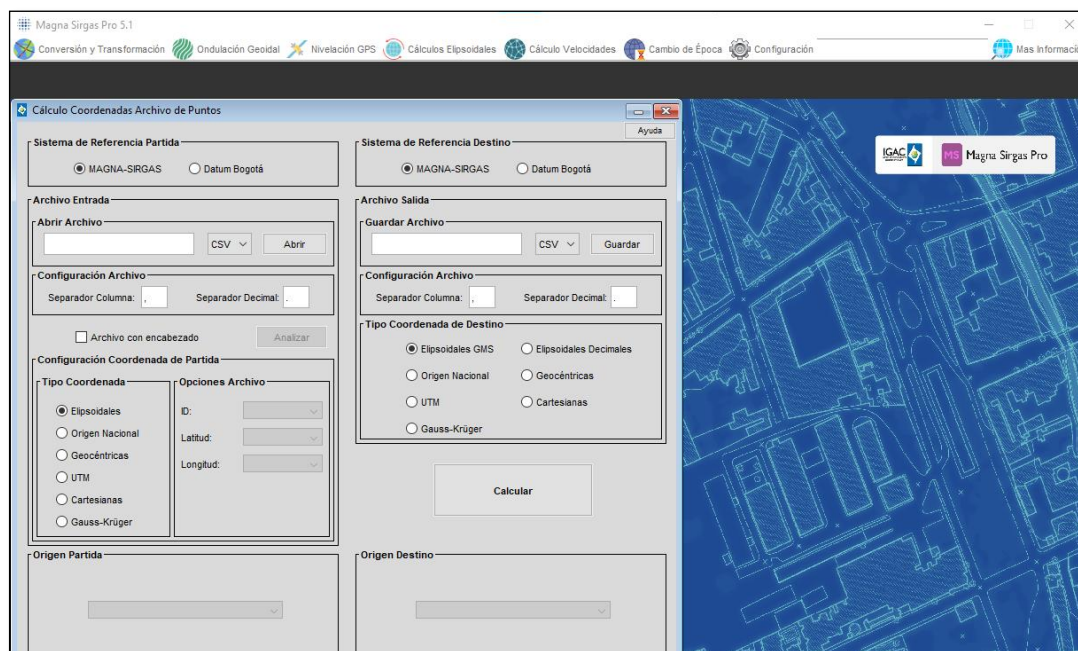
Si bien, las metodologías de inspección visual fueron definidas principalmente para la evaluación de tramos continuos requiriendo ciertas consideraciones para adaptarlas a la red urbana, no es admisible no cumplir con lo señalado en la resolución del Ministerio de transporte recomendando por lo tanto, el ajuste de los productos a generar, a fin de cumplir con la normativa vigente.

De igual manera, se estableció la representación de la infraestructura asociada al espacio público, refiriendo los 1103 elementos, los cuales, se dividen en las cinco clases descritas y asimismo se conformaron mediante shape de tipo polígono

Luego, a partir de la información procedente del trabajo de campo y con los elementos definidos en el SIG, se generó la base de datos con características gráficas, para la red vial y para la infraestructura asociada al espacio público, permitiendo relacionar la información recolectada con su ubicación geográfica en la ciudad. La importación de los datos al sistema de información geográfico para este tipo de infraestructuras, se ejecutó relacionando el código numérico único de identificación (PK) de los elementos, el cual fue registrado en las encuestas para tal fin.

Por su parte para la señalización vial, una vez terminado el registro de los elementos existentes con la correspondiente verificación de los datos, se requirió el procesamiento de las coordenadas procedentes del aplicativo debido a que estas son expresadas en términos geográficos (latitud, Longitud) o elipsoidales, y de acuerdo con la resolución 471 de 2020 del instituto geográfico Agustín Codazzi donde se reglamenta la implementación de un único origen nacional, es deber por parte de las entidades territoriales cuando se genera información geográfica o se realicen documentos legales o técnicos con base en coordenadas, adoptar dicho marco en pro de favorecer la integración e interoperabilidad de la misma, por lo anterior, se empleó el modulo “Conversión y Transformación” del software Magnas Sirgas Pro 5.1, obteniendo las coordenadas para cada uno de los registros en el origen nacional señalado por la normativa, ver Figura 36.

Figura 36. Procesamiento coordenadas

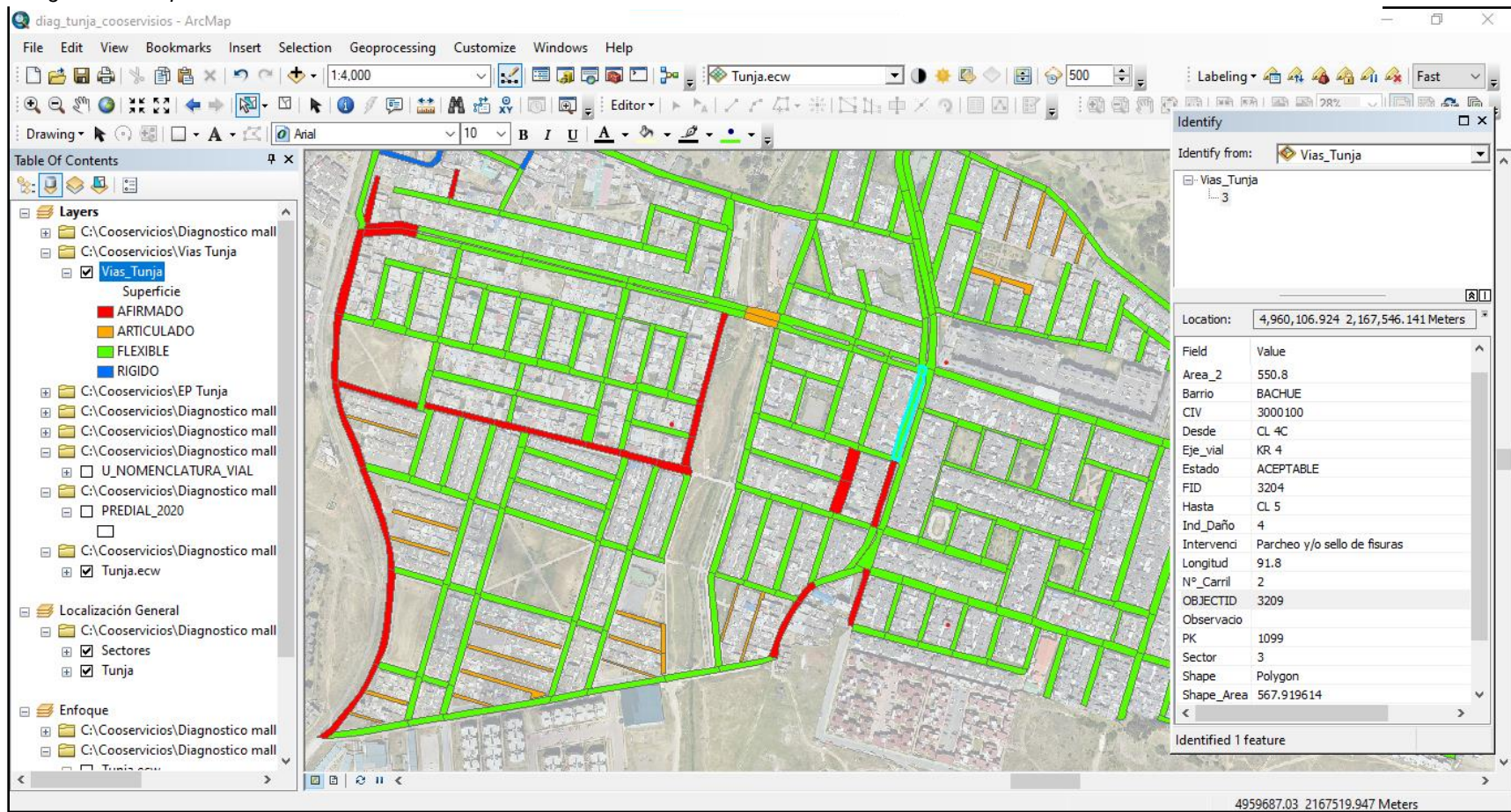


Fuente. Autor, a partir del software Magnas Sirgas Pro 5.0

Con la información ajustada a lo señalado, se realizó la importación de los datos en el SIG, siendo representados a través de un shape de tipo punto dada su procedencia a partir de coordenadas, luego, se referenciaron los atributos definidos por la entidad e indicados en la “GUÍA PARA LA CONFORMACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE INVENTARIOS DE SEÑALIZACIÓN VIAL”.

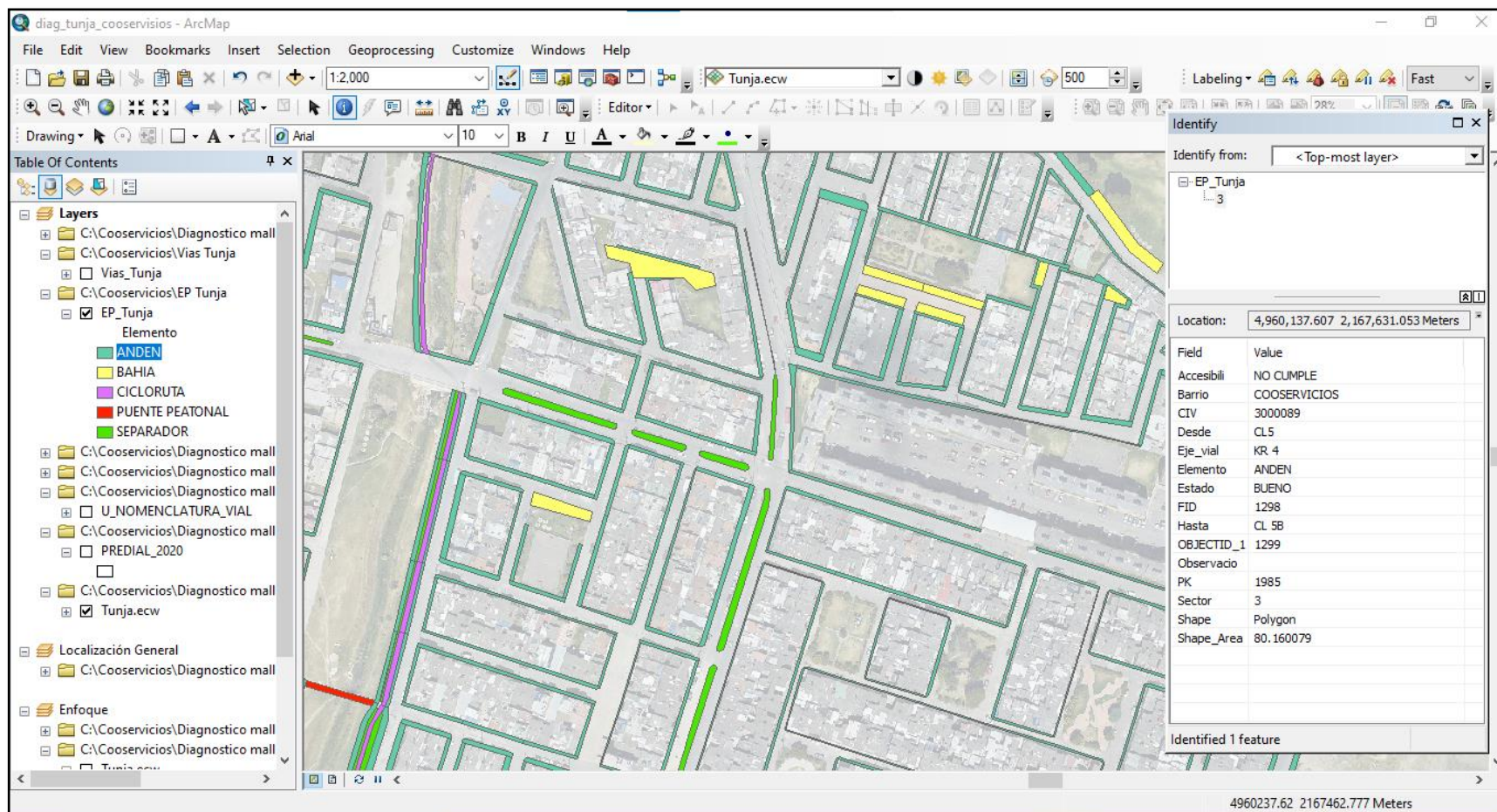
Debido a la vinculación adquirida con la Alcaldía Mayor de Tunja, la información recolectada, reportada y los productos resultados de la misma son propiedad de la entidad, por lo cual como sustento de la actividad se presenta tres capturas del trabajo realizado en el Sistema de Información Geográfica, caracterizando cada una de las temáticas descritas. En la figura 37, se expone parte del shapefile de la red vial describiendo una clasificación según el tipo de superficie y se señalan los valores para los atributos del segmento con eje vial Kr 4 desde la CI 4C hasta la CI 5 a través de la herramienta “identify, por su parte en la figura 38, se expone parte del shapefile alusivo al espacio público donde se presenta la clasificación según el tipo de elemento y se describe uno de ellos., por último en la figura 39, se evidencia la localización de la señalización existente en el sector y se muestran los atributos de la señal asociada al código de identificación vial (CIV) 3000249.

Figura 37. Shapefile red vial sector 3



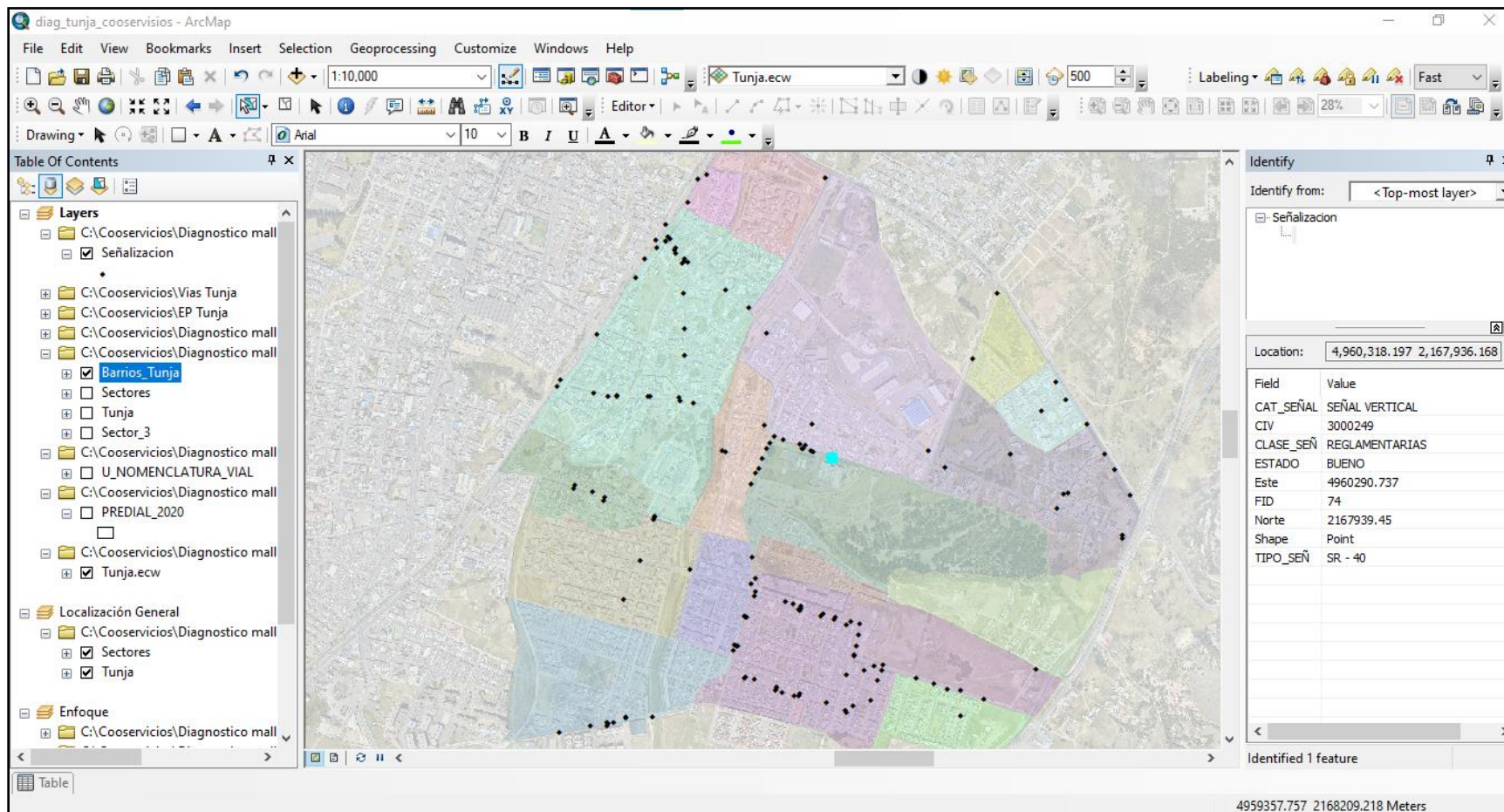
Fuente. Autor, a partir de información reportada en la plataforma ArcgisSurvey123

Figura 38. Shapefile elementos espacio público, sector 3



Fuente. Autor, a partir de información reportada en la plataforma ArcgisSurvey123

Figura 39. Shapefile señalización, sector 3



Fuente. Autor, a partir de información reportada en la plataforma ArcgisSurvey123

Con la implementación del sistema de información geográfico no solo se obtuvo la visualización de la información recolectada, sino que se configura un sistema que permite relacionar información sobre varios tipos de infraestructura de la ciudad permitiendo la toma de decisiones, ejemplo de ello, son los tramos priorizados en el proyecto de mejoramiento de la malla vial para el sector tres, de forma específica y a partir de los resultados obtenidos en el barrio Ciudadela Sol de Oriente pues, partiendo de la información establecida en la inspección y evaluación de los segmentos viales y relacionando la misma con un shapefile sobre el sistema de alcantarillado en donde se expone características como dimensión o material de la tubería, se caracterizó la viabilidad, bajo la supervisión de los profesionales del área, de las intervenciones sobre la red vial teniendo en cuenta que no se requieren obras de renovación a corto plazo del sistema de alcantarillado que subyace a esta.

En la Figura 40, se evidencia las intervenciones que viene adelantando la Alcaldía Mayor de Tunja en el segmento vial con eje la carrera 4<sup>ta</sup>C, desde la diagonal 3<sup>a</sup> hasta la calle 4<sup>ta</sup> barrio Ciudadela Sol de Oriente.

*Figura 40. Intervención red vial, sector 3*



Fuente. Tomado de <https://www.facebook.com/photo/?fbid=426588436311919&set=pcb.426588706311892>, Alcaldía Mayor de Tunja.

## 5 CONCLUSIONES

Con la consulta de documentación de carácter normativo y/o técnico sobre inventarios viales y aspectos relacionados a los mismos, se participó en la definición de conceptos, procesos y metodologías seguidas, en los proyectos en los cuales se enfocó la presente práctica con proyección empresarial o social desarrollada en Alcaldía Mayor de Tunja.

Se apoyó la labor de recolección y registro de datos de campo sobre, la red vial, elementos inherentes al espacio público y, señalización vial, configurando una base de datos actualizada de los componentes del sistema de transporte para sector 3 de la ciudad. Objeto de caracterizar el mismo, se describieron estadísticas a partir de la información reportada y se refirieron índices de densidad, motivo de generar criterios comparativos a nivel territorial.

Así, se evidenció que la red vial del sector tres tiene una extensión de 36,2 kilómetros, siendo el barrio El Jordán el que tiene mayor aportación a la misma con un 14%, por su parte, la infraestructura con superficie en pavimento asfáltico reviste el mayor peso en la red con un 78% por ciento, teniendo como máximo exponente el barrio Cooservicios con cerca del 12% de este. También, se estableció la fuerte presencia de vías en afirmado alcanzando una proporción respecto a la red del 13%, valor considerable y de interés para enfocar proyectos que mejoren la movilidad y bienestar de los habitantes del sector.

En relación con los elementos de espacio público, se reportó de forma generalizada una condición aceptable a buena denotando también, una clara deficiencia en la accesibilidad no superando en ningún elemento el 40%, valor relevante teniendo en mente la visión plasmada por la Alcaldía mayor de Tunja.

Por otra parte durante el inventario de la red vial, se apoyó la inspección técnica visual de los segmentos que componen esta bajo las metodologías descritas, encontrando que la mayor parte de los deterioros obedecen a la falta de actividades de mantenimiento, repercutiendo en la progresión de los mismos y en el estado de la infraestructura. Lo anterior se sustenta a que se determinó que los deterioros de tipo bacheo y grietas piel de cocodrilo son los daños más representativos para los pavimentos asfálticos, mientras que a su vez, la presencia de material vegetal sobre la calzada y la pérdida de arena son para los pavimentos articulados.

Con la idea de formular indicadores que sirvan como criterio para la priorización de recursos, se estableció un índice general, para cada tipo de pavimento, el cual describe el estado de la infraestructura asociada al sector como para cada uno de los barrios que conforman este, obteniendo para el primero valores de 3, 4 y 1 para los pavimentos flexibles, rígido y articulado respectivamente. De acuerdo con lo anterior, se encontró que la red vial del sector tres reviste de forma general un estado bueno con un 57% de la infraestructura en esta condición o mejor.

Mediante el manejo del sistema de información geográfico, se logró la vinculación de la información reportada en campo con entidades localizadas en un marco de referencia de coordenadas reglamentado para Colombia, permitiendo generar una base de datos con una expresión gráfica y de fácil actualización.

## 6 RECOMENDACIONES

Aunque, la implementación de nuevas tecnologías para la inspección y evaluación de la infraestructura permite la optimización de tiempo y recursos, es necesario considerar el desarrollo seguido en estos procesos, ya que durante el tiempo de la práctica, se evidenció la omisión de parámetros y la aceptación de consideraciones que no contribuyen en la obtención de resultados con un carácter completamente técnico.

Para realizar la toma de información es necesario contar con el equipamiento mínimo establecido, esto con objeto de garantizar mediciones confiables y reales que permitan a su vez, la obtención de resultados veraces, más aún si se desea obtener estos de manera objetiva evitando la subjetividad de parámetros por parte de quien realiza la evaluación.

Dado que la resolución 412 de 2020 de carácter normativo, establece las condiciones para el reporte de la información de las vías a cargo de las diferentes entidades, y aunque la representación de la infraestructura por medio de shape tipo polígono permite obtener la característica geométrica de área, se recomienda generar de nueva cuenta en el SIG, el reporte de la información siguiendo de manera más ceñida los parámetros y condiciones establecidas en la resolución, objeto de que los resultados obtenidos tengan la aceptabilidad requerida por el Ministerio de Transporte - SINC.

Continuar de forma regular y mediante el aporte de nuevos parámetros, el inventario de los componentes del sistema de transporte en especial de la red vial, tanto para el sector como para la totalidad de la ciudad, permitiendo una definición más ajustada de las condiciones actuantes sobre la infraestructura y la utilización de herramientas avanzadas como modelos de simulación.

Aun con lo descrito, el trabajo realizado tiene gran valor ya que permitió caracterizar y contar con información actualizada, más o menos aproximada, de los componentes del sistema de transporte para el sector tres, aportando también al crecimiento personal y profesional del pasante, por lo cual, se sugiere seguir brindado este tipo de espacios objeto de generar una transición de la academia a la vida profesional, reflejando de esta manera beneficios para ambas partes.



## BIBLIOGRAFÍA

(N.d.). Org.Co. Retrieved November 1, 2022, from [https://sinchi.org.co/files/Base%20de%20Datos%20Inirida/PDF/18\\_Densidad%20vial.pdf](https://sinchi.org.co/files/Base%20de%20Datos%20Inirida/PDF/18_Densidad%20vial.pdf)

VÁSQUEZ VARELA, Luis Ricardo. Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Ingepav. Manizales, febrero de 2002. p. 4.)

(What is GIS? (s/f). Esri.com. Recuperado el 3 de octubre de 2022, de <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>)

¿Qué es un shapefile?—ArcMap. (s/f). Arcgis.com. Recuperado el 3 de octubre de 2022, de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm>

Codazzi-IGAC, I. G. A. (n.d.). Diccionario Geográfico de Colombia. Gov.co. Retrieved October 15, 2022, from [https://diccionario.igac.gov.co/?\\_termino=480594](https://diccionario.igac.gov.co/?_termino=480594)

Dallos Alarcón, José Rodrigo. Sistemas de Gestión de Infraestructura vial. Guías de clase curso Conservación y Mantenimiento Vial. Escuela de Ingeniería de Transporte y Vías Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, 2020.

De, S., & Innovación, E. E. (n.d.). MANUAL DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS VOLUMEN 1 REPÚBLICA DE COLOMBIA MINISTERIO DE TRANSPORTE INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS DIRECCIÓN TÉCNICA. Gov.Co. Retrieved October 29, 2022, from <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/7713-manual-de-mantenimiento-de-carreteras-2016-v1/file>

González, J. R. Q. (2011). Inventarios viales y categorización de la red vial en estudios de Ingeniería de Tránsito y Transporte. <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/download/1413/1408>.

GUIA PRÁCTICA DE LA MOVILIDAD PEATONAL URBANA. (n.d.). Pactodeproductividad.com. Retrieved October 29, 2022, from <http://www.pactodeproductividad.com/pdf/guiageneralsobreaccesibilidad.pdf>

Interadministrativo, C. (n.d.). ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS. Gov.Co. Retrieved November 1, 2022, from <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/974-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles/file>

Ley 1228 de 2008 - Gestor Normativo. (s/f). Gov.co. Recuperado el 3 de octubre de 2022, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=31436>

Luís, A., Rodríguez Bacca, G., Zamir, R., Ávila, C., Luis, J., Franco, M., Magnolia, M., Camargo, B., & Pimentel Gómez, S. M. (n.d.). *EQUIPO DE GOBIERNO MUNICIPAL*. Gov.Co. Retrieved November 1, 2022, from [https://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldiatunja/content/files/001325/66230\\_2\\_dimension\\_economica.pdf](https://alcaldiatunja.micolombiadigital.gov.co/sites/alcaldiatunja/content/files/001325/66230_2_dimension_economica.pdf)

MAGNA-SIRGAS. (n.d.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Retrieved October 29, 2022, from <https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/magna-sirgas>

Nacional, A., & Vial, S. (n.d.). GUÍA PARA LA CONFORMACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE INVENTARIOS DE SEÑALIZACIÓN VIAL. Gov.Co. Retrieved October 29, 2022, from <https://ansv.gov.co/sites/default/files/Gui%CC%81a%20para%20la%20conformacio%CC%81n%20y%20actualizacio%CC%81n%20de%20inventarios%20de%20sen%CC%83alizacio%CC%81n%20vial%202021-08-03%20%282%29.pdf>

Parra Hernandez, J. (n.d.). PROCEDIMIENTO ESTRATÉGICO PARA LA DETECCIÓN DE DAÑOS EN PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ MEDIANTE LAS METODOLOGÍAS VIZIR Y PCI. Edu.Co. Retrieved October 4, 2022, from <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4853/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>,

Sitio SINC Mintransporte. (n.d.). Arcgis.com. Retrieved October 29, 2022, from <https://sitio-sinc-mintransporte-1-1-mintransporte.hub.arcgis.com/documents/resoluci%C3%B3n-412-de-2020-inventarios-viales/explore>

View of Patología de pavimentos articulados. (n.d.). Edu.Co. Retrieved October 5, 2022, from <https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/190/177>.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1.** *Acta de visita inspección visual cl 8, entre kr 1 y 2e (Documento PDF).*

**ANEXO 2.** *Acta de visita inspección visual kr 1, entre cl 12 y 13 (Documento PDF).*

**ANEXO 3.** *Mapa evaluación red vial sector 3 (Documento PDF).*

**ANEXO 4.** *Mapa elementos espacio público (Documento PDF).*

**ANEXO 5.** *Mapa señalización vial (Documento PDF).*