

ACTUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA, CATASTRAL Y VIAL DEL SECTOR 8 DE  
TUNJA UTILIZANDO INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA.

CARLOS HUMBERTO ESPITIA SANDOVAL

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE TRANSPORTE Y VIAS

TUNJA

2018

ACTUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA, CATASTRAL Y VIAL DEL SECTOR 8 DE  
TUNJA UTILIZANDO INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA.

CARLOS HUMBERTO ESPITIA SANDOVAL

Proyecto de grado en modalidad de “Practica con Proyección Empresarial” para  
optar el título de Ingeniero de Transporte y Vías

Director:

NORYS HAIDY PEÑA RAMÍREZ

Ingeniero Civil

Magister en Tránsito y Transporte

Codirector:

GLORIA ESPERANZA CATÓLICO GONZÁLEZ

Arquitecta

Magister en ordenamiento urbano regional

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE TRANSPORTE Y VIAS

TUNJA

2018

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Firma Director del proyecto

---

Firma Codirector del proyecto

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Tunja, Octubre de 2018

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 reproducción indicando necesariamente su origen”

*Quiero dedicar este trabajo como muestra de agradecimiento, primero a Dios por permitirme llegar hasta aquí, a mis padres Blanca y Gerardo por su esfuerzo, su confianza y apoyo incondicional.*

*A mis hermanos Yuri, Jairo y Deisy por darme una voz de aliento en los momentos difíciles y creer siempre en mí, así como a toda mi familia por brindarme su apoyo y compañía durante este largo camino, sin ustedes no habría llegado hasta donde estoy.*

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos

A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, alma mater que me brindó los conocimientos para formarme como Ingeniero de Transporte y Vías.

A la escuela de Ingeniería de Transporte y Vías por abrirme sus puertas y permitirme hacer parte de esta maravillosa profesión.

A la ingeniera Norys Haidy Peña Ramírez, directora del proyecto, quien con su confianza, apoyo y dedicación hizo posible la culminación de este proyecto.

A la Alcaldía Mayor de Tunja, especialmente a los miembros de la oficina de planeación y a la codirectora Arquitecta Gloria Esperanza Católico por permitirme hacer parte de este proyecto.

Al grupo de pasantes con quienes se realizó este trabajo, por su dedicación y compromiso para que este proyecto llegara a buen término

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron durante el desarrollo de este proyecto.

## RESUMEN

Con el fin de conocer detalladamente el estado en el que se encuentra la infraestructura vial existente en el país, el Ministerio de Transporte por medio de la ley 1228 de 2008 crea el SINC (Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras), al cual cada municipio está en la obligación de reportar la información que permita conformar un inventario nacional de carreteras.

El presente proyecto, se realizó con el objetivo de conocer las características del estado actual en el que se encuentra la malla vial en la ciudad de Tunja, de manera más detallada en la zona nor-oriental, brindando asistencia técnica a la oficina asesora de planeación mediante la recolección de información georreferenciada de las vías urbanas, siguiendo los lineamientos establecidos y la metodología expuesta en la Resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte. Para la recolección de la información georreferenciada se utilizaron receptores GPS tales como: Mobile Mapper50, MobileMapper 10 y dos Tablet adquiridas por la Alcaldía. Además, un software SIG como ArcGIS para procesamiento y análisis de datos, y como programas suplementarios el MobileMapper Office y Excel. Se conformó un equipo de trabajo liderado por contratistas de la Oficina Asesora de Planeación.

Inicialmente se expone lo establecido en la resolución 1067 de 2015 y la normatividad adicional a tener en cuenta, la localización del proyecto y conceptos teóricos indispensables para el desarrollo del trabajo. Posteriormente se describe la metodología utilizada tanto para el trabajo en campo como para el trabajo de oficina y por último se muestran los resultados encontrados. Como agregado adicional se realiza la evaluación de la accidentalidad enfocado en los sectores 6,7,8,9,10 de la ciudad de Tunja y se trabaja con información de una base de datos de accidentalidad de los años 2015 a 2017 en formato SHAPEFILE, datos suministrados por la Secretaria de Tránsito y Transporte de Tunja entregada por medio de la Oficina Asesora de Planeación para el objetivo de la presente pasantía.

## ABSTRACT

In order to know in detail the state of the existing road infrastructure in the country, the Ministry of Transport through the law 1228 of 2008 creates the SINC (National Roads Information System), to which each municipality is obliged to report the information that allows the creation of a national road inventory.

The present project was made with the objective of know the characteristics of the actual state of the road infraestructura in Tunja's city, in a more detailed way in the north-eastern zone, providing technical assistance to the planning advisory office through the collection of geo-referenced information of urban roads, following established guidelines and the methodology exposed in Resolution 1067 of 2015 of the Ministry of Transport. For the collection of the georeferenced information, GPS receivers were used such as: Mobile Mapper 50, Mobile Mapper 10 and two tablets acquired by the Mayor's Office. Also, a GIS software as ArcGIS for the processing and analysis of data, and as supplementary programs the MobileMapper Office and Excel. A work team was formed, led by contractors of the Planning Advisory Office.

Initially, the established in the resolution 1067 of 2015 are exposed with the additional regulations to be taken into account, the location of the project and the theoretical concepts essential for the development of the work. Later, the methodology used for field work and office work is described and finally the results found are shown. As added value, was made the accident assessment focused on sectors 6,7,8,9,10 of Tunja's city and work is carried out with information from a database of accidents between the years 2015 to 2017 in SHAPE FILE format, data provided by the Transit and Transport Secretary of Tunja delivered through the Planning Advisory Office for the purpose of this work.



## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	18
1. ASPECTOS GENERALES .....	20
1.1 LOCALIZACIÓN .....	20
1.2 MARCO LEGAL .....	21
1.2.1 Ley 1228 de 2008 .....	21
1.2.2 Resolución 1067 de 2015 .....	22
1.2.3 Plan de Ordenamiento Territorial (POT).....	23
1.2.4 Decreto 241 de 2014 .....	24
1.3 MARCO REFERENCIAL.....	26
1.4 MARCO TEÓRICO.....	28
1.4.1 Sistema de Información Geográfica (SIG).....	28
1.4.2 Sistema de posicionamiento global (GPS).....	30
1.4.3 Sistemas Globales de Navegación por Satélite GNSS.....	31
1.4.4 Tecnología NTRIP (Networked Transport of RTCM vía Internet Protocol). .....	33
1.4.5 Receptores GNSS utilizados en el proyecto .....	34
1.4.6 Programas Auxiliares Empleados .....	35
2. METODOLOGÍA.....	36
2.1 FASE I: CAPACITACIÓN Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.....	37
2.2 FASE II. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO UTILIZANDO RECEPTORES GPS.....	39
2.2.1 Pruebas piloto.....	39
2.2.2 Elaboración del plan de trabajo y sectorización .....	40
2.2.3 Recolección de información en campo .....	40
2.2.4 Capa de Paramentos .....	42

2.3 FASE III. TRABAJO EN OFICINA Y PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	43
2.3.1 Pos proceso.....	43
2.3.2 Proyección de coordenadas.....	43
2.3.3 Calibración de ruta.....	43
2.3.4 Procesamiento de las capas .....	44
2.3.5 Capa de Paramentos. ....	44
2.4 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD EN LOS SECTORES 6-7-8-9-10 DE LA CIUDAD DE TUNJA.....	45
3. ESTRUCTURACIÓN DE LA BASE DE DATOS GEORREFERENCIADA.....	46
3.1 CAPA DE PARAMENTOS.....	48
4. RESULTADOS .....	50
4.1. SECCIÓN TRANSVERSAL.....	50
4.2. DAÑOS .....	53
4.2.1 Daños en Afirmado .....	54
4.2.2 Daños en Pavimento Flexible. ....	56
4.2.3 Daños en Pavimento Rígido .....	59
4.3. SEÑALIZACIÓN .....	61
4.3.1 Señalización Horizontal .....	61
4.3.2 Señalización Vertical.....	62
4.4. INTERSECCIONES .....	65
4.5. TIPO TERRENO .....	66
4.6. TRAMOVÍA .....	67
4.7. PUENTE .....	68
4.8. SEPARADOR.....	68
4.9 PARAMENTOS.....	69
5. ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD EN LOS SECTORES 6, 7, 8, 9 Y 10 DE LA CIUDAD DE TUNJA.....	71

5.1. SITIOS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD DENTRO DE LOS SECTORES 6-7-8-9-10 DE TUNJA .....	75
5.1.1 Avenida Norte con calle 43 .....	77
5.1.2. AV NORTE con CL 37. ....	79
5.1.3. AV NORTE con CL 48 .....	80
5.1.4. Av. Olímpica. ....	82
5.2. ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD CON BASE EN LAS CAPAS TRABAJADAS.....	84
5.2.1. Relación con la capa de Tramovía.....	85
5.2.2. Relación con la capa de Sección Transversal.....	86
5.2.3. Relación con la capa Tipo Terreno. ....	88
6. CONCLUSIONES .....	90
7. RECOMENDACIONES.....	94
8. BIBLIOGRAFÍA.....	95
ANEXOS.....	97

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Capas exigidas por el SINC.....	22
<b>Tabla 2.</b> Receptor Qpad X5 Hi-Target .....	34
<b>Tabla 3.</b> Mobile Mapper 50.....	34
<b>Tabla 4.</b> Mobile Mapper 10.....	35
<b>Tabla 5.</b> Información Secundaria.....	37
<b>Tabla 6.</b> Capacitaciones por parte de la alcaldía .....	38
<b>Tabla 7.</b> Capacitación por parte de Galileo Instruments S.A.S .....	39
<b>Tabla 8.</b> Capas GPS .....	41
<b>Tabla 9.</b> Capas exigidas en la Resolución 1067 de 2015 .....	46
<b>Tabla 10.</b> Capas requeridas por la Alcaldía Mayor de Tunja .....	47
<b>Tabla 11.</b> Características de la capa de Paramentos .....	48
<b>Tabla 12.</b> Componente alfanumérico de la capa de Paramentos.....	48
<b>Tabla 13.</b> Anchos de calzada encontrados en el sector 8 de Tunja .....	51
<b>Tabla 14.</b> Tipos de superficie sector 8 de Tunja .....	52
<b>Tabla 15.</b> Porcentaje de daños encontrados en el sector 8 de Tunja .....	54
<b>Tabla 16.</b> Daño Afirmado según la resolución 1067 de 2015.....	55
<b>Tabla 17.</b> Daño flexible según la resolución 1067 de 2015.....	56
<b>Tabla 18.</b> Daño rígido según resolución 1067 de 2015.....	59
<b>Tabla 19.</b> Señalización Horizontal de las vías del sector 8 de Tunja .....	61
<b>Tabla 20.</b> Caracterización general de paramentos encontrados en los barrios del sector 8.....	70
<b>Tabla 21.</b> Distribución porcentual por tipo de vía para cada sector.....	85
<b>Tabla 22.</b> Anchos de calzada encontrados en cada sector .....	86
<b>Tabla 23.</b> Relación entre ancho de calzada y % de accidentes para cada sector ..	87
<b>Tabla 24.</b> Distribución porcentual según el tipo terreno de cada sector .....	88

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización geográfica de la zona de estudio (sector 8) en la ciudad de Tunja .....	20
<b>Figura 2.</b> Tecnología NTRIP y red de antenas cors NTRIP .....	33
<b>Figura 3.</b> Metodología empleada.....	36
<b>Figura 4.</b> Anchos de calzada del sector 8 de Tunja.....	51
<b>Figura 5.</b> Distribución del tipo de superficie sector 8 de Tunja .....	53
<b>Figura 6.</b> Tipos de superficie de rodadura sector 8 de Tunja.....	53
<b>Figura 7.</b> Estado de las vías en afirmado en el sector 8 de Tunja .....	55
<b>Figura 8.</b> Tipos de daños en pavimento flexible del sector 8 de Tunja .....	57
<b>Figura 9.</b> Distribución tipos de daño en pavimento asfáltico en sector 8 de Tunja	58
<b>Figura 10.</b> Estado del pavimento flexible en el sector 8 de Tunja.....	58
<b>Figura 11.</b> Estado del pavimento Rígido en el sector 8 de Tunja.....	60
<b>Figura 12.</b> Estado general de daños en el sector 8 de Tunja .....	61
<b>Figura 13.</b> Tipos de señalización horizontal encontrada en el sector 8 de Tunja..	62
<b>Figura 14.</b> Señalización Vertical del sector 8 de Tunja.....	63
<b>Figura 15.</b> Señales Reglamentarias encontradas en el sector 8 de Tunja .....	63
<b>Figura 16.</b> Señales Preventivas encontradas en el sector 8 de Tunja .....	64
<b>Figura 17.</b> Señales Informativas encontradas en el sector 8 de Tunja .....	65
<b>Figura 18.</b> Tipos de intersecciones en el sector 8 de Tunja.....	66
<b>Figura 19.</b> Tipos de terreno del sector 8 de la ciudad de Tunja.....	67
<b>Figura 20.</b> Porcentaje de vías en el sector 8 de la ciudad de Tunja .....	67
<b>Figura 21.</b> Anchos de separador encontrados en el sector 8 de Tunja.....	68
<b>Figura 22.</b> Accidentalidad en los sectores 6-7-8-9-10 de la ciudad de Tunja.....	71
<b>Figura 23.</b> Distribución de accidentes por mes en los sectores 6-7-8-9-10 de Tunja .....	72

<b>Figura 24.</b> Distribución por género y edad de accidentes en los sectores 6-7-8-9-10 de Tunja.....	73
<b>Figura 25.</b> Gravedad de los accidentes en los sectores 6-7-8-9-10 de Tunja.....	74
<b>Figura 26.</b> Clases de accidentes encontrados en los sectores 6-7-8-9-10 de Tunja .....	74
<b>Figura 27.</b> Vehículos involucrados en accidentes en sectores 6-7-8-9-10 de Tunja .....	75
<b>Figura 28.</b> Sitios críticos de accidentalidad dentro de los sectores 6-7-8-9-10 de Tunja .....	76
<b>Figura 29.</b> Distribución anual de accidentes en los sitios críticos dentro de los sectores 6-7-8-9-10 de Tunja.....	77
<b>Figura 30.</b> Clases de accidentes en la Av. Norte con CL 43.....	78
<b>Figura 31.</b> Vehículos involucrados en accidentes en Av. Norte con CL 43 .....	79
<b>Figura 32.</b> Clases de accidentes en Av. Norte con CL 37 .....	79
<b>Figura 33.</b> Vehículos involucrados en accidentes en Av. Norte con CL 37 .....	80
<b>Figura 34.</b> Accidentes sobre la Av. Norte con CL 48 .....	81
<b>Figura 35.</b> Clases de vehículos involucrados en accidentes en Av. Norte con CL 48 .....	81
<b>Figura 36.</b> Clases de accidentes encontrados en la Av. Olímpica .....	83
<b>Figura 37.</b> Tipos de vehículos involucrados en accidentes sobre la Av. Olímpica .....	83
<b>Figura 38.</b> Porcentaje de accidentalidad para cada sector analizado .....	85
<b>Figura 39.</b> Distribución porcentual por longitud de vías para cada sector.....	86
<b>Figura 40.</b> Distribución porcentual de anchos de calzada para cada sector .....	88
<b>Figura 41.</b> Tipo de terreno encontrado en cada sector .....	89

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Mapa de anchos de calzada del sector 8 de Tunja.....	98
ANEXO B. Mapa de tipos de superficie de rodadura del sector 8 de Tunja.....	99
ANEXO C. Mapa de daños encontrados en el sector 8 de Tunja.....	100
ANEXO D. Mapa de señalización del sector 8 de Tunja.....	101
ANEXO E. Mapa de Intersecciones del sector 8 de Tunja.....	102
ANEXO F. Mapa de Tipo de terreno del sector 8 de Tunja.....	103
ANEXO G. Mapa de Tramovía del sector 8 de Tunja.....	104
ANEXO H. Mapa de Puente y Separador encontrados en el sector 8 de Tunja.....	105
ANEXO I. Mapa de Paramentos del sector 8 de Tunja.....	106
ANEXO J. Mapa de los sitios críticos de accidentalidad dentro de los sectores 6-7-8-9-10 de Tunja.....	107
ANEXO K. Mapa de accidentes de tránsito ocurridos en cada sector.....	108
ANEXO L. Registro fotográfico de los sitios críticos analizados.....	CD
ANEXO M. Mapas de todas las capas en formato shapefile.....	CD
ANEXO N. Libro y Artículo.....	CD
ANEXO O. Resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte.....	CD

## GLOSARIO

**ARCGIS:** conjunto de programas que sirven como plataforma para la construcción de un Sistema de Información Geográfica completo.

**CARTOGRAFÍA:** la cartografía es la ciencia que se ocupa de la elaboración y el estudio de mapas territoriales y geográficos. El área de estudio es la superficie terrestre, la cual es representada a través de mapas, planos, cartas geográficas y el globo terráqueo. Los mapas son representaciones de la Tierra sobre un plano. Otra representación que contiene información sobre accidentes geográficos u obras como represas son las cartas geográficas. Otra clase de representación son los planos. Son lineales, de espacios pequeños como edificaciones o localidades. Informan sobre detalles particulares como jardines, plazas, parques y avenidas. La cartografía es el diseño y producción de mapas, ya sea por un individuo -un cartógrafo- o una institución. Por ejemplo, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi es la entidad encargada del diseño y producción de mapas en Colombia.

**CARTOGRAFÍA CATASTRAL:** su objetivo es conseguir una información cartográfica codificada, estructurada y dispuesta en soporte informático, conforme a un formato de recepción de datos adecuado para su integración directa en bases de datos cartográficas, para la gestión y utilización de acuerdo con las necesidades de los catastros inmobiliarios rústico y urbano. El tipo de cartografía catastral urbana es sobre suelo urbano que es aquel donde la edificación está consolidada. El tipo rústico se refiere a suelo no urbano, que comprende suelo urbanizable y suelo no urbanizable.

**CARTOGRAFÍA CATASTRAL URBANA:** este tipo de cartografía catastral se desarrolla sobre suelo urbano, que es aquel donde la edificación está consolidada. La ejecución de los documentos base que constituye el catastro urbano puede comprender entre otros trabajos la realización de planimetría general con



representación del suelo de naturaleza urbana. Dentro de esta cartografía se encuentra la información catastral, la información general de bases geográficas y elementos del mobiliario urbano.

**GEORREFERENCIACIÓN:** la georreferenciación es la técnica de posicionamiento espacial de una entidad en una localización geográfica única y bien definida en un sistema de coordenadas y datos específicos.

**INVENTARIO VIAL:** cuantía de cada una de las vías existentes teniendo en cuenta factores como estado de la vía, ubicación específica, características físicas y su estado en general.

**SHAPEFILE:** es un formato sencillo y no topológico que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas. Las entidades geográficas de un shapefile se pueden representar por medio de puntos, líneas o polígonos (áreas).

**SINC:** es el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras definido como un sistema público único nacional conformado por toda la información correspondiente a las carreteras a cargo de Nación, departamentos, municipios y distritos especiales.

**SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG):** herramienta para la adquisición, edición, almacenamiento, transformación, análisis, presentación y en general cualquier acción que se pueda realizar con la información georreferenciada.

**SISTEMA DE REFERENCIA:** parámetros que definen un sistema de coordenadas definidos por ejes referenciados.

## INTRODUCCIÓN

La importancia de contar con una infraestructura vial en óptimas condiciones radica en que éste es un aspecto fundamental para el desarrollo de cualquier país, ya que proporciona una ventaja competitiva frente al resto de países vecinos lo que se verá reflejado en el crecimiento y desarrollo socioeconómico. Es por esto, que las entidades gubernamentales a cargo, están en la obligación de garantizar la inversión y la adecuada administración de los recursos que permitan contar con una red vial en buen estado.

El presente trabajo contiene la recopilación de información georreferenciada en la zona nor-oriental de la ciudad de Tunja siguiendo lineamientos nacionales con destino a la actualización del POT. Dicha información fue recolectada y procesada de las vías existentes en el sector 8 de la ciudad de Tunja con el fin de estructurar una base de datos georreferenciada de la malla vial y de la cartografía catastral según lo requerido por la Oficina Asesora de Planeación de Tunja y utilizando la metodología establecida en la Resolución 1067 de 2015 del ministerio de Transporte, la cual exige capas como: Tramo vía, berma, sección transversal, separador, tipo terreno, puente, muro, intersección, sitio crítico de accidentalidad, señal horizontal, señal vertical, daño flexible, daño rígido, daño afirmado. Además de realizar los levantamientos detallados de dicha información utilizando receptores del Sistema de Posicionamiento Global en la zona nor-oriental del sector urbano de Tunja se incluyó la toma de datos de paramentos la cual es una capa adicional que no se encuentra estipulada en la resolución; lo anterior con el fin de reportar esta información al SINC del Ministerio de Transporte y a su vez actualizar las bases de datos de la Oficina Asesora de Planeación y entidades adjuntas que la requieran.

Adicionalmente, se realiza un análisis de la accidentalidad relacionando información multitemporal de los años 2015 a 2017 de una base de datos estructurada en un proyecto de pasantía de la UPTC con la secretaría de tránsito, de la accidentalidad en la zona norte hasta el centro de la ciudad de Tunja la cual abarca los sectores 6, 7, 8, 9 y 10 en función de la información recopilada de cada una de las capas la cual se obtuvo del trabajo conjunto del grupo de pasantes durante la ejecución del trabajo de campo en los sectores mencionados anteriormente.

Este trabajo fue realizado en apoyo a la Oficina Asesora de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja con el fin de obtener la información necesaria para la actualización y obtención de una base de datos incluyendo los lineamientos de la Metodología General para reportar la Información del SINC según lo estipulado en la Resolución 1067 de 2015. La georreferenciación de la zona nor-oriental (sector 8) se realizó de manera conjunta con otros proyectos los cuales se desarrollaron simultáneamente obteniendo así información de los sectores 2,5,6,7,8,9,10 permitiendo de esta manera georreferenciar la totalidad de las vías urbanas de Tunja, ya que en proyectos ejecutados en años anteriores se había trabajado en los tres sectores (1,3,4) restantes de la ciudad.

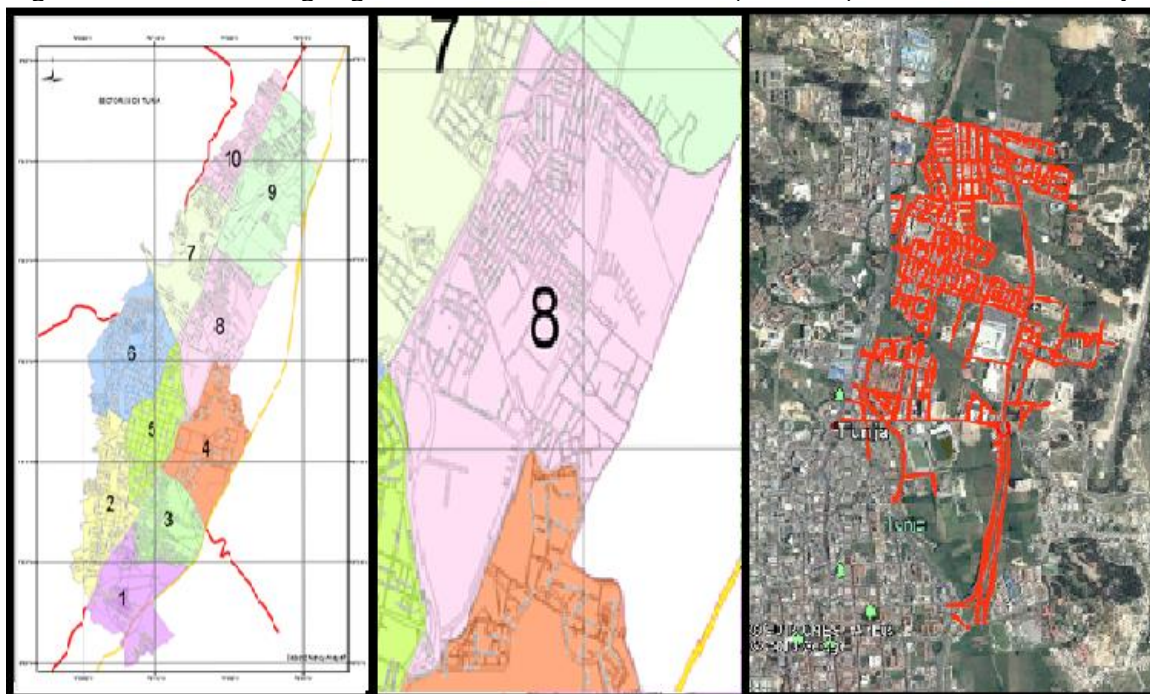
La totalidad de la información recolectada del sector nor-oriental de la ciudad de Tunja fue entregada en formato SHAPEFILE a la Oficina Asesora de Planeación, esto con el fin de estructurar la geodatabase que contenga la información del total de las vías de la ciudad, lo cual permitirá que dicha información, además de ser entregada al SINC sea usada posteriormente en diversos proyectos como la actualización del POT o el cambio de nomenclaturas en la ciudad.

# 1. ASPECTOS GENERALES

## 1.1 LOCALIZACIÓN

El área de estudio del proyecto es la ciudad de Tunja, capital del departamento de Boyacá, ubicada a 2782 msnm. Específicamente se georreferenciaron 34,3 km de vías correspondientes a la zona nor-oriental de la ciudad, enmarcados en el sector 8 de Tunja el cual se encuentra delimitado por la avenida oriental desde el sector del viaducto Juan Nepomuceno Niño, la avenida Norte hasta la calle 49, y aledaños a la avenida olímpica y la avenida universitaria, como se observa en la figura 1, que comprende los barrios Los Lanceros, Olímpica, Ciudadela COMFABOY, Pinar del Rio, Sauce de la Pradera, Rincón de la Pradera, Mesopotamia, La Esmeralda, Terrazas de Santa Inés, Remansos de Santa Inés, Quince de Mayo, José de las Flórez, Remansos de la Sabana, Lirio Real, y Las Quintas.

Figura 1. Localización geográfica de la zona de estudio (sector 8) en la ciudad de Tunja



Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por la alcaldía de Tunja.

## 1.2 MARCO LEGAL

**1.2.1 Ley 1228 de 2008.** De acuerdo a lo estipulado en la ley 1228 de 2008 en su artículo 10 determina que:

*“Artículo 10. Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras. Créase el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras "SINC" como un sistema público de información único nacional conformado por toda la información correspondiente a las carreteras a cargo de la Nación, de los departamentos, los municipios y los distritos especiales y que conformarán el inventario nacional de carreteras. En este sistema se registrarán 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.”<sup>1</sup>*

Dentro del artículo 10 de la ley 1228 de 2008 se encuentran cuatro párrafos en los que se especifica que el SINC será administrado por el Ministerio de Transporte, y si bien la información será administrada por los municipios, distritos especiales, o departamentos el Ministerio será el encargado de evaluar la veracidad de la información reportada, en los distintos plazos establecidos según la categoría de las vías, el retraso en la entrega de información se considera una falta grave causal de sanción en los términos del Código Disciplinario Único y en cuanto el sistema empiece a funcionar será de obligatoria consulta para curadores y autoridades urbanísticas, empresas prestadoras de servicios públicos, ya que tendrá la información actualizada de todas las vías del país y es un insumo que contribuirá a una mejor toma de decisiones en cuanto a la red vial y las posibles intervenciones que se deben hacer.

---

<sup>1</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 1228 (16, julio, 2008). Artículo 10. Por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2008, No. 47.052.

**1.2.2 Resolución 1067 de 2015.** Mediante esta resolución se establece la Metodología General para Reportar la Información que conformará el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras SINC, con el fin de que las entidades obligadas a reportar dicha información tengan claro su diligenciamiento. La Metodología para reportar la información al SINC establece 18 capas que se deben entregar en formato ESRI Shapefile, Sistema de Referencia Espacial MAGNA\_SIRGAS según lo establecido en la Resolución 068 de 2005, la información debe ser de tipo tridimensional puesto que cada punto debe contar con latitud, longitud y altura, las unidades de latitud y longitud deben estar en grados sexagesimales, las alturas en metros sobre el nivel del mar y los datos transferidos al SINC deben ser de tipo multi-parte es decir una vía puede estar conformada por uno o varios segmentos de línea. En cuanto a la precisión cartográfica, debe ser menor o igual a 1 metro y solo debe existir un eje único de vía correspondiente al archivo 01\_TRAMOVIA, por lo que las demás capas tipo línea deben estar sobre éste eje.<sup>2</sup>

Las capas exigidas por el SINC y el tipo de geometría de cada una se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Capas exigidas por el SINC

Archivo	Tipo de Geometría
01_TRAMOVIA	LineString
02_BERMA	LineString
03_SECCIONTRANSVERSAL	LineString
04_SEPARADOR	LineString
05_TIPOTERRENO	LineString
06_PUENTE	LineString
07_MURO	LineString

<sup>2</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1067de 2015. Cap. 6. Especificaciones de la Información. Bogotá.

08_TUNEL	LineString
09_ESTACIONPESAJE	Point
10_INTERSECCION	Point
11_PEAJE	Point
12_SITIOCRITICOACCIDENTALIDAD	LineString
13_SITIOCRITICOINSETABILIDAD	LineString
14_SENALHORIZONTAL	LineString
15_SENALVERTICAL	Point
16_DANOFLEXIBLE	LineString
17_DANORIGIDO	LineString
18_DANOAFIRMADO	LineString

Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1067 de 2015.

**1.2.3 Plan de Ordenamiento Territorial (POT).** Según la ley 388 de 1997 en su artículo 9° se establece que:

El plan de ordenamiento territorial que los municipios y distritos deberán adoptar en aplicación de la presente ley, al cual se refiere el artículo 41 de la Ley 152 de 1994, es el instrumento básico para desarrollar el proceso de ordenamiento del territorio municipal. Se define como el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo. Los planes de ordenamiento del territorio se denominarán:

- a) Planes de ordenamiento territorial: elaborados y adoptados por las autoridades de los distritos y municipios con población superior a los 100.000 habitantes;
- b) Planes básicos de ordenamiento territorial: elaborados y adoptados por las autoridades de los municipios con población entre 30.000 y 100.000 habitantes;

c) Esquemas de ordenamiento territorial: elaborados y adoptados por las autoridades de los municipios con población inferior a los 30.000 habitantes.<sup>3</sup>

Para el caso de la ciudad de Tunja, el Plan de Ordenamiento Territorial está definido por el decreto 241 del 23 de septiembre de 2014, donde se compilan las disposiciones contenidas en los Acuerdos Municipales 0014 de 2001 correspondiente al Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Tunja, y 006 de 2014 que presenta la Modificación excepcional del Plan de Ordenamiento Territorial adoptado en el acuerdo 014 de 2001, debido a que el 31 de diciembre de 2015 se cumplió la vigencia del POT a largo plazo y por lo tanto se hizo necesaria su actualización.

**1.2.4 Decreto 241 de 2014.** Este decreto compila las disposiciones y normas de los acuerdos municipales 0014 de 2001 y 0016 de 2014, que conforman el plan de ordenamiento territorial de Tunja. Dentro del presente decreto, en su título III, capítulo dos, hace referencia a los sistemas generales en los que se encuentra soportada la estructura urbana. Uno de ellos es el sistema de movilidad, el cual se encuentra descrito en el artículo 50° así:

- **Sistema de movilidad:** Está conformado por el subsistema vial que se refiere la infraestructura vial y a su concepción sistémica, recogiendo las características de la ciudad construida y los parámetros de diseño establecidos para los tratamientos de desarrollo, renovación urbana y obras complementarias y el subsistema de transporte que está relacionado con la infraestructura de soporte

---

<sup>3</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 388 (julio 18, 1997). Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones. Artículo 9. PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1997.



del transporte motorizado y con las indicaciones funcionales en el uso de las vías por parte de los medios de transporte colectivo público y privado.<sup>4</sup>

A su vez, describe aspectos como la malla vial regional, arterial (urbana), local, red de movilidad no motorizada y nodos espaciales como se muestra a continuación.<sup>5</sup>

- **Malla vial regional:** Incluye las carreteras nacionales o regionales, las carreteras intermunicipales de tránsito reducido o complementario y los caminos veredales del Municipio. Se estructura por la doble calzada Bogotá – Sogamoso (ruta 55), la carretera central del norte (ruta nacional 62) y las demás carreteras intermunicipales.
- **Malla vial arterial (urbana):** incluye las principales vías de la ciudad, las antiguas carreteras, las avenidas y las vías de conexión urbana, conectando los diversos sectores de la ciudad y la malla vial regional.
- **Malla vial local:** incluye las calles de acceso y circulación de escala local con las cuales se generan los trazados urbanos de toda la ciudad. Se conectan de manera directa, a las mallas viales regionales y arteriales.
- **Red de movilidad no motorizada:** corresponde a las ciclo rutas y senderos peatonales de la ciudad, se contempla en el sistema de espacio público construido.
- **Nodos espaciales:** se refiere a las glorietas e intersecciones viales a desnivel. Son elementos que articulan el funcionamiento vial y soportan su imagen como referente urbano.

---

<sup>4</sup> MUNICIPIO DE TUNJA. Decreto 241 de 2014. Título III Componente Urbano. Capítulo 2. Sistemas Generales. Artículo 50

<sup>5</sup> MUNICIPIO DE TUNJA. Decreto 241 de 2014. Título III Componente Urbano. Capítulo 2. Sistemas Generales. Artículos 52 – 56.

### 1.3 MARCO REFERENCIAL

Como premisa en el año 2010 se realiza un convenio entre la alcaldía mayor de Tunja y la UPTC, en la cual se realiza un estudio de las características de la movilidad, realizando encuesta en cuanto a la situación del transporte terrestre en la ciudad.

En cuanto a la Caracterización de la movilidad de residentes de la ciudad, se hace un trabajo netamente descriptivo de la situación existente, tomando como fuente los resultados de las encuestas domiciliarias realizadas entre mayo y agosto del 2012 (en el marco del presente convenio interinstitucional) y cuyo objeto fue el de ofrecer una caracterización de cada uno de los sistemas de transporte, de los usuarios, del entorno urbano y de las características de los viajes que se realizan en un día laboral (general y para cada Macro Zona – MZ). También se revisan las externalidades producidas por el funcionamiento de los sistemas de transporte, tales como accidentalidad y contaminación ambiental. <sup>6</sup>

Actualmente la Alcaldía de Tunja no cuenta con una base de datos actualizada de su malla vial, sin embargo como antecedente a este proyecto, se ha realizado la geo-referenciación del inventario de vías rurales o vías terciarias y de los sectores urbanos 1,3 y 4 de las principales vías del casco urbano y rural de la ciudad, bajo los lineamientos expuestos en la resolución 1067 de 2015.

Inicialmente en el año 2016 el inventario de vías rurales es realizado por (BUIRAGO, Sandra, 2017) y (SANCHEZ, Daniel, 2017) donde el objetivo principal fue la recolección y procesamiento de información a reportar al Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras (SINC), utilizando la metodología señalada por el Ministerio de Transporte en la resolución 1067 de 2015. Estos dos proyectos

---

<sup>6</sup> Estudio de Movilidad de Tunja Convenio Interadministrativo 010 de 2012 Alcaldía Mayor de Tunja - UPTC

constituyen un insumo muy importante para el desarrollo del presente trabajo puesto que es la continuación de los mismos pero aplicado a vías urbanas, por lo que se trabaja con la metodología de la resolución 1067 de 2015, y se utilizan algunas herramientas de ArcGIS descritas por los autores como lo es la calibración de rutas y la segmentación dinámica que facilitan el procesamiento de la información en el Software.

Cabe resaltar que el presente trabajo solo se enfoca en la zona nor-oriental (Sector 8) de Tunja debido a que hace parte de otros nueve sectores que en su totalidad abarcan toda la zona urbana de la ciudad, siendo el objetivo de la Oficina de Planeación.

Posteriormente a finales del año 2017, la oficina de planeación inicio la georreferenciación de la parte sur baja que corresponde a los sectores 1, 3 y 4 de la ciudad, en los cuales se generaron tres proyectos realizados por ( ESPITIA, Guillermo, 2018), (RINCON, Angélica, 2018) y (HUERTAS, Tatiana, 2018) donde el objetivo principal fue iniciar la actualización catastral e inventario vial de la zona urbana para reportar al SINC utilizando la metodología señalada por el ministerio de transporte en la resolución 1067 de 2015. No cabe duda que estos tres documentos son la base del presente documento, sin embargo con enfoques diferentes los cuales buscaban analizar los usos del suelo y accidentalidad en menor proporción.

Finalmente, en cuanto al análisis de accidentalidad siempre es necesario tener una base comparativa en cuanto a información, lo cual fue encontrado en el proyecto “Estructuración de un mapa de riesgo de accidentes de tránsito en Tunja mediante SIG” (SANCHEZ AMADO, John Henry, 2018). El cual fue el resultado de un trabajo de pasantía donde se observa la conformación de una base de datos para la secretaría de tránsito y el análisis de accidentalidad de los años 2015, 2016, 2017 mediante sistemas de información geográfica (SIG), donde se establecieron unos sitios críticos que permitieron generar mapas de zonas de alto riesgo de accidentalidad.

## 1.4 MARCO TEÓRICO

**1.4.1 Sistema de Información Geográfica (SIG).** Es un conjunto de herramientas que relaciona diferentes componentes para organizar, integrar, almacenar, manipular y analizar grandes cantidades de datos espaciales facilitando a los usuarios la creación de consultas interactivas para examinar la información, editar datos, mapas y presentar resultados de todas estas operaciones.<sup>7</sup> El objetivo de SIG consiste en crear, compartir y aplicar útiles productos de información basada en mapas que respaldan el trabajo de las organizaciones, así como crear y administrar la información geográfica pertinente.<sup>8</sup>

Los componentes de un SIG son los siguientes:<sup>9</sup>

- **Tecnología:** Los SIG's corren en un amplio rango de tipos de computadores, desde equipos centralizados, hasta configuraciones individuales o de red, una organización requiere de hardware (equipo) suficientemente específico para cumplir con las necesidades de aplicación, además de los programas o software, son necesarias herramientas y funcionalidades para almacenar, analizar y mostrar información geográfica.
- **Datos:** El componente más importante para un SIG es la información. Se requiere de buenos datos de soporte para que el SIG pueda resolver los problemas y contestar a preguntas de la forma más acertada posible.
- **Personal:** Las tecnologías SIG's, son de valor limitado sin los especialistas en manejar el sistema y desarrollar planes de implementación del mismo. Sin el personal experto en su desarrollo, la información se desactualiza y se maneja erróneamente, el hardware y el software no se manipula en todo su potencial.

---

<sup>7</sup> IDECA. Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital. Sistema de Información Geográfica. <https://www.ideca.gov.co/es/sistema-de-informacion-geografica>

<sup>8</sup> ESRI. ArcGIS Resources. Introducción a SIG. <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000t000000.htm>

<sup>9</sup> Mora, H. Módulo Geomática y Demografía. 2007. [ftp://ftp.ciat.cgiar.org/DAPA/planificacion/GEOMATICA/SIG/SIG\\_Modulo.pdf](ftp://ftp.ciat.cgiar.org/DAPA/planificacion/GEOMATICA/SIG/SIG_Modulo.pdf)

- **Procedimientos o Métodos:** Para que un SIG tenga una implementación exitosa, debe basarse en un buen diseño y reglas de actividad definidas, que son los modelos y practicas operativas exclusivas en cada organización.

Las funciones básicas de un SIG son: <sup>10</sup>

- **Análisis:** Para desarrollar el análisis espacial y álgebra de mapas con el fin de verificar hipótesis acerca de la distribución espacial de variables y objetos, se requiere en ocasiones la utilización de programas de análisis estadísticos externos a los programas de SIG, o la búsqueda de implementación de modelos ya formulados con el conocimiento de expertos o a través de búsqueda bibliográfica. A partir de los resultados se puede en algunos casos, generar nuevas capas de información.
- **Toma de decisiones:** Un punto más allá de sofisticación de un SIG, sería su utilización para resolver problemas de toma de decisiones en planificación física, ordenación territorial, estudios de impacto ambiental, etc.
- **Modelización:** Las aplicaciones más elaboradas de los SIG son aquellas con la integración de modelos matemáticos de procesos naturales, dinámicos y espacialmente distribuidos, con fines científicos, de planificación u ordenación.
- **Almacenamiento:** Para codificar y almacenar los diferentes fenómenos que aparecen en la superficie terrestre es necesario extraer los elementos esenciales y obviar aquellos no necesarios, desarrollando modelos adecuados para el manejo de la información.
- **Visualización:** Para realizar el análisis de la información es indispensable poder visualizarla de una manera clara, una de las formas prioritarias de presentación

---

<sup>10</sup> SARRIA, Francisco Alonso. Sistema de Información Geográfica. Capítulo 2. Numeral 2.3. Utilización de un Sistema de Información Geográfica. Pág. 41.

de datos es definiendo su proyección bidimensional mediante coordenadas cartesianas, aunque hoy en día existe un gran número de programas que se centran en la visualización de datos espaciales como complemento a los SIG.

- **Consultas:** Para la obtención de resultados es necesario realizar consultas sobre los datos y su distribución en el espacio, esto implica seleccionar el subconjunto de datos que se necesita, y presentarlo al usuario de forma útil, bien sea en tablas, gráficos o mapas. En un SIG las consultas se basan tanto en atributos temáticos como en propiedades espaciales las cuales pueden definirse mediante coordenadas o con ayuda de un mapa.

**1.4.2 Sistema de posicionamiento global (GPS).** Es un sistema de posicionamiento por satélites desarrollado por los Estados Unidos y que proporciona información de posicionamiento, navegación y cronometría, respecto de un sistema de referencia mundial. El GPS se compone de tres elementos: los satélites en órbita alrededor de la Tierra, las estaciones terrestres de seguimiento y control, y los receptores del GPS propiedad de los usuarios. Desde el espacio, los satélites del GPS transmiten señales que reciben e identifican los receptores del GPS; ellos, a su vez, proporcionan por separado sus coordenadas tridimensionales de latitud, longitud y altitud, así como la hora local precisa.<sup>11</sup>

El GPS está integrado por tres segmentos o componentes de un sistema, descritos a continuación:<sup>12</sup>

- **Segmento espacial:** Son los satélites que orbitan la Tierra y conforman el Sistema Global de Navegación por Satélite GNSS, una constelación óptima consiste en 21 satélites operativos y 3 de repuesto. Cada uno envía dos señales

---

<sup>11</sup> GPS.GOV. Sistema de Posicionamiento Global. Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación, y Cronometría por Satélite. Gobierno de los Estados Unidos. <https://www.gps.gov/spanish.php>

<sup>12</sup> INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/gps.aspx?dv=c1>

de radio de baja potencia llamada L1 y L2. Cada señal se compone por tres componentes: un código pseudoaleatorio que identifica al satélite que transmite su señal, los datos de efemérides de satélite que proporcionan su ubicación en cualquier momento y un tercer componente que corresponde a los datos de almanaque que indica el estado del satélite, fecha y hora actuales. El tiempo de cada satélite es controlado por relojes atómicos a bordo que son indispensables para saber su posición exacta.

- **Segmento de control:** Es una serie de estaciones sobre la superficie terrestre que monitorea, analiza y actualiza los datos emitidos por la señal de cada satélite, además sincroniza los relojes de los mismos con el tiempo GPS. Las estaciones se ubican estratégicamente cercanas al plano ecuatorial y todas cuentan con receptores y relojes de muy alta precisión.
- **Segmento usuario:** Son los receptores GPS que registran la señal emitida por los satélites para el cálculo de su posicionamiento tomando como base la velocidad de la luz y el tiempo de viaje de la señal, de esta manera se obtienen las pseudodistancias entre cada satélite y el receptor en un tiempo determinado. El receptor debe recibir la señal de por lo menos 4 satélites para calcular las coordenadas X, Y, Z y el tiempo que tarda la señal.

**1.4.3 Sistemas Globales de Navegación por Satélite GNSS.** Los sistemas globales de posicionamiento referidos al conjunto de sistemas de navegación por satélites con una estructura claramente definida por: un segmento espacial, un segmento de control, un segmento de usuarios. No se entiende un GNSS sin alguno de estos tres elementos, estos proporcionan un marco de referencia espacio – temporal con una cobertura global, sin depender de las condiciones atmosféricas, de manera continua en cualquier lugar de la Tierra e independiente del número de usuarios. En la actualidad se habla de cuatro sistemas:

- Sistema Global de Posicionamiento con satélites de la constelación americana NAVSTAR comúnmente conocido como GPS. Con 29 satélites, 20.000 Km,

orbitas cuasi circulares, operando desde 1995 completamente y de uso no necesariamente militar.

- Sistema Navegación Global con Satélites rusos GLONASS. 24 satélites, 25.500 Km, orbitas elípticas muy excéntricas, no está plenamente operativo por cuestiones económicas y políticas.
- Sistema De navegación Europeo GALILEO, su diferencia radica en su uso más abierto. Con 30 satélites, 23.600 Km con un origen de control civil. Garantías de servicio, está en fase inicial de implementación.
- Sistema de Navegación Beidou desarrollado por la República Popular de China, asociada con el proyecto Galileo.

La recepción de señales que trasfieren los satélites artificiales de la Tierra produce las coordenadas, el sistema se basa en 5 principios:

- Triangulación desde los satélites
- Medir la distancia de los satélites (mínimo 4) hasta el receptor, teniendo en cuenta el tiempo de viaje radio - señal
- El sistema necesita un reloj muy preciso para tener en cuenta el tiempo de viaje radio – señal
- Conocer en tiempo real la posición del satélite en el espacio.
- Corregir cualquier retraso que experimente la señal a nivel de la atmosfera.

**Sistema de Referencia MAGNA-SIRGAS:** Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas SIRGAS está conformado por 180 estaciones geodésicas de alta precisión cuya distribución ofrece un cubrimiento continuo sobre el continente, dichas estaciones están vinculadas al Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF) el cual realiza una corrección a las coordenadas debido a la dinámica terrestre. El Datum geodésico corresponde al elipsoide GRS80, orientado según los ejes de coordenadas del sistema de referencia SIRGAS. Por otra parte el Marco Nacional de Referencia MAGNA es una red de 70 estaciones GPS de cubrimiento



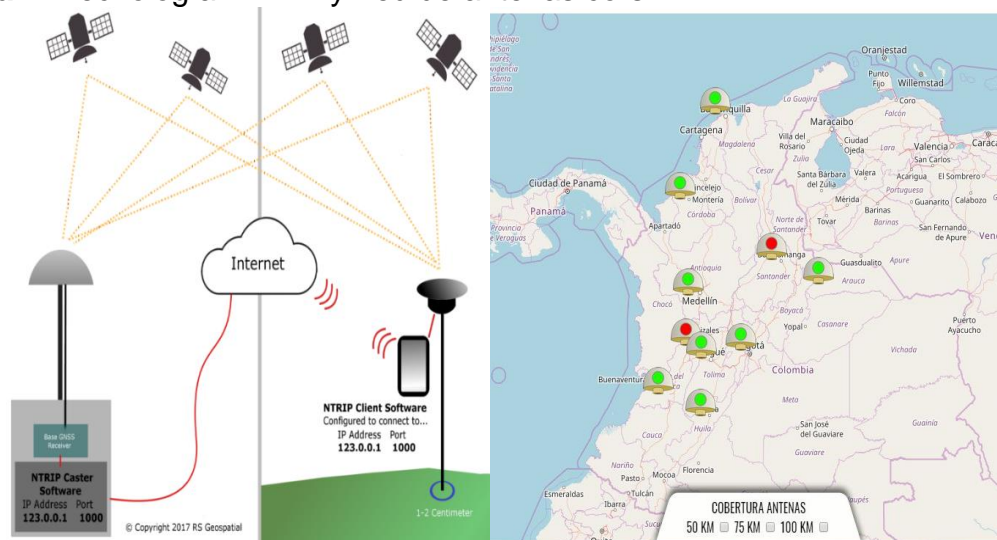
nacional a cargo del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, referidas al sistema SIRGAS, por tal motivo se denomina comúnmente MAGNA-SIRGAS.<sup>13</sup>

#### 1.4.4 Tecnología NTRIP (Networked Transport of RTCM vía Internet Protocol).

El Sistema NTRIP fue desarrollado en Alemania de manera conjunta por la Agencia Federal de Cartografía y Geodesia y la Universidad de Dortmund. Consiste en la transmisión de correcciones diferenciales y datos GNSS, originalmente en formato estándar RTCM, a través del protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP), las cuales son obtenidas en una estación de referencia y ofrecidas a los usuarios vía Internet. La tecnología NTRIP permite conexiones simultáneas a través de PC, celular, portátil, o directamente desde el receptor GPS.<sup>14</sup>

- **RTCM** (Radio Technical Commission for Maritime Services). Es un formato de mensaje estándar de transmisión de correcciones diferenciales GNSS.

**Figura 2.** Tecnología NTRIP y red de antenas corm NTRIP



Fuente: <http://www.galileoinstruments.com.co>


<sup>13</sup> RODRIGUEZ Sánchez, Laura. Tipos de Coordenadas Manejados en Colombia. Pág. 1-7. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2004.

<sup>14</sup> GALILEO Instruments. Presentación red NTRIP. 2018. <http://www.galileoinstruments.com.co>

## 1.4.5 Receptores GNSS utilizados en el proyecto

### ➤ Receptor Qpad X5 Hi-Target


**Tabla 2.** Receptor Qpad X5 Hi-Target

Características	Accesorios	Imagen
<p>Android 5.0                      Procesador 1.7 GHz                      Memoria ram: 2GB                      Memoria flash: 16Gb                      Ranura dual sim card                      Ranura para memoria externa.                      Precisión modulo CM doble frecuencia.                      Posición autónoma 2 metros.                      Corrección RTK vía internet 2 centímetros.                      Corrección estático.                      Horizontal 5 mm + 1 ppm                      Vertical 10mm + 1 ppm</p>	<p>1 batería para Tablet Qpad X5                      Cargador para equipo                      Cable mini USB para descarga de datos                      Cd: Contiene programas de oficina                      Maleta de transporte con dos compartimentos</p>	

Fuente: <http://www.galileoinstruments.com.co>

### ➤ Mobile Mapper 50


**Tabla 3.** Mobile Mapper 50

Características	Imagen
<p>Es un colector de datos SIG con sistema operativo Android que asemeja la practicidad de un Smartphone combinada con una calidad y rendimiento propio de GNSS, es un aparato compacto, ligero, receptor fino y un procesador de cuatro núcleos de 1,2 GHz, 16 GB de memoria y pantalla de 13,4 cm, este modelo ofrece tres constelaciones GNSS (GPS + Galileo + Glonass o GPS Galileo + Beidou) y pos proceso, cuenta con servicios móviles de Google lo cual facilita la sobre posición de mapas en campo para tener una mejor ubicación en terreno.</p>	

Fuente: SPECTRA Precision. Products. Data collectors. MobileMapper 50. Disponible en <http://www.spectraprecision.com/eng/mobilemapper-50.html#.W6hH92hKjIU>

➤ **Mobile Mapper 10**

**Tabla 4.** Mobile Mapper 10

Características	Imagen
<p>Es un dispositivo compacto y ligero, colector de datos SIG, receptor GNSS L1 cuenta con la constelación GPS, 20 canales, actualización a 1 Hz, la precisión en tiempo real en modo SBAS es de 1 a 2 metros, y después del pos proceso es menor a 50 centímetros, con un procesador de 600 MHz, sistema operativo Windows Mobile 6.5, pantalla de 6.5”, batería litio con una duración de hasta 20 horas, salida NMEA, el programa para el desarrollo del pos proceso es el Office Mobile.</p>	

Fuente: SPECTRA Precision. Products. Data collectors. MobileMapper 10. Disponible en <http://www.spectraprecision.com/eng/mobilemapper-10>.

**1.4.6 Programas Auxiliares Empleados**

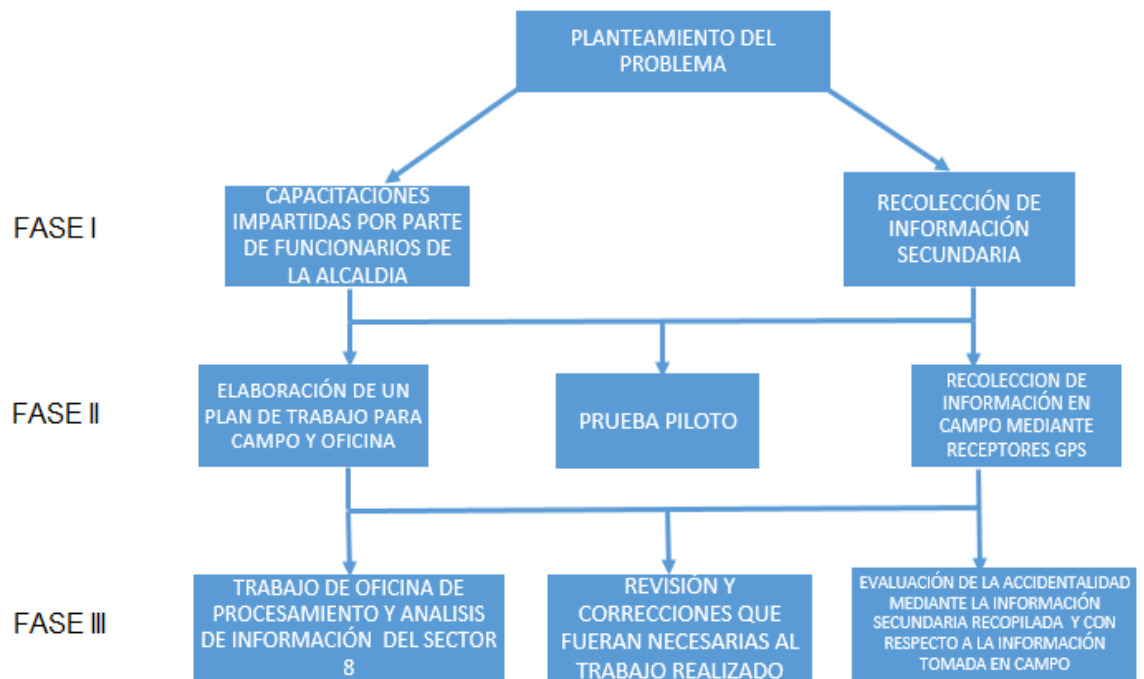
- **ArcGIS:** Productos software que comparten la misma arquitectura de componentes y que permiten crear, administrar, manipular, editar, analizar y distribuir la información geográfica. Cada uno de los productos está pensado y diseñado para ejecutar cada una de las fases de un proyecto SIG. <sup>15</sup>
- **Microsoft Excel:** Es una aplicación de hojas de cálculo que cuenta con fórmulas, gráficos y un lenguaje de programación
- **Google Earth Pro:** Programa que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital. Compuesto por una superposición de imágenes obtenidas por imágenes satelitales, fotografías aéreas, e información geográfica.

<sup>15</sup> BERMEJO. Elisa. GEOINNOVA. Que es la tecnología Arcgis. Pamplona, ES. <https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-la-tecnologia-arcgis/>

## 2. METODOLOGÍA

La metodología empleada para el desarrollo del presente proyecto se encuentra dividida en tres fases o etapas distribuidas así: la fase I consistente en capacitaciones y recopilación de la información secundaria; en la fase II se realizó la toma y recolección de información en campo mediante el uso de receptores GPS; por último la fase III corresponde al trabajo de oficina, procesamiento y análisis de datos. Las fases descritas anteriormente se esquematizan a continuación

**Figura 3.** Metodología empleada



Fuente: Elaboración propia

## 2.1 FASE I: CAPACITACIÓN Y RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

La Oficina Asesora de Planeación de Tunja decidió realizar un inventario vial de la ciudad utilizando receptores de posicionamiento global GPS y con ayuda del Software ArcGIS para el procesamiento y entrega final de la información recolectada, debido a la necesidad de actualizar las bases de datos del municipio. Es por esto que surge el planteamiento inicial del problema que es la falta de información del estado actual de la malla vial y la necesidad de conocer la información de parámetros de la ciudad.

Así mismo, se recopiló información secundaria que fue suministrada por la Alcaldía. Esta información fue fundamental ya que permitió la planeación del trabajo en campo, y a su vez contribuyó a generar una mayor eficacia a la hora de la toma y recolección de la información. La información mencionada se muestra a continuación.

**Tabla 5.** Información Secundaria

<b>Nombre</b>	<b>Contenido</b>	<b>Tipo de archivo</b>
Malla Vial Proyectada	El trazado de la malla vial de la ciudad de Tunja con información de la nomenclatura actual y la propuesta.	Shapefile – tipo línea
Barrios	Es un archivo que contiene los polígonos de cada uno de los barrios de la ciudad con su respectivo nombre.	Shapefile – tipo polígono
Predial	Archivo que contiene los polígonos de cada uno de los predios de la ciudad con información de código predial, código de la manzana, nombre del propietario, dirección y matrícula inmobiliaria.	Shapefile – tipo polígono

<b>Nombre</b>	<b>Contenido</b>	<b>Tipo de archivo</b>
Base de datos accidentalidad	Archivo que contiene los puntos de accidentalidad en la ciudad de Tunja de los años 2015 a 2017, producto de un trabajo de pasantía efectuado por la UPTC a la Secretaria de transito de Tunja, donde se estructuró una base de datos de accidentalidad para dicho periodo.	Shapefile – tipo punto
Base de datos uso de suelo y estrato	Base de datos en formato Excel que contiene los códigos prediales de la ciudad relacionados con el uso del suelo y estrato de cada uno. Dicha información es suministrada por la oficina de planeación.	Excel

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se recibieron capacitaciones por parte de los ingenieros encargados de la supervisión del inventario vial realizado; en estas capacitaciones se recibió instrucciones acerca del manejo de los equipos receptores GPS que iban a ser utilizados en el trabajo de campo, los cuales son el Mobile Mapper 50 y Mobile Mapper 10, así como el procesamiento de los datos en el software ArcGIS.

**Tabla 6.** Capacitaciones por parte de la alcaldía

<b>Fecha</b>	<b>Capacitación</b>	<b>Objetivo</b>
7 y 8 de Febrero de 2018	Uso del GPS para trabajo en campo	Conocer el uso del GPS para la toma de datos en campo tanto del Mobile Mapper 10 como el Mobile Mapper 50, la información que se debe georreferenciar y la metodología a seguir para optimizar el trabajo de campo.
12 – 16 de febrero de 2018	Trabajo de campo	Aplicar los conocimientos adquiridos en el manejo de los GPS y adquirir destrezas para la toma de información en campo, esto mediante la realización de una prueba piloto en un sector de la ciudad de Tunja.
19 – 23 de Febrero de 2018	Trabajo de oficina	Aprender el procesamiento en el software ArcGIS de los datos tomados en campo con el fin de que cada una de las capas se realizaran según lo exigido por la resolución 1067 de 2015. Los datos utilizados fueron los recopilados en la prueba piloto.

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, la Alcaldía adquirió por medio de la gestión de la oficina de planeación varios equipos GNSS de alta precisión junto con una antena de última tecnología. Debido a esto fue necesario realizar una capacitación ofrecida por la empresa fabricante de los equipos (GALILEO INSTRUMENTS S.A.S) a la alcaldía. Los equipos que se utilizaron para el desarrollo de la práctica de proyección empresarial fueron dos receptores Qpad X5 Hi-Target

**Tabla 7.** Capacitación por parte de Galileo Instruments S.A.S

Fecha	Capacitación	Objetivo
22-23 de Febrero y 8-9 de Marzo de 2018	Uso de equipos GPS de alta precisión	Aprender el uso de equipos GNSS de precisión orientados a levantamientos y captura de datos para sistemas de información geográfica, esto se hizo mediante las capacitaciones impartidas por los ingenieros de GALILEO INSTRUMENTS S.A.S

Fuente: Elaboración propia

## 2.2 FASE II. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO UTILIZANDO RECEPTORES GPS

**2.2.1 Pruebas piloto.** Una vez se tuvo clara la información que se requería y con una previa planeación de la salida a campo y la respectiva configuración de los GPS con las capas requeridas y sus distintos atributos se procede a ir a campo para realizar los levantamientos georreferenciados. Para conocer con certeza la metodología a seguir durante la recolección de datos en campo, se realizó una prueba piloto donde se georreferenció las vías del sector 8. Para dicha prueba se utilizaron dos equipos receptores GPS, el Mobile Mapper 10 y el Mobile Mapper 50, con el fin de adquirir habilidad y destreza en la utilización de estos equipos en campo.

Durante esta prueba se tomaron medidas de anchos de calzadas, separadores, se georreferenció la señalización tanto vertical como horizontal y se tomaron los daños

existentes en la vía, tal como lo exige la resolución 1067 de 2015. Adicionalmente se midieron anchos de cunetas, andenes y antejardines para conformar la capa de paramentos, la cual no se encuentra dentro de la resolución pero es exigida por parte de la alcaldía.

**2.2.2 Elaboración del plan de trabajo y sectorización.** Luego de la prueba piloto se determinó realizar una planeación de la zona y ruta a seguir en los diferentes barrios, esto con el fin de garantizar la recolección de información de todas las vías. Antes de salir a campo se verifica las calles existentes en la zona a levantar con ayuda del Shapefile “Malla vial proyectada” suministrado por la alcaldía. Utilizando dicha información se imprimen mapas que contengan la nomenclatura de todas las vías que se van a georreferenciar, estimando los lugares en los que se van a trabajar en el día y la distancia aproximada que debe recorrer cada grupo (aproximadamente 3.5 km).

**2.2.3 Recolección de información en campo.** La recolección de datos en campo se realizó inicialmente mediante la conformación de dos grupos de trabajo con 4 integrantes cada uno y con la supervisión de los dos ingenieros contratistas de la oficina asesora de planeación; cada grupo contaba con un receptor GPS ya sea el Mobile Mapper 10 o el Mobile Mapper 50 los cuales son de precisión submétrica. La georreferenciación de las vías se dividió así: un grupo tomando información de las calles y diagonales y el otro de las carreras y transversales. Posteriormente, con la llegada de los nuevos equipos receptores adquiridos por la alcaldía, se redistribuyó el trabajo, conformando 3 equipos de tres integrantes cada uno y con la supervisión de los ingenieros contratistas. Cada equipo contaba con un GPS (MobileMapper50, MobileMapper10, o Tablet Qpad X5 Hi-Target). En el mapa del sector se repartían y asignaban los objetivos que debía cumplir cada grupo y posteriormente dentro de cada equipo cada integrante asumía una función específica la cual podía ser:



manejo del equipo GPS de acuerdo con la información requerida por la resolución 1067 de 2015, manejo del mapa, toma de fotografías, manejo de flexómetro o cinta métrica para la toma de las diferentes medidas.

Los datos fueron tomados con dimensiones de longitud, latitud y altura tal como lo exige la resolución, el sistema de referencia utilizado fue el WGS 84, se configuro cada GPS para que el tiempo de toma de cada punto fuese de 30 segundos y para la capa de Tramovia fuese tomado un punto cada 5 metros. No obstante los GPS Qpad X5 Hi-Target permitían capturar puntos por tiempo y por distancia, sin embargo por cuestiones de ahorro de batería se decidió que lo mejor era tomar puntos por distancia cada 4 metros para la capa de tramovía.

La recolección de datos se realizó tomando la capa TRAMOVIA como tipo línea (LineString) y el resto de las capas como tipo punto (Point), ya que la Resolución 1067 de 2015 exige que todas las capas sean puestas en un eje único correspondiente al tramovía. Se determinó por lo tanto que era más eficiente tomar en campo los datos de las capas restantes como tipo punto y en oficina transformarlos a tipo línea. Los archivos (capas) creados en cada uno de los GPS se observan en la tabla 8.

**Tabla 8.** Capas GPS

<b>CAPA</b>	<b>Tipo de Geometría</b>
01_TRAMOVIA	LineString
02_BERMA	Point
03_SECCIONTRANSVERSAL	Point
04_SEPARADOR	Point
06_PUENTE	Point
07_MURO	Point
10_INTERSECCION	Point

<b>CAPA</b>	<b>Tipo de Geometría</b>
14_SENALHORIZONTAL	Point
15_SENALVERTICAL	Point
16_DANOFLEXIBLE	Point
17_DANORIGIDO	Point
18_DANOAFIRMADO	Point
19_PARAMENTOS	Point

Fuente: Elaboración propia

**2.2.4 Capa de Paramentos.** El proceso de recolección de información en esta capa se desarrolló de manera diferente a las otras capas ya que ésta no se encuentra estipulada en la metodología de la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de transporte. La diferencia principal radica en que en esta capa se maneja información catastral de los predios del sector 8, es decir, adicionalmente a la información que se levanta de atributos de infraestructura vial, esta capa requiere manejar información tal como: código de manzana en la cual se encuentra el predio, código predial, nombre del propietario(s) del predio, dirección del predio, número de matrícula del predio, estrato del predio y uso predial<sup>16</sup>. Dicha información fue proporcionada por la oficina de planeación exclusivamente para el desarrollo de la pasantía y no debe ser usada ni compartida a particulares o entidades. Para la recolección de información de paramentos, estos se dividieron en paramento par e impar según el lado del eje de la vía y la información se recolecto siguiendo el sentido sur a norte y oriente a occidente. La información levantada en campo y requerida para conformar esta capa corresponde a las medidas de anchos de: calzada, berma, cuneta, andén, antejardín, zona verde, parqueadero, bahía, separador (en caso de que exista). En el capítulo 3 del presente libro se muestra con mayor detalle la conformación de esta capa.

---

<sup>16</sup> La información de estrato y uso predial fue suministrada por la alcaldía en un archivo Excel organizado según el código predial.

## **2.3 FASE III. TRABAJO EN OFICINA Y PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Luego de realizar el proceso de recolección de información mediante el trabajo de campo, se organiza y procesa los datos de cada una de las capas con ayuda del Software ArcGIS y otros programas complementarios.

**2.3.1 Pos proceso.** Inicialmente se realiza la descarga de los datos contenidos en la memoria de los diferentes GPS, extrayéndolos a un servidor. El pos proceso varia un poco según el equipo GPS. En el caso de la información recolectada con el MobileMapper 10 es necesario utilizar el software MobileMapper Office 2.1 el cual hace una corrección de posición utilizando una estación de referencia en este caso TUNA perteneciente al Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). En cuanto a la información recolectada con los receptores GPS MobileMapper 50 y Qpad X5 Hi-Target no fue necesario realizar pos proceso de los datos.

**2.3.2 Proyección de coordenadas.** Posterior al pos proceso se ingresan los datos al software ArcGIS 10.4.1 y se realizó una proyección de coordenadas del sistema WGS 1984 al sistema MAGNA-SIRGAS Colombia Bogotá que es el exigido por el Ministerio de Transporte. Dicha proyección se realizó a cada una de las capas

**2.3.3 Calibración de ruta.** Este procedimiento se realiza a cada una de las rutas estableciendo un inicio y un fin en función de la longitud de la vía. Mediante la herramienta de calibración de ruta activada por medio del editor de ArcGIS, se realizó una calibración de la capa TRAMOVIA con el fin de asignar valores de medida a lo largo de la poli línea utilizando los puntos inicial y final, es decir un abcisado.

**2.3.4 Procesamiento de las capas.** Es necesario realizar la conversión de puntos a líneas ya que la resolución 1067 de 2015 exige que la mayoría de las capas estén en formato tipo línea (LineString), por lo tanto se debe convertir las capas que así lo requieran y que se tomaron como tipo punto a poli líneas. Esto teniendo como referencia la capa TRAMOVIA y teniendo en cuenta las abscisas o distancias de cada tramo de vía.

Cada capa posee una tabla de atributos la cual se exporta en formato dBase a Excel para organizar la información según los atributos que exige la Resolución 1067 de 2015, adicionando dos columnas donde se especifique la abscisa inicial y final para cada dato. Una vez se ha editado correctamente toda la información de la capa se exporta de Excel en formato libro Excel 1993 a ArcGIS, y con la herramienta “Mostrar eventos de ruta” se dibuja la capa con base en una ruta de referencia que en este caso corresponde al TRAMOVIA donde se utiliza el abscisado para localizar la nueva capa justo sobre éste eje. De esta manera se obtiene una segmentación muy útil para analizar la información recolectada. De igual forma despliegan cada una de las capas en los formatos y tipos de geometría que se requieran y por último se exportan los datos en formato SHAPEFILE.

**2.3.5 Capa de Paramentos.** La capa de paramentos, como se ha mencionado anteriormente, no se encuentra estipulada en la resolución 1067 de 2015 pero fue exigida por parte de la oficina de planeación. El procesamiento de esta capa consistió en obtener un valor de paramento para cada predio en específico correspondiente a las medidas de anchos de: berma, cuneta, anden, antejardín, zona verde, parqueadero, y el valor de la mitad del ancho total de la calzada y la mitad del ancho del separador (teniendo en cuenta que para cada vía se debe dividir la calzada y el separador para los dos lados.). Para trabajar esta capa de paramentos fue necesario realizar una línea paralela a ambos lados del tramovía con el fin de independizar la información de los dos lados de la vía. Todos estos datos se compilan en un atributo llamado PARAMENTO que corresponde a la

sumatoria de los anchos ya descritos. Como resultado se obtiene diferentes segmentos de línea de paramento cada uno de los cuales contiene los atributos de la información recolectada en campo y la información catastral de cada predio en particular.

## **2.4 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD EN LOS SECTORES 6-7-8-9-10 DE LA CIUDAD DE TUNJA**

Para realizar la evaluación de la accidentalidad en estos cinco sectores de la ciudad, se analizan los datos suministrados por la Secretaria de Transito de la ciudad de Tunja consistente en una base de datos que contiene la información de los accidentes ocurridos en toda la ciudad en los años 2015, 2016, y primer semestre de 2017 así como información de fecha, dirección, gravedad y clase de accidente, tipo de vehículo, geometría, diseño y tipo de superficie de la vía. En cuanto a las personas involucradas en el accidente se encuentra información de edad, género, y la gravedad (ilesos-heridos). Como se tiene la información de toda la ciudad, es necesario filtrarla para obtener solamente la de los sectores que se van a analizar. Posteriormente se analiza la cantidad de accidentes ocurridos en los cinco sectores, así como la cantidad por año, el tipo de personas involucradas, la clase de accidentes y la gravedad de los mismos, y los tipos de vehículos. Así mismo, se relaciona la información obtenida de accidentalidad con la información georreferenciada de los cinco sectores, la cual se obtuvo producto del trabajo conjunto y simultáneo que se realizó con el grupo de pasantes en dichos sectores. Posteriormente, se determinan unos sitios críticos dentro de los sectores para poder analizar con más detalle las características de accidentalidad y a su vez teniendo en cuenta la información recolectada durante el trabajo de la pasantía. Adicionalmente, se establece una correlación entre los cinco sectores teniendo en cuenta el número de accidentes presentados en cada uno y las capas de tramovía, sección transversal y tipo terreno.

### 3. ESTRUCTURACIÓN DE LA BASE DE DATOS GEORREFERENCIADA

La estructuración de la base de datos se basa principalmente de acuerdo a lo requerido en la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte. Tomando como base la información recolectada por parte del grupo de pasantes y los ingenieros contratistas encargados, se inicia el trabajo de procesamiento de cada uno de los atributos para cada una de las capas que fueron solicitadas tanto por la resolución 1067 de 2015 (el nombre de los campos, su estructura y obligatoriedad se exponen en el ANEXO O el cual contiene dicha resolución en formato digital), como por parte de la oficina asesora de planeación con el fin de generar una base de datos georreferenciada de la malla vial y de la cartografía catastral según lo establecido por las dos entidades mencionadas anteriormente.

A partir del procesamiento de la información recolectada es posible realizar una serie de mapas que dan un mejor soporte al proyecto realizado todo esto siguiendo la metodología propuesta en la resolución 1067 del 2015. Los mapas presentados, son los correspondientes al trabajo realizado en la práctica con proyección empresarial ejecutada en la oficina asesora de planeación de la alcaldía mayor Tunja. Al final del trabajo, se presentará el compilado de shapes que contienen toda la información levantada del sector 8; cada uno de los shapes son generados con los respectivos datos obligatorios solicitados por la resolución 1067 de 2015 proporcionada por el SINC.

**Tabla 9.** Capas exigidas en la Resolución 1067 de 2015

<b>CAPA</b>	<b>Tipo de Geometría</b>	<b>Sistema de Coordenadas</b>
01_TRAMOVIA	LINE STRING	MAGNA Colombia Bogotá
02_BERMA	LINE STRING	MAGNA Colombia Bogotá

<b>CAPA</b>	<b>Tipo de Geometría</b>	<b>Sistema de Coordenadas</b>
03_SECCIONTRANSVERSAL	LINE STRING	MAGNA Colombia Bogotá
04_SEPARADOR	LINE STRING	MAGNA Colombia Bogotá
05_TIPOTERRENO	LINE STRING	MAGNA Colombia Bogotá
06_PUENTE	LINE STRING	MAGNA Colombia Bogotá
07_MURO	LINE STRING	MAGNA Colombia Bogotá
08_TUNEL	LINE STRING	MAGNA Colombia Bogotá
09_ESTACIONPESAJE	POINT	MAGNA Colombia Bogotá
10_INTERSECCION	POINT	MAGNA Colombia Bogotá
11_PEAJE	POINT	MAGNA Colombia Bogotá
12_SITIOCRITICOACCIDENTALIDAD	LINE STRING	MAGNA Colombia Bogotá
13_SITIOCRITICOINESTABILIDAD	LINE STRING	MAGNA Colombia Bogotá
14_SENALHORIZONTAL	LINE STRING	MAGNA Colombia Bogotá
15_SENALVERTICAL	POINT	MAGNA Colombia Bogotá
16_DANOFLEXIBLE	LINE STRING	MAGNA Colombia Bogotá
17_DANORIGIDO	LINE STRING	MAGNA Colombia Bogotá
18_DANOAFIRMADO	LINE STRING	MAGNA Colombia Bogotá

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10.** Capas requeridas por la Alcaldía Mayor de Tunja

<b>CAPA</b>	<b>Tipo de Geometría</b>
19_PARAMENTOPAR	LINE STRING
20_PARAMENTOIMPAR	LINE STRING

Fuente: Elaboración propia

Las capas que se levantaron y que no están contenidas dentro de la resolución se trabajaron y organizaron como se muestra a continuación:

### 3.1 CAPA DE PARAMENTOS

Esta capa posee una geometría de tipo *LineString* la cual corresponde a las características geométricas presentes en cada uno de los lados del eje de la vía. Es decir, se disponen líneas paralelas a la capa 01\_TRAMOVIA que se deben segmentar por cada predio y el abcisado se realiza de sur a norte y de oriente a occidente. Se debe crear un Shapefile para cada lado con las siguientes características.

**Tabla 11.** Características de la capa de Paramentos

NOMBRE	TIPO DE GEOMETRIA	SISTEMA DE COORDENADAS	LADO	SENTIDO
19_PARAMENTOPAR	LineString	MAGNA Colombia Bogotá	Derecho	Sur a Norte y Oriente a Occidente
20_PARAMENTOIMPAR	LineString	MAGNA Colombia Bogotá	Izquierdo	Sur a Norte y Oriente a Occidente

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los atributos de la capa de paramentos, en la tabla 12 se describe el componente alfanumérico que debe llevar cada Shapefile de paramentos.

**Tabla 12.** Componente alfanumérico de la capa de Paramentos

NOMBRE DE ATRIBUTO	TIPO	DETALLES
CODIGO VIA	Texto	Nomenclatura actual de la vía registrada
CODIGO ENT	Texto	Nomenclatura propuesta dentro de la nueva modificación del POT
FEHCA	Texto	Fecha de registro de la vía en formato AAAA-MM-DD
BARRIO	Texto	Nombre del barrio al cual pertenece el predio
SECTOR	Texto	Numero de sector al cual pertenece el predio
PRINI	Numérico	Kilometro inicial
DISTPRINI	Numérico	Metros después del kilómetro inicial
PRFIN	Numérico	Kilometro final



<b>NOMBRE DE ATRIBUTO</b>	<b>TIPO</b>	<b>DETALLES</b>
DISTPRFIN	Numérico	Metros después del kilómetro final
LONGITUD	Numérico	Longitud tridimensional del predio paralelo al eje de la vía
ANCHOSEP	Numérico	Mitad del ancho de separador de la vía (m)
ANHOCAL	Numérico	Mitad del ancho de calzada de la vía (m)
ANCHOBERMA	Numérico	Ancho de la berma (m)
ANHOCUNET	Numérico	Ancho de la cuneta(m)
ANCHOANDEN	Numérico	Ancho del andén (m)
ANCHOANTEJ	Numérico	Ancho del antejardín (m)
ANCHOZVERD	Numérico	Ancho de la zona verde (m)
ANCHO BAHIA	Numérico	Ancho de la bahía (m)
ANCHOPARQ	Numérico	Ancho del parqueadero (m)
PARAMENTO	Numérico	Sumatoria de ANCHOSEP + ANHOCAL + ANCHOBERMA + ANHOCUNET + ANCHOANDEN + ANCHOANTEJ + ANCHOZVERD + ANCHOBALIA + ANCHOPARQ
PARAMEXG	Numérico	
MANZANA_CO	Texto	Código de manzana en la cual se encuentre el predio
CODIGOP	Texto	Código predial
NOMBRE	Texto	Nombre del propietario o los propietarios del predio
DIRECCIÓN	Texto	Dirección del predio
MATRICULA_	Texto	Número de matrícula del predio
ESTRATO	Numérico	Estrato del predio correspondiente al lado de la vía analizado
USO_PREDIA	Texto	Abreviatura del uso predial: LO – Lote, RE – Residencial, PC - Predio Comercial, PS - Predio de Servicios, PI - Predio Industrial, EP - Empresa Pública, PF - Entidad Financiera, MI – Mixto.
FOTO	Hipervínculo	Hipervínculo de la foto actualizada correspondiente al predio
ONBSERVACIO	Texto	Observaciones que se deseen reportar
DEPARTAM	Numérico	Código DANE del departamento
MUNICIPIO	Numérico	Código DANE del municipio

Fuente: Elaboración propia

La capa de paramentos se adiciona a la geodatabase de la zona nor-oriental de Tunja, sector 8, (Anexo I), junto con las demás capas que corresponden a la información exigida por la resolución 1067 de 2015.

## 4. RESULTADOS

En el presente capítulo, se realiza un análisis de cada una de las capas levantadas producto de la georreferenciación de la zona nor oriental (sector 8) de la ciudad de Tunja, según la metodología expuesta en el capítulo 2 y a los requerimientos de la resolución 1067 de 2015 del Ministerio de Transporte. Dichas capas son: Sección Transversal, Daños en Afirmado, Daños en Pavimento Flexible, Daños en Pavimento Rígido, Señales Horizontales, Señales Verticales, Intersecciones, Tipo Terreno, Tramovía, Puente, Separador y Paramentos.

### 4.1. SECCIÓN TRANSVERSAL

En total se georreferenciaron 34,335 km de vía correspondientes a la zona nor-oriental de la ciudad que comprende los barrios Los Lanceros, Olímpica, Ciudadela COMFABOY, Pinar del Rio, Sauce de la Pradera, Rincón de la Pradera, La Esmeralda, Terrazas de Santa Inés, Remansos de Santa Inés, Quince de Mayo, José de las Flórez, Remansos de la Sabana, Lirio Real, y Las Quintas. Los atributos más destacados de esta capa y la información más relevante utilizada para el análisis son el ancho de la calzada y el tipo de superficie de cada una de las vías. Para especificar el tipo de superficie encontrada la resolución 1067 de 2015 establece cinco clasificaciones:<sup>17</sup> 1-Destapado, 2-Afirmado, 3-Pavimento Asfáltico, 4-Tratamiento Superficial, 5-Pavimento Rígido, 6- Pavimento Articulado. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

---

<sup>17</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1067 de 2015. Capítulo 5. Numeral 5.1.3. 03\_SECCIONTRANSVERSAL.

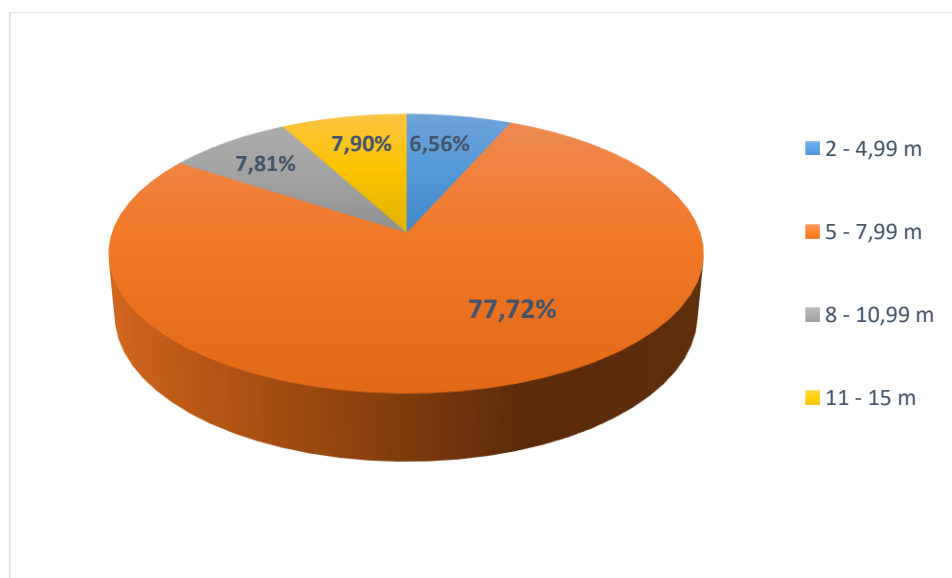
**Tabla 13.** Anchos de calzada encontrados en el sector 8 de Tunja

ANCHO CALZADA(m)	LONGITUD(m)	LONGITUD(Km)	PORCENTAJE (%)
2-4,99	2255,12	2,26	6,56%
5-7,99	26700,93	26,70	77,72%
8-10,99	2684,79	2,68	7,81%
11-15	2714,02	2,71	7,90%
TOTAL	34355	34,35	100%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 13 los anchos de calzada predominantes se encuentran entre los 5 y los 8 metros y corresponden a 26,7 km representando un 77,72% del total de las vías del sector como muestra la figura 4. Se encontró que los valores de ancho de calzada, los cuales se presentan en el ANEXO A, varían desde los 2,2 m (generalmente correspondían a pasos peatonales) hasta los 15 m (ya que en el sector se encontraba la avenida universitaria la cual posee separador y por ende doble calzada). El valor "tipo" o predominante encontrado en el sector fue de 6 metros.

**Figura 4.** Anchos de calzada del sector 8 de Tunja



Fuente: Elaboración propia

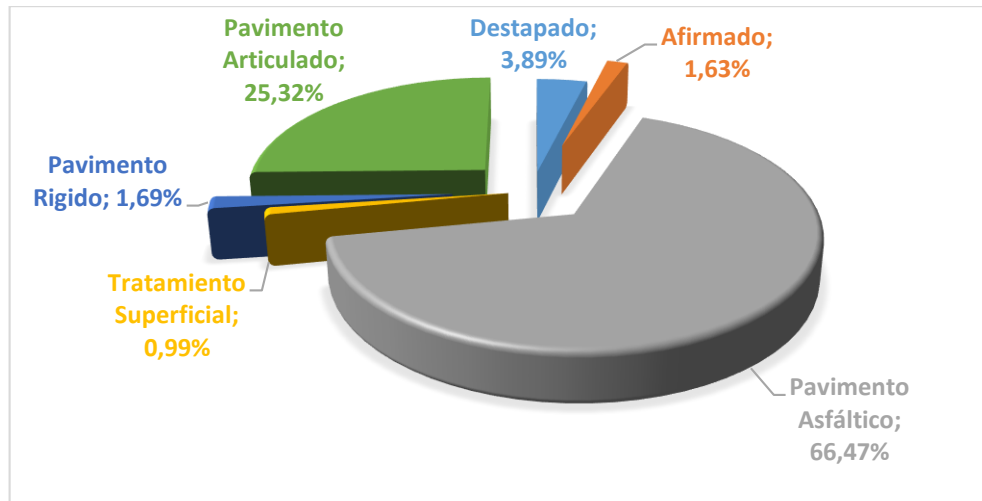
En cuanto a los tipos de superficie de rodadura encontrados en el sector 8 se observa que la mayor parte de la sección transversal se encuentra en pavimento asfáltico con un 66,47 % correspondiente a una longitud de 22,84 km, seguido de pavimento articulado con un 25,32% que representa una longitud de 8,7 km lo cual resulta coherente teniendo en cuenta que son vías urbanas. Si a los dos anteriormente mencionados sumamos el 1,69% es decir 0,58 km correspondiente a pavimento rígido se obtiene que un 93,48% del total de las vías del sector 8 cuentan con una superficie de rodadura adecuada. Por otro lado, aunque se encuentran en menor proporción, es necesario realizar la intervención a los 1,34 km de vía que se encuentran en destapado y 0,56 km en afirmado ya que la comunidad aledaña a estas vías presenta malestar e inconformismo no solo por el hecho de tener que movilizarse por vías en mal estado sino por la contaminación que se produce por el polvo que se levanta al paso de los vehículos lo cual disminuye su calidad de vida. Los resultados mencionados se pueden detallar en el ANEXO B y se representan en la tabla 14 y las figuras 5 y 6 como se observa a continuación.

**Tabla 14.** Tipos de superficie sector 8 de Tunja

TIPO SUPERFICIE	LONGITUD(m)	LONGITUD(Km)	PORCENTAJE (%)
Destapado	1337,13	1,34	3,89%
Afirmado	561,50	0,56	1,63%
Pavimento Asfáltico	22837,20	22,84	66,47%
Tratamiento Superficial	339,61	0,34	0,99%
Pavimento Rígido	581,95	0,58	1,69%
Pavimento Articulado	8697,47	8,70	25,32%
TOTAL	34355	34,35	100%

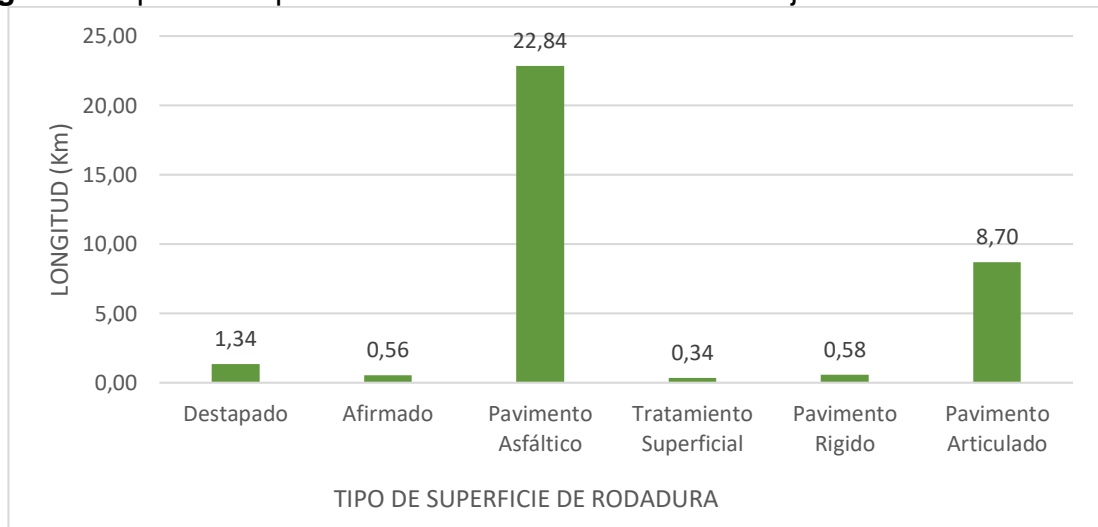
Fuente: Elaboración propia

**Figura 5.** Distribución del tipo de superficie sector 8 de Tunja



Fuente: Elaboración propia

**Figura 6.** Tipos de superficie de rodadura sector 8 de Tunja



Fuente: Elaboración propia

## 4.2. DAÑOS

Como se ha mencionado anteriormente, este trabajo se realizó siguiendo los lineamientos de la resolución 1067 de 2015 del ministerio de transporte, la cual

describe tres tipos de daños: daño en Afirmado, daño flexible es decir para pavimento asfáltico y daño en pavimento rígido. Según la metodología empleada en dicha resolución, se debe crear un atributo denominado código de daño (CODDANO) en el cual a cada tipo de daño se le asigna un código. Cabe resaltar que solo se determinaba el tipo de daño que presentaba el tramo de vía mas no su gravedad, ver ANEXO C. A continuación, en la tabla 15 se observa la distribución de porcentaje de daños encontrados en el sector 8 para cada tipo de superficie.

**Tabla 15.** Porcentaje de daños encontrados en el sector 8 de Tunja

TIPO SUPERFICIE	LONGITUD SUPERFICIE(m)	PORCENTAJE SUPERFICIE (%)	LONGITUD DAÑOS (m)	% DAÑOS
Destapado	1337,13	3,89%	0	0,00%
Afirmado	561,5	1,63%	168,98	30,10%
Pavimento Asfáltico	22837,2	66,47%	3330,05	14,58%
Tratamiento Superficial	339,61	0,99%	0	0,00%
Pavimento Rígido	581,95	1,69%	45,998	7,90%
Pavimento Articulado	8697,47	25,32%	0	0,00%
TOTAL SUPERFICIE	34355	100%	3545,0371	10,32%

Fuente: Elaboración propia

**4.2.1 Daños en Afirmado.** En la tabla 16 se observan los diferentes tipos de daño y su respectivo código para la superficie en Afirmado.

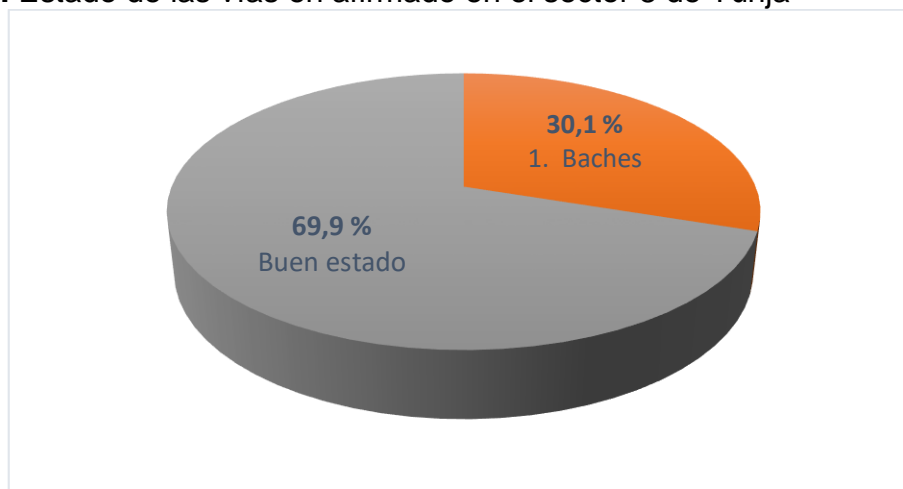
**Tabla 16.** Daño Afirmado según la resolución 1067 de 2015

Nombre Atributo	Detalles
CODDANO	Código del daño: 1-Baches 2-Áreas erosionadas 3-Ondulaciones o rizados 4-Ahuellamiento

Fuente: Elaboración propia

En el sector 8 se encontró que el 30,1 % de las vías que se encuentran en afirmado, es decir 168,98 metros presentan daños correspondientes a baches, los cuales afectan no solo el estado funcional de los vehículos sino que a su vez generan una reducción en el confort y la seguridad de los usuarios de dichas vías. El restante 69,9 % de la superficie en afirmado se encuentra en buen estado (ver figura 7), sin embargo cabe resaltar que aunque la longitud de vías que se encuentran en afirmado representan un porcentaje mínimo del total de las vías del sector 8, se esperaría que al ser un área urbana no se encontraran vías que tuvieran esta superficie de rodadura, sino una más apta para el servicio de los usuarios.

**Figura 7.** Estado de las vías en afirmado en el sector 8 de Tunja



Fuente: Elaboración propia

**4.2.2 Daños en Pavimento Flexible.** En la tabla 17 se observan los diferentes tipos de daño y su respectivo código para pavimento flexible.

**Tabla 17.** Daño flexible según la resolución 1067 de 2015

Nombre Atributo	Detalles
CODDANO	<p><b>Deformaciones</b></p> <p>1-Ahuellamiento Promedio            2-Asentamiento Transversal            3-Asentamiento Transversal            4-Abultamientos            5-Desplazamiento De Borde            6-Media Luna            7-Depresiones O Hundimientos</p> <p><b>Desprendimientos</b></p> <p>8-Descaramiento            9-Ojo De Pescado            10-Desprendimiento De Borde            11-Pérdida De Ligante            12-Pérdida De Agregados Fisuras            13-Longitudinales            14-Transversales            15-Media Luna            16-De Junta            17-Parabólicas            18-En Bloque            19-Piel De Cocodrilo            19- Baches</p> <p><b>Otros Daños</b></p> <p>20-Cabezas Duras            21-Pulimiento            22-Exudación            23-Afloramiento            24-Surcos</p>

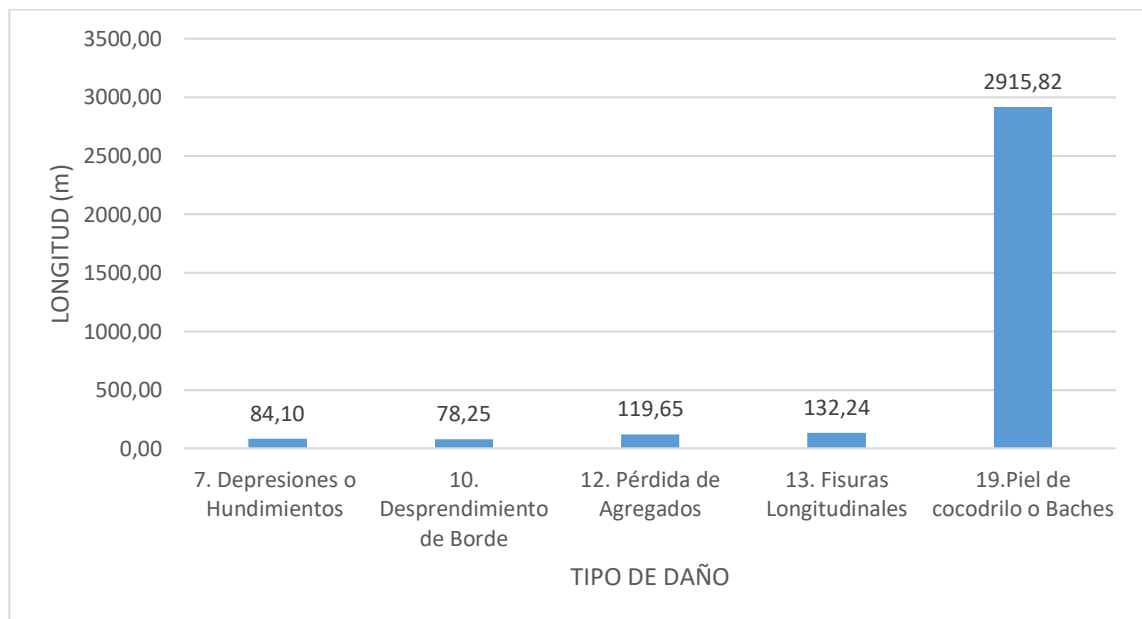
Fuente: Elaboración propia

En total, el sector 8 cuenta con 22,837 km de vías que se encuentran en pavimento asfáltico, de los cuales 3330,05 metros presentan daños, es decir un 14,58 %. Los daños encontrados y su longitud se pueden observar en la figura 8 y corresponden



a: 7-Depresiones o hundimientos, 10-Desprendimiento de borde, 12-Pérdida de Agregados, 13-Fisuras Longitudinales, 19-Piel de cocodrilo o Baches. Como se evidencia claramente el tipo de daño con mayor presencia es la piel de cocodrilo y baches con una longitud total de 2915,82 metros.

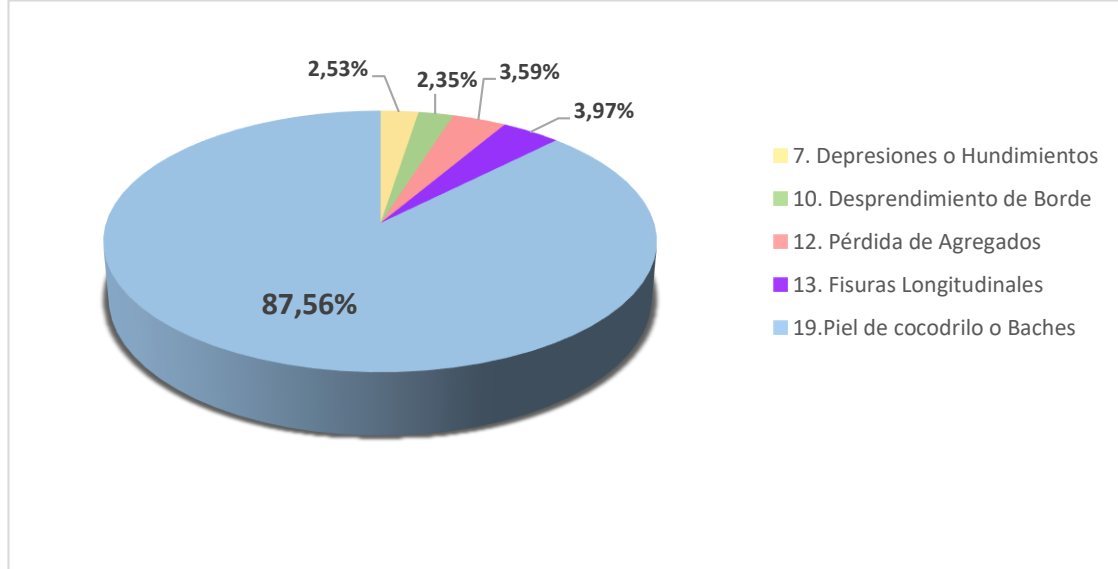
**Figura 8.** Tipos de daños en pavimento flexible del sector 8 de Tunja



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la figura 9 se observa el porcentaje de los diferentes tipos de daño encontrados en el pavimento flexible y como ya se había mencionado anteriormente el daño predominante es la piel de cocodrilo y los baches con un 87,56%.

**Figura 9.** Distribución tipos de daño en pavimento asfáltico en sector 8 de Tunja



Fuente: Elaboración propia

En general, se evidencia en la figura 10 que del total de la superficie que se encuentra en pavimento asfáltico (22,837 km), el 14,58% presenta diferentes tipos de daño, sin embargo con el restante 85,42% se puede afirmar que en su mayoría las vías en pavimento flexible del sector 8 se encuentran en buen estado.

**Figura 10.** Estado del pavimento flexible en el sector 8 de Tunja



Fuente: Elaboración propia

**4.2.3 Daños en Pavimento Rígido.** En la tabla 18 se observan los diferentes tipos de daño y su respectivo código para pavimento Rígido.

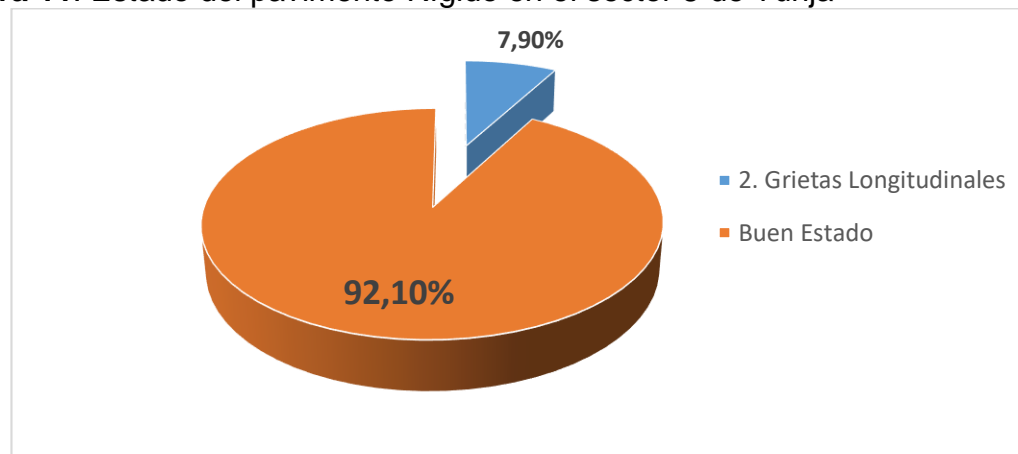
**Tabla 18.** Daño rígido según resolución 1067 de 2015

Nombre Atributo	Detalles
CODDANO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grietas de esquina (m)</li> <li>2. Grietas longitudinales (m)</li> <li>3. Grietas transversales (m)</li> <li>4. Grietas en los extremos de los pasadores (m)</li> <li>5. Grietas en bloque o fracturación múltiple (m2)</li> <li>6. Grietas en pozos o sumideros (m2)</li> <li>7. Separación de juntas longitudinales (m)</li> <li>8. Daños en juntas deterioro del sello (m)</li> <li>9. Desportillamiento de juntas(m2)</li> <li>10. Deterioro superficial descaramiento (m2)</li> <li>11. Deterioro superficial desintegración (m2)</li> <li>12. Deterioro superficial baches (m2)</li> <li>13. Deterioro superficial pulimiento (m2)</li> <li>14. Deterioro superficial escalonamiento de juntas (unidad)</li> <li>15. Deterioro superficial levantamiento localizado (m).</li> <li>16. Deterioro superficial parches (m2).</li> <li>17. Hundimientos y asentamientos</li> <li>18. Fisuración por retracción o tipo malla (m2)</li> <li>19. Fisuración por durabilidad (m2)</li> <li>20. bombeo (m)</li> <li>21. Ondulaciones (m2)</li> <li>22. descensos de berma (m)</li> <li>23. Separación entre la berma y el pavimento (m)</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

En el sector 8 se encontró un total de 581,95 metros de vías en pavimento rígido, de los cuales 45,998 metros estaban en mal estado, es decir el 7,90% presentaron daños correspondientes a grietas longitudinales como se observa en la figura 11. Sin embargo, aunque constituye una mínima parte en comparación al total de las vías georreferenciadas ya que solamente el 1,69% de la superficie de rodadura del sector corresponde a pavimento rígido, se puede afirmar que en términos generales está en buen estado ya que se presenta solo un tipo de daño y con una longitud menor.

**Figura 11.** Estado del pavimento Rígido en el sector 8 de Tunja

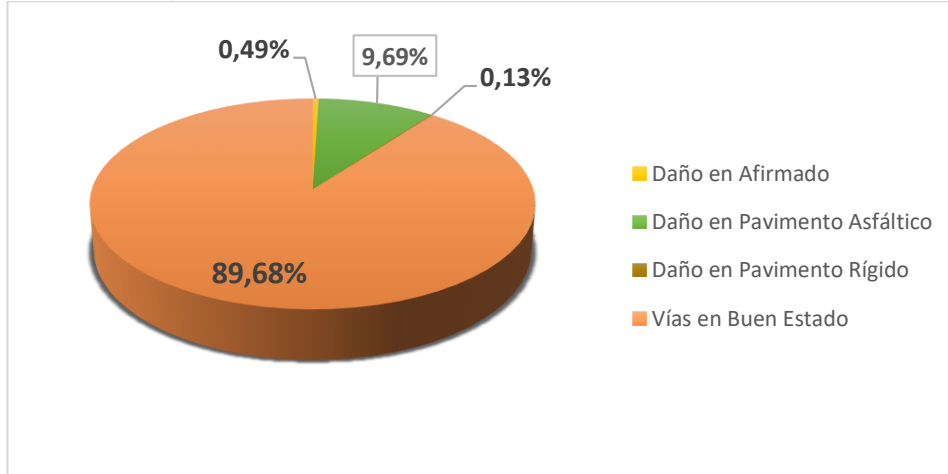


Fuente: Elaboración propia

Efectuando un balance general en cuanto a los daños presentes en las vías del sector 8 de la ciudad de Tunja, se observa que el 89,68% de las vías se encuentran en buen estado como muestra la figura 12. En el 10,32% restante se encontraron daños en las tres superficies que evalúa la resolución 1067 de 2015 divididos así: 0,49% de daños en Afirmado, 9,69% de daños en pavimento asfáltico y 0,13% de daños en pavimento rígido. El mayor porcentaje corresponde a daños en el pavimento asfáltico lo cual resulta coherente ya que éste es el tipo de superficie de rodadura predominante en este sector con un 66,47%. En general la malla vial del sector se encuentra en buen estado, sin embargo es conveniente realizar las intervenciones correspondientes a las vías que presentan algún tipo de daño

(principalmente las de pavimento asfáltico) con el fin de mejorar y dejar en óptimas condiciones la malla vial del sector.

**Figura 12.** Estado general de daños en el sector 8 de Tunja



Fuente: Elaboración propia

### 4.3. SEÑALIZACIÓN

**4.3.1 Señalización Horizontal.** En total se georreferenciaron 34,355 km de vías, de las cuales sólo el 3,15% contaban con señalización horizontal como se observa en la tabla 19. Este dato resulta un poco preocupante por la escasa presencia de esta señalización, ya que por este sector pasan vías importantes y con altos volúmenes vehiculares como son la avenida olímpica y la avenida universitaria. Ver ANEXO D. Por otra parte la poca señalización existente no se encuentra en las mejores condiciones y requiere intervención.

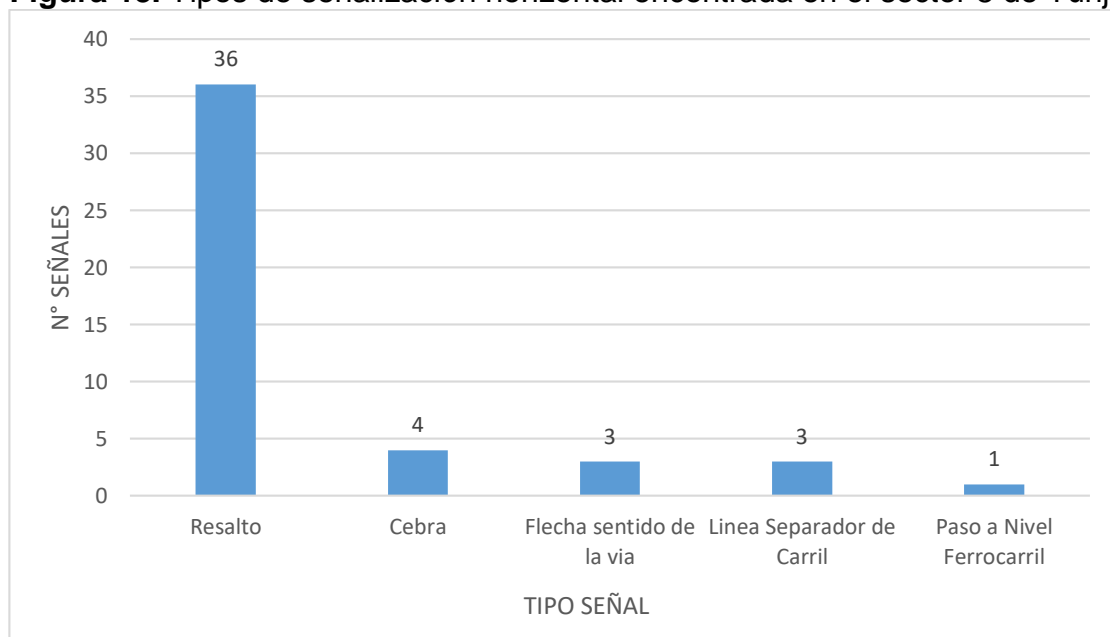
**Tabla 19.** Señalización Horizontal de las vías del sector 8 de Tunja

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	LONGITUD (m)	% SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL
Vías con Señalización Horizontal	1081,73	3,15%
Vías sin Señalización Horizontal	33273,27	96,85%
TOTAL SUPERFICIE	34355	100%

Fuente: Elaboración propia

Según la metodología estipulada en la resolución 1067 de 2015, establece 4 tipos de señal: longitudinal, transversal, bordillo-sardinel, u objeto. Los tipos de señales horizontales que se georreferenciaron en campo corresponden a Resalto, Cebra, Flecha sentido de la Vía, Línea separador de carril, Paso a nivel Ferrocarril; siendo los Resaltos, con un total de 36, la señal horizontal predominante como se puede observar en la figura 13.

**Figura 13.** Tipos de señalización horizontal encontrada en el sector 8 de Tunja

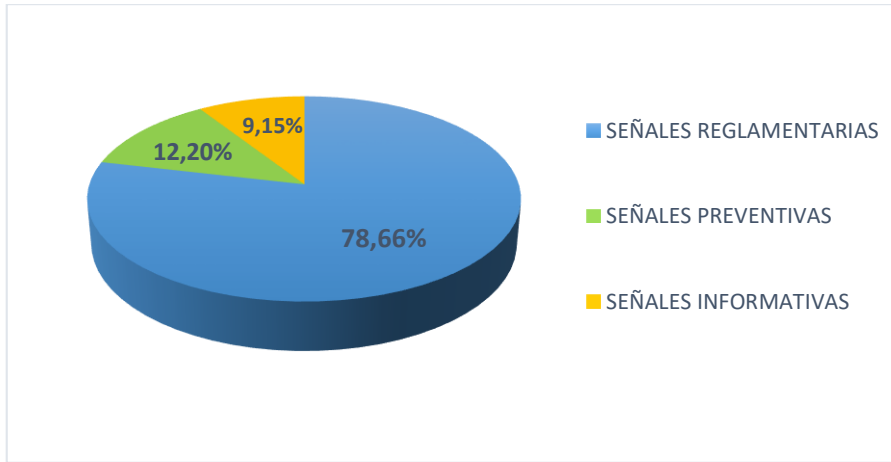


Fuente: Elaboración Propia

**4.3.2 Señalización Vertical.** Para este tipo de señalización la resolución 1067 de 2015 establece unos códigos según el tipo de señal<sup>18</sup>. En el sector 8 de la ciudad se encontraron 164 señales verticales divididas entre Reglamentarias, Preventivas e Informativas, las cuales se presentan en el ANEXO D y como se observa en la figura 14.

<sup>18</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1067 de 2015. Capítulo 5. Numeral 5.1.15. 15\_SENALVERTICAL.

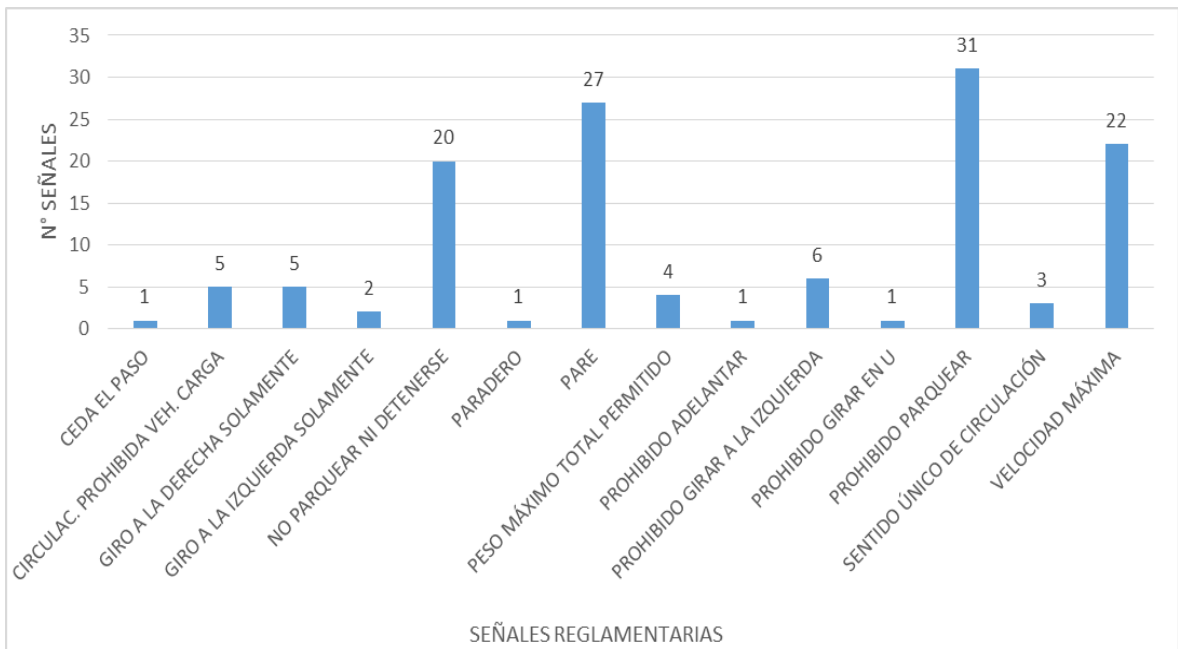
**Figura 14.** Señalización Vertical del sector 8 de Tunja



Fuente: Elaboración propia

- **Señales Reglamentarias.** En total se encontraron 129 señales reglamentarias lo que corresponde al 78,66%. En la figura 15 se observa que la mayoría de las señales corresponde a Prohibido Parquear y Pare.

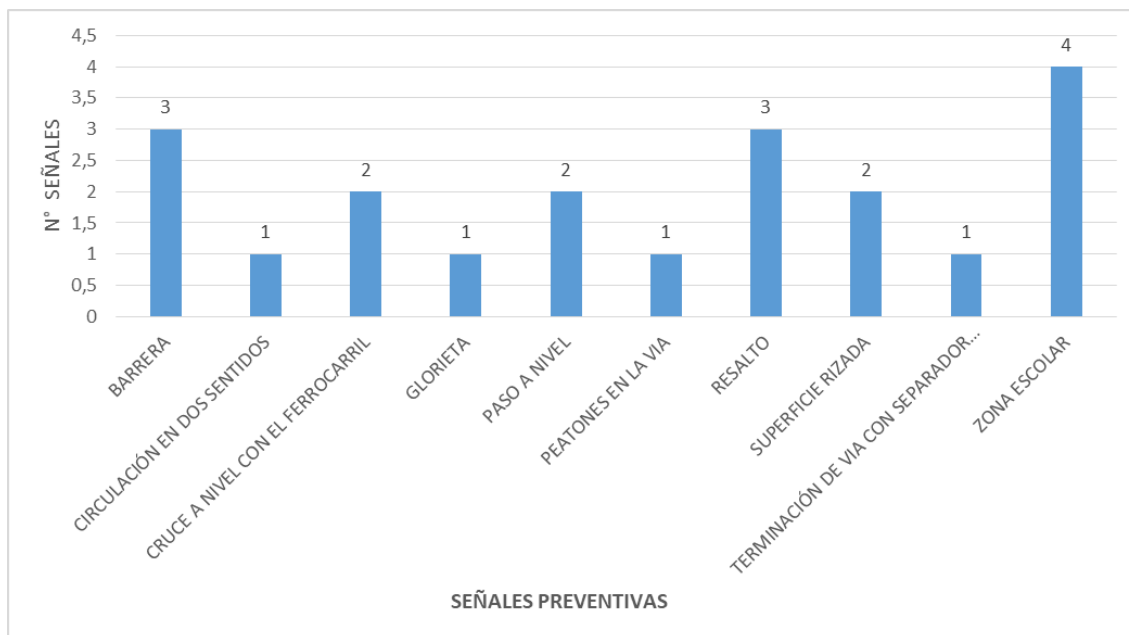
**Figura 15.** Señales Reglamentarias encontradas en el sector 8 de Tunja



Fuente: Elaboración propia

- **Señales Preventivas.** En total se encontraron 20 señales preventivas, lo que corresponde al 12,20%. En la figura 16 se observa que la mayoría de las señales corresponde a zona escolar y resalto. Por tomar un ejemplo, cabe resaltar que anteriormente se mencionaba en la señalización horizontal que se encontraron 36 resaltos para los cuales debería haber una señal vertical que advirtiera al conductor de la proximidad del mismo sin embargo solo se encontraron 3 señales verticales preventivas de resalto. Esto da a entender la necesidad de que las entidades encargadas realicen una revisión detallada de la falta de señalización y evaluación del estado funcional de la existente en el sector.

**Figura 16.** Señales Preventivas encontradas en el sector 8 de Tunja

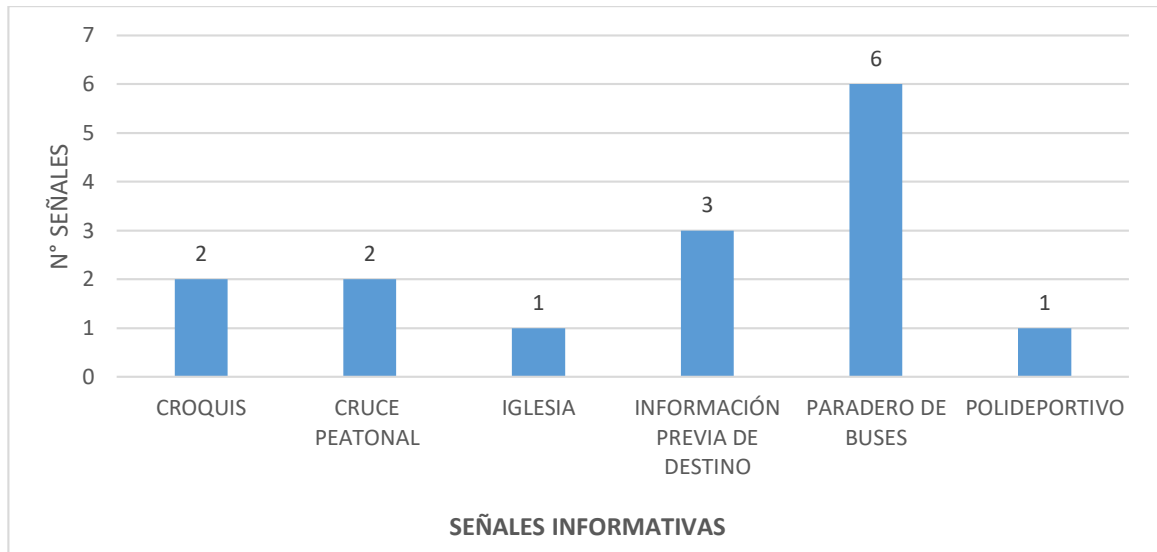


Fuente: Elaboración propia

- **Señales Informativas.** En total se encontraron 15 señales informativas que representan el 9,15%. La señal de paradero de buses fue la que más se encontró en el sector analizado como se observa en la figura 17.



**Figura 17.** Señales Informativas encontradas en el sector 8 de Tunja



Fuente: Elaboración propia

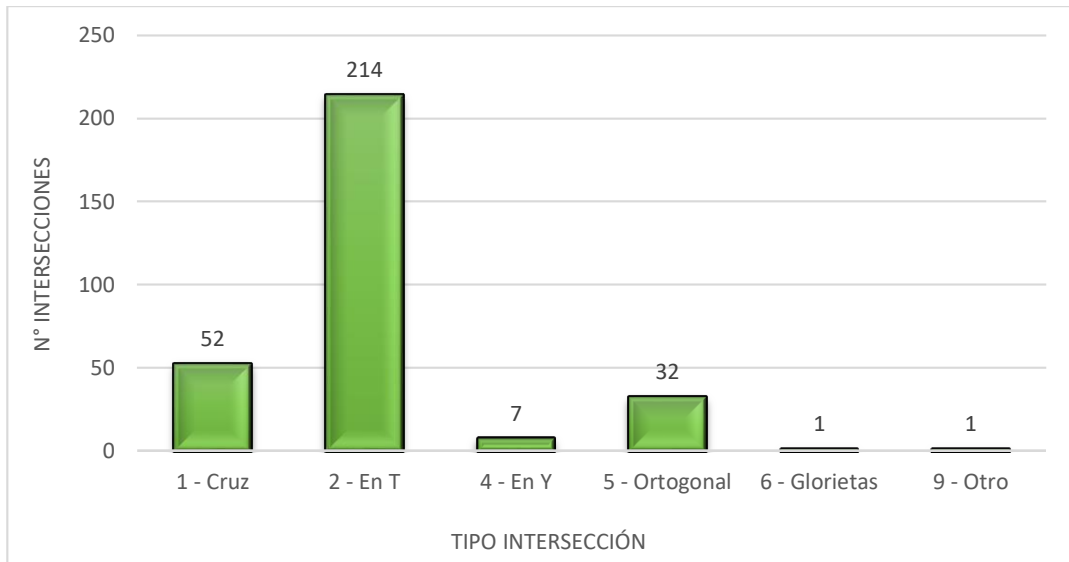
#### 4.4. INTERSECCIONES

Según la resolución 1067 de 2015 las intersecciones se georreferencian como puntos y se les asigna un atributo donde se especifique el tipo de intersección de la siguiente manera: 1-Cruz, 2- En T, 3- En T con canalizaciones, 4- En Y, 5-Ortogonal, 6- Glorietas, 7-Tipo trompeta, 8-Tipo trébol, 9- Otro.<sup>19</sup>

En el sector 8 de la ciudad de Tunja se georreferenciaron 307 puntos correspondientes a intersecciones, ver ANEXO E, de las cuales se encontraron 6 tipos diferentes, y en su mayoría corresponde a intersecciones tipo T con un total 214 como se observa en la figura 18. La intersección tipo glorieta corresponde a la glorieta del gobernador. Del total de las intersecciones del sector, solamente una se encuentra semaforizada y corresponde a una intersección tipo T entre la Avenida Universitaria y la Calle 41 ubicada en el barrio Terrazas de Santa Inés, a un costado del centro comercial Unicentro.

<sup>19</sup> MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1067 de 2015. Capítulo 5. Numeral 5.1.10. 10\_INTERSECCIONES.

**Figura 18.** Tipos de intersecciones en el sector 8 de Tunja



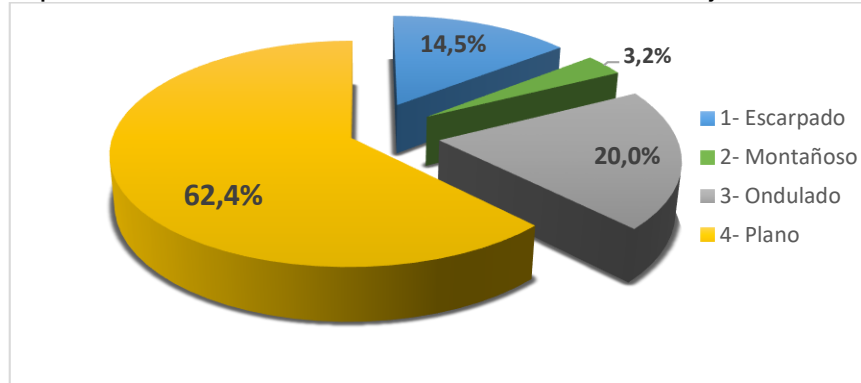
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5. TIPO TERRENO

Esta capa se trabajó con base en la capa de Tramovía la cual se convirtió a puntos y con la información de elevación de cada punto se hicieron perfiles longitudinales para posteriormente calcular la pendiente del terreno. Las alturas y distancias se tomaron respecto al programa Google Earth pro. Posteriormente se clasificó cada tramo de vía dentro de los cuatro tipos de terreno descritos por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras<sup>20</sup>, y la numeración según la resolución 1067 de 2015; 4-plano para pendientes menores al 3,%; 3- ondulado, pendiente de 3,% a 6%; 2- montañoso, pendiente de 6% a 8% y 1-escarpado para pendientes superiores al 8%. En el ANEXO F se presenta el tipo terreno encontrado en el sector.

<sup>20</sup> INTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. 1.2. Clasificación de carreteras. 1.2.2. Según el tipo de terreno.

**Figura 19.** Tipos de terreno del sector 8 de la ciudad de Tunja



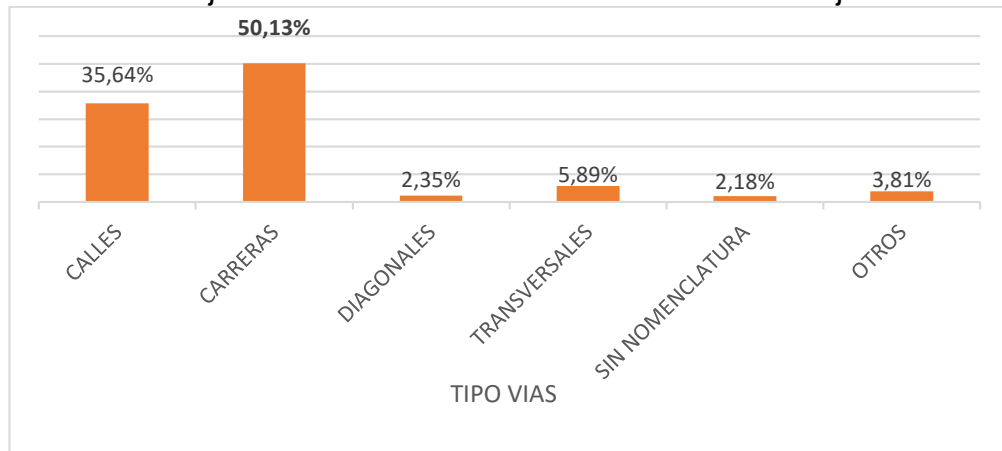
Fuente. Elaboración propia

Como se observa en la figura 19 la mayor parte del sector 8 de la ciudad de Tunja presenta un tipo de terreno plano con un 62,4 %.

#### 4.6. TRAMOVÍA

La capa de Tramovía, ver ANEXO G, fue la base para realizar el trabajo pues ésta es la que contiene el geo-referenciamiento del eje vial de cada una de las vías existentes en toda la ciudad. En el sector 8 se encontró que la mayoría de las vías corresponde a carreras con un 50,13% como se observa en la figura 20. El tipo de vía “Otros” hace referencia al porcentaje de la longitud de vías que constituyen la glorieta del gobernador y el viaducto Juan Nepomuceno Niño.

**Figura 20.** Porcentaje de vías en el sector 8 de la ciudad de Tunja



Fuente: Elaboración propia

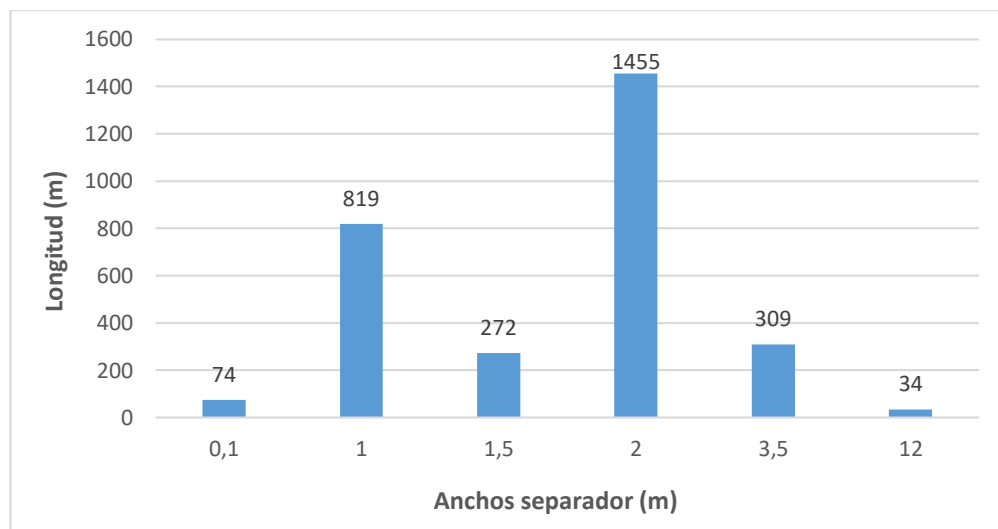
#### 4.7. PUENTE

Del total de vías georreferenciadas se encontró la presencia de dos puentes vehiculares en el sector 8 de Tunja y los cuales se presentan en el ANEXO H. El primero ubicado en la calle 43 en la entrada del barrio Santa Inés, cuyas características son: ancho tablero 11,9 m y ancho de calzada 8.3 m. El segundo está ubicado sobre la calle 48 B en el barrio las quintas; cuenta con paso peatonal de 1,8 m y un ancho de calzada de 6,6 m.

#### 4.8. SEPARADOR

Teniendo como referencia la resolución 1067 de 2015 la cual establece para la capa de separador 4 tipos: 1-Barrera flexible, 2-Barrera rígida, 3-Mediana y 4-otros. Los separadores encontrados en el sector 8 de la ciudad corresponden al tipo 4 y se presentan en el ANEXO H. Como se observa en la figura 21, los anchos de separador varían de 0,1 m el cual es un separador flexible ubicado en la transversal 4A, hasta los 12 m el cual corresponde a una sección de la avenida universitaria.

**Figura 21.** Anchos de separador encontrados en el sector 8 de Tunja



Fuente: Elaboración propia

## 4.9 PARAMENTOS

Dentro de la capa de paramentos del sector 8 de la ciudad de Tunja, se encuentran el paramento par y el paramento impar, que representan los paramentos existentes a lado derecho e izquierdo de la vía para cada predio en específico, tales como separador, calzada, berma, cuneta, anden, antejardín, zona verde, bahía y parqueadero. Adicionalmente, esta capa considera atributos para cada predio tales como código de manzana, código predial, nombre del titular, matrícula predial y dirección, los cuales debido a motivos de privacidad y solicitud directa de la oficina de planeación se hace necesario retirar este tipo de información que es de uso exclusivo del ente gubernamental.

**4.9.1 Paramento Par.** Los datos registrados en paramento par corresponden al lado derecho del eje de la vía desarrollando el trabajo siguiendo el sentido de sur a norte y de oriente a occidente dentro del sector 8 de la ciudad de Tunja. El paramento par proporcionó información de 1933 predios. Los valores encontrados en el paramento par varían siendo el menor de 1 metro que corresponde a un paso peatonal, hasta el máximo valor encontrado que corresponde a 23,9 metros.

**4.9.2 Paramento Impar.** Los datos registrados en paramento impar corresponden al lado izquierdo de la vía desarrollando el trabajo siguiendo el sentido de sur a norte y de oriente a occidente. El paramento impar proporcionó información de 2031 predios. Los valores encontrados en el paramento impar varían siendo el menor de 0,8 metros que corresponde a un paso peatonal, hasta el máximo valor encontrado que corresponde a 40,1 metros.

A continuación en la tabla 20, se observa de manera general las características predominantes encontradas de anchos de andén, antejardín y zona verde de los predios, así como el ancho promedio de la fachada de los predios residenciales que

conforman cada uno de los barrios que se encuentran dentro del sector 8 de la ciudad de Tunja.

**Tabla 20.** Caracterización general de paramentos encontrados en los barrios del sector 8

SECTOR 8	PARAMENTO			
	Ancho andén (m)	Ancho antejardín (m)	Ancho zona verde (m)	Ancho prom. fachada predios residenciales (m)
CIUDADELA COMFABOY	1	No presenta	No presenta	7
JOSÉ DE LAS FLOREZ	1,3	No presenta	0,7	7
LA ESMERALDA	1,2	No presenta	No presenta	6,5
LAS QUINTAS	1,5	1,5	1	7,2
LIRIO REAL	1	No presenta	1	7
MESOPOTAMIA	1,5	2,5	No presenta	7,8
OLIMPICA	1,5	No presenta	No presenta	6,5
PINAR DEL RIO	2	3	No presenta	7,5
QUINCE DE MAYO	1,7	1,5	No presenta	6,5
REMANSOS DE LA SABANA	1,8	No presenta	0,7	7,2
REMANSOS DE SANTA INES	1,5	1	No presenta	7,5
RINCON DE LA PRADERA	1,5	1,5	No presenta	8,1
SAUCE DE LA PRADERA	1,6	1,9	No presenta	7,6
TERRAZAS DE SANTA INES	1,5	2	No presenta	7,4

Fuente: Elaboración propia

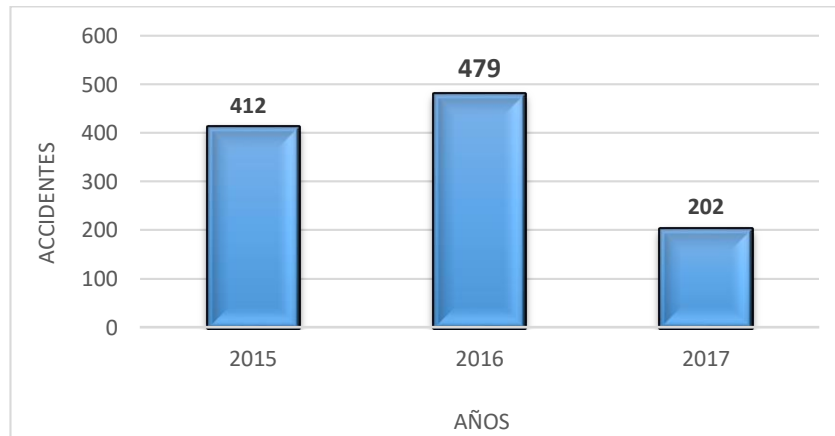
En el sector 8 de la ciudad de Tunja se registró y procesó información de paramentos de un total de 3964 predios como se puede observar en el Anexo I. Adicional al trabajo de determinar el valor de paramento para cada predio, se requirió por parte de la oficina asesora de planeación la toma de fotografías a cada uno de los predios del sector, luego en el trabajo de oficina se organizó dicha información de la siguiente manera: a cada fotografía (que corresponde a un predio) se le asignó como nombre el código predial correspondiente, dicha información fue suministrada por la oficina de planeación. Posteriormente se agruparon las fotos por carpetas de manera que quedaran en cada una los predios agrupados por barrios.

## 5. ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD EN LOS SECTORES 6, 7, 8, 9 Y 10 DE LA CIUDAD DE TUNJA

Se analizó la accidentalidad de los cinco sectores mencionados de la siguiente manera: primero se realizó el procesamiento de datos con base a la información de una base de datos de accidentalidad estructurada en un proyecto de pasantía de la UPTC a la secretaria de Tránsito y Transporte de la ciudad de Tunja de los años 2015, 2016 y 2017. Posteriormente se relacionaron los resultados obtenidos de accidentalidad con información georreferenciada de los cinco sectores mencionados; dicha información se obtuvo producto del trabajo ejecutado en el sector 8 y adicionalmente otros proyectos que se realizaron conjuntamente por el grupo de pasantes en los sectores 6,7,9 y 10 de la ciudad de Tunja.

Dentro de los sectores 6, 7, 8, 9 y 10 se encontraron, en el periodo ya mencionado, un total de 1093 accidentes de tránsito, siendo el 2016 el año con el mayor número de accidentes con 479, como se observa en la figura 22. Cabe mencionar que la cifra de accidentes del año 2017 corresponde solamente al primer semestre ya que no se contó con la información de todo el año.

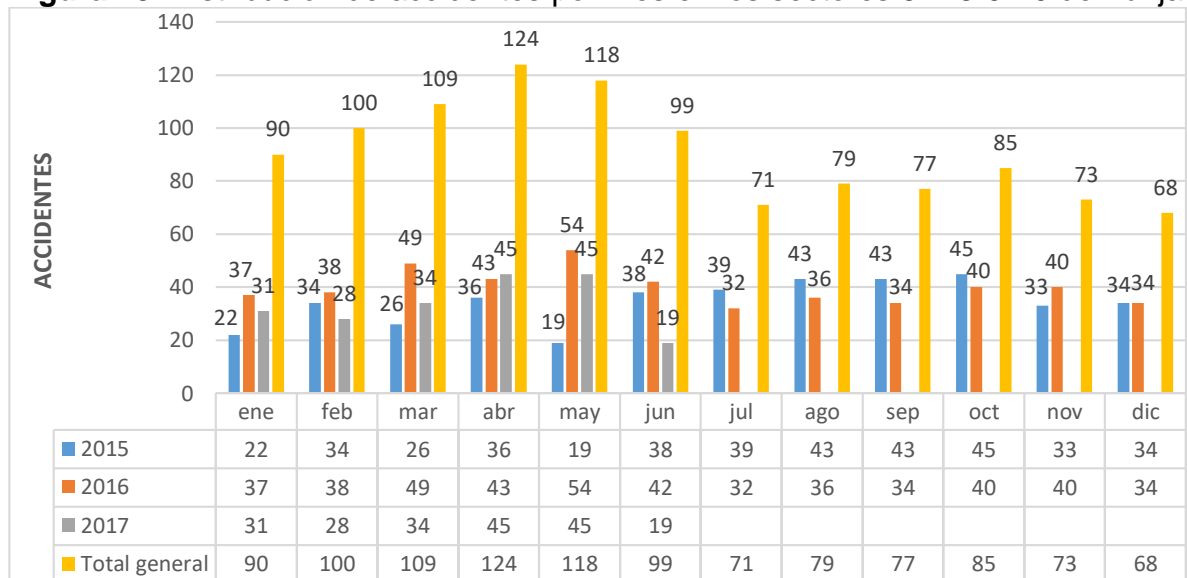
**Figura 22.** Accidentalidad en los sectores 6-7-8-9-10 de la ciudad de Tunja



Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaría de Tránsito de Tunja.

Se distribuyó la accidentalidad por cada mes del año encontrando que el mes de abril presenta la mayor cantidad de accidentes con 124, seguido del mes de mayo con 118, como se observa en la figura 23. Sin embargo, no se podría concluir que esos meses correspondientes al primer semestre tengan la mayor tasa de accidentalidad, ya que al no contar con la información completa de todo el año 2017 no es posible determinar si en alguno de los meses del segundo semestre se encuentre un valor mayor, ya que se puede observar y si se conserva la tendencia, por ejemplo en el mes de octubre el número de accidentes sobrepasaría los 120.

**Figura 23.** Distribución de accidentes por mes en los sectores 6-7-8-9-10 de Tunja

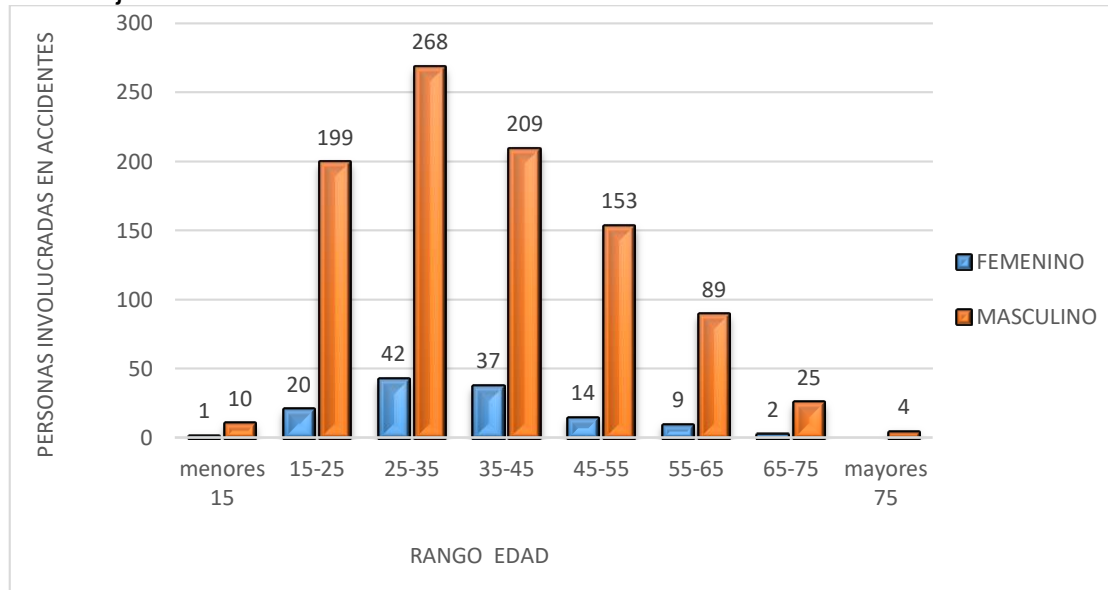


Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaría de Tránsito de Tunja.

Para analizar las características de las personas involucradas en los accidentes se dividió por género (femenino/masculino) y se agruparon en intervalos de edades de 10 años. Se encontró que en todos los casos los hombres se encuentran involucrados en mayor medida que las mujeres y la mayoría corresponde a hombres entre los 25 a 35 años de edad con un total de 268 como se observa en la figura 24.



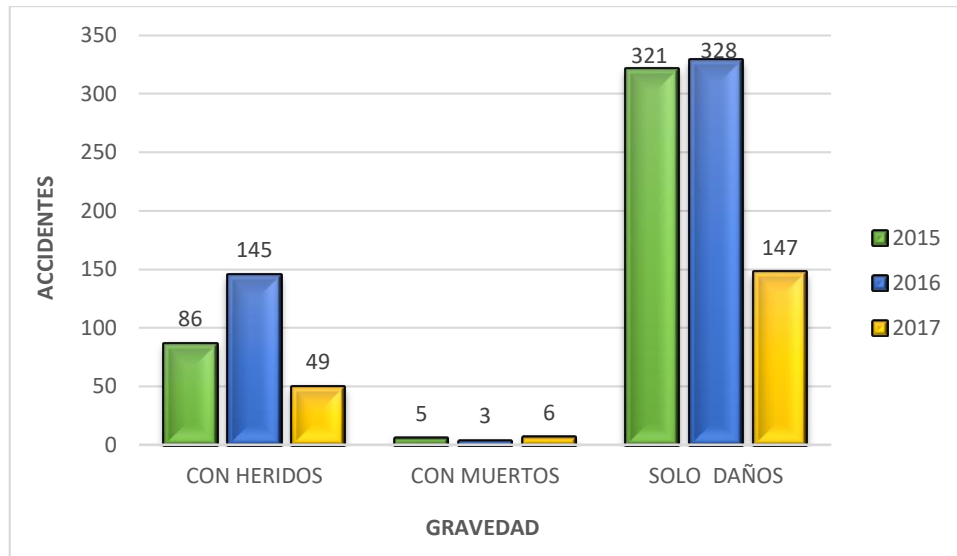
**Figura 24.** Distribución por género y edad de accidentes en los sectores 6-7-8-9-10 de Tunja



Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaría de Tránsito de Tunja.

En cuanto a la gravedad de los accidentes, se agrupan en tres clases: con heridos, con muertos o solo daños. Se encontró que la mayoría de éstos corresponde a accidentes en los cuales solo se presentaron daños materiales. En el año 2015 hubo 86 accidentes que dejaron personas heridas, 5 accidentes en los que hubo muertos y 321 que solo fueron daños materiales. En el año 2016 hubo 145 accidentes con heridos, 3 accidentes en los que hubo muertos y 328 de daños materiales. En el año 2017 se presentaron 49 accidentes con heridos, 6 accidentes con personas fallecidas y 147 con solo daños materiales como se puede observar en la figura 25.

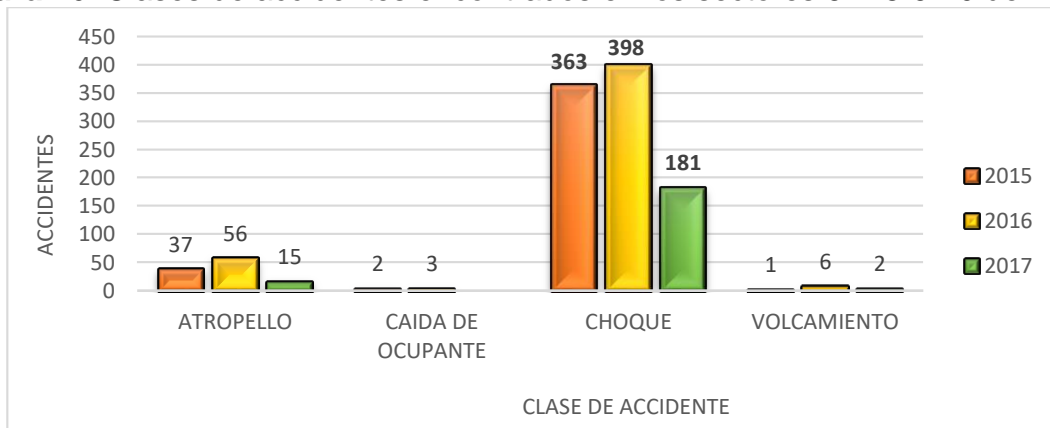
**Figura 25.** Gravedad de los accidentes en los sectores 6-7-8-9-10 de Tunja



Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaría de Tránsito de Tunja.

Se encontraron varias clases de accidentes como atropellos, caída de ocupante, choques y volcamientos. La mayoría de los accidentes corresponden a choques con la mayor cifra de 398 en el 2016 seguido de 363 en el año 2015 como se puede observar en la figura 26.

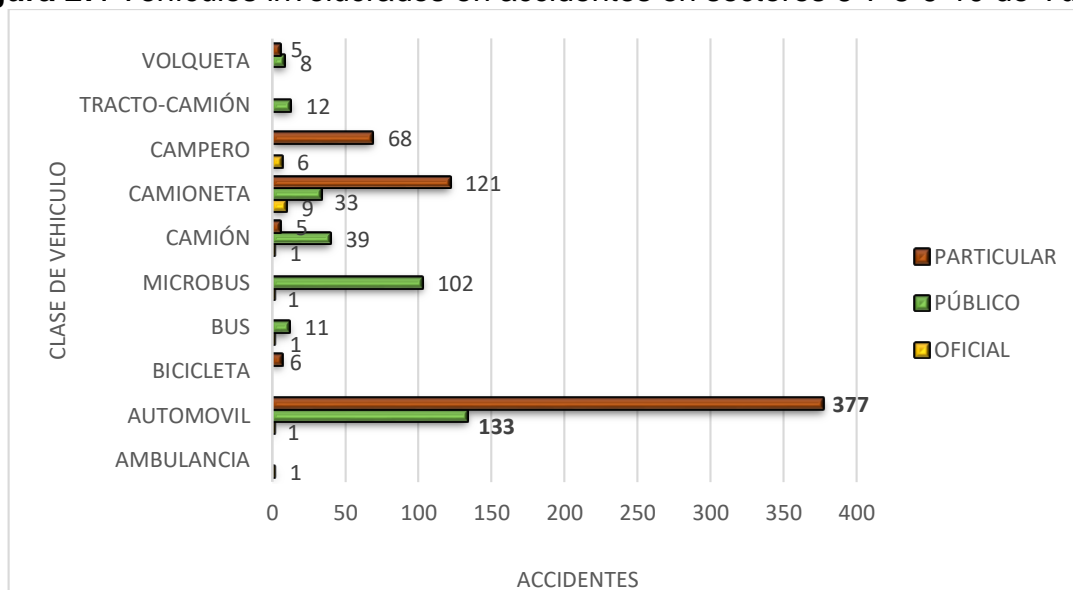
**Figura 26.** Clases de accidentes encontrados en los sectores 6-7-8-9-10 de Tunja



Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaría de Tránsito de Tunja.

Los vehículos involucrados en los accidentes se pueden clasificar por tipo, es decir si es particular, público u oficial; además, se especifica la clase del vehículo como se puede observar en la figura 27. La mayoría de accidentes involucra automóviles de los cuales 377 son particulares y 133 públicos. Además, resulta preocupante, según se puede observar, que vehículos de servicio público para el transporte de pasajeros se encuentren involucrados de manera significativa en los accidentes (buses 11 y microbuses 102).

**Figura 27.** Vehículos involucrados en accidentes en sectores 6-7-8-9-10 de Tunja



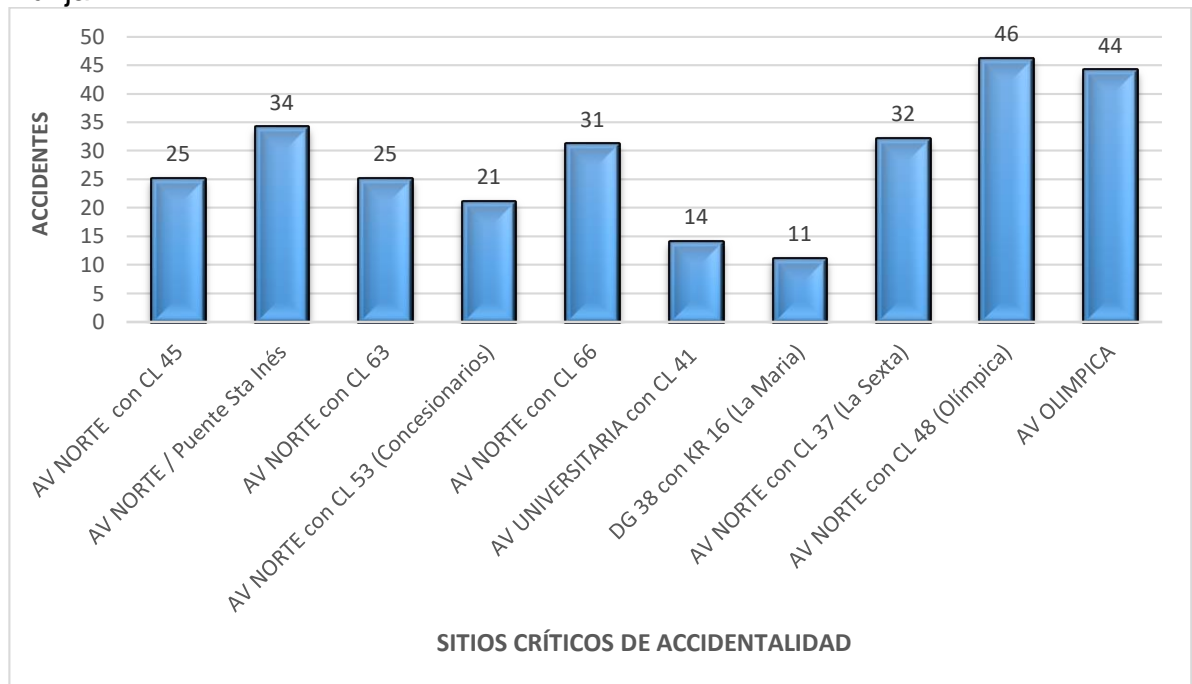
Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaría de Tránsito de Tunja.

### 5.1. SITIOS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD DENTRO DE LOS SECTORES 6-7-8-9-10 DE TUNJA

Dentro de los **cinco** sectores analizados se encontró un total de 1093 accidentes de tránsito en el periodo 2015, 2016 y primer semestre de 2017. Posteriormente se determinaron los sitios críticos en los que se presentara mayor número de

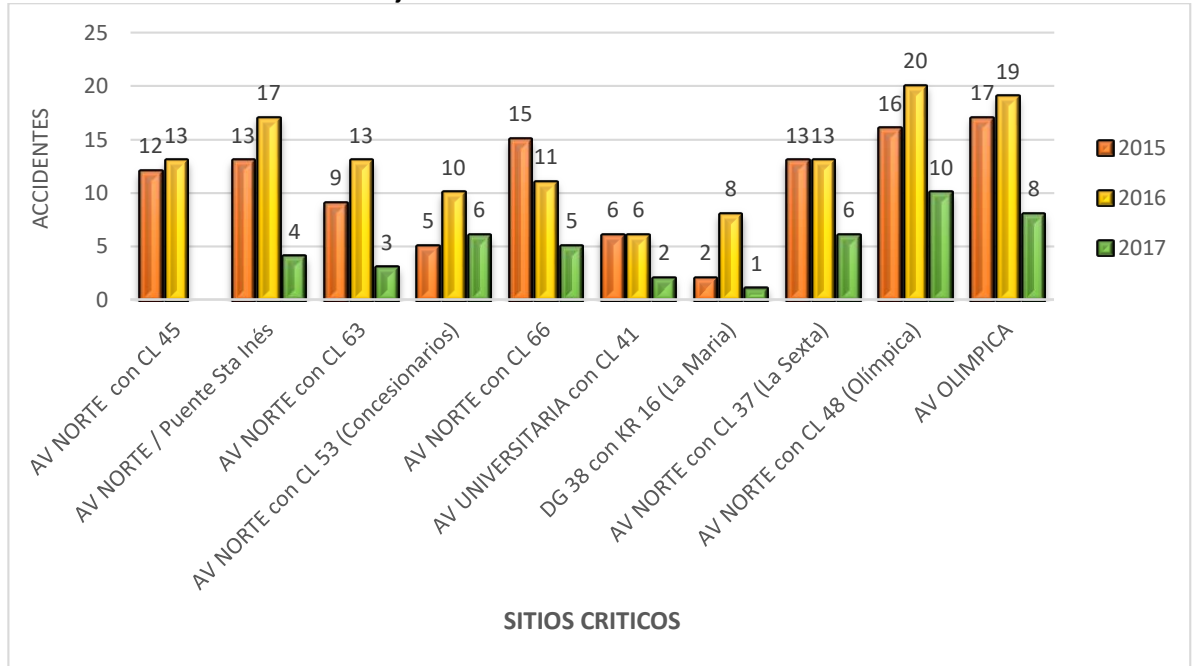
accidentes con el fin de correlacionar la información obtenida durante el trabajo de campo y la información de la base de datos de accidentalidad suministrada por la secretaria de tránsito de la alcaldía de Tunja. En este sentido se establecieron los sitios críticos presentados en el ANEXO J y que se observan en la figura 28. En general se encontraron 283 accidentes que corresponden al 25,9% del total de los **cinco** sectores analizados.

**Figura 28.** Sitios críticos de accidentalidad dentro de los sectores 6-7-8-9-10 de Tunja



Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaria de Tránsito de Tunja.

**Figura 29.** Distribución anual de accidentes en los sitios críticos dentro de los sectores 6-7-8-9-10 de Tunja



Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaria de Tránsito de Tunja.

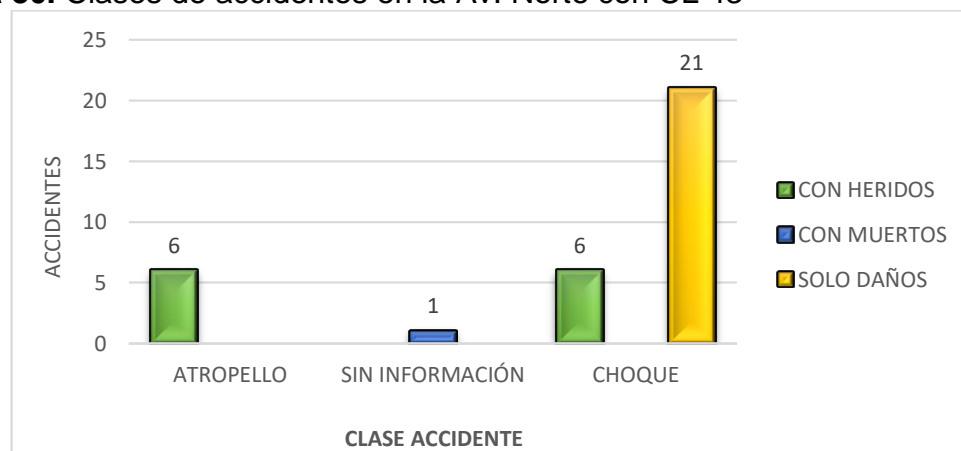
A continuación se describe de manera detallada los sitios críticos en los que se presentaron mayores índices de accidentalidad. Cabe resaltar que los puntos que presentaron picos más altos se encuentran ubicados sobre la avenida norte, lo cual resulta coherente teniendo en cuenta los volúmenes vehiculares que se movilizan sobre ésta y las altas velocidades que pueden alcanzar los vehículos que transiten por allí. Además, se tomó como un sitio crítico el tramo de la avenida olímpica desde la glorieta sobre la avenida norte hasta la glorieta del gobernador, ya que presenta un número considerable de accidentes y además posee características similares a la avenida norte.

**5.1.1 Avenida Norte con calle 43.** Se analizó este lugar a la altura del puente de santa Inés ya que durante el periodo analizado se presentaron 34 accidentes. Como se puede observar en las figura 30 la mayoría de los accidentes corresponde a choques con un total de 27 que corresponde al 79%. Los vehículos involucrados en

su mayoría son automóviles particulares (47%), microbuses de servicio público (12%) y motocicletas (15%) como muestra la figura 31. En este punto se encontró accidentes de buses y automóviles de servicio público, teniendo en cuenta que allí se encuentra un paradero lo cual podría estar incidiendo en los accidentes debido a la imprudencia de los conductores. Otro aspecto relevante es la cantidad de atropellos que han dejado 6 peatones heridos, y teniendo en cuenta que allí se encuentra el puente peatonal muestra la imprudencia por parte de los peatones y la falta de cultura ciudadana.

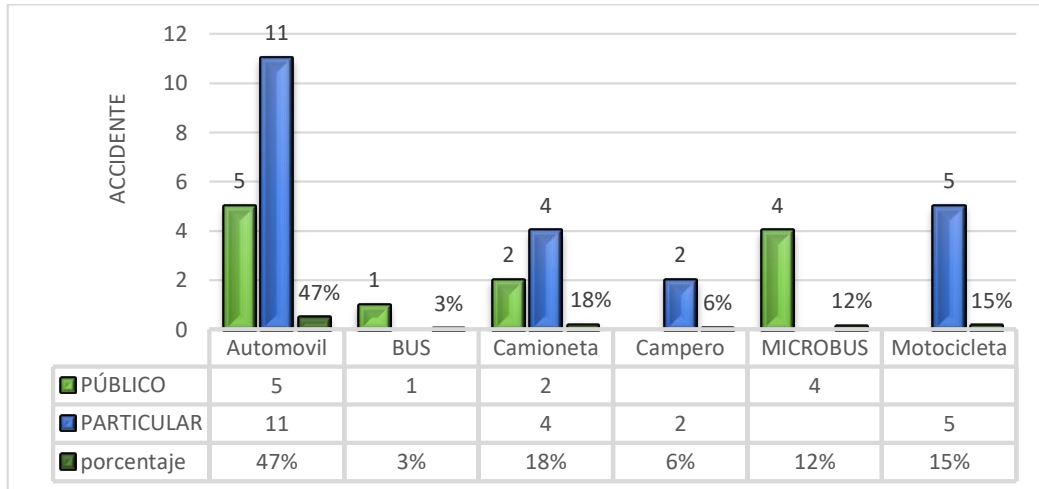
Dentro de las características de este lugar encontramos: ancho de calzada de la avenida norte de 7,6 m, teniendo en cuenta que ésta presenta doble calzada y separador. El tipo de terreno es plano con una pendiente aproximada de 1,7%. La superficie de rodadura es pavimento flexible y no presenta daños. En cuanto a la señalización horizontal está en aceptables condiciones sobre la avenida norte, sin embargo en la intersección con la calle 43 a la entrada del barrio santa Inés, se encuentra un resalto el cual ya se encuentra muy deteriorado y a su vez en este punto el pavimento presenta hundimientos y piel de cocodrilo. Se encuentran señales verticales como PARE, PARADERO, PESO MAXIMO PERMITIDO, PROHIBIDO GIRAR, ALTURA MÁXIMA PERMITIDA e informativas sobre la vía férrea que pasa por el lugar.

**Figura 30.** Clases de accidentes en la Av. Norte con CL 43



Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaría de Tránsito de Tunja.

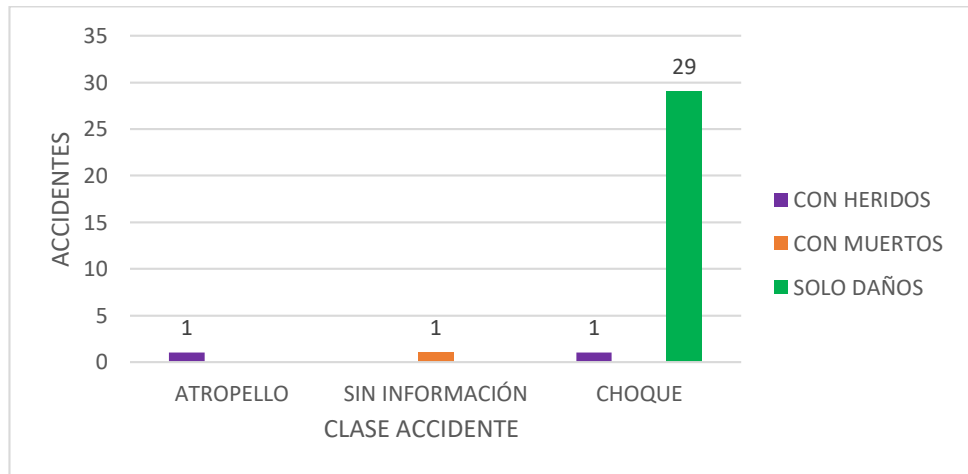
**Figura 31.** Vehículos involucrados en accidentes en Av. Norte con CL 43



Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaría de Tránsito de Tunja.

**5.1.2. AV NORTE con CL 37.** Este punto corresponde a la intersección que se encuentra a un costado del centro comercial La Sexta. Allí se han presentado 32 accidentes en el periodo 2015-2017 de los cuales 30, es decir un 94%, fueron choques que en su mayoría solo dejaron daños materiales como se aprecia en la figura 32.

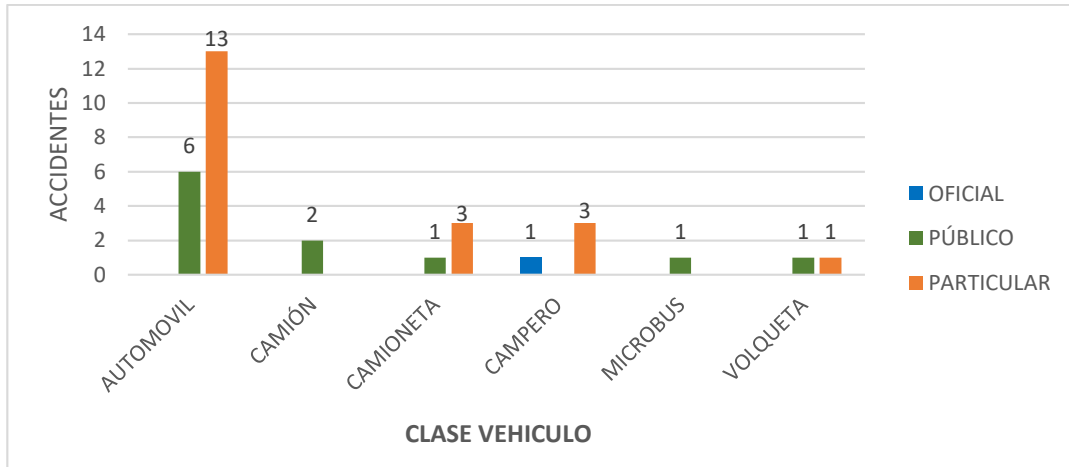
**Figura 32.** Clases de accidentes en Av. Norte con CL 37



Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaría de Tránsito de Tunja.

El 59%, que corresponde a 19 automóviles (en su mayoría particulares) se encuentran involucrados en el total de accidentes como se observa en la figura 33.

**Figura 33.** Vehículos involucrados en accidentes en Av. Norte con CL 37



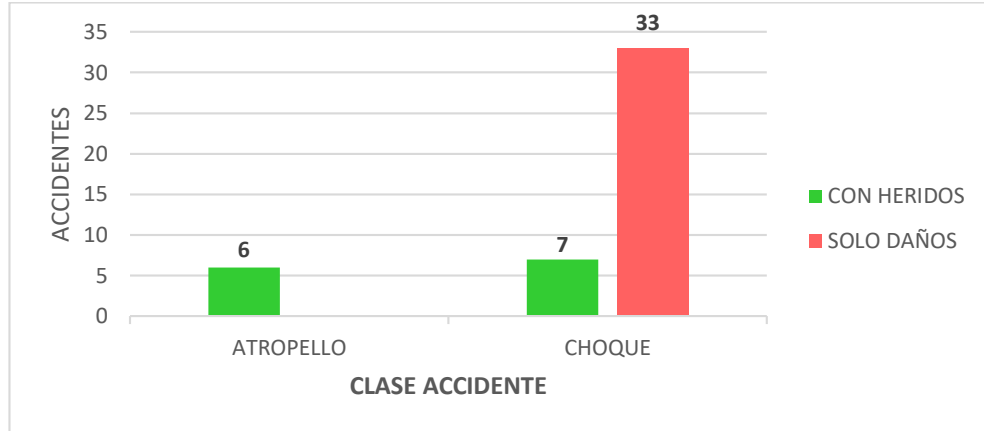
Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaria de Tránsito de Tunja.

En cuanto a las características del lugar encontramos un ancho de calzada de la avenida norte de 7,6 m y 7 m para la calle 37. El tipo de terreno es plano con una pendiente aproximada de 1%. La superficie de rodadura es pavimento flexible el cual en algunos puntos presenta daños de grietas y piel de cocodrilo. Ésta intersección cuenta con 4 semáforos y a su vez presenta buena señalización horizontal para los pasos peatonales los cuales están bien demarcados. Se encontraron señales verticales correspondientes a prohibido girar, velocidad máxima, ceda el paso, sentido de circulación, prohibido parquear, paradero de buses, semáforo; sin embargo la mayoría de estas señales presentan deterioro.

**5.1.3. AV NORTE con CL 48.** El lugar analizado se encuentra ubicado frente al centro comercial Centro Norte abarcando hasta la intersección con la calle 48. En total, dentro del periodo analizado se han presentado 46 accidentes de tránsito de los cuales 40, es decir el 87% corresponde a choques y el restante 13% pertenece a atropellos de los cuales resultaron 6 personas heridas como se observa en la figura 34.



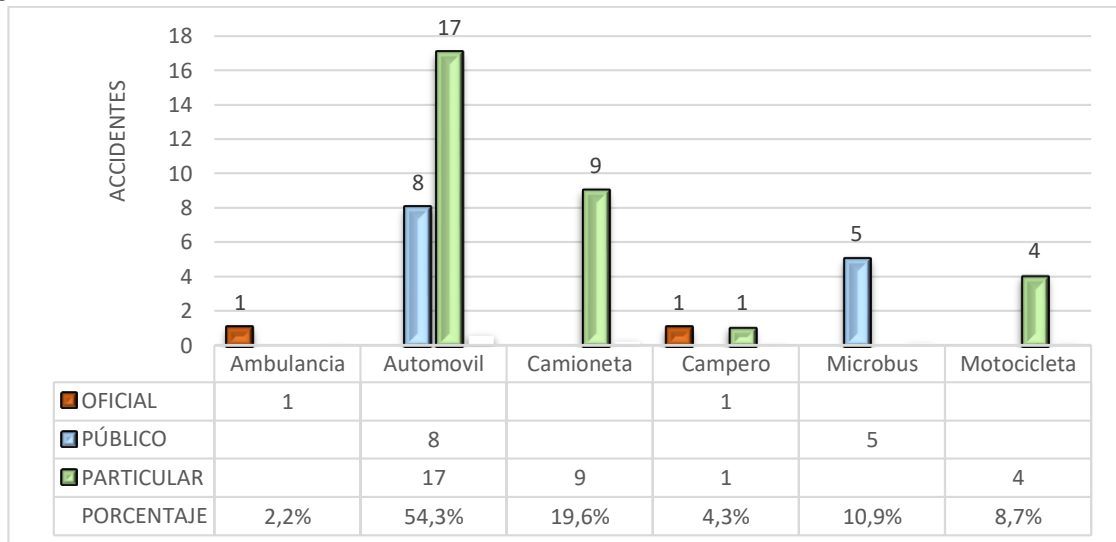
**Figura 34.** Accidentes sobre la Av. Norte con CL 48



Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaría de Tránsito de Tunja.

Del total de accidentes presentados en este punto, se encontró que en el 54,3% estuvieron involucrados automóviles seguido de camionetas particulares con 19,6% así como un número considerable de microbuses (10,9%) y motocicletas (8,7%) como muestra la figura 35.

**Figura 35.** Clases de vehículos involucrados en accidentes en Av. Norte con CL 48

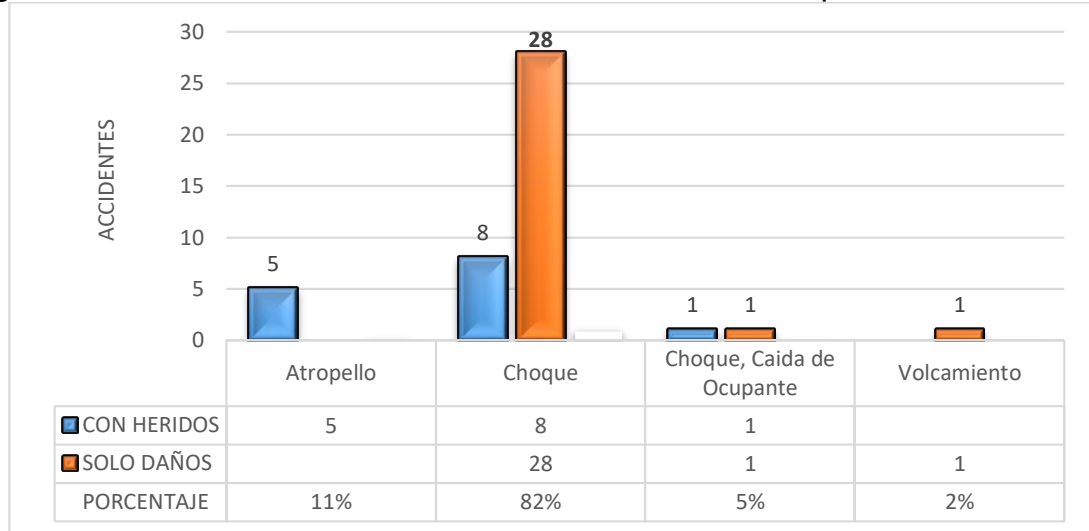


Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaría de Tránsito de Tunja.

En cuanto a las características del lugar encontramos un ancho de calzada de la avenida norte de 7,6 m, y 7,1 m de la calle 48. El tipo de terreno corresponde a plano y pendiente promedio de 0,9%. La superficie de rodadura es en pavimento asfáltico el cual no presenta daños. En este punto hay 5 semáforos y cuenta con adecuada señalización horizontal en cuanto a la demarcación de los pasos peatonales aunque a pesar de esto se han presentado 6 atropellos en el lugar. Además la señalización vertical existente corresponde a prohibido parquear, paradero de buses, paso peatonal, giro a, prohibido girar a, prohibida circulación de vehículos de carga pesada; y aunque las señales presentan un poco de deterioro se encuentran en aceptables condiciones. Cabe resaltar que en este punto, y especialmente en horas pico se concentra un alto volumen de vehículos que generalmente ocasiona trancones pues la calzada en el sentido sur-norte cuenta con un tercer carril que permite a los vehículos esperar para hacer el giro y cambiar de calzada o acceder a la calle 48 y esto hace que se formen largas colas de vehículos esperando realizar estas maniobras que a su vez interrumpen el flujo de vehículos que circulan sobre la avenida norte incrementando los riesgos de alguna clase de accidente. Adicionalmente, otro factor que puede incidir en la accidentalidad en este lugar, es la falta de espacios (como bahías) que permitan a los vehículos de servicio público estacionarse de manera adecuada sin interrumpir la circulación de los demás vehículos.

**5.1.4. Av. Olímpica.** Se analizó este tramo de vía cuya longitud es de 807 m comprendido entre la avenida norte y la glorieta del gobernador debido a que presenta un índice de 44 accidentes dentro del periodo 2015 a 2017 y dichos accidentes no se encuentran localizados en un punto específico sino que están dispersos a lo largo de dicha vía. En este tramo el 82% de los accidentes fueron choques de los cuales 28 accidentes tuvieron daños materiales y en 8 hubo heridos. Además se presentaron 5 atropellos que representan el 11% como se observa en la figura 36.

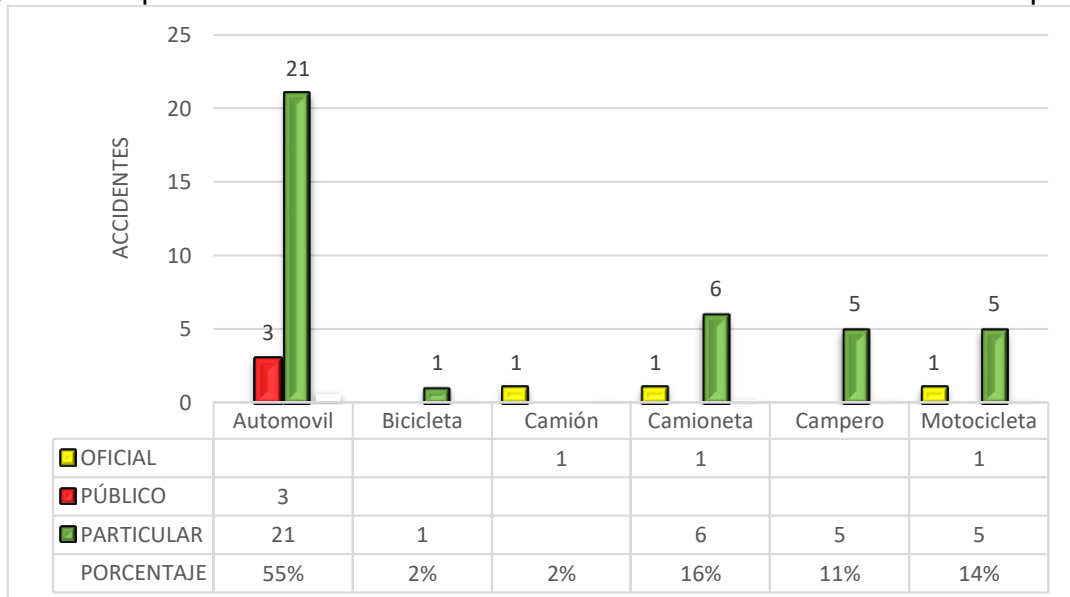
**Figura 36.** Clases de accidentes encontrados en la Av. Olímpica



Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaría de Tránsito de Tunja.

La mayoría de los vehículos involucrados en accidentes en la avenida olímpica son automóviles con un total de 24 que representa el 55%. Además se encuentra la presencia de vehículos tipo camioneta y motocicletas como muestra la figura 37.

**Figura 37.** Tipos de vehículos involucrados en accidentes sobre la Av. Olímpica



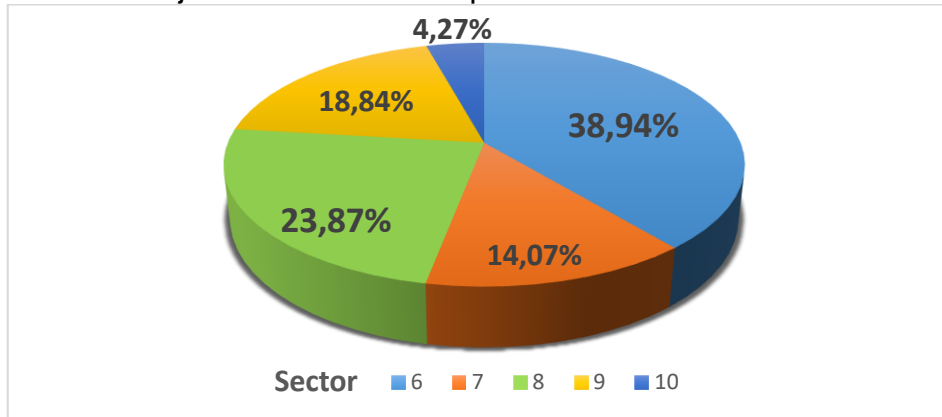
Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaría de Tránsito de Tunja.

En cuanto a las características del lugar encontramos que esta avenida cuenta con doble calzada y separador. El ancho de calzada es de 5,6 m y el ancho promedio del separador es de 1 m. A lo largo de este tramo de vía se encuentran 8 intersecciones. El tipo de terreno corresponde a plano con pendiente promedio de 1,6 %. La superficie de rodadura es en pavimento asfáltico el cual no presenta daños. La señalización existente a lo largo del tramo de vía se encontró que hay escasa señalización horizontal ya que solo algunos pasos peatonales están demarcados y no presenta líneas de separador de carril. En cuanto a señales verticales se encuentran: prohibido parquear, ceda el paso, velocidad máxima, paso de vía férrea, pare, paso peatonal, prohibido girar en U, glorieta; el estado de dichas señales se encuentra en aceptables condiciones.

## **5.2. ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD CON BASE EN LAS CAPAS TRABAJADAS**

Lo que se busca es establecer una comparación tomando como referencia el número de accidentes presentados en cada sector y evaluar con base en las capas que fueron trabajadas durante el desarrollo de la práctica como son Tramovía, sección transversal y tipo terreno. En este punto se busca analizar las características dentro de cada sector como tal, es decir, las vías locales o residenciales que se encuentran en cada uno ya que anteriormente se había analizado los sitios críticos encontrados sin embargo esos puntos se encontraban en su mayoría sobre la avenida norte. En ese orden de ideas, se va a omitir las avenidas y vías con alto volumen vehicular para poder establecer la comparación entre los sectores analizados. En el ANEXO K se presentan los accidentes ocurridos dentro de cada sector.

**Figura 38.** Porcentaje de accidentalidad para cada sector analizado



Fuente: Elaboración propia a partir de información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía (SÁNCHEZ, John, UPTC) a la secretaría de Tránsito de Tunja.

En la figura 38 se expresa el porcentaje de accidentes para cada sector, observando que el sector 6 con un 38,94% es el que contiene la mayor cantidad de accidentes, los cuales se encontraban disgregados por todas las vías presentes en el sector como se puede observar en el ANEXO K.

**5.2.1. Relación con la capa de Tramvía.** Teniendo en cuenta la figura 38 y comparándola con la tabla 21, se puede apreciar la relación proporcional existente entre el número de accidentes y la longitud de vías con que cuenta cada sector ya que en el sector 6 hubo el mayor porcentaje de accidentalidad y a su vez también es el que tiene mayor porcentaje de tramvía o longitud de vías con un 29% del total de los cinco sectores analizados. Lo mismo ocurre con el sector 8 que es el que le sigue en cantidad de accidentes, 23,87% y longitud vial 20,36%.

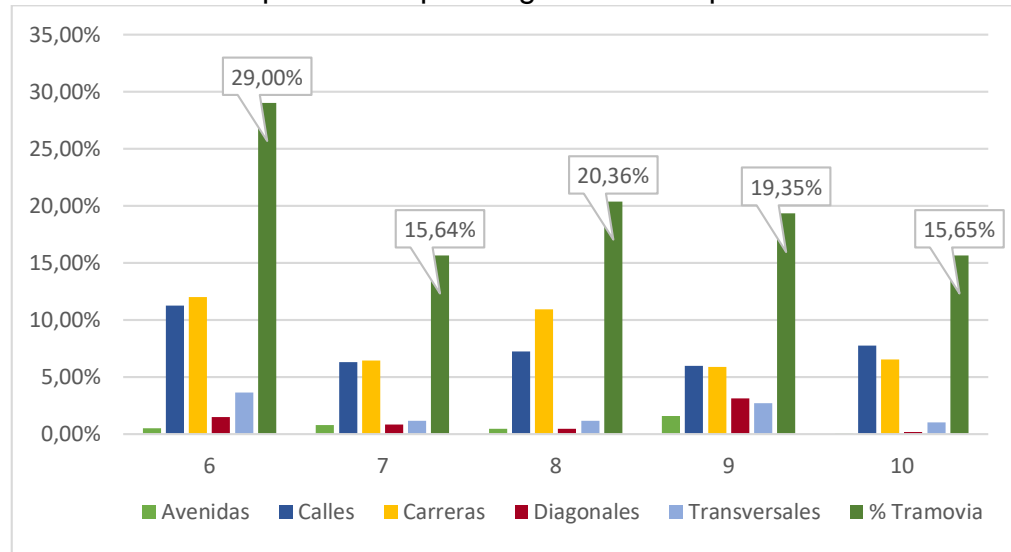
**Tabla 21.** Distribución porcentual por tipo de vía para cada sector

Tramvía Sector	Avenidas	Calles	Carreras	Diagonales	Transversales	% Tramvía
6	0,53%	11,27%	12,02%	1,53%	3,65%	29,00%
7	0,82%	6,33%	6,48%	0,84%	1,17%	15,64%
8	0,50%	7,25%	10,93%	0,48%	1,21%	20,36%
9	1,61%	5,97%	5,92%	3,12%	2,73%	19,35%
10	0,07%	7,79%	6,53%	0,19%	1,06%	15,65%
<b>Total</b>	<b>3,53%</b>	<b>38,61%</b>	<b>41,87%</b>	<b>6,17%</b>	<b>9,82%</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Elaboración propia

En la figura 39 se observa el porcentaje de longitud de vías con que cuenta cada uno de los sectores evaluados.

**Figura 39.** Distribución porcentual por longitud de vías para cada sector



Fuente: Elaboración propia

**5.2.2. Relación con la capa de Sección Transversal.** Se determinaron los anchos de calzada predominantes en cada sector omitiendo los valores correspondientes a vías con alto volumen vehicular que se encontraran dentro de los cinco sectores analizados, en este caso la Av. norte, Av. universitaria, Av. olímpica, Av. Maldonado y Av. Colón. Lo anterior con el fin de relacionar las vías locales de cada sector dentro de unos mismos parámetros de análisis. Además, se descartaron los anchos de calzada que representaban un porcentaje mínimo como eran los valores menores a 3 metros que generalmente correspondían a pasos peatonales y los anchos superiores a 10 metros. En ese sentido se analizaron intervalos de anchos de calzada como se muestra en la tabla 22.

**Tabla 22.** Anchos de calzada encontrados en cada sector

ANCHO CALZADA (m)	SECTOR6	SECTOR7	SECTOR8	SECTOR9	SECTOR10
3 - 4	7,42%	6,41%	1,60%	14,08%	9,23%
4 - 5	11,09%	8,02%	2,88%	8,84%	16,29%

ANCHO CALZADA (m)	SECTOR6	SECTOR7	SECTOR8	SECTOR9	SECTOR10
5 - 6	22,16%	44,23%	39,71%	25,27%	38,52%
6 - 7	22,28%	23,21%	28,93%	14,56%	18,69%
7 - 8	14,89%	13,46%	9,90%	16,19%	8,30%
8 - 9	8,35%	1,26%	4,56%	4,00%	1,44%
Rango predominante (5-7m)	44,44%	67,43%	68,64%	39,83%	57,21%

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que en todos los sectores el intervalo de ancho de calzada se puede establecer en un rango entre los 5 a 7 metros, siendo claramente predominante el valor de 5-6 m seguido del intervalo 6-7 metros. Teniendo en cuenta estos resultados con base en el rango analizado (5-7m) y la accidentalidad presentada en cada sector se puede observar que los sectores con mayor porcentaje de este tipo de sección son el sector 8 con 68,64% y el cual es el segundo con mayor número de accidentes y el sector 7 con 67,43% como se observa en la tabla 23.

**Tabla 23.** Relación entre ancho de calzada y % de accidentes para cada sector

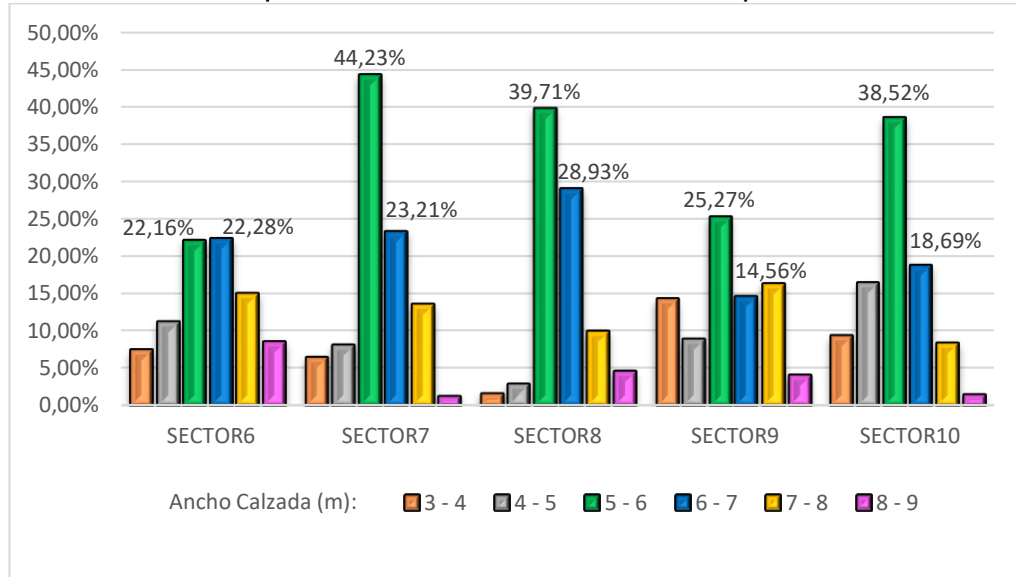
SECTOR	6	7	8	9	10
Ancho Calzada (5-7m)	44,44%	67,43%	68,64%	39,83%	57,21%
% Accidentalidad	38,94%	14,07%	23,87%	18,84%	4,27%

Fuente: Elaboración propia

El sector 6 que es el que posee el mayor porcentaje de accidentes presenta un 44,44% de sección con ancho de calzada entre 5 y 7 metros, pero se observa una mayor consistencia entre los intervalos de anchos de calzadas con respecto a los otros sectores, ya que no hay un pico claramente establecido lo que demuestra que dentro de este sector las características de anchos de calzada son más variables. Por otra parte el sector 10 alcanza un 57,21% con sección de 5 a 7 metros sin embargo es el sector con el menor porcentaje de accidentes, lo cual indica que la accidentalidad en este sector puede estar relacionada con otras variables que sería necesario analizar.

En la figura 40 se observa los diferentes intervalos de sección transversal para cada uno de los sectores analizados y los picos predominantes en cada uno.

**Figura 40.** Distribución porcentual de anchos de calzada para cada sector



Fuente: Elaboración propia

**5.2.3. Relación con la capa Tipo Terreno.** Se tienen establecidos cuatro intervalos de acuerdo a la pendiente encontrada con base en el manual de diseño de carreteras y mediante los cuales se conforma la capa 05\_TIPOTERRENO. Los resultados encontrados así como el porcentaje que ocupa cada sector en el tipo terreno se pueden observar en la tabla 24.

**Tabla 24.** Distribución porcentual según el tipo terreno de cada sector

SECTOR	1. Escarpado	2. Montañoso	3. Ondulado	4. Plano	Total
6	11,60%	3,70%	4,79%	8,71%	28,80%
7	5,26%	1,56%	4,47%	6,60%	17,89%
8	2,82%	0,62%	3,90%	12,16%	19,49%
9	1,70%	2,46%	3,76%	11,35%	19,27%
10	4,64%	2,86%	2,09%	4,95%	14,54%
<b>Total</b>	<b>26,01%</b>	<b>11,20%</b>	<b>19,01%</b>	<b>43,77%</b>	<b>100,00%</b>

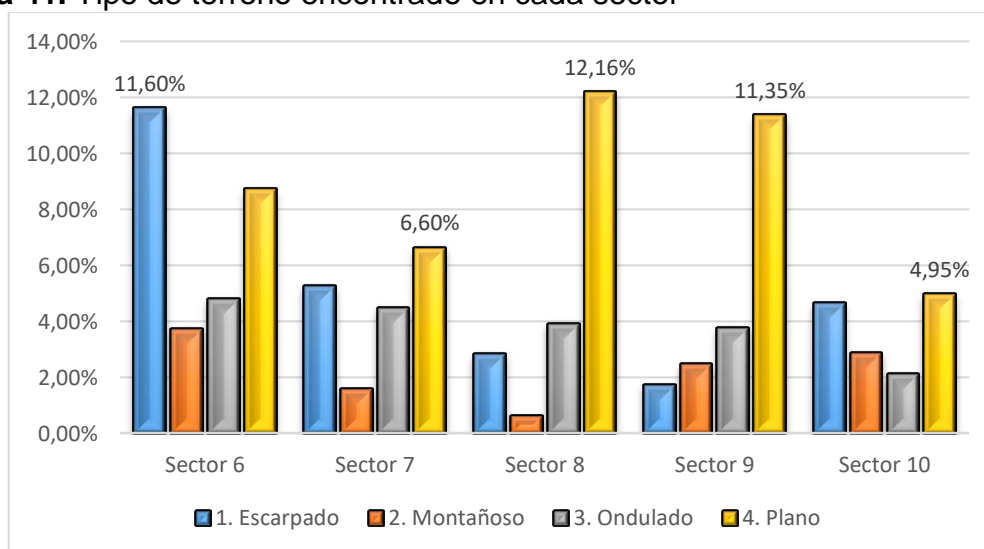
Fuente: Elaboración propia



Dentro de los cinco sectores analizados se encontró que la mayor parte de la superficie (con un total de 62,8%) corresponde a terreno plano con 43,77% y ondulado con 19,01%, es decir pendientes que oscilan de 0 a 3% y 3 a 6% respectivamente. El restante 37,2% corresponde a 11,2% de terreno montañoso y 26,01% de terreno escarpado, es decir con pendientes entre 6 a 8% y mayores a 8% respectivamente.

La figura 41 da una visión general del tipo de terreno existente en las vías de cada sector analizado.

**Figura 41.** Tipo de terreno encontrado en cada sector



Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que aunque en 4 de los cinco sectores evaluados el tipo de terreno predominante es Plano, el sector 6 presenta el pico más alto en terreno escarpado con 11,6% y a su vez, éste es el sector con el mayor número de accidentes los cuales pueden estar relacionados en cierta medida con las pendientes fuertes (superiores al 8%) con que cuentan muchas vías dentro de este sector. Por ejemplo, las pendientes pueden generar velocidades excesivas (pendientes descendentes) o una desaceleración excesiva (pendientes ascendentes), especialmente en vehículos grandes y pesados. Por esto se pueden presentar accidentes como choques o salidas de la vía por velocidades elevadas. Además si es un vehículo pesado en pendientes descendentes puede presentar falla de los frenos.

## 6. CONCLUSIONES

- ❖ Brindando apoyo técnico a la oficina asesora de planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja, bajo los lineamientos solicitados por el Ministerio de Transporte mediante la resolución 1067 de 2015, el grupo de pasantes realizó un trabajo conjunto de georreferenciación que permitió obtener la información de los sectores 2,5,6,7,8,9 y 10 de la ciudad de Tunja, sin embargo la elaboración del presente trabajo se enfocó en la actualización del inventario vial y catastral en la zona nor-oriental, sector 8, de la ciudad, el cual comprende un total de 34,355 km de vías. Dicha información permitirá a las entidades territoriales encargadas conocer el estado actual de la malla vial, con el fin de que se apropien de la situación y busquen alternativas encaminadas a una óptima inversión de recursos que permitan dar solución efectiva de las problemáticas encontradas.
- ❖ La georreferenciación de la malla vial del sector 8 de la ciudad de Tunja permitió obtener los siguientes resultados: los anchos de calzada predominantes se encuentran entre los 5 y los 8 metros y corresponden a 26,7 km representando un 77,72% del total de las vías del sector. La mayor parte de la superficie de rodadura se encuentra en pavimento asfáltico con un 66,47 % correspondiente a una longitud de 22,84 km. Del total de las vías del sector, el 10,32% presentan daños en las tres superficies que evalúa la resolución 1067 de 2015 divididos así: 0,49% de daños en Afirmado, 9,69% de daños en pavimento asfáltico y 0,13% de daños en pavimento rígido; el restante 89,68% de las vías se encuentran en buen estado. En cuanto a señalización, sólo el 3,15% de las vías contaban con señalización horizontal y en todo el sector se encontraron 164 señales verticales divididas entre Reglamentarias, Preventivas e Informativas. Se encontraron 307 intersecciones, de las cuales la mayoría corresponde a intersecciones tipo T con un total 214. El tipo terreno del sector 8 corresponde

en gran parte a plano con un 62,4 %. En el sector 8 se encontró que la mayoría de las vías corresponde a carreras con un 50,13%. Se encontraron dos puentes vehiculares dentro del sector; el primero con ancho de tablero 11,9 m y ancho de calzada 8.3 m, el segundo cuenta con paso peatonal de 1,8 m y un ancho de calzada de 6,6 m. Los anchos de separador encontrados en el sector 8 varían de 0,1 m hasta los 12 m.

- ❖ La información catastral trabajada en este proyecto consistió en la conformación de la capa de paramentos que permitió obtener y procesar información de 3964 predios del sector 8 de la ciudad de Tunja. Adicionalmente se clasificó los anchos de andén, antejardín, zona verde y ancho promedio de fachadas encontrados en los predios de cada uno de los barrios que conforman el sector. Además, se entregó a la oficina de planeación las fotos de las fachadas de cada predio organizadas con su correspondiente código predial.
  
- ❖ Se analizó la accidentalidad de los sectores 6-7-8-9-10 de la ciudad de Tunja con base a la información de una base de datos estructurada en trabajo de pasantía de la UPTC a la secretaria de Tránsito y Transporte de los años 2015, 2016 y primer semestre de 2017, encontrando un total de 1093 accidentes de tránsito. Con dicha información de accidentalidad se obtuvo los siguientes resultados: accidentalidad por mes para cada año. Según el género de las personas involucradas en accidentes la mayoría corresponde a hombres entre los 25 a 35 años de edad con un total de 268. Según la gravedad del accidente se encontró que en la mayoría, es decir 796 accidentes, sólo se presentaron daños materiales. Según la clase de accidente se encontró que la mayoría corresponden a choques con un total de 942. Por último, en los tipos de vehículos involucrados en los accidentes la mayoría corresponde a automóviles de los cuales 377 son particulares y 133 públicos.
  
- ❖ Se establecieron 10 sitios críticos de accidentalidad dentro de los sectores 6-7-8-9-10 de Tunja, en los cuales se presentaron 283 accidentes que corresponden al 25,9% del total de los cinco sectores analizados. De estos 10 sitios se

analizaron con detalle los que tuvieran los más altos índices de accidentes, los cuales fueron: Av. Norte con calle 43 con 34 accidentes; Av. Norte con calle 37 con 32 accidentes; Av. Norte con calle 48 con 46 accidentes y Av. Olímpica con 44 accidentes. Los picos más altos se encuentran en sitios ubicados sobre la avenida norte, lo cual resulta coherente teniendo en cuenta los volúmenes vehiculares que se movilizan sobre ésta y las altas velocidades que pueden alcanzar los vehículos que transiten por allí. Además el otro sitio corresponde al tramo de vía de la Av. Olímpica comprendido entre la avenida norte y la glorieta del gobernador debido a que los accidentes no se encuentran localizados en un punto específico sino que están dispersos a lo largo de dicha vía. Dentro de cada sitio se analizó la clase y gravedad de los accidentes así como los tipos de vehículos involucrados en los mismos y las características del lugar (ancho calzada, tipo terreno, pendiente, superficie de rodadura, daños y señalización existente).

- ❖ Se realizó el análisis de la accidentalidad con base en la información de las capas trabajadas buscando establecer una comparación entre el número de accidentes presentados en cada sector y evaluar con base en las capas de Tramovía, sección transversal y tipo terreno. En este punto se analizó las características dentro de cada sector como tal, es decir, las vías locales o residenciales que se encuentran en cada uno. En ese orden de ideas, se excluyeron las avenidas y vías con alto volumen vehicular con el fin de poder establecer la comparación entre los sectores evaluados dentro de unos mismos parámetros de análisis. Los resultados encontrados fueron: en cuanto a tramovía, en la mayoría de los casos el número de accidentes y el porcentaje de vías con que cuenta el sector presentaron una relación proporcional. En cuanto a la sección transversal, se encontró que en todos los sectores los anchos de calzada presentaban un rango predominante entre 5 y 7 metros, sin embargo, a pesar de presentar anchos de calzada similares el número de accidentes entre

cada sector era muy variable. Por último, respecto al tipo terreno se encontró que 4 de los 5 sectores analizados presentan en su mayoría terreno plano, mientras que el restante, específicamente el sector 6 presenta el pico más alto en terreno escarpado y a su vez, éste es el sector con el mayor número de accidentes. Esto indicaría en cierta medida la incidencia que tiene la presencia de vías con pendientes fuertes (superiores al 8%) en la ocurrencia de accidentes.

- ❖ La importancia del trabajo realizado en la práctica con proyección empresarial radica en que la información recolectada además de servir al Ministerio de Transporte en la conformación del Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras (SINC), puede ser útil para otras entidades del municipio como planeación, infraestructura vial, sisbén, electrificadora, así como para los ciudadanos que requieran obtener un certificado de paramentos de sus predios ya que esta información también fue recogida.
  
- ❖ La accidentalidad es un problema que aqueja a toda la sociedad y que es ampliamente estudiado con el fin de generar estrategias y políticas públicas encaminadas al aumento de la seguridad vial y por ende la reducción de los índices de accidentalidad. En este sentido, para el análisis de la accidentalidad se debe tener en cuenta a todos los actores involucrados en la misma como son el conductor, el vehículo y la vía, lo que incluye una gran variedad de factores como volúmenes vehiculares, velocidades, geometría de la vía, estado funcional del vehículo, pericia del conductor, respeto de las señales de tránsito, condiciones climáticas, peatones, entre otras que en su conjunto ayudan a comprender de mejor manera el comportamiento de dicho fenómeno. Por ende, cabe resaltar que en el presente trabajo se abordó el tema de la accidentalidad solamente teniendo en cuenta las características geométricas de la vía que se obtuvieron mediante la recolección de información en campo durante el desarrollo de la pasantía.

## 7. RECOMENDACIONES

- ❖ Es conveniente realizar un seguimiento minucioso por parte de las entidades encargadas al estado de las vías urbanas del municipio, con el fin de priorizar los mantenimientos viales que puedan requerir en su momento los diferentes componentes de la infraestructura vial.
- ❖ Cierta información secundaria requerida para la ejecución del trabajo se encuentra desactualizada, por ejemplo en la parte predial y la existencia de algunas vías o la nomenclatura de las mismas, por lo tanto es conveniente por parte de la entidad correspondiente revisarla y efectuar la actualización oportuna con el fin de evitar inconsistencias en dicha información.
- ❖ Los ingenieros encargados de manejar toda la información recolectada deben realizar una revisión minuciosa de la misma, con el fin de totalizar y conocer detalladamente la información con la que cuentan para así evitar contratiempos cuando necesiten acceder a esta.
- ❖ El uso de herramientas como son los Sistemas de Información Geográfica deben seguir implementándose no solo en la Oficina de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja sino en otras dependencias ya que por sus ventajas de almacenamiento y organización de la información facilitan el desarrollo de cierto tipo de trabajos.
- ❖ La Alcaldía Mayor de Tunja, en cabeza de las dependencias correspondientes deben hacer seguimiento detallado del estado actual de la malla vial no solo de la zona nor-oriental sino de toda la ciudad, con el fin de priorizar y destinar recursos que permitan intervenir y realizar mantenimientos en las vías más deterioradas, para atender de manera adecuada a las necesidades de la comunidad.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

AMAYA, Javier; GARAVITO, Cristian; Inventario del estado de la red vial principal y secundaria del casco urbano de Tunja. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2013.

ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA, Decreto Municipal 0241 de 2014. Plan de Ordenamiento Territorial - Tunja: [s.n.], 2014.

BUITRAGO, Sandra. Apoyo técnico en la elaboración del reporte de información para el SINC en Tunja. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2017.

GPS.GOV Información oficial del Gobierno de los Estados Unidos relativa al Sistema de Posicionamiento Global y temas afines. [En línea]. <<https://www.gps.gov/systems/gps/spanish.php>> [Citado en 23 de Enero de 2018].

HUERTAS, Tatiana. Actualización de la información vial y catastral de la zona oriente baja de Tunja utilizando sistemas de información geográfica. Tunja. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2018.

IDECA Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital. Sistema de Información Geográfica [En línea]. < <https://www.ideca.gov.co/es/sistema-de-informacion-geografica>> [Citado en 24 de Enero de 2018.]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. México. [En línea]. < <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/gps.aspx?dv=c1>>. [Citado en 23 de Enero de 2018.]

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. 2008.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, Resolución 1067 de 2015. Metodología General para Reportar la Información que conformara el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras – SINC. 2015

RODRIGEZ SÁNCHEZ, Laura Tipos de Coordenadas Manejadas en Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2004. - págs. 1-7.

SANCHEZ AMADO, John Henry. Estructuración de un mapa de riesgo de accidentes de tránsito en Tunja mediante SIG. Tunja. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 2018.

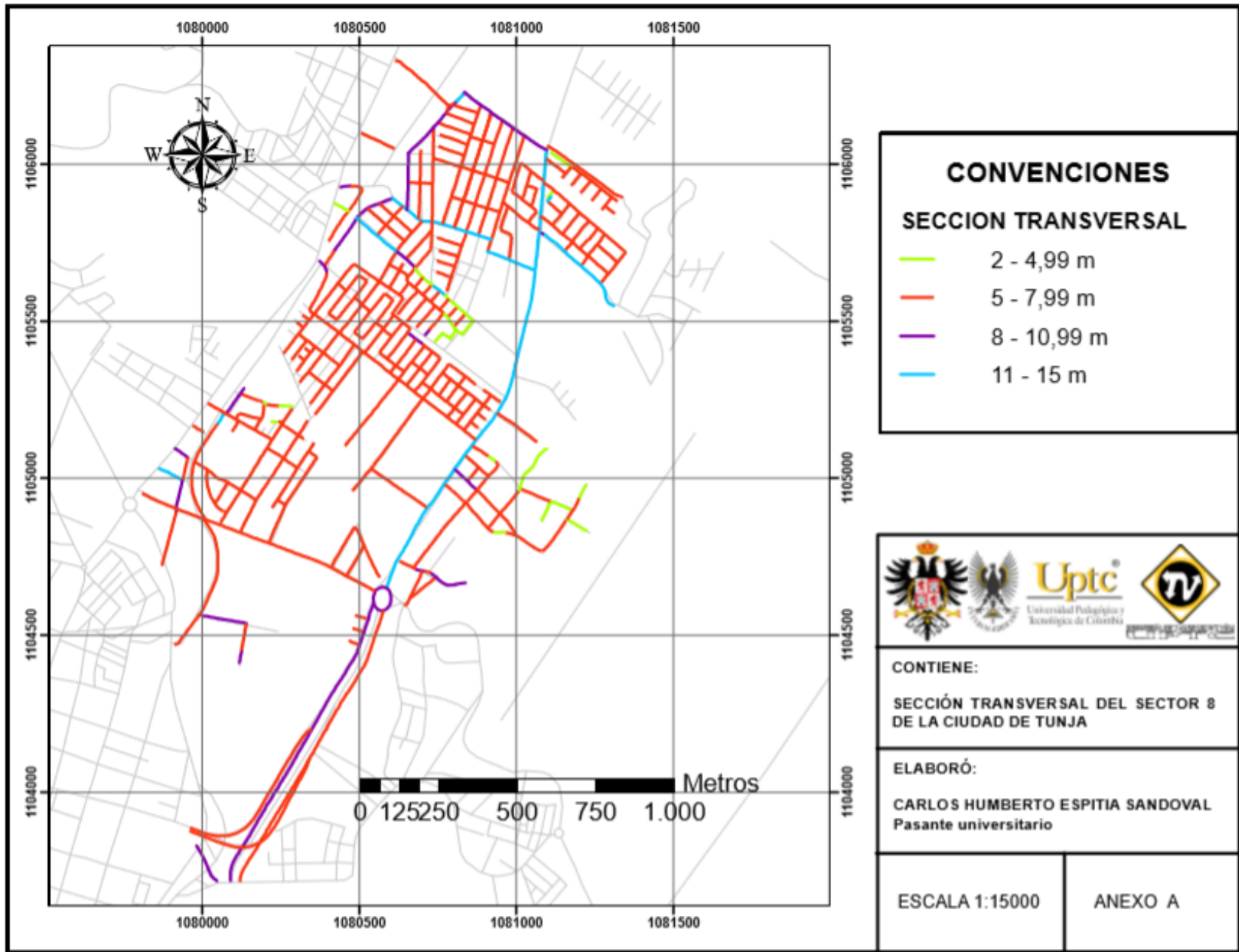
SANCHEZ, Daniel. Evaluación y actualización de la información vial de Tunja utilizando herramientas de la geomática. Tunja. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2017.

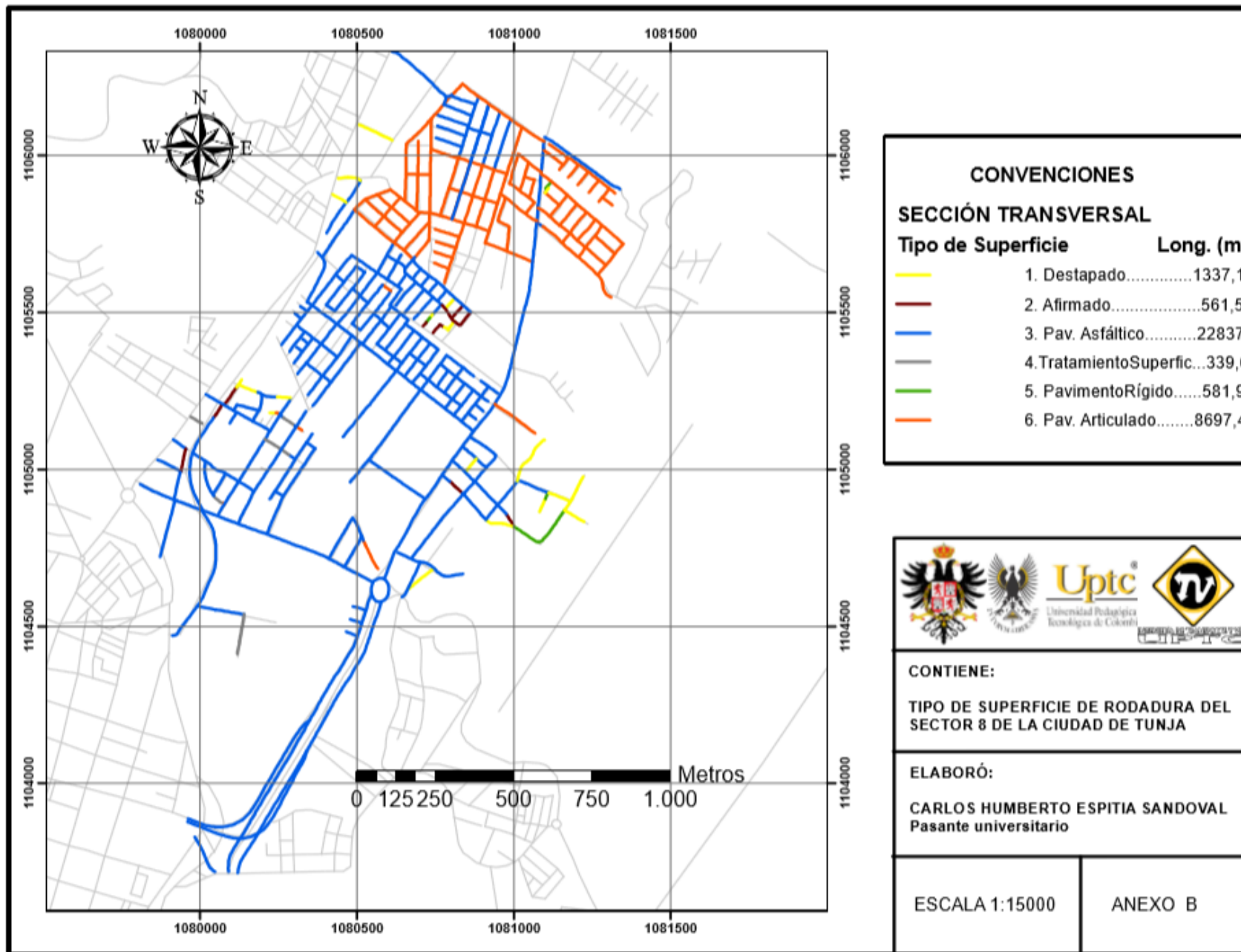
SENADO DE LA REPUBLICA. Ley 1228 del 2008. Bogotá. 2008

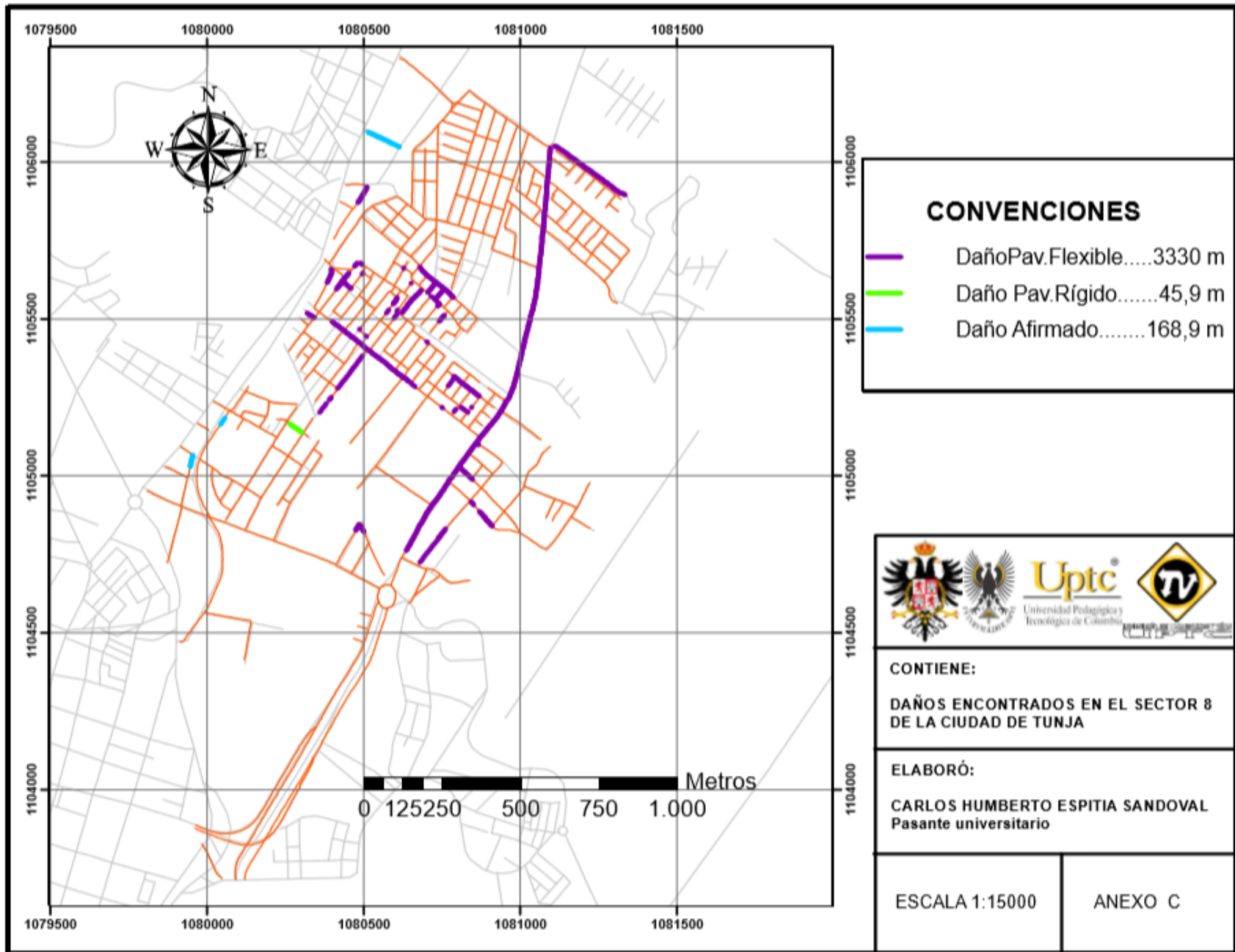
SPECTRA Precision. Products. Data collectors. [En línea]. <http://www.spectraprecision.com/eng/mobilemapper-50.html#.W6hH92hKjIU> [Citado en 21 de Septiembre de 2018.]

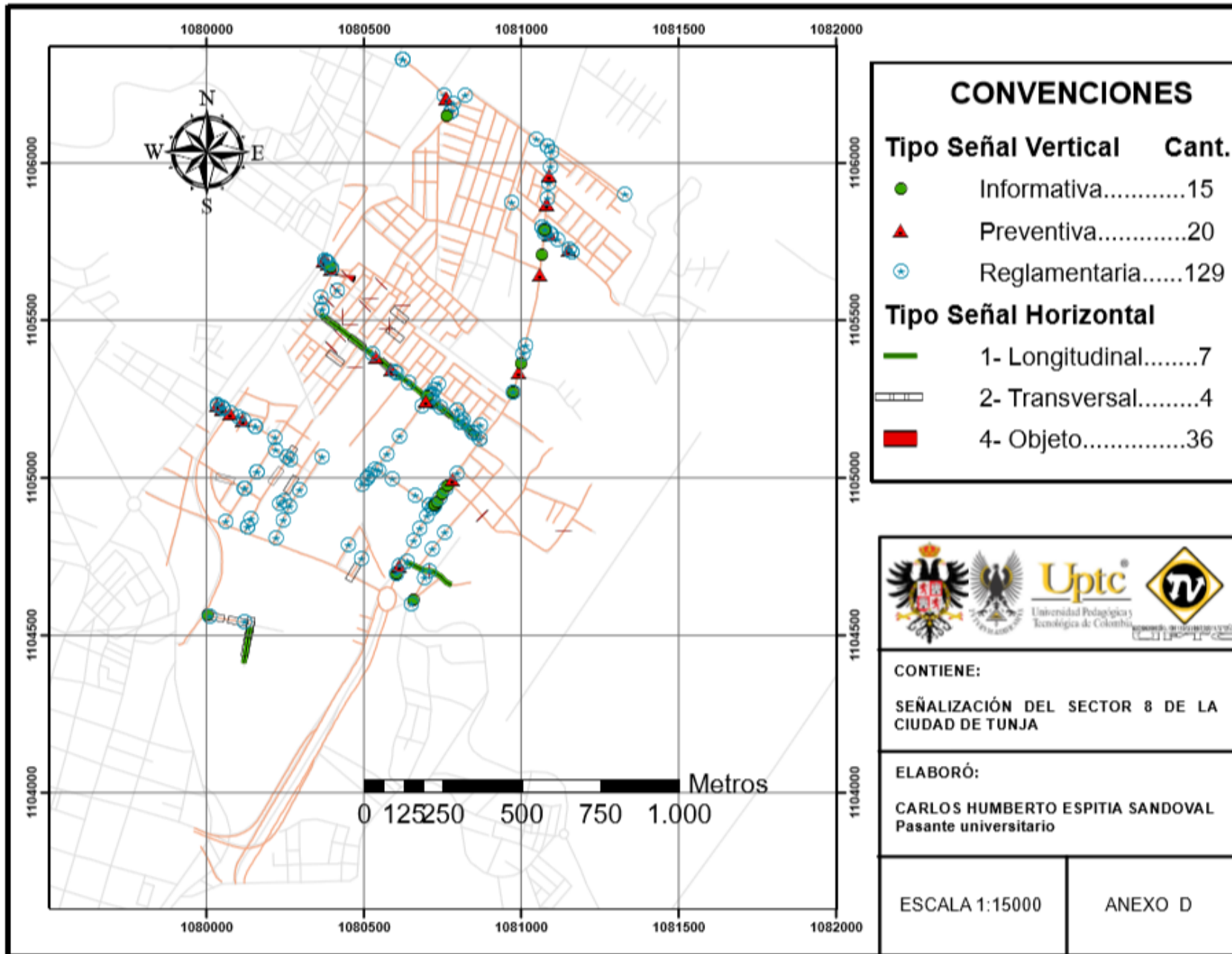


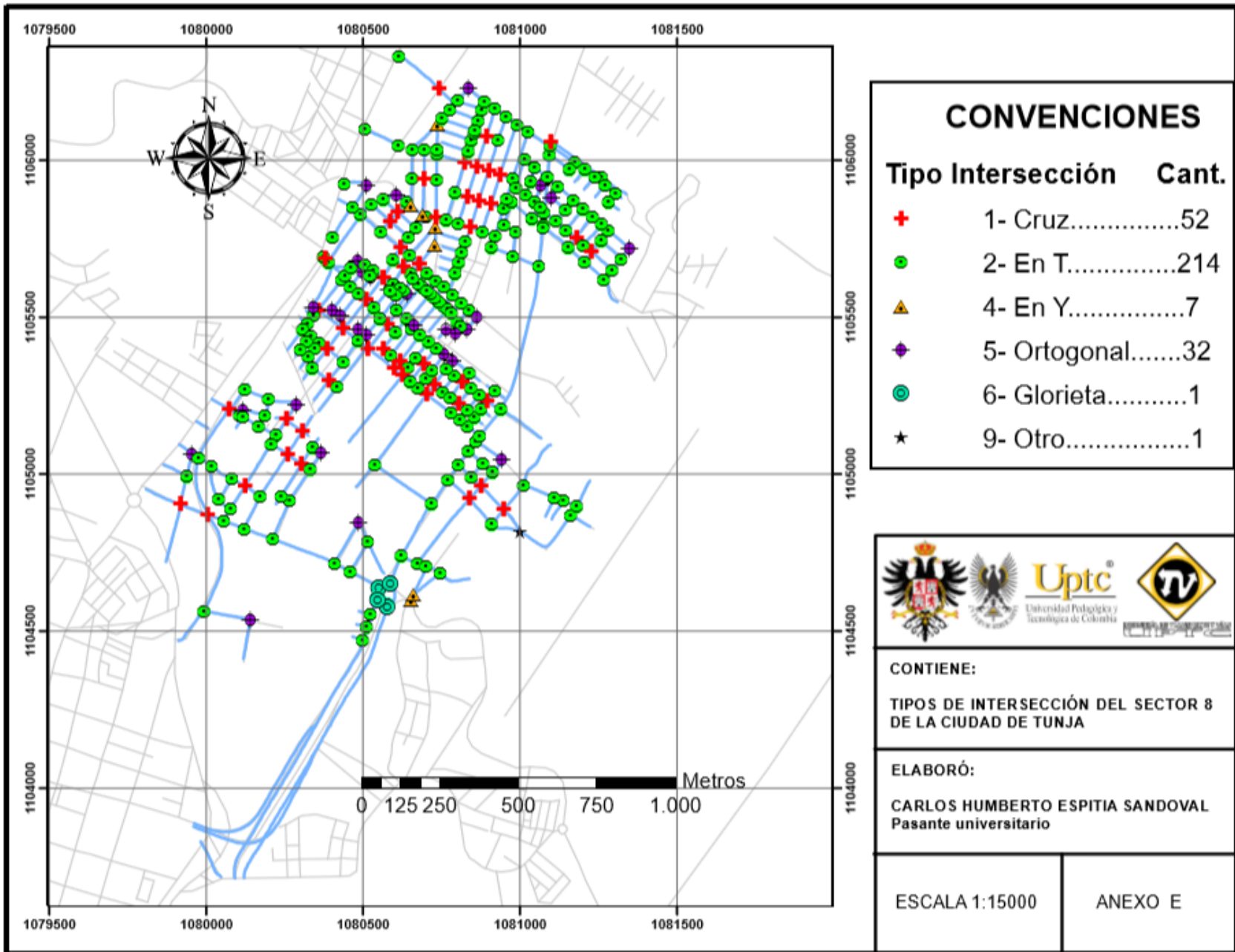
## **ANEXOS**

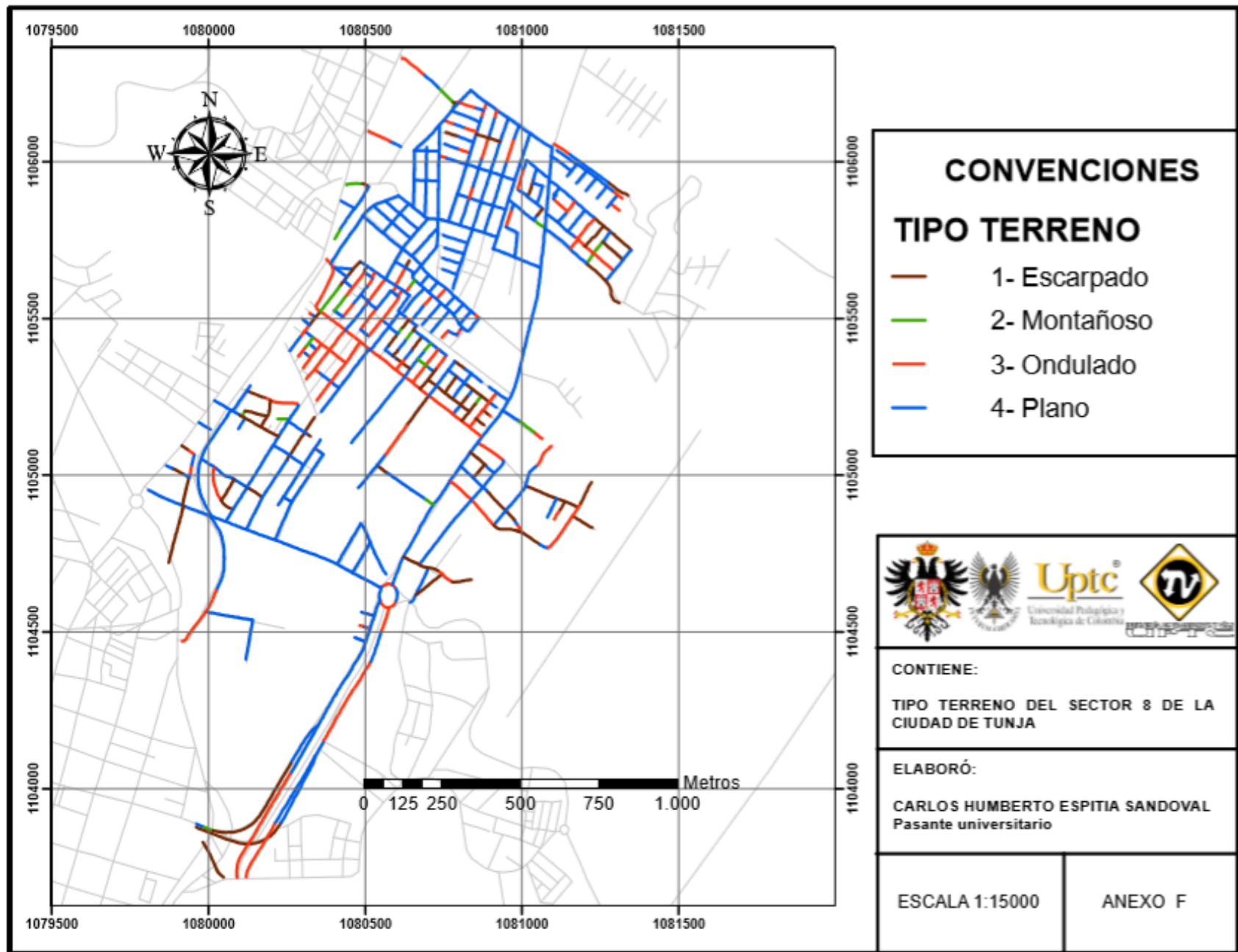


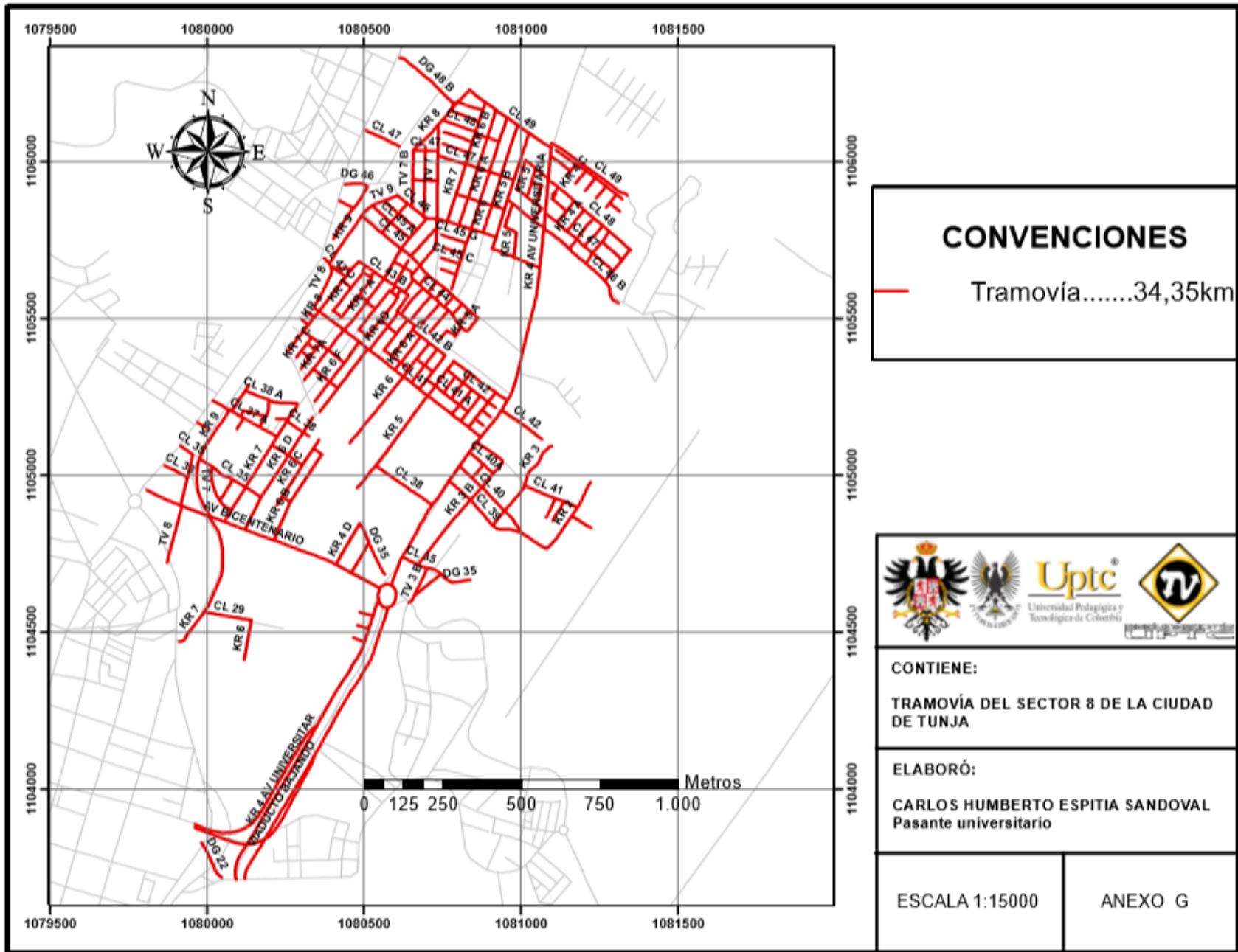




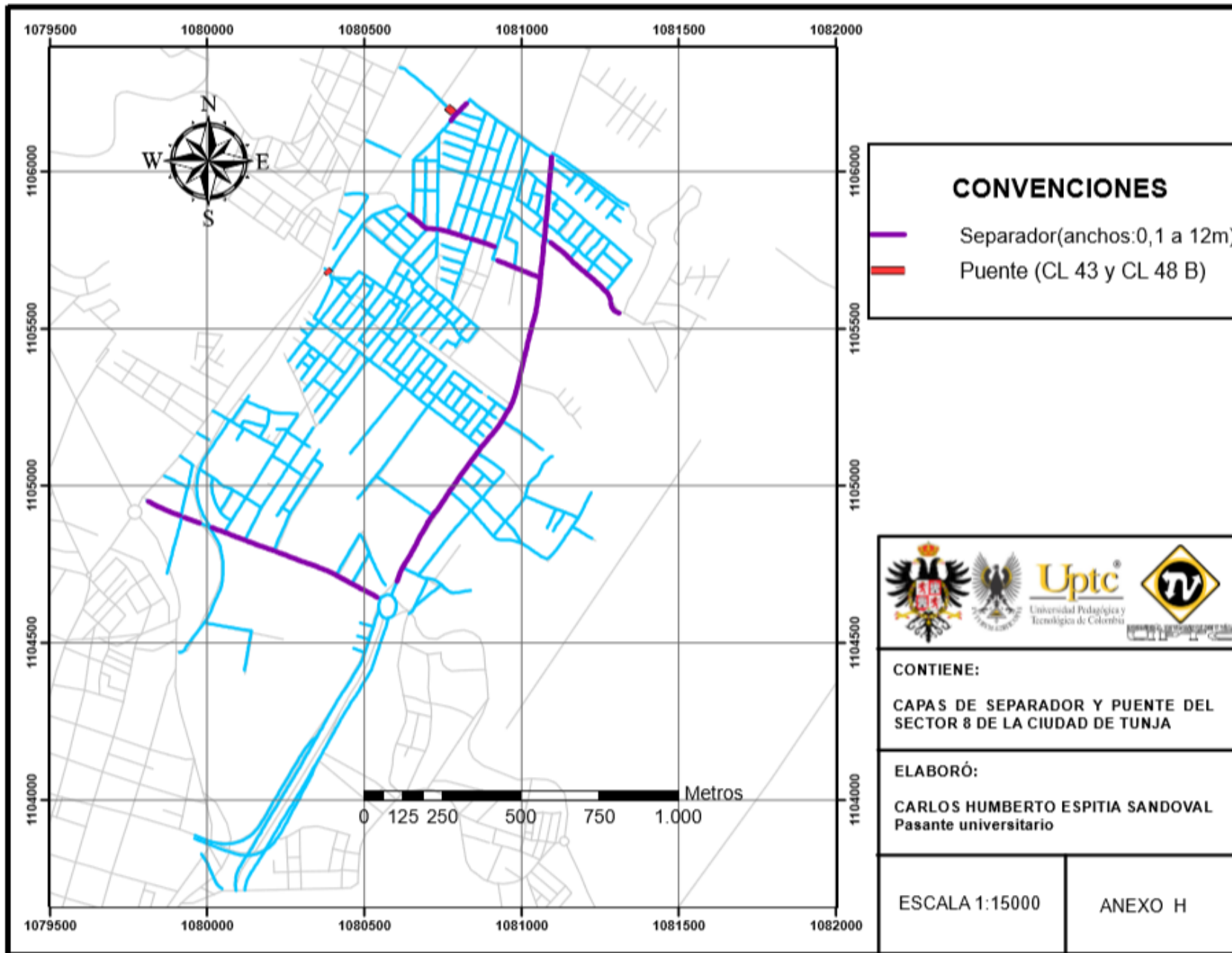














<b>CONVENCIONES</b>	
	Separador(anchos:0,1 a 12m)
	Puente (CL 43 y CL 48 B)



**CONTIENE:**  
**CAPAS DE SEPARADOR Y PUENTE DEL SECTOR 8 DE LA CIUDAD DE TUNJA**

**ELABORÓ:**  
**CARLOS HUMBERTO ESPITIA SANDOVAL**  
 Pasante universitario

ESCALA 1:15000

ANEXO H

