

REPRESENTACIÓN GEORREFERENCIADA DE LAS RUTAS DE PRÁCTICAS
ACADÉMICAS PARA PROGRAMAS DE PREGRADO, UPTC – TUNJA.



JORGE EDUARDO BARRERA CASALLAS
CLAUDIA ALEJANDRA SIERRA AGUILERA



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE TRANSPORTE Y VÍAS
TUNJA
2019

REPRESENTACIÓN GEORREFERENCIADA DE LAS RUTAS DE PRÁCTICAS
ACADÉMICAS PARA PROGRAMAS DE PREGRADO, UPTC – TUNJA

JORGE EDUARDO BARRERA CASALLAS
CLAUDIA ALEJANDRA SIERRA AGUILERA

Trabajo de grado presentado para optar al título de:
INGENIERO EN TRANSPORTE Y VÍAS

Director: Ing. Ph. D. FLOR ÁNGELA CERQUERA ESCOBAR.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE TRANSPORTE Y VÍAS
TUNJA
2019

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja, 26 de septiembre de 2019

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico principalmente al Señor Jesucristo, por ser el que guía mis pasos y por darme la fortaleza para obtener cada uno de mis anhelos, a mi padre Carlos y a mi madre Rosalía que con su amor, trabajo y sacrificio me han formado, a mi hermana Bibiana la cual fue un apoyo económico importante para lograr mi objetivo de culminar mis sueños profesionales, como también a mis hermanos Sandra, Andrés, Katherinne y a mi Sobrina Kamila por darme siempre el apoyo incondicional.

JORGE EDUARDO BARRERA CASALLAS

Dedico esta investigación a Dios, a mi familia que siempre me ha apoyado en cada uno de mis proyectos especialmente mis padres Lorenzo y Carmenza que son el pilar de mi educación y a mis hermanos Nancy y Fredy y a todas las personas que por circunstancias de la vida no lograron terminar su formación académica pero que con su sabiduría logran transformar la vida y el pensamiento de toda una comunidad.

CLAUDIA ALEJANDRA SIERRA AGUILERA

AGRADECIMIENTOS

Agradezco enormemente a Dios por bendecirme cada día, por ser el apoyo y fortaleza en cada momento de dificultad y también en los momentos de éxito.

De igual manera, agradezco a mis padres y a mis hermanos que con su esfuerzo me ayudaron a culminar la carrera universitaria.

A la ing PhD Flor Ángela Cerquera por habernos apoyado y dirigido en este trabajo de grado, brindándome su amistad y confianza, a los ingenieros de la escuela de transporte y vías, docentes que me compartieron parte de su conocimiento para formarme como futuro Ingeniero Transportes y Vías.

Así mismo quiero agradecer a Milena, Lina, Marisol, Luz Mery, Natalia, Cristian B, Mateo, Sergio L, Diego G, Yeimi, Carlos y Evelin por su amistad y haber compartido buenos y no tan buenos momentos a lo largo de la carrera universitaria.

A mi compañera Alejandra y a su estimada familia por su hospitalidad y brindarme su amistad.

JORGE EDUARDO BARRERA CASALLAS

Agradezco a Dios enormemente porque siempre me ha iluminado y me ha acompañado en los momentos difíciles de mi vida, por permitirme desarrollar este trabajo de grado de la mejor manera.

Agradezco a mis padres por el amor y apoyo me han brindado, a mis hermanos que son mis consejeros y mi ejemplo.

Agradezco a la Ingeniera Flor Ángela Cerquera directora de trabajo de grado por brindarme la oportunidad de aprender de su conocimiento y a todos los docentes que hicieron parte fundamental de mi formación como profesional y como persona.

Agradezco a mis amigos por compartir momentos tan agradables, a Carolina, Felipe, Stiven, Paula, Oscar, Sebastián, Diego y Jesica por brindarme su amistad incondicional.

Agradezco a mi colega, amigo y compañero de investigación Jorge por permitirme trabajar con él y ofrecerme su amistad.

CLAUDIA ALEJANDRA SIERRA AGUILERA

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	15
1 GENERALIDADES	19
1.1 OBJETIVOS.....	19
1.1.1 OBJETIVO GENERAL	19
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO:.....	20
1.3 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	21
1.4 ANTECEDENTES.....	21
1.4.1 Plan estratégico observatorio nacional de seguridad vial (onsv) 2017 – 2019	22
1.4.2 Análisis espacial de los accidentes de tráfico con víctimas mortales en carretera en España 2008-2011.	22
1.4.3 El uso de SIG en el análisis de la distribución de accidentes en carreteras: el caso de Tamaulipas, México.....	22
1.4.4 Análisis espacial de los accidentes de tráfico en Bogotá D.C. fundamentos de investigación.	23
1.4.5 Estimación de la densidad del núcleo y agrupamiento de k-medias para perfilar puntos críticos de accidentes de tráfico, Reino Unido.	23
1.4.6 Análisis espacial y del entorno físico de accidentes de tránsito en la ciudad de Resistencia, Chaco, Argentina.....	24
1.4.7 Sistemas de información geográfica: aplicación práctica para el estudio de atropellos en el Cercado de Lima, Perú.....	24
1.4.8 Marco Legal.	25
2 METODOLOGÍA	28
2.1 DESARROLLO METODOLÓGICO.....	29

2.2 FASE I. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.....	29
2.2.1 Información correspondiente a prácticas académicas	30
2.2.2 Accidentalidad vial	30
2.2.3 Información vial.....	31
2.3 FASE II. CARACTERIZAR Y APLICAR PROCESOS DE RECOPIACIÓN INFORMACIÓN PRIMARIA Y TRANSFORMACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.	32
2.3.1 Recopilación de información primaria	32
2.3.2 Desarrollo de edición de información secundaria	33
2.3.3 Construcción de red vial (Edición y división).....	35
2.3.4 Consolidación de la base de datos de accidentalidad	37
2.4 FASE III. IDENTIFICACIÓN LAS RUTAS EXTERNAS DE LAS PRACTICAS ACADÉMICAS DE LA UNIVERSIDAD.....	39
2.4.1 Georreferenciación de rutas.....	39
2.5 FASE IV. ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS RUTAS EXTERNAS DE LAS PRÁCTICAS ACADÉMICAS DE LA UNIVERSIDAD.	40
2.5.1 Concentración - Densidad de siniestros viales.	41
2.5.2 Análisis de riesgo de accidentalidad	44
2.5.3 Determinación de índices de siniestralidad vial por km.....	47
2.5.4 Representación del modelo de rutograma	49
2.5.5 Análisis de siniestros viales por rutas	60
2.6 FASE V: FORMULACIÓN Y RECOMENDACIÓN DE ESTRATEGIAS DE SEGURIDAD VIAL.....	63
2.6.1 Metodología para toma de datos de acompañamiento de ruta de práctica...64	
2.6.2 Socialización de los rutogramas a la comunidad	74
2.6.3 Análisis detallado de los rutogramas.....	75
2.6.4 Actualización de base de datos de accidentalidad.....	75
2.6.5 Actualización de rutas	75
3 ACCIDENTALIDAD VIAL	76
3.1 ACCIDENTALIDAD VIAL EN COLOMBIA	76

3.2 ACCIDENTALIDAD ANUAL PARA EL AÑO 2018	77
3.2.1 Siniestros viales por mes	78
3.2.2 Caracterización de las victimas fallecidas	78
3.2.3 Caracterización de las victimas lesionadas.....	80
3.2.4 Accidentalidad vial en periodo enero-abril de 2019	81
3.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LA RED DE CARRETERAS DEL PAÍS	82
3.3.1 Red nacional de carreteras	82
3.3.2 Análisis de la red primaria de Colombia.....	84
4 ESTIMACIÓN DE COSTOS.....	86
4.1 ESTRUCTURA DE COSTOS	86
4.1.1 Indagación de precios y rendimiento de insumos	87
4.2 COSTO ESTIMADO DE LA PRÁCTICA TUNJA-PAIPA-TUNJA	89
5 CONCLUSIONES	91
BIBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXO ÚNICO.....	96

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Referente al transporte terrestre	25
Tabla 2. Referente a seguridad vial	26
Tabla 3. Referente transporte de pasajeros.....	26
Tabla 4. Referente a nivel institucional	26
Tabla 5. Base de datos siniestros viales 2018	38
Tabla 6. Matriz de riesgo de accidentalidad.....	46
Tabla 7. Índices de siniestros viales (Ruta 97).....	48
Tabla 8. Rutas con mayor accidentes.....	61
Tabla 9. Rutas con mayor índice de siniestros viales/km (Lesionados)	62
Tabla 10. Rutas con mayor índice de Muertos /km	63
Tabla 11. Ruta con mayor y menor longitud	63
Tabla 12. Estructura de costos	87
Tabla 13. Características del bus FRR de 35 pasajeros	87
Tabla 14. Costos variables de rendimiento para la operación	88
Tabla 15. Costos fijos para la operación.....	88
Tabla 16. Costos variables de rendimiento para la operación	89
Tabla 17. Costos de capital de operación.....	89
Tabla 18. Variables de la práctica Tunja-Paipa-Tunja para el primer semestre 2019	90
Tabla 19. Estructura de costos	90
Tabla 20. Rutas de prácticas académicas con destino a la zona Oriental	98
Tabla 21. Rutas de practicas academicas con destino a al zona Norte.	100
Tabla 22. Rutas de prácticas académicas para la zona Occidente.....	102
Tabla 23. Rutas de prácticas académicas con destino a la zona Sur	104
Tabla 24. Distancia total y siniestros totales por ruta de prácticas académicas de la Sede Central de la UPTC.....	104
Tabla 25. Índices de siniestralidad vial (victimas /km)*año	106

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Localización geográfica Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia sede central de Tunja.	21
Figura 2. Diseño metodológico	28
Figura 3. Información de rutas UPTC	30
Figura 4. Siniestros viales (2018).....	31
Figura 5. Red vial.....	32
Figura 6. Información primaria localizada	33
Figura 7. Construcción de proceso para realizar la transformación de coordenadas	34
Figura 8. Construcción a través de transformación de coordenadas	34
Figura 9. Proceso de conversión de datos a georeferencia proyectada, transformación de coordenadas (SIG-Magna Colombia-Bogotá)	35
Figura 10. Construcción a través de edición de línea, con apoyo de la herramienta de Editor.....	36
Figura 11. Edición de la red vial.....	36
Figura 12. División de las líneas en intersecciones	37
Ecuación de equivalencia de accidentalidad.....	37
Figura 13. Proceso de creación de la network dataset	39
Figura 14. Construcción de rutas a partir de la Network data set	40
Figura 15. Construcción proceso sistemático para obtención de la concentración ponderada (Densidad Kernel).	41
Figura 16. Parámetros de construcción para obtener la densidad Kernel	41
Figura 17. Modelo representativo de concentración (Densidad de accidentalidad).	43
Figura 18. Modelo representativo de concentración, densidad reclasificado. Procesamiento geoestadístico en SIG	44
Figura 19. Intersección los accidentes con la ruta.	47
Figura 20. Proceso de construcción de la tabla de consolidado de siniestros viales	48
Figura 21. Encabezado rutograma.....	49
Figura 22. Estructura desarrollada de rutogramas.....	50
Figura 23. Ejemplo estructura Rutograma (Ruta 16)	51
Figura 24. Paso a paso de la instalación de la APP Osmand	64
Figura 25. Paso a paso de la toma de los datos con la App Osmand.....	65
Figura 26. Ajustes para la obtención de los datos	66
Figura 27. Ingreso de los puntos tomados	67
Figura 28. Caracterización de la entrada de los datos a ArcGIS	67
Figura 29. Paso del archivo de Excel a archivo Shape file	68

Figura 30. Nombre de la nueva shape file	68
Figura 31. Vista de los de la ubicación de los puntos en el mapa.....	69
Figura 32. Unión de los puntos mediante una línea.....	69
Figura 33. Rutograma ruta de campo	70
Figura 34. Comportamiento histórico de accidentalidad en Colombia	76
Figura 35. Comportamiento histórico de accidentalidad en Colombia.	77
Figura 36. Siniestralidad vial del año	77
Figura 37. Cifras de accidentalidad por mes (año 2018)	78
Figura 38. Características de las víctimas fallecidas en el periodo 2018	79
Figura 39. Cantidad de fallecidos por departamentos.....	79
Figura 40. Características de las víctimas lesionadas en el periodo 2018.....	80
Figura 41. Cantidad de lesionados por departamentos	80
Figura 42. Características de las víctimas fallecidas en el periodo de enero-abril 2019.....	81
Figura 43. Características de las víctimas lesionadas en el periodo de enero-abril 2019.....	81
Figura 44. Estadísticas del total de red vial nacional	82
Figura 45. Estadísticas del total de red vial nacional	83
Figura 46. Ubicación espacial de la red vial de Colombia.....	83
Figura 47. Kilómetros de la red primaria de Colombia.....	84
Figura 48. Estado de la red vial primaria a cargo del INVIAS	85
Figura 49. Mapa de las rutas de prácticas académicas con destino a la zona Oriental	97
Figura 50. Mapa de las rutas de prácticas académicas con destino a la zona Norte.	99
Figura 51. Mapa de las rutas de prácticas académicas con destino a la zona Occidente.....	101
Figura 52. Mapa de las rutas de prácticas académicas con destino a la zona Sur.	103

LISTA DE ANEXOS DIGITALES

Anexo digital 1. Libro excel interactivo de rutogramas.

Anexo digital 2. Video de acompañamiento de la practica academica ruta Tunja-Paipa-Tunja.

Anexo digital 3. Base de datos de accidentalidad año 2018.

Anexo digital 4. Libro de excel estimacion de costos Ruta Tunja-Paipa-Tunja.

GLOSARIO

Accidente de tránsito: Evento generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados en él e igualmente afecta la normal circulación de los vehículos que se movilizan por la vía o vías comprendidas en el lugar o dentro de la zona de influencia del hecho. (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002)¹.

Accidentes con daños: Se dice que es un accidente de solo daños cuando se producen únicamente perjuicios de origen material, donde no hay víctimas, heridos o muertos.²

Accidentes con heridos: Un accidente de tránsito con heridos es el caso donde en el accidente además se producen lesiones, o lesiones y daños materiales. En un accidente de tránsito donde existen heridos por lo general se debe brindar asistencia médica a las víctimas y los vehículos son inmovilizados.³

Accidentes con muertos: Cuando se producen muertos, muertos y heridos, o éstos se presentan combinados con daños materiales. Este es el accidente que nadie quisiera tener, es recomendable solicitar asistencia de abogado al sitio para que le brinde la asesoría necesaria.⁴

Año del modelo: Año que asigna el fabricante o ensamblador al modelo del vehículo, de acuerdo con la declaración de despacho para consumo. (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002)⁵.

Bus: Vehículo automotor destinado al transporte colectivo de personas y sus equipajes, debidamente registrado conforme a las normas y características especiales vigentes. (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002)⁶.

¹ COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE. Ley 769. (06, agosto, 2002). Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2002. No 44.893. P. 1-71.

² OROZCO, Gilbert. Tipo de accidentes de tránsito. [Consultado 21 de agosto de 2019]. Disponible en internet:<https://www.pruebaderuta.com/tipos-de-accidentes-de-transito.php>

³ *Ibíd.*

⁴ *Ibíd.*

⁵ COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE. Ley 769. (06, agosto, 2002). Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2002. No 44.893. P. 1-71

⁶ *Ibíd.*, p. 3.

Calzada: Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002)⁷.

Capacidad de pasajeros: Es el número de personas autorizado para ser transportados en un vehículo. (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002)⁸.

Carretera: vía cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002)⁹.

Carril: Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos. (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002)¹⁰.

Cruce e intersección: Punto en el cual dos (2) o más vías se encuentran. (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002)¹¹.

Equivalente de accidentalidad: Permite considerar todos los niveles de severidad, debidamente ponderados, asignado unos factores de equivalencia que fueron derivados de los valores de los costos sociales de accidentes de tránsito¹².

Georeferenciación: Es un proceso de localización geográfica, dentro de un sistema de coordenadas. En términos más sencillos es ubicar una dirección dentro de un mapa digital, asociando al punto la coordenada y algunos datos sociodemográficos como el estrato, el barrio, la localidad, entre otros¹³.

Índice de accidentalidad: Frecuencia de accidentalidad por cada kilómetro de vía en un periodo de tiempo determinado.

⁷ COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE. Ley 769. (06, agosto, 2002). Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2002. No 44.893. P. 1-71

⁸ *Ibíd.*, p. 4.

⁹ *Ibíd.*, p. 4.

¹⁰ *Ibíd.*, p. 4.

¹¹ *Ibíd.*, p. 5.

¹² AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SECTORES CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD EN ZONAS URBANAS. [consultado el 20 de agosto de 2019]. Disponible en línea: https://ansv.gov.co/observatorio/public/documentos/ Metodolog%C3%ADa%20para%20la%20obten ci%C3%B3n%20de%20sitios%20cr%C3%ADticos_V2.pdf

¹³ GEOBIS. Georeferenciación, ubique todo su potencial. [Consultado 21 de agosto de 2019]. Disponible en internet: <http://www.geobis.com/es/georeferenciacion-ubique-todo-su-potencial/>

Matriz de Riesgo: Es una sencilla pero eficaz herramienta para identificar los riesgos más significativos inherentes a las actividades. Por lo tanto, es un instrumento válido para mejorar el control de riesgos y la seguridad.

Modelo del vehículo: Referencia o código que asigna la fábrica o ensambladora a una determinada serie de vehículos. (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002)¹⁴.

Pasajero: Persona distinta del conductor que se transporta en un vehículo público. (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002)¹⁵.

Peatón: Persona que transita a pie o por una vía. (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002)¹⁶.

Plan estratégico de seguridad vial (PESV): Instrumento de planificación que consignado en un documento contiene las acciones, mecanismos, estrategias y medidas que deberán adoptar las diferentes entidades, organizaciones o empresas del sector público y privado existentes en Colombia, dichas acciones están encaminadas a alcanzar la seguridad vial como algo inherente al ser humano y así reducir la accidentalidad vial de los integrantes de las organizaciones mencionadas y de no ser posible evitar, o disminuir los efectos que puedan generar los accidentes de tránsito¹⁷.

Riesgo: Es la evaluación de las consecuencias de un peligro, expresada en términos de probabilidad y severidad, tomando como referencia la peor condición previsible¹⁸.

¹⁴ COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE. Ley 769. (06, agosto, 2002). Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2002. No 44.893. P. 1-71

¹⁵ *Ibíd.*, p. 8.

¹⁶ COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE. Ley 769. (06, agosto, 2002). Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2002. No 44.893. P. 1-71.

¹⁷ COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Decreto 2851. (06, diciembre, 2013). Por el cual se reglamentan los artículos 3,4,5,6,7,8,9,10,12,13,18 y 19 de la ley 1503 de 2011 y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C: El ministerio, 2013. 11p

¹⁸ CAMINO, Miguel T. Manual. Seguridad en la atención a pasajeros y otros usuarios de aeropuerto. [Medio electrónico]. 1 ed. Madrid: Editorial CEP S.L, (septiembre de 2017). 363 p. ISBN 978-84-686-7926-1. [Consultado 20 de agosto de 2018]. Disponible en línea: <https://books.google.com.co/books?id=acU-DwAAQBAJ&pg=PA198&lpg=PA198&dq=PELIGRO>

Ruta: Itinerario predeterminado por la autoridad sobre distintas vías, hasta pueden no tener existencia física o ser de tipos diferentes¹⁹.

Rutograma: Es una herramienta que permite identificar los puntos críticos en las vías, en materia de accidentalidad, riesgos geológicos, restricciones de paso por las vías.

Sector Vial: Es lo referente a la parte seleccionada o cortada de un tramo vial en un punto específico.

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). El espacio de trabajo que contiene shapefiles también puede incluir tablas del dBASE, que pueden almacenar atributos adicionales que se pueden vincular a las entidades de un shapefile²⁰.

Tramo Vial: Parte comprendida entre dos puntos de una carretera, camino, vía.

Vehículo de servicio público: Vehículo automotor homologado, destinado al transporte de pasajeros, carga o ambos por las vías de uso público mediante el cobro de una tarifa, porte, flete o pasaje. (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002)²¹.

Vehículo: Todo aparato montado sobre ruedas que permite el transporte de personas, animales o cosas de un punto a otro por vía terrestre pública o privada abierta al público. (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002)²².

Vía: Zona de uso público o privado, abierta al público, destinada al tránsito de vehículos, personas y animales. (Código Nacional de Tránsito Terrestre, 2002)²³.

¹⁹ BERTOTTI, Eduardo. Aspectos generales del tránsito y la seguridad vial, bases para el entendimiento de la problemática del tránsito y la seguridad vial. En: Gestión, Junio, 2008, fas. 1, p 28.

²⁰ QUÉ ES UN SHAPEFILE.[Consultado 21 de agosto de 2019]. Disponible en internet: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm>

²¹ COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE. Ley 769. (06, agosto, 2002). Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2002. No 44.893. P. 1-71

²² *Ibíd.*, p. 10.

²³ *Ibíd.*, p. 11.

INTRODUCCIÓN

Según la organización mundial de la salud (OMS), cada año en el mundo se pierden cerca de 1.35 millones de vidas y entre 20 millones y 50 millones de personas sufren lesiones como consecuencias por los accidentes de tránsito es así que estos siniestros viales terminan costándole a la mayoría de los países aproximadamente el 3% de su Producto Interno Bruto (PIB)²⁴.

Colombia no es ajena a esta problemática, dado sus altas cifras, como se muestra en el documento boletín estadístico de la Agencia Nacional de Seguridad Vial para año 2018. En este documento se constata que, para el año en mención, se presentaron cerca de 6.476 personas fallecidas y 37.213 lesionadas en accidentes de tránsito. Estos hechos se han convertido en la segunda causa de muerte violenta según las estadísticas de Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Dada esta problemática nace como política publica el Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV) con el objetivo de reducir o mitigar los accidentes de tránsito. En este sentido la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia ha implementado estrategias para el fortalecimiento de la prevención de eventos accidentalidad dentro y fuera del campus universitario.

Este documento está fundamentado en el cuarto pilar del PESV que acoge medidas preventivas en materia de infraestructura segura, desde los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se caracteriza las rutas externas que corresponden a los recorridos que siguen las prácticas académicas que realizadas por la sede central de la UPTC. De esta manera se desarrolla su localización en sus recorridos, su georreferenciación y su caracterización especialmente en las condiciones de riesgos que se encuentren en la indagación, sea en accidentes o principales eventos geológicos, presentados en un periodo de tiempo determinado. Para las actividades mencionadas es necesario observar la Red vial nacional de carreteras, determinando los focos de accidentalidad y eventos geológicos de mayor riesgo. Por esta razón, los Sistemas de Información Geográfica -SIG son una herramienta idónea para la caracterización de datos referenciados con respecto a coordenadas espaciales, sean geográficas o proyectadas, así mismo, trabajar con distintas bases de datos de manera integrada, permitiendo generar información gráfica (mapas) útil para la toma de decisiones. Estos mapas ayudan a condensar varios aspectos de

²⁴ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. ACCIDENTES DE TRÁNSITO. DATOS Y CIFRAS. (7 diciembre 2018). [Consultado 21 de agosto de 2019]. Disponible en internet: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries?fbclid=IwAR3tlucV-p18Z3C0V--w6YHa-K3TYXG0V4uj7rM542qWVDay6kb41jo5Jpg>

la realidad de una zona cuyo objetivo es reconocer la existencia de patrones espaciales sobre algunos eventos de interés. Para ello, se estableció un proceso metodológico en el cual se desarrolla la localización espacial de rutas, su georreferenciación de eventos de riesgo y se desarrolló los análisis respectivos, con el objeto de presentar por medio de rutogramas las rutas externas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-Uptc sede Tunja.

Para el desarrollo de la investigación se plantea y realiza en 5 fases en las que se emplea un desarrollo sistemático con SIG, como herramienta fundamental para los procesamientos lógicos que se construyeron y que fueron la base para análisis espacial. Este estudio se realiza con fundamento en la investigación formativa desarrollada por los proyectistas con la guía de la directora de dicho proyecto, generando los resultados y facilitando la interpretación del tratamiento y procesamiento de datos de la información. La información obtenida es demostrada a partir de gráficos, tablas, mapas modelos, entre otros, con el fin principal de observar los distintos riesgos que se puedan generar en zonas, sectores y/o sitios por donde transitan las rutas de las practicas académicas de la universidad de la sede central.

1 GENERALIDADES

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Generar mapas de las rutas que se utilizan para el desplazamiento periódico de los estudiantes en las diferentes prácticas académicas de los programas de pregrado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia sede Tunja, mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).

1.1.2 Objetivos específicos

Caracterizar la información secundaria que corresponde a la reglamentación y normatividad la cual regula los Planes Estratégicos de Seguridad vial - PESV y bancos de datos, que fundamentarán la estructura de la información general.

Aplicar procesos de recopilación de información primaria sobre las diferentes rutas utilizadas en las prácticas académicas de los programas de pregrado de la UPTC Sede Central.

Representar las rutas a través de la consolidación y estructuración de la información primaria y secundaria y recolectada.

Realizar el análisis espacial a través de técnicas de geoprocésamiento (SIG), para determinar la concentración de siniestros viales.

Determinar indicadores cuantitativos (Indicadores de longitudes y Densidades), y cualitativos que reflejen condiciones de exposición al riesgo.

Recomendar estrategias de seguridad vial, asociadas a la tipología de siniestralidad presentada en los desplazamientos de las prácticas académicas que permitan reducir los riesgos de accidentes de tránsito en dichos desplazamientos.

Proponer un procedimiento metodológico para la representación vectorizada y grafica de las rutas externas que solicita el PESV, tratado con Sistema de Información Geográfica (SIG), Así mismo, como guía metodológica para otras entidades e instituciones.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO:

La georreferenciación es una herramienta importante que basada en los desarrollos tecnológicos de los Sistemas de Geoposicionamiento Global (GPS), y de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), permite conocer la distribución espacial de la infraestructura vial y ubicación geográfica.

En este proyecto de grado se pretende abordar el tema de geo procesamiento en el trazado y localización por medio de Sistemas de Información Geográfica (SIG) , utilizando herramientas computacionales de SIG, como herramienta que bajo un marco metodológico y de trabajo, se propone realizar la administración de los datos geográficos para realizar el diseño, análisis y observar aspectos de planeación de las diferentes rutas en las practicas académicas de los programas de pregrado de la UPTC, correspondientes a la sede Tunja y así presentar estas rutas bajo el esquema de planos o mapas con objetivos de planeación estratégica dentro de los PESV.

El proyecto se genera a partir de la necesidad que surge con la implementación del Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV) de la UPTC, implementado en Noviembre de 2017, en donde se establecen estrategias y proyectos que permitan reducir el riesgo de accidentes de tránsito de los usuarios al interior y en las rutas externas de las diferentes sedes de la UPTC.

El estudio requiere observar los lineamientos generales definidos por el Gobierno nacional, estos reglamentos exigen a las instituciones públicas y privadas que generen desarrollos de Planes Estratégicos de Seguridad Vial (PESV), como guías a seguir e implementar para la prevención y reducción de accidentes de tránsito, la UPTC tiene como tarea el desarrollo de modelos de prevención del riesgo y fomento de cultura y la responsabilidad social en prevención de eventos, incidentes y accidentes, donde actualmente solo contempla el PESV para las rutas internas de la institución, pero no se tiene definido un plan para las rutas externas como practicas académicas.

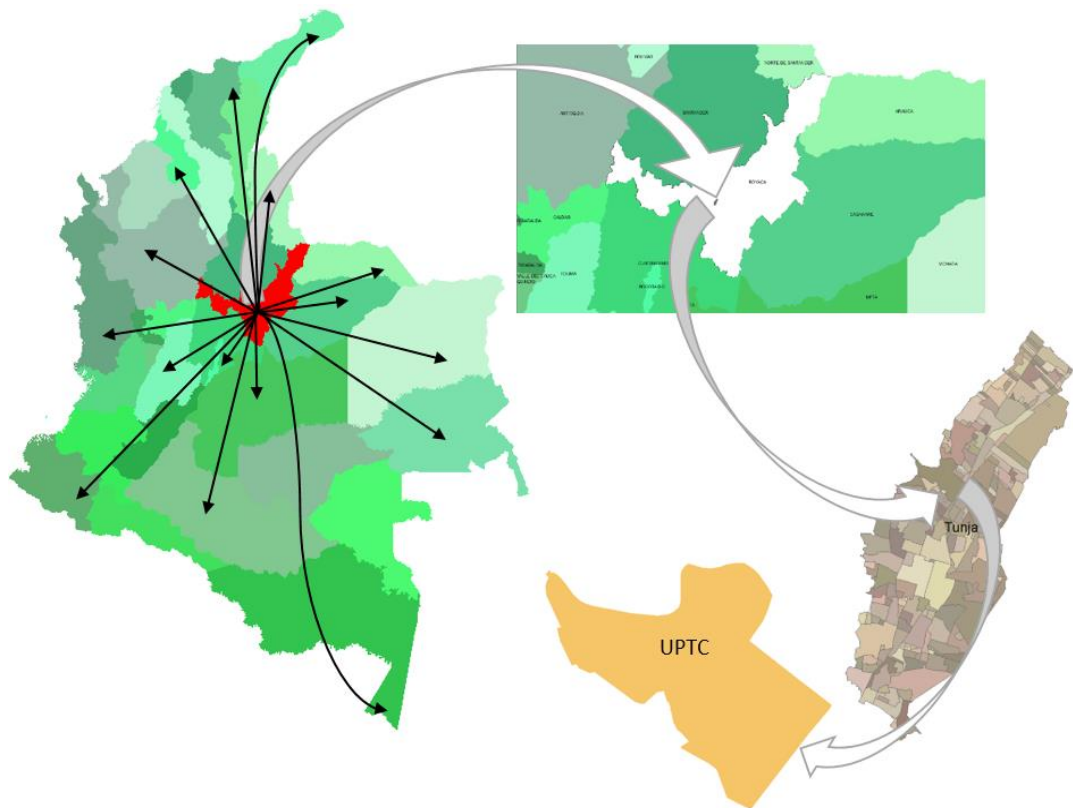
Para lograr los objetivos propuestos en esta investigación, se orienta a formar criterios en el desarrollo de la lógica en los procesos y fundamentados del Sistema de Información Geográfica, a través de la construcción de procesamientos basados aún más con la georreferenciación y determinación de patrones, modelos, graficas, tablas, planos, atributos, datos para la selección del tratamiento a seguir. Lo anterior, permite conseguir los rutogramas requeridos en la reglamentación existente del gobierno para las rutas externas de uso institucional en el Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV), en este caso la Universidad Pedagógica y

Tecnológica de Colombia (UPTC), para la realización de sus prácticas académicas en la seccional de Tunja.

1.3 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La investigación se cimienta sobre la base de las prácticas universitarias que desarrolla la universidad en su quehacer académico, y su alcance se define sobre los recorridos que se realizan en estas prácticas en su sede Central de Tunja, en este estudio investigativo es necesario conocer que para el año 2019 hay 791 prácticas académicas propuestas; de las cuales se realizan cerca de 187 destinos diferentes desde el campus universitario de Tunja.

Figura 1. Localización geográfica Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia sede central de Tunja.



Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático de SIG.

1.4 ANTECEDENTES

1.4.1 Plan estratégico observatorio nacional de seguridad vial (onsv) 2017 – 2019

La seguridad vial es una de las principales preocupaciones para el estado colombiano para la consecución de objetivos comunes para la prevención, reducción y/o mitigación del impacto de los hechos de tránsito. Sin embargo, “las nuevas tecnologías para el transporte avanzan mucho más rápido que para su prevención y planeación, por lo que en las últimas décadas se ha evidenciado un aumento sustancial en la tasa de mortalidad debida a los accidentes de tránsito terrestre”²⁵. Es necesario implementar el PESV ya que: “Es un documento planificador de carácter obligatorio que contiene objetivos, compromisos y estrategias para prevenir y reducir los accidentes en las vías nacionales”²⁶.

1.4.2 Análisis espacial de los accidentes de tráfico con víctimas mortales en carretera en España 2008-2011.

El análisis espacial que propone el estudio se realiza a través de la geo codificación de los accidentes según la carretera y el punto kilométrico donde ocurrieron, buscando estimar las áreas de mayor densidad de accidentes de tráfico en carretera con víctimas mortales a 24 horas por km²/año en la España peninsular, en el periodo de 2008 a 2011, utilizando un sistema de información geográfica. “Para geo codificar los accidentes de tráfico se utilizó la cartografía topográfica nacional a escala 1:25.000, proyección UTM ETRS89 del Instituto Geográfico Nacional del año 2009, compuesta por 4025 hojas que cubren todo el territorio peninsular. De esta cartografía se extrajeron las autopistas, las autovías y las carreteras convencionales”.²⁷

1.4.3 El uso de SIG en el análisis de la distribución de accidentes en carreteras: el caso de Tamaulipas, México

Se analiza la distribución de los accidentes de tránsito en las carreteras federales del estado de Tamaulipas durante 1992, mediante el uso de un sistema de información geográfica que es un mapa descriptivo y sólo representa una primera aproximación al problema que se analiza, pero permite apreciar los siguientes

²⁵ Agencia Nacional de Seguridad Vial, plan estratégico observatorio nacional de seguridad vial ONS, 2017 – 2019. Pág 7. Pág. 28. [Consultado 18 de junio de 2019 Disponible en internet: http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/plan_spanish.pdf?ua=1

²⁶ Disponible en: <https://viasegura.co/por-que-es-necesario-implementar-un-plan-estrategico-de-seguridad-vial/>

²⁷ GOMEZ, Diana. Análisis espacial de los accidentes de tráfico con víctimas mortales en carretera en España, 2008-2011. [Consultado 18 de junio de 2019]. Disponible en internet: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911115000321>

aspectos: la ubicación y la distribución de la frecuencia de accidentes en el estado de Tamaulipas; la cuantificación de accidentes para cada uno de los segmentos que integran la red federal de carreteras (segmentos peligrosos y seguros); y, la calificación inmediata de las zonas que registran mayores accidentes en función de otras variables.²⁸

1.4.4 Análisis espacial de los accidentes de tráfico en Bogotá D.C. fundamentos de investigación.

“En el documento se presenta una síntesis del análisis espacial de accidentes de tráfico en el área urbana de la ciudad de Bogotá D. C., y se definen los fundamentos de este análisis, a fin de orientarlo con el aporte de nuevos elementos y factores que determinen variables espaciotemporales, que sustenten la definición de patrones territoriales de ocurrencia en el área urbana de Bogotá, los que serán la base para efectuar programaciones futuras de intervenciones orientadas a prevenir y disminuir los niveles de accidentalidad, así como a mejorar los índices de seguridad vial y movilidad en la capital”.²⁹

1.4.5 Estimación de la densidad del núcleo y agrupamiento de k-medias para perfilar puntos críticos de accidentes de tráfico, Reino Unido.

En el artículo se presentan dos metodologías, la primera utiliza sistemas de información geográfica y estimación de la densidad del núcleo para el estudio de los patrones espaciales de accidentes de tráfico relacionadas con lesiones en Londres; la segunda metodología de agrupamiento utiliza datos ambientales y resultados de la primera metodología para crear una clasificación de los puntos críticos de accidentes de tráfico. Se utilizaron datos de accidentes de tráfico recopilados por la policía metropolitana de 1999 a 2003. Se creó un mapa de estimación de densidad del núcleo y posteriormente se desglosó por densidad celular para crear una unidad espacial básica de un punto de acceso accidental; como resultado de la estimación se crearon cinco grupos y 15 grupos basados en colisión y datos de atributos.³⁰

²⁸ GONZALEZ, Laura y CHIAS, Luis. El uso del SIG en el análisis de la distribución de los accidentes en carreteras el caso de Tamaulipas México 1999. [Consultado 18 de junio de 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n40/n40a11.pdf>

²⁹ Cerquera Escobar, F. (2014). Análisis espacial de los accidentes de tráfico en Bogotá D.C. Fundamentos de investigación. *Perspectiva Geográfica*, 18(1), 9-38. . [Consultado 18 de junio de 2019]. Disponible en : <https://doi.org/10.19053/01233769.2248>

³⁰ Anderson, TK (2009). Estimación de la densidad del núcleo y agrupamiento de K-medias para perfilar puntos críticos de accidentes de tráfico. *Análisis y prevención de accidentes*, 41 (3), 359–364. [Consultado 18 de junio de 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.12.014>

1.4.6 Análisis espacial y del entorno físico de accidentes de tránsito en la ciudad de Resistencia, Chaco, Argentina

“Los accidentes de tránsito constituyen un problema emergente en ciudades con alta movilidad y baja planificación urbana. No existe suficiente evidencia en Argentina acerca de la relación entre el entorno y la ocurrencia de accidentes. Por ello, realizamos un análisis espacial de ocurrencia y estimamos el riesgo de ocurrencia de accidentes en el año 2012 y su posible asociación con las características del entorno físico en la ciudad de Resistencia, provincia del Chaco, Argentina. Para el análisis espacial de los accidentes se utilizó la estimación de densidad kernel. Luego, a través de un estudio observacional y analítico se procedió a analizar los factores asociados a la ocurrencia de los accidentes. Los resultados muestran que existen tres zonas críticas (noroeste, centro y sur) con mayor frecuencia de accidentes. Los factores del entorno que estuvieron asociados con la ocurrencia de accidentes fueron la presencia de iluminación vial (23% menor), árbol próximo a la calzada (47% mayor), la presencia de semáforo (28% mayor), avenidas (122% mayor) y disposición curva de la calzada (129% mayor). Este estudio ubica a la ciudad de Resistencia en una situación de vulnerabilidad urbana, no solo por el contexto socioeconómico donde se encuentra sino por el desigual desarrollo territorial que presenta respecto a las ciudades vecinas, que propicia un entorno desfavorable.”³¹

1.4.7 Sistemas de información geográfica: aplicación práctica para el estudio de atropellos en el Cercado de Lima, Perú.

“El objetivo del estudio fue explorar geoespacialmente los patrones de ocurrencia de atropellos en el Cercado de Lima, Perú. Se describieron y georreferenciaron los atropellos registrados en el Censo Nacional de Comisarías 2015 del Instituto Nacional de Estadística e Informática. Posteriormente, se realizó un análisis Kernel Density para localizar áreas con alta, mediana y baja densidad de eventos. Se estudiaron 171 registros de atropellos, los tipos de vehículo involucrados fueron automóvil (56,7%) y vehículos menores (22,8%). El mayor porcentaje de atropellos (38,6%) ocurrió entre las 12.00-17.00 horas. Se encontraron dos zonas de alta densidad y dos de densidad intermedia para atropellos, coincidiendo con ubicaciones reportadas previamente como críticas por sus deficiencias y mayor probabilidad de accidentes de tránsito. El empleo de sistemas de información

³¹ CHAPARRO, M.HERNANDEZ, A. PARRAS, A. ANÁLISIS ESPACIAL Y DEL ENTORNO FÍSICO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA CIUDAD DE RESISTENCIA, CHACO, ARGENTINA. [Consultado 18 de junio de 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n40/n40a11.pdf>

geográfica ofrece una visión rápida y general de los patrones de ocurrencia de atropellos, permitiendo realizar comparaciones y facilitar la implementación de respuestas a nivel local.”³²

1.4.8 Marco Legal.

En el Colombia se han expedido una serie de leyes y normas a lo largo del tiempo, leyes correspondientes al sector transporte a continuación se expone una recopilación de las normas referentes al transporte terrestre, seguridad vial y resoluciones dispuestas por la universidad en cuanto al plan estratégico de seguridad vial.

Referente al transporte terrestre

Tabla 1. Referente al transporte terrestre

NORMA	DESCRIPCIÓN
LEY 105 DE 1993	Por Lo cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la nación y las entidades territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan disposiciones. ³³
DECRETO 105 DE 1995	Por el cual se reglamenta la Ley 105 de 1993 y se modifica el Decreto 105 de 1995 ³⁴
LEY 336 DE 1996	Disposiciones generales para los modos de transporte. ³⁵

FUENTE: elaboración propia.

³² HERNANDEZ, A.AZAÑEDO,D. BENDEZU, G.PACHECO,J.CHAPARRO,R. Consultado 18 de junio de 2019]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2016.334.2558>.

³³ COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Ley 105. (30, diciembre ,1993). Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones. Santa Fe de Bogotá [en línea]. Diario Oficial No. 41.158. p.1-46. [Consultado: Agosto 14 de 2019]. Disponible en: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0105_1993.html.

³⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Decreto 105. Op.cit., 3p. Disponible en: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=14493>.

³⁵ COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Ley 336 . Op.cit.,1-21. Disponible en: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0336_1996.html.

Tabla 2. Referente a seguridad vial

NORMA	DESCRIPCIÓN
LEY 1503 DE 2011	Por la cual se promueve la formación de hábitos, comportamientos y conductas seguras en la vía y se dictan otras disposiciones ³⁶
DECRETO 2851 DE 2013	por el cual se reglamentan los artículos 3, 4,5,6,7,9, 10, 12, 13,18 y 19 de la ley 1503 de 2011 y se dictan otras disposiciones ³⁷
RESOLUCIÓN 1565 DE 2014	Por la cual se expide la Guía metodológica para la elaboración del Plan Estratégico de Seguridad Vial ³⁸
RESOLUCIÓN 1231 DE 2016	Por la cual se adopta el documento guía para la evaluación de los planes estratégicos de seguridad vial. ³⁹

FUENTE: elaboración propia.

Tabla 3. Referente transporte de pasajeros

NORMA	DESCRIPCIÓN
Resolución 315 de 2013	Por la cual se adoptan unas medidas para garantizar la seguridad en el transporte público automotor y se dictan otras disposiciones. Art 11 ⁴⁰

FUENTE: elaboración propia.

Tabla 4. Referente a nivel institucional

NORMA	DESCRIPCIÓN
Resolución 7188 de 2017	Por el cual se adopta el plan estratégico de seguridad vial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia ⁴¹

FUENTE: elaboración propia.

³⁶ COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Ley 1503 DE 2011 Op. Cit.,1-71. Disponible en: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1503_2011.html.

³⁷ COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Decreto 2851 de 2013.Op.cit., p.1-11. Disponible en: https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto_2851_2013.htm

³⁸ COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1565. Op cit., p.1-40. Disponible en: Resolución%200001565_2014.pdf.

³⁹ COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1231. Op cit., p.1-40. Disponible en: <https://www.aso-cda.org/wp-content/uploads/2017/08/Resolucion-1231-de-2016.pdf>

⁴⁰ COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 315 Op cit., p.1-4. Disponible en: https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_mintransporte_0315_2013.htm

⁴¹ COLOMBIA. UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLOGÍA DE COLOMBIA. Resolución No.7188 de 2017 Disponible en: http://www.uptc.edu.co/universidad/planes/vial_acceso/vial_3

1.4.8.1 Plan Estratégico de Seguridad Vial Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. (2017)

El objetivo PESV es establecer estrategias y proyectos que permitan reducir el riesgo de accidentes de tránsito de los usuarios al interior del campus y en las demás actividades que contemplan acciones relacionadas con el tránsito en las vías internas y externas de las diferentes sedes de la UPTC ubicadas en Tunja, Duitama Sogamoso y Chiquinquirá (en este informe para las practicas universitarias de la seccional en Tunja). El plan Estratégico de Seguridad Vial según lo definido la ley 1503 del 2011, Decreto 2851 de 2013 orientado a alcanzar los propósitos en materia de prevención vial y dispondrá de los recursos humanos, tecnológicos y logísticos apoyados en los procedimientos de: planeación institucional, Gestión del Talento Humano, Gestión de Servicios Generales Institucionales, direccionamiento del sistema de gestión y Evaluación Independiente para mitigar cualquier ocurrencia de accidente y/o incidente en seguridad vial dentro y fuera de la universidad.

En el pilar cuarto de infraestructura segura la universidad ha trabajado en lo correspondiente a rutas internas ha venido señalizando y rehabilitando las vías internas como medida de prevención para mitigar los accidentes de tránsito y disminuir los peligros que puedan afectar a los peatones que ingresan al campus universitario, Igualmente está realizando mantenimiento a las señales de tránsito internas con el fin de que estos sean visibles a los peatones y conductores para dar cumplimiento a lo programado en el procedimiento Necesidades de mantenimiento de instalaciones físicas⁴²

1.4.8.2 Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2011-2020.

Una de las políticas que se establece en el decenio de acción para la seguridad vial para la reducción de la siniestralidad vial corresponde al pilar uno que corresponde a la gestión de la seguridad vial a través de mejorar la calidad de la compilación sistemática y consolidada de datos sobre la frecuencia en que ocurren los accidentes de tránsito, con información procedente de diversas fuentes, así como sobre la mortalidad, la morbilidad y las discapacidades, que incluya datos desglosados que se traduce en la prevención de los accidentes de tránsito y formulación de medidas a largo plazo⁴³.

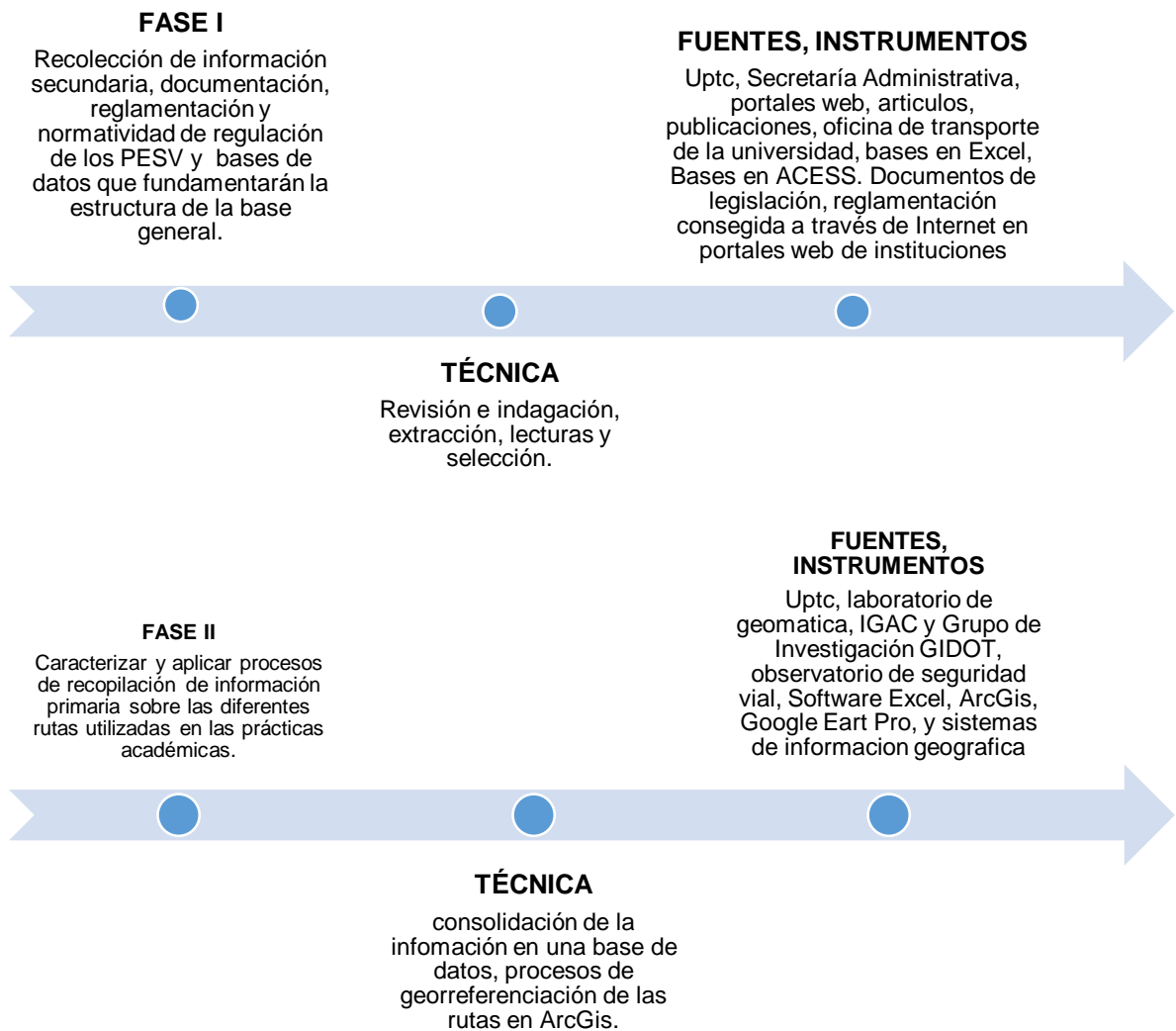
⁴² Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Plan estratégico de seguridad vial, Disponible en internet: http://www.uptc.edu.co/universidad/planes/vial_acceso/doc/plan_vial.pdf

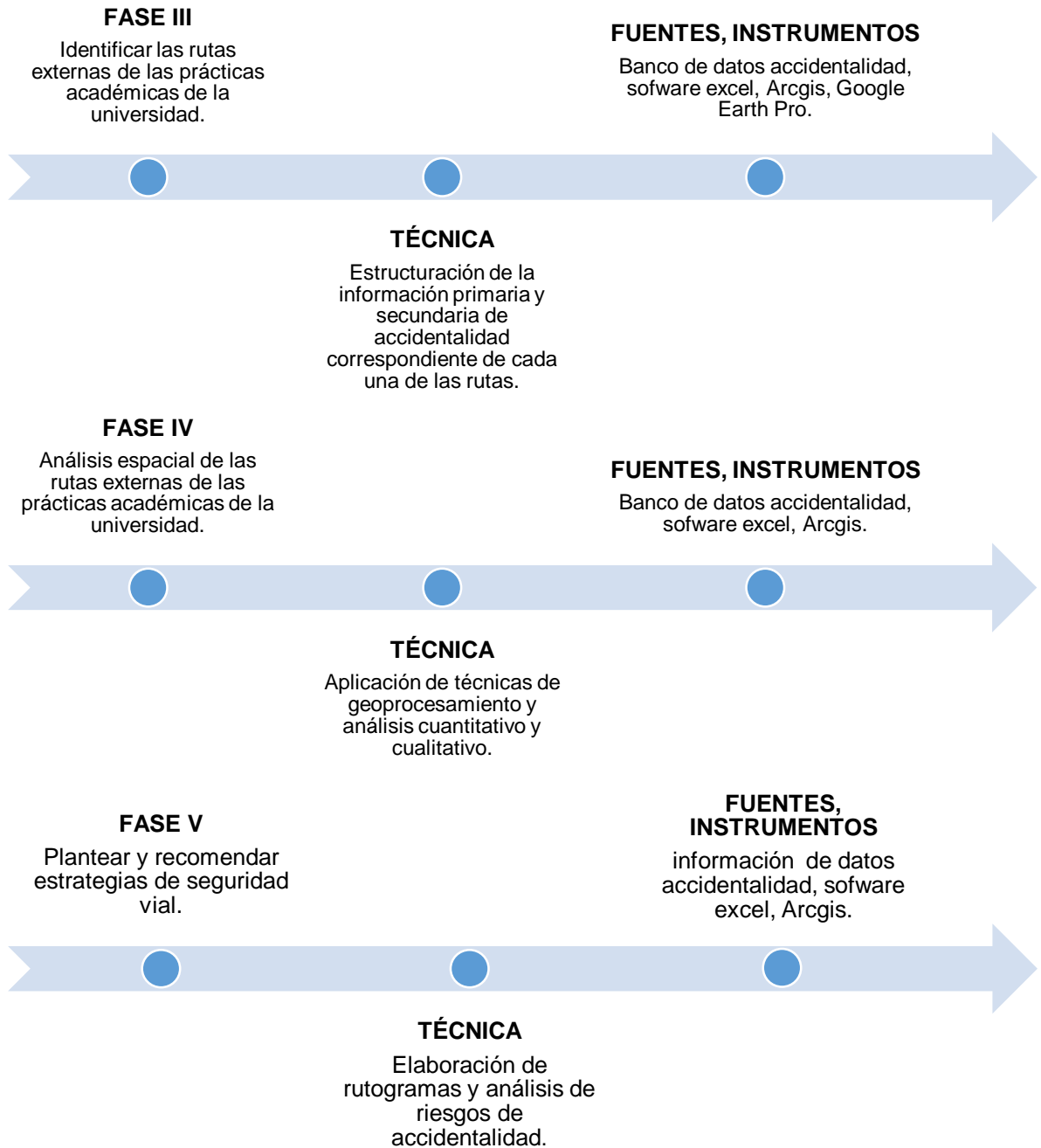
⁴³ Naciones Unidas, Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad Vial. 2011– 2020. Pág 15

2 METODOLOGÍA

Esta investigación es formativa, descriptiva, cualitativa y cuantitativa ya que su enfoque principal se da sobre la identificación e implementación de las características y funcionamiento de las rutas externas desde la perspectiva de la identificación de accidentalidad contemplada en el cuarto pilar (infraestructura segura) del Plan Estratégico de Seguridad Vial-PESV que planteó la UPTC - Colombia. En la investigación se establecieron cinco fases en las que se analiza de manera detallada dichas rutas. El enfoque general del proceso metodológico a seguir se presenta en la Figura 2.

Figura 2. Diseño metodológico





Fuente: elaboración propia.

2.1 DESARROLLO METODOLÓGICO

2.2 FASE I. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.

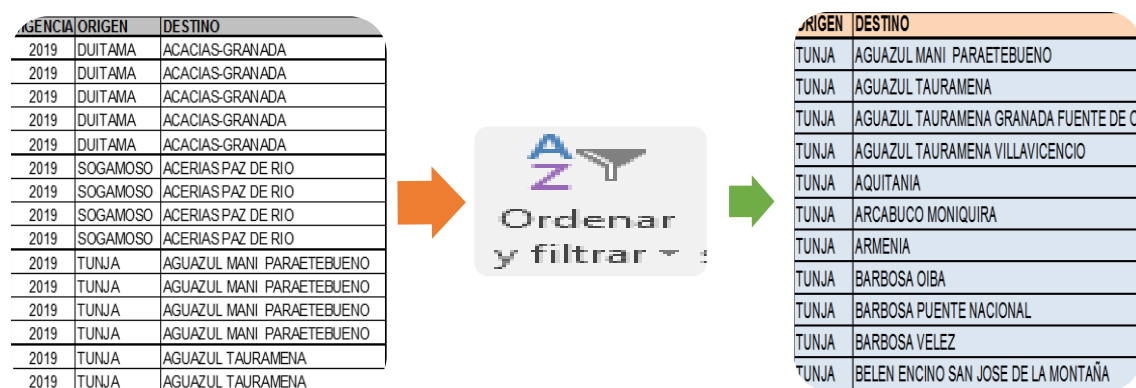
Recolección, documentación, reglamentación y normatividad de regulación de los PESV y bases de datos que fundamentarán la estructura de la base general.

2.2.1 Información correspondiente a prácticas académicas

En esta fase se recolectó la información correspondiente a rutas de práctica de la institución de Educación Superior, proporcionadas por la oficina de transporte que es el ente administrativo encargado del área de transporte y parque automotor de la UPTC. Seguidamente se obtuvo un archivo Excel con el origen y destino de todas las practicas desarrolladas en todas las sedes de la universidad dado que el alcance del trabajo investigativo se basa en la sede Tunja se hace necesario realizar procesos de filtrado de información para obtener las rutas para dicha sede.

Se encontraron 187 rutas con origen en la ciudad de Tunja y con destino a lo largo del país a estas se les hace un análisis detallado en una fase siguiente.

Figura 3. Información de rutas UPTC



Fuente: elaboración propia.

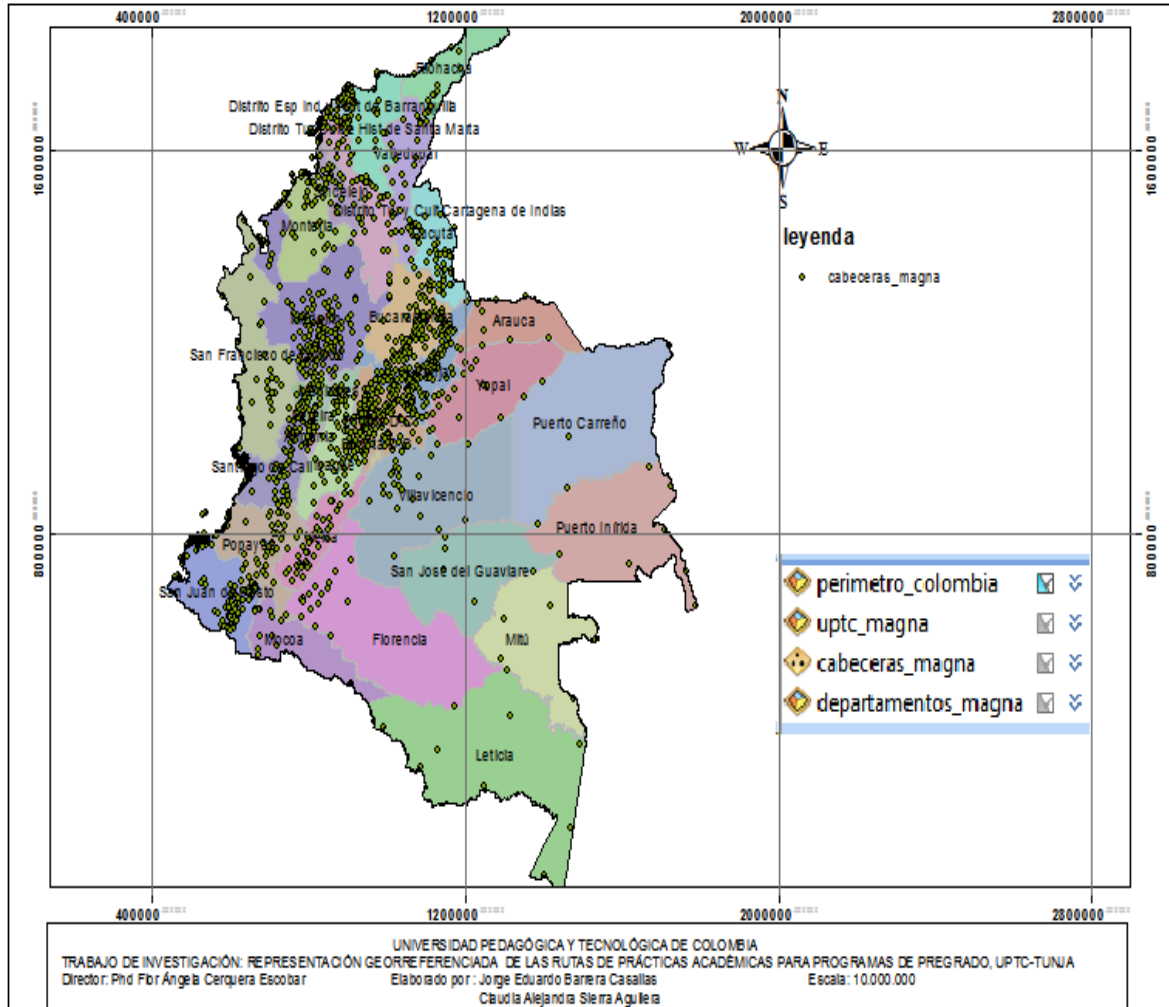
2.2.2 Accidentalidad vial

Para la información correspondiente a accidentalidad vial se indagó en el geo portal del observatorio de seguridad vial, que es la dependencia de la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) encargada del manejo y la gestión de la información y conocimiento relacionado con la seguridad vial en el país.

Se obtuvo una base datos de siniestros viales ocurridos en parte de los años 2017 y 2018 con las correspondientes coordenadas geográficas en el sistema geodésico mundial WG84 (Sistema Geodésico Mundial 1984), contiene una serie de atributos cualitativos (Jurisdicción, Municipio) que brindan información del departamento y municipio donde ocurrió el accidente y cuantitativos que representan la cantidad de muertos y heridos en el siniestro vial; además, se tiene la fecha del hecho y el número de identificación (id).

Shapes investigados, seleccionados y obtenidos a través de plataformas en línea, como son perímetros de los departamentos georreferenciados en estas plataformas de SIG. Como resultado se obtuvo la ubicación espacial de las cabeceras municipales y de Centros Poblados, capas en formato shape del perímetro de país y de los departamentos

Figura 6. Información primaria localizada



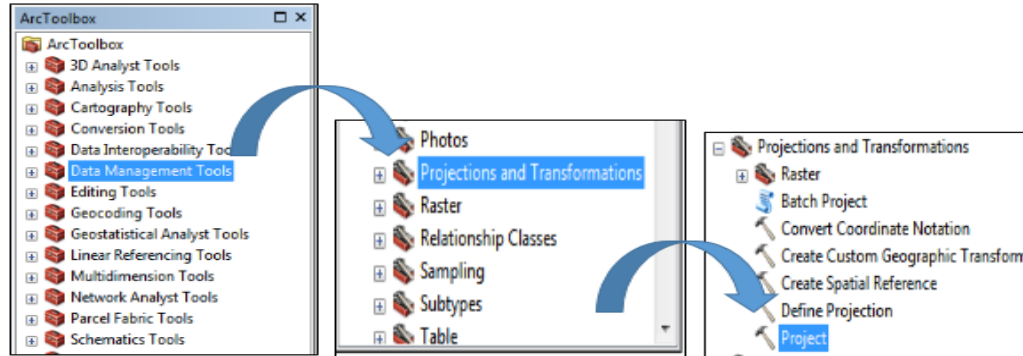
Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático de SIG

2.3.2 Desarrollo de edición de información secundaria

En esta fase se realizan los procesos de transformación de la información secundaria como la conversión de coordenadas geográficas de las bases de datos obtenidas en la fase anterior a coordenadas planas dado que en estas se realizan todos los cálculos que se proyecta en la superficie de la tierra sobre un terreno plano.

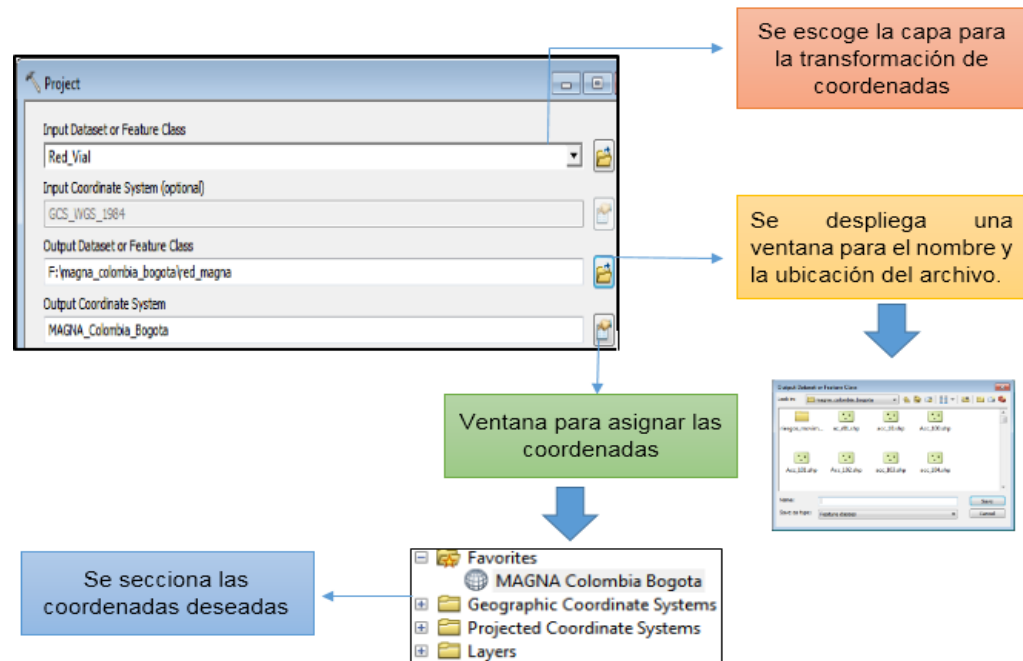
El proceso que se realiza en ArcGis, tiene que ver con el hecho de realizar la transformación de coordenadas: primero se abre la caja herramientas, en la opción Data Management Tools se busca en la opción Proyecciones y Transformaciones, de la ventana Project, luego se selecciona el shape que se quiere cambiar a coordenadas planas y por último se ingresa en el sistema de coordenadas Magna Colombia Bogotá

Figura 7. Construcción de proceso para realizar la transformación de coordenadas



Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático en SIG.

Figura 8. Construcción a través de transformación de coordenadas

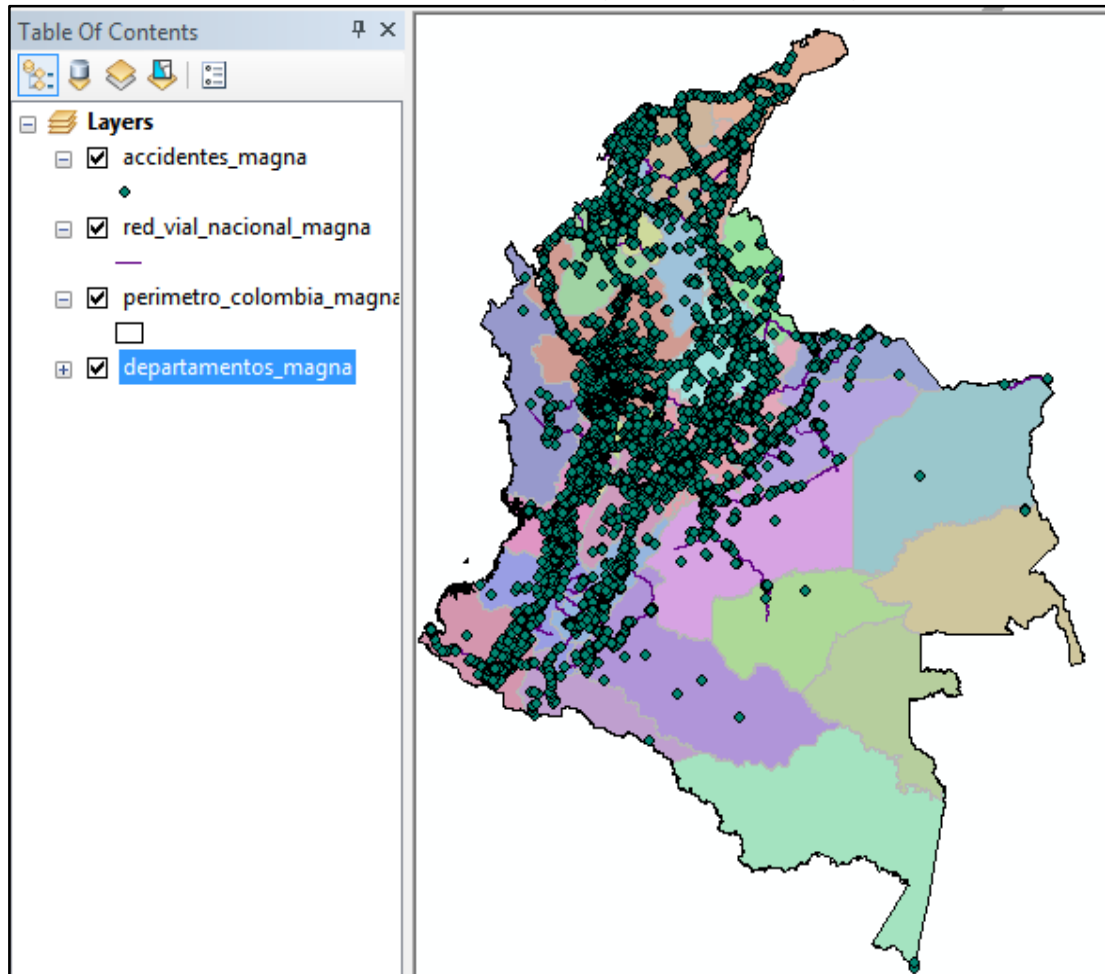


Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático en SIG.

Se transformaron los shape de red vial, accidentalidad, cabeceras municipales, departamentos y perímetro de Colombia, de coordenadas geográficas a

coordenadas planas teniendo compatibilidad para realizar los cálculos y el trazado de las rutas.

Figura 9. Proceso de conversión de datos a georeferencia proyectada, transformación de coordenadas (SIG-Magna Colombia-Bogotá)



Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático en SIG.

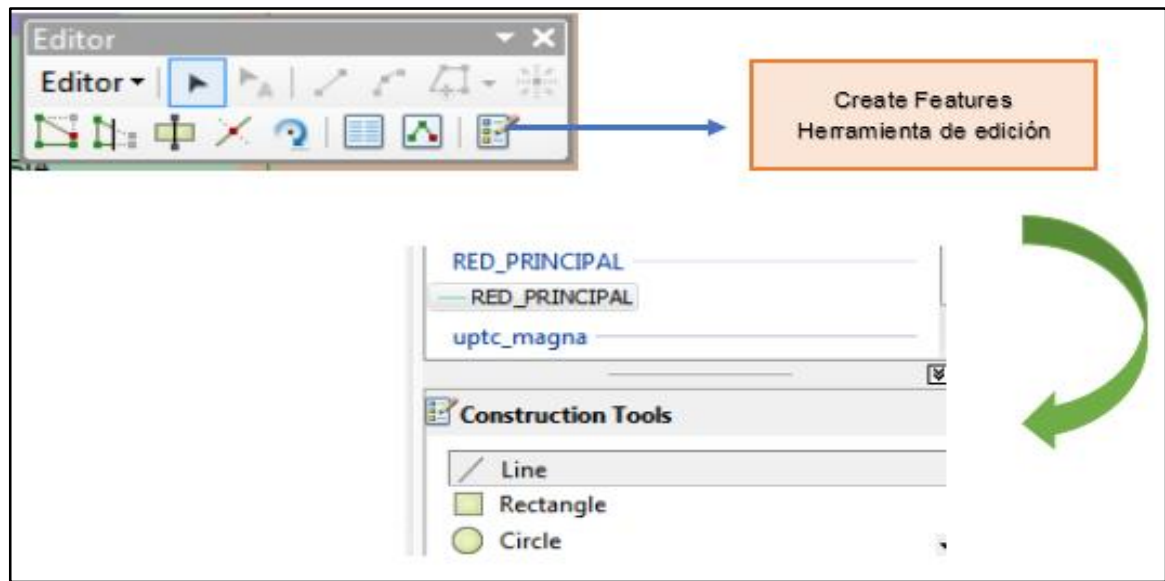
2.3.3 Construcción de red vial (Edición y división)

Dado que la información descargada de la red vial del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) se tiene condensada como una sola entidad y algunos tramos sin conexión con la red principal en la cual no se podía trazar las rutas es necesario la aplicación de herramientas de ArcGIS como Editor, planarize line y split tool, creando múltiples entidades de línea en las intersecciones.

En la red vial obtenida se tiene conexión de todos los tramos y está dividida por tramos independientes. El proceso para realizar la edición se activa la herramienta EDITOR

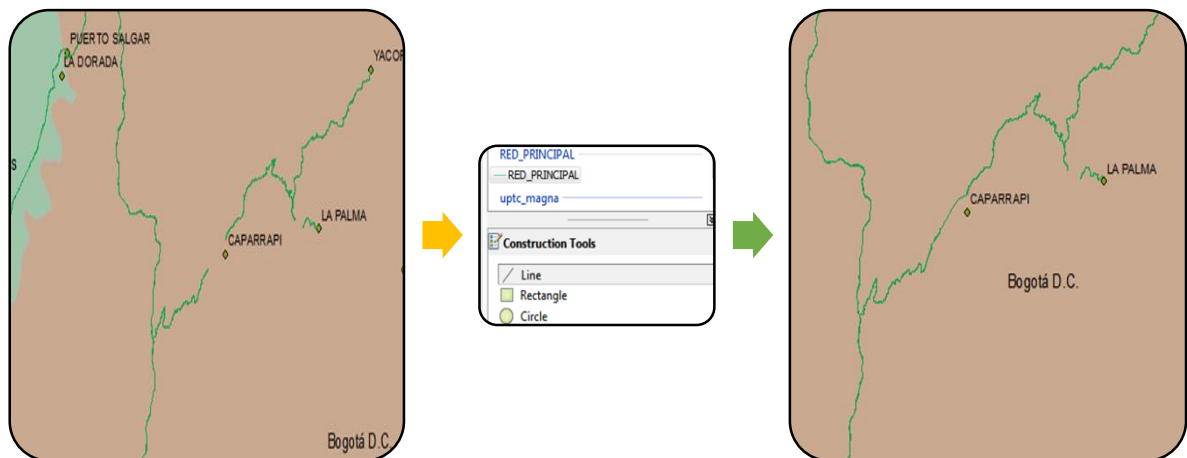
y se da la opción empezar edición, luego de esto se selecciona la shape que se desea editar, se ingresa en la ventana Create Features donde se selecciona la opción para modificar.

Figura 10. Construcción a través de edición de línea, con apoyo de la herramienta de Editor.



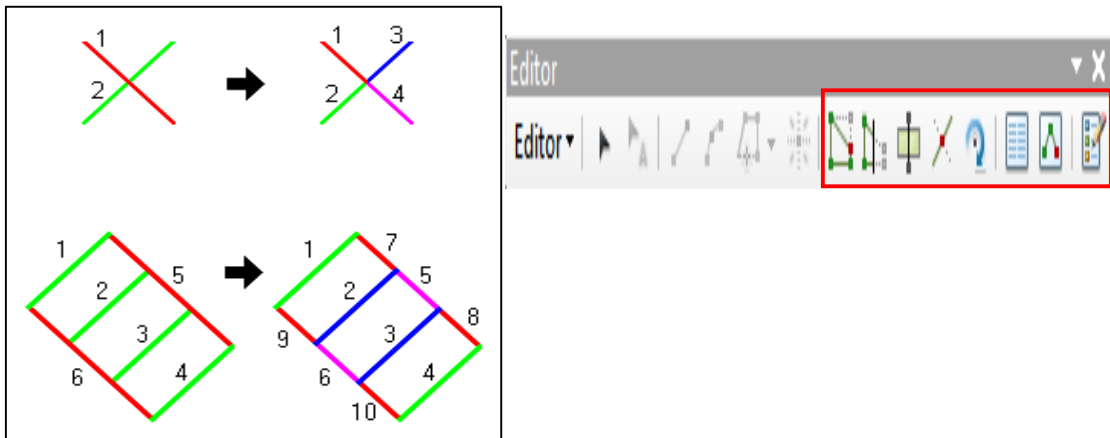
Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático en SIG.

Figura 11. Edición de la red vial



Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático en SIG.

Figura 12. División de las líneas en intersecciones



Fuente: desktop.arcGis.com seleccionado para construir de proceso

2.3.4 Consolidación de la base de datos de accidentalidad

El shape de siniestros viales descargada del Observatorio de Seguridad Vial contenía una serie de incongruencias en las cifras totales de accidentes viales, tomando por separado los accidentes de las víctimas, duplicando el valor de accidentalidad; es por eso que se hace necesario realizar un proceso de agrupación pasando de 62.000 a 27.500 datos, de acuerdo con número de identificación del hecho.

Se calculó el indicador de equivalencia de accidentalidad, entendido como aquel concepto que permite considerar todos los niveles de severidad de un siniestro vial, la Agencia Nacional de Seguridad tiene en cuenta tres parámetros: víctimas fatales, víctimas lesionadas y daño a la propiedad, este se contabiliza si el evento es por choque simple. Como se muestra en la ecuación 1

Ecuación de equivalencia de accidentalidad

$$AE: \frac{(M * 12) + (L * 2) + (A * 1)}{(M + L + A)} \quad (1)$$

Donde:

- M: número de muertos en el siniestro vial
- L: número de lesionados en el siniestro vial
- A: accidente

Ejemplo del cálculo:

Se realiza para siniestro vial con identificación hecho_id 23236625 ocurrido en el departamento de Cundinamarca en el municipio de guaduas, el día 19 de septiembre de 2018

$$AE: \frac{(9 * 12) + (11 * 2) + (1 * 1)}{(9 + 11 + 1)}$$

AE: 6.24

Se obtuvo una base de datos con el numero consolidados de siniestros viales en formatos Excel con atributos de ID, año, Jurisdicción, Municipio, hechos_id, Fecha hecho, coordenadas (latitud, longitud), Muertos, lesionados, accidentes, Equivalencia de accidentes.

Tabla 5. Base de datos siniestros viales 2018

ID	AÑO	JURIS_METR	MUNICIPIO_	HECHOS_ID	FECHA_HECH	LATITUD	LONGITUD	accid	lesion	muertos	E_accid
8703	2018	M. CALI	CALI (CT)	22748061	25/06/2018	3.442221154	-76.4843299	1	0	20	11.48
14701	2018	M. MONTERÍA	MONTERÍA (CT)	21750602	18/01/2018	8.567109869	-75.7068223	1	1	10	10.25
3824	2018	CUNDINAMARCA	GUADUAS	23236625	19/09/2018	5.152565138	-74.5886972	1	11	9	6.24
441	2018	ANTIOQUIA	SANTA ROSA DE OSOS	21737126	22/01/2018	6.547705978	-75.4123854	1	15	6	4.68
2209	2018	CAUCA	PAEZ	23268003	21/09/2018	2.663572476	-75.9897545	1	8	5	5.50
4940	2018	GUAJIRA	MANAURE	21922517	21/02/2018	11.46038081	-72.6118448	1	0	5	10.17
4990	2018	GUAJIRA	RIOHACHA (CT)	22989165	8/08/2018	11.18655375	-72.7313211	1	1	5	9.00
11495	2018	M. MANIZALES	MANIZALES (CT)	22867093	15/07/2018	5.06544913	-75.5108941	1	1	5	9.00
18793	2018	M. VILLAVICENCIO	VILLAVICENCIO (CT)	23206917	14/09/2018	4.051222023	-73.733306	1	0	5	10.17
579	2018	ANTIOQUIA	TARAZÁ	21701778	17/01/2018	7.495410311	-75.3396633	1	1	4	8.50
785	2018	ATLÁNTICO	CAMPO DE LA CRUZ	21879142	14/02/2018	10.38160737	-74.8680487	1	2	4	7.57
2150	2018	CAUCA	CALDONO	21964845	1/03/2018	2.847052873	-76.5464358	1	3	4	6.88
2507	2018	CESAR	CURUMANÍ	22722224	22/06/2018	9.336290792	-73.4884679	1	1	4	8.50
21651	2018	MAGDALENA	ARACATACA	21615978	6/01/2018	10.57468198	-74.1651364	1	5	4	5.90
22013	2018	META	PUERTO LLERAS	21802096	31/01/2018	3.166973278	-73.2263519	1	2	4	7.57
22369	2018	NORTE DE SANTANDER	CHINUCOTA	23220619	10/09/2018	7.684420903	-72.6065435	1	0	4	9.80
22382	2018	NORTE DE SANTANDER	LA ESPERANZA	23087559	24/08/2018	7.64413254	-73.3279671	1	0	4	9.80
22497	2018	PUTUMAYO	MOCOA (CT)	22717751	21/06/2018	1.427563287	-76.4619957	1	3	4	6.88
163	2018	ANTIOQUIA	CONCORDIA	22633900	8/06/2018	5.99632268	-75.8944343	1	2	3	6.83
320	2018	ANTIOQUIA	GUARNE	23018086	11/08/2018	6.223370439	-75.4410062	1	2	3	6.83
493	2018	ANTIOQUIA	FRONTINO	22186153	8/04/2018	6.765900395	-76.1927162	1	0	3	9.25
794	2018	ATLÁNTICO	LURUACO	22411470	14/05/2018	10.61179544	-75.1471191	1	0	3	9.25

Fuente: elaboración propia a partir de base de datos Agencia Nacional de Seguridad Vial “Siniestros viales 2018”.

2.4 FASE III. IDENTIFICACIÓN LAS RUTAS EXTERNAS DE LAS PRACTICAS ACADÉMICAS DE LA UNIVERSIDAD.

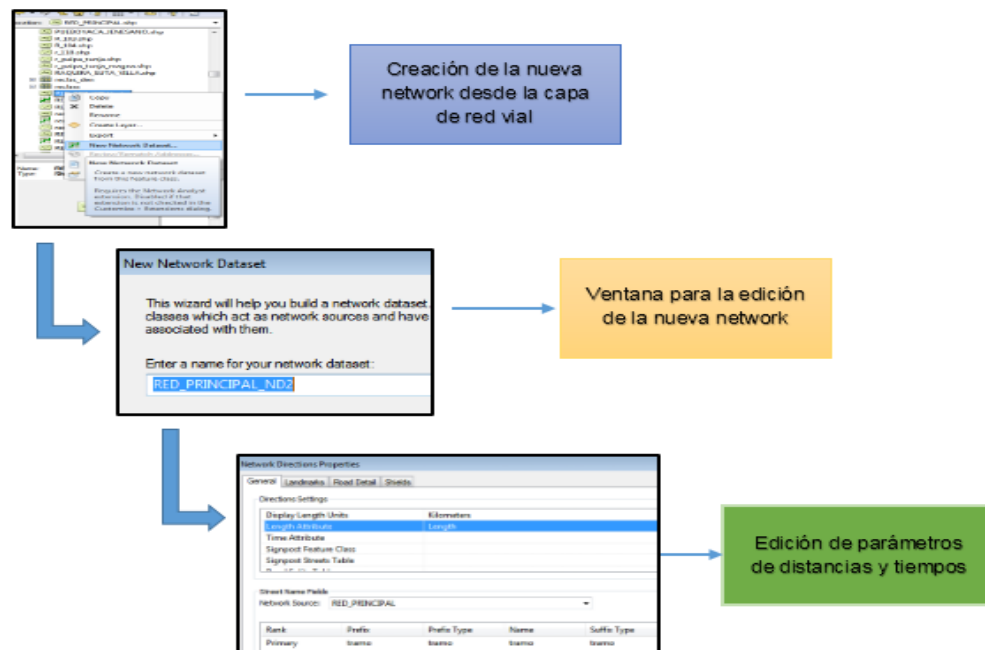
2.4.1 Georreferenciación de rutas

Para el trazado de las rutas se tuvo como guía el programa desarrollado por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) “VIAJERO SEGURO” en este se marca la ruta deseada y este brinda información acerca del estado de las carreteras del país, información como ubicación de los eventos en las vías como derrumbes y cierres temporales por obras, también brinda información sobre peajes y muestra las indicaciones de la ruta.

En esta fase se hace la georreferenciación de las 187 rutas que tienen como origen la ciudad de Tunja para realizar este proceso se utiliza la herramienta de Network dataset que es una de las herramientas de ArcGis más apropiada para modelar redes de transporte. A continuación, se presenta los pasos para la creación de la dataset para la red vial de Colombia.

Seguidamente, ingresa a la opción catálogo donde se despliega una tabla de contenido mostrando todas las shape que se están trabajando, se selecciona la shape de la red vial que se desea modificar y se da la opción creación de network dataset donde se ingresan los datos correspondientes con la red vial.

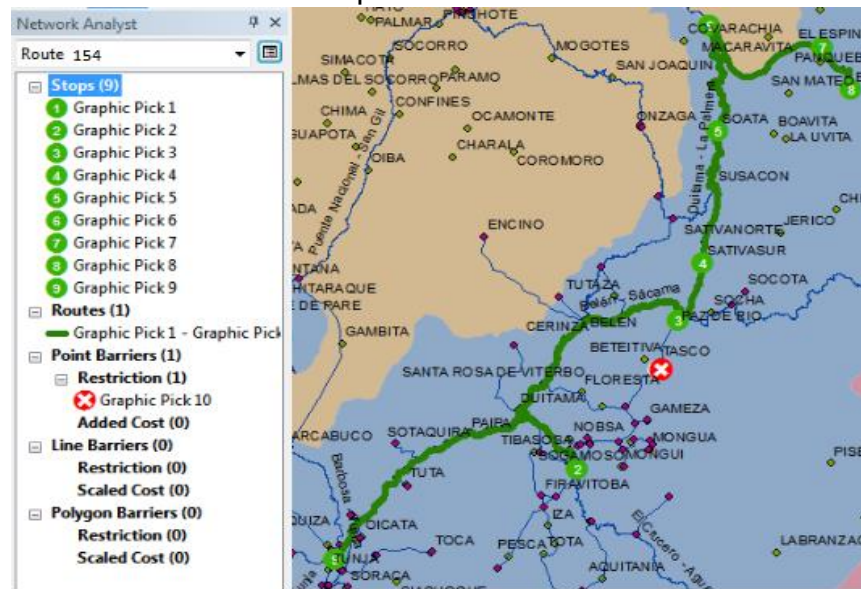
Figura 13. Proceso de creación de la network dataset



Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático de SIG

La herramienta Network crea arcos y nodos en la capa de la red vial de Colombia permitiendo la modelación de las rutas como restricciones u obligatoriedad en el trazado. Se realiza la creación de las 187 rutas teniendo en cuenta el trazado de la ruta en el programa viajeros seguro del INVIAS para colocar las restricciones de paso.

Figura 14. Construcción de rutas a partir de la Network data set



Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático de SIG

En la Figura 14 se muestra la creación de la ruta de 154 (Tunja-Sogamoso-Paz del río- Sativasur-Soata, Capitanejo, El espino, Cocuy-Tunja), se aprecia los 9 puntos donde la ruta debe pasar que corresponde al destino y un punto de restricción que coloca con base en la ruta obtenida del programa de Viajero seguro del INVIAS. Este procedimiento se realizó con las 186 rutas restantes.

2.5 FASE IV. ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS RUTAS EXTERNAS DE LAS PRÁCTICAS ACADÉMICAS DE LA UNIVERSIDAD.

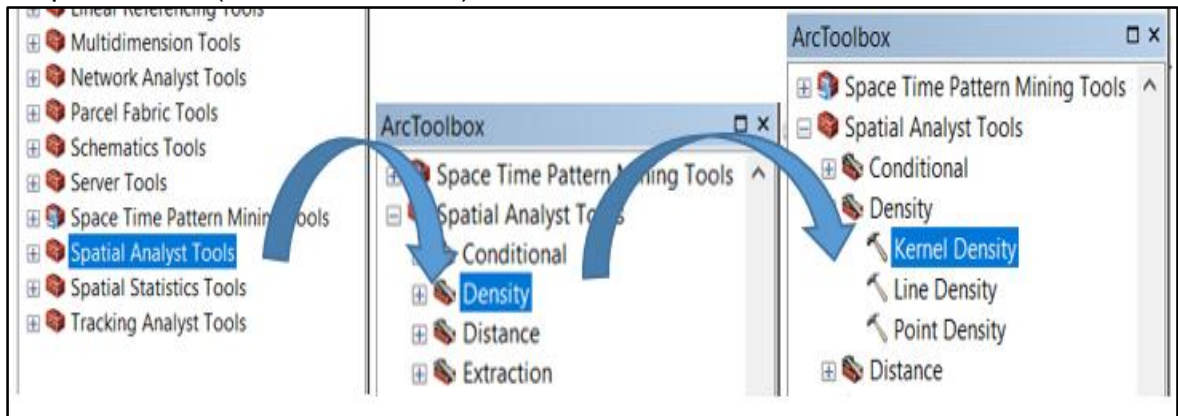
A partir de la información georreferenciada de accidentalidad y la localización de los trayectos de las rutas de las practicas académicas, se aplican las técnicas de análisis espacial para caracterizar los tramos teniendo en cuenta atributos de densidad y de longitud, obteniendo los rutogramas de las diferentes practicas académicas desde la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia sede central de Tunja, hasta cada uno de sus destinos mediante la valoración de los riesgos de accidentalidad en estos corredores viales.

2.5.1 Concentración - Densidad de siniestros viales.

Para realizar el análisis espacial de los siniestros viales se usó la herramienta Densidad Kernel que es una de las más utilizadas en este campo. Esta herramienta de análisis espacial permite conocer la concentración de los accidentes en un kilómetro cuadrado, aunque para obtener la información requerida es necesario el ingreso de valores específicos para la creación de los mapas de densidad.

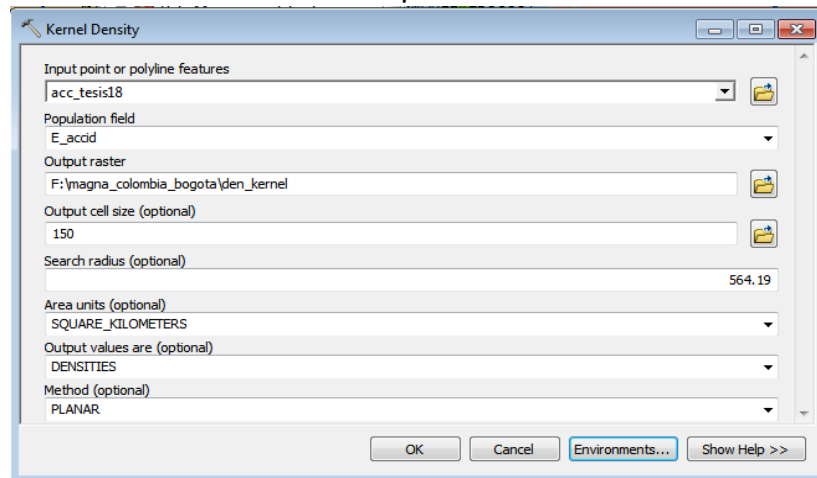
En la Figura 15 se muestra la ubicación de la densidad Kernel en la caja de herramientas del programa; la opción se encuentra en el campo de análisis espacial donde se abre una ventana encontrando la opción densidad en esta se despliega varias opciones de densidad y se escoge la densidad Kernel.

Figura 15. Construcción proceso sistemático para obtención de la concentración ponderada (Densidad Kernel).



Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático en SIG.

Figura 16. Parámetros de construcción para obtener la densidad Kernel



Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático en SIG.

A continuación, se describen los parámetros que se utilizaron para la creación de la densidad Kernel

- shape de entrada: corresponde a la capa creada a partir de la base de datos consolidada de los siniestros viales del año 2018.
- Población objetivo: hace referencia al atributo sobre el que se va a hacer el cálculo de densidad para el procedimiento se tomó el equivalente de accidentalidad dado que este atributo representa mejor los datos siniestralidad vial.
- Ráster de salida: corresponde a la ubicación y nombre del ráster que se generará del proceso
- Tamaño de la celda de salida: es el resultado de la operación de 1/5 de milímetro de acuerdo a la escala del plano que se tiene el perímetro de Colombia dado que este corresponde a la envolvente donde se realiza el cálculo de densidad, que se encuentra a una escala de 1: 12.500.000 al realizar el cálculo se obtiene 150 metros y es el valor que se ingresa.
- Radio de búsqueda: corresponde al radio de un kilómetro cuadrado donde se va a realizar la densidad como se muestra en la ecuación 3 que se despeja de la ecuación 2 que corresponde al área de una circunferencia.

Ecuación para el cálculo del radio:

$$A = \pi r^2 \quad (2)$$

$$r = \frac{\sqrt{A}}{\pi} \quad (3)$$

Donde:

A= área del círculo

$\pi = 3.141592653\dots$

r= radio

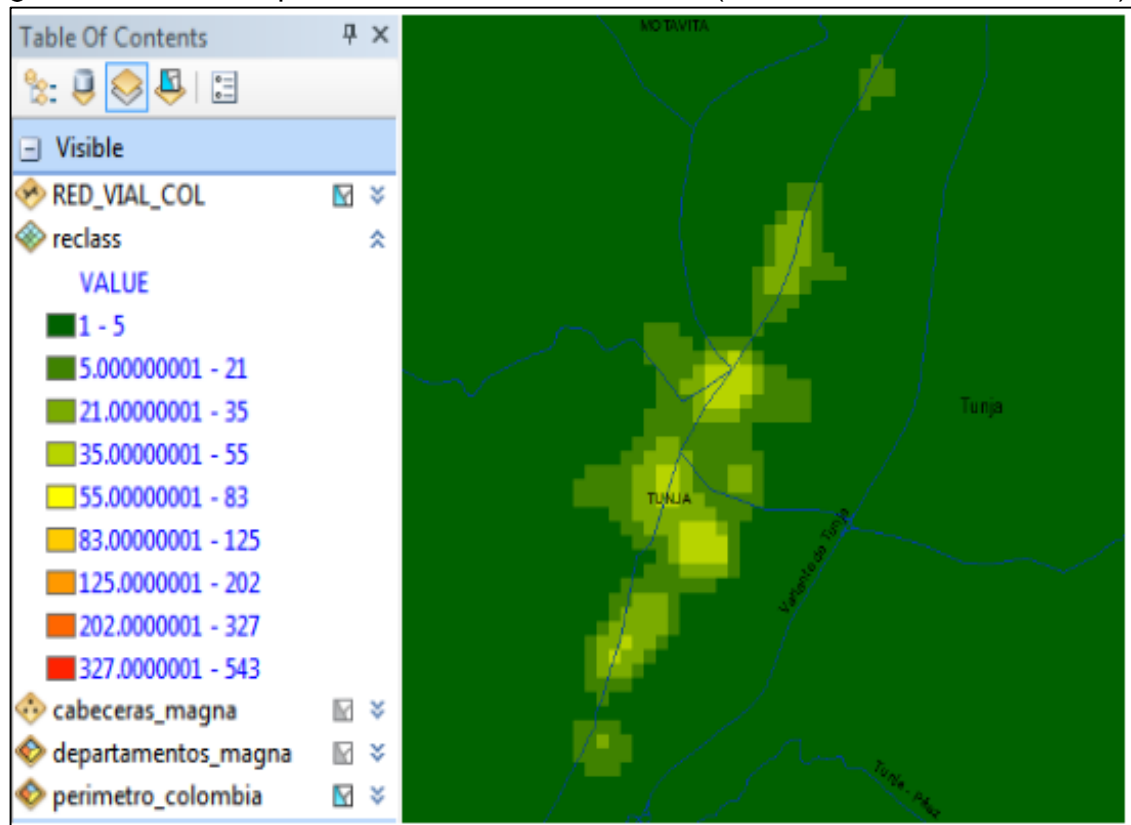
$$r = \frac{\sqrt{1 \text{ km}^2}}{3.14159 \dots}$$

$$r = 564.19 \text{ metros}$$

Se construyó el modelo de concentración, a través de la representación se puede observar en los mapas de densidad de accidentalidad vial, aplicándose el análisis

geo estadístico con 9 intervalos significativos predeterminados en que se representa la concentración de la accidentalidad. En función del análisis realizado por el grupo, proyectistas y director se determina aplicar los rangos establecidos por la Agencia Nacional de Seguridad Vial – ANSV, contemplados en el documento “Metodología para la identificación de sectores críticos de accidentalidad en zonas urbanas”, condicionados a cuatro niveles que van desde: Bajo-Bajo (0 a 3), Bajo-Alto (3.1 a 6), Alto- Bajo (6.1 a 9) y Alto-Alto (9.1 a 12), para observar la concentración de la accidentalidad en los esquemas representativos se utiliza la paleta estándar global de colores, la cual se clasifico en los intervalos como el más alto (más crítico) es de color rojo, seguido del intervalo de color naranja, intermedio el color amarillo y el más bajo de color verde, obteniendo como resultado la Figura 18 donde se muestran los intervalos y la clasificación de la densidad.

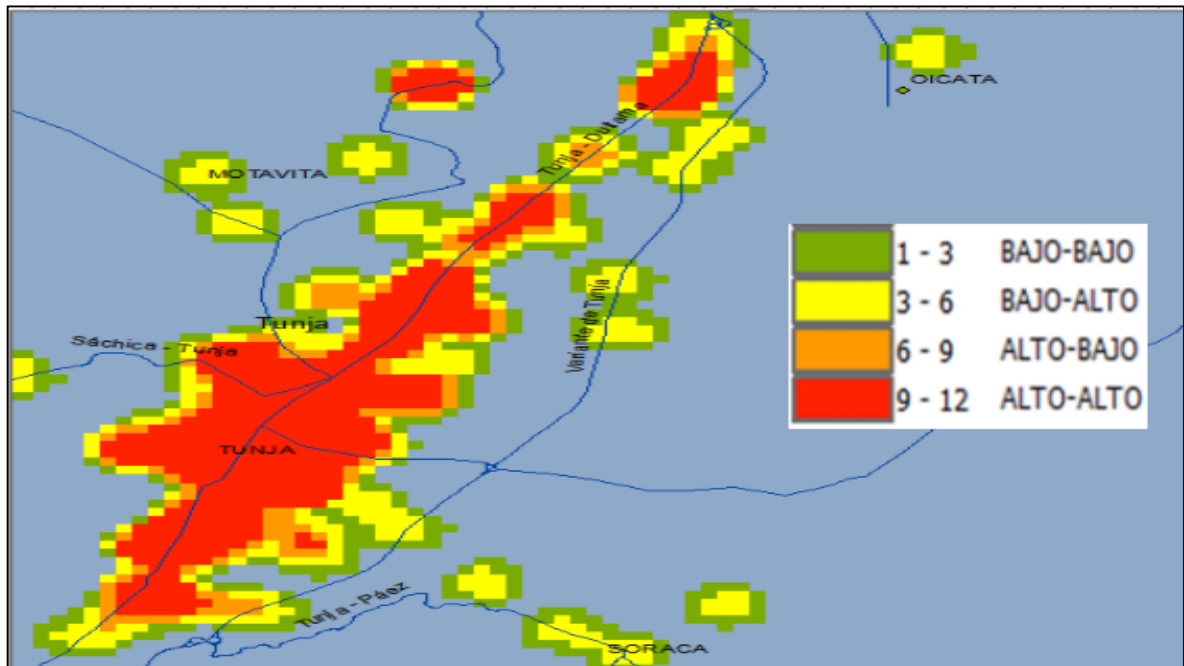
Figura 17. Modelo representativo de concentración (Densidad de accidentalidad).



Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático en SIG.

En la Figura 17 se muestra los intervalos pre determinados donde se observa la densidad de accidentalidad en la paleta de colores verde impidiendo distinguir y analizar las zonas con una mayor concentración de siniestros viales.

Figura 18. Modelo representativo de concentración, densidad reclasificado. Procesamiento geoespacial en SIG



Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático en SIG.

En la Figura 18 se aprecia el mapa de color de la concentración de accidentalidad teniendo en cuenta los intervalos establecidos anteriormente, se muestra la densificación de siniestros viales para el año 2018 de la ciudad de Tunja que corresponde al punto de origen de todas las rutas.

2.5.2 Análisis de riesgo de accidentalidad

A partir de la identificación de la equivalencia de accidentalidad en cada una de las zonas críticas para las direcciones de los rutogramas, se elaboró una matriz de riesgos para visualizar de manera más sencilla la interpretación del nivel del mismo y los posibles efectos que se puedan generar a los usuarios de la vía.

Los parámetros para la caracterización de la matriz son aquellos que se puedan presentar en la vía, cuyo impacto se refleja directamente a todos los usuarios, por la interacción entre ellos. Al analizar la población y la tipología de la vía, la cual estará directamente relacionada con la velocidad máxima de recorrido, mediante la Resolución 1384 de 2010 del Ministerio de Transporte adopta el método para establecer los límites de velocidad en las carreteras nacionales, departamentales, distritales y municipales de Colombia, en el artículo 106 establece que en las vías urbanas y municipales la velocidad máxima para vehículos de servicio público, de

carga y de transporte escolar, será de sesenta (60) kilómetros por hora, de igual manera en el artículo 107 establece el límite de velocidad para carreteras nacionales y departamentales las cuales reglamenta que la velocidad máxima para vehículos de servicio público, de carga y de transporte escolar, será de ochenta (80) kilómetros por hora⁴⁴. Por otra parte, en el caso particular para la ciudad de Bogotá D.C. se establece un límite de velocidad de cincuenta (50) kilómetros por hora en 5 corredores viales, los cuales son la Avenida Boyacá, Avenida de Las Américas, Avenida Ciudad de Cali, Avenida Calle 80 y Avenida Carrera 68, el cual se estableció como una medida preventiva para los hechos de siniestralidad vial en estos corredores⁴⁵.

La descripción del riesgo se basa en el tipo de usuario y su interacción con el entorno, de igual manera, estará ligado al tipo de topografía de la ruta (plana, ondulada, montañosa) y el tipo de riesgo superficial presente en la vía (inestabilidad geológica, caída de la banca, deslizamiento, zona inundable).

Por otra parte, se cuentan con medidas activas nacionales, departamentales y municipales, para la disminución de siniestros viales, teniendo como objetivo general controlar el estado de serviciabilidad de la vía como lo es la señalización, demarcación, el estado del pavimento, y la reglamentación de la velocidad máxima de la vía.

La valoración del riesgo el parámetro más importante, debido a la cantidad de los eventos como accidentes, lesionados y muertos en cada zona del recorrido, lo cual al ponderarlo resultará el equivalente de accidentalidad de la zona, dando una interpretación del nivel del riesgo de carácter cualitativo (bajo-bajo, bajo-alto, alto-bajo, alto-alto), cuyos rangos tienen como tarea dar un análisis de aceptabilidad, según sea el caso para intervenir y dar una medida preventiva en la reducción de siniestros viales.

Los efectos son las posibles consecuencias generadas por los siniestros viales, dada la interpretación de nivel de riesgo eventual para la zona. En la siguiente tabla

⁴⁴ COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1384. (20 abril 2010) por la cual adopta el método para establecer los límites de velocidad en las carreteras nacionales, departamentales, distritales y municipales de Colombia. Artículos 106-107 [consultado el 20 de agosto de 2019]. Disponible en línea: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39357&dt=S>

⁴⁵ BOGOTÁ. SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD. 50 kilómetros por hora, el nuevo límite de velocidad en cinco corredores de la ciudad. (16 noviembre 2018). [consultado 20 de agosto 2019]. Disponible en línea: https://www.movilidadbogota.gov.co/web/Noticia/50_kil%C3%B3metros_por_hora_el_nuevo_l%C3%ADmite_de_velocidad_en_cinco_corredores_de_la_ciudad#targetText=Los%20comparendos%20pedag%C3%B3gicos%20ser%C3%A1n%20aplicados,cualquiera%20de%20los%20cinco%20corredores.

se presenta la matriz para la evaluación de los riesgos para algunas algunas zonas de siniestralidad vial.

Tabla 6. Matriz de riesgo de accidentalidad

IMPACTO	ZONA / LUGAR	POBLACIÓN	TIPO DE VÍA	RIESGO			CONTROLES EXISTENTES			VALORACIÓN DE RIESGO			EQUIVALENCIA DE ACCIDENTALIDAD	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	EFECTOS POSIBLES	
				DESCRIPCIÓN	TIPO DE TOPOGRAFIA	TIPO DE SUPERFICIE	SEÑALIZACIÓN DE LA VÍA	DEMARCACIÓN DE LA VÍA	ESTADO DEL PAVIMENTO	VELOCIDAD MÁXIMA	ACCIDENTES	LESIONADOS					MUERTOS
USUARIOS DE LA VÍA	BOGOTÁ	CAPITAL DEPARTAMENTAL	MUNICIPAL	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS- PESENCIA DE PEATONES	MONTAÑOSO	NINGUNO	X	X	X	50	1	0	0	1.00	BAJO-BAJO	Aceptable. No invertir, salvo que un análista más preciso lo justifique	DAÑOS MATERIALES
USUARIOS DE LA VÍA	INTERSECCIÓN	RURAL	DEPARTAMENTAL	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	MONTAÑOSO	NINGUNO	X	X	X	30	1	0	1	5.89	BAJO-ALTO	Mejorable. Mejorar el control existente	LESIONADO LEVE
USUARIOS DE LA VÍA	VÍA DEPARTAMENTAL	RURAL	DEPARTAMENTAL	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	MONTAÑOSO	NINGUNO	X	X	X	80	1	1	2	6.75	ALTO-BAJO	No Aceptable o Aceptable con control específico. Corregir medidas de control	LESIONADO GRAVE
USUARIOS DE LA VÍA	URBANA	URBANA	MUNICIPAL	PRESENCIA DE PEATONES	MONTAÑOSO	NINGUNO	X	X	X	60	1	1	10	10.25	ALTO-ALTO	No Aceptable. Situación crítica, corrección urgente	MUERTO

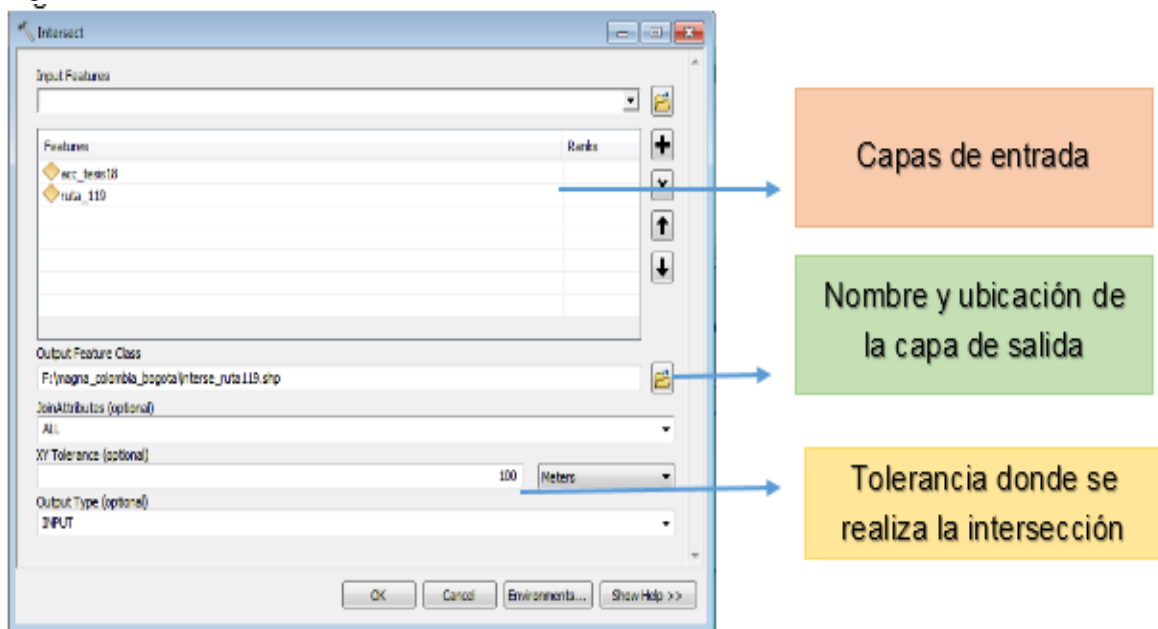
Fuente: elaboración propia

2.5.3 Determinación de índices de siniestralidad vial por km

Se realiza el análisis de siniestros viales por kilómetro a partir de la intersección de las rutas con la capa de accidentalidad vial donde se entrelazan la información de las dos capas obteniendo el número de accidentes, de víctimas y la distancia total de la ruta teniendo esta información se obtiene la relación entre estos atributos.

La herramienta se encuentra en la opción de geo procesamiento donde se despliega una ventana para el ingreso de los datos como se muestra en la Figura 19.

Figura 19. Intersección los accidentes con la ruta.



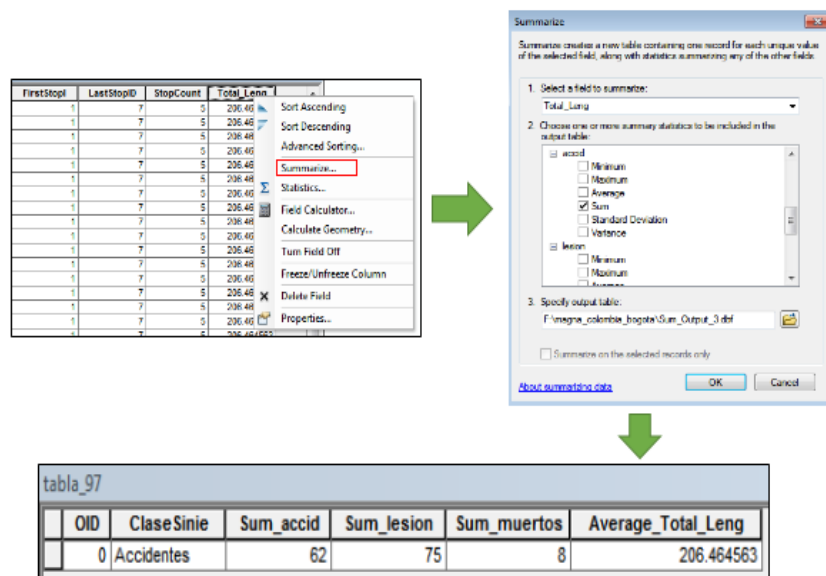
Fuente: elaboración propia a partir de proceso sistemático con SIG

El valor de tolerancia donde se realiza la intersección se estimó de 100 metros debido a que algunos recorridos se hacen en corredores de dobles calzadas y la ubicación de los accidentes están a lo ancho de la vía.

Para obtener el consolidado de accidentes se utiliza la herramienta Summarize construyendo una nueva tabla con el total de accidentes, lesionados y muertos además de la longitud total del recorrido

El proceso de creación de la tabla con los valores consolidados se muestra en la Figura 20 obteniéndose el número total accidentes, lesionados y muertos.

Figura 20. Proceso de construcción de la tabla de consolidado de siniestros viales



Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático en SIG.

Se obtuvo el índice de siniestralidad vial para las 187 rutas por accidentes, lesionados y muertos para el año 2018 como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Índices de siniestros viales (Ruta 97)

OID	Longitud (km)	Accidentes	Lesionados	Muertos
97	206.465	62	75	8
índice (siniestro /km)		0.30	0.36	0.04

Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático de SIG

En la tabla se presenta el OID que indica el número de la ruta, longitud, número de accidentes, lesionados y muertos que ocurrieron en el 2018 en el recorrido y el índice de siniestros viales por kilómetros para los accidentes, lesionados y muertos por año.

El índice de siniestro-km es un índice significativo para el análisis debido a que permite tener un valor de comparación entre las rutas dado que representa la concentración de accidentes y víctimas por kilómetros representando y mostrando las condiciones de mayor o menor riesgo de accidentalidad en los recorridos.

Para la consolidación, comprensión y análisis de la información obtenida en las fases anteriores se construyen y generan los rutogramas donde se puede observar la información correspondiente a cada ruta

2.5.4 Representación del modelo de rutograma


Generalidades del Rutograma

El encabezado del formato para la elaboración de los rutogramas se muestra en la Figura 21 de manera general, para los datos de recorrido de la salida de la práctica académica.

En la parte superior los datos generales, los recuadros para ingresar la información de la ruta como nombre por donde transita que corresponde a la ruta de práctica, distancia total recorrida en kilómetros, condición meteorológica y el número de peajes que se encuentran el recorrido esta información se obtiene del mapa interactivo de INVIAS.

En la sección de condiciones generales de la vía se evalúan una serie de aspectos: el tipo de pavimento que puede ser pavimentada o en afirmado, el deterioro del mismo si hay presencia de huecos, existencia de señalización y demarcación y el diseño geométrico de la vía que puede ser en una calzada o doble calzada.

Figura 21. Encabezado rutograma

	DATOS GENERALES					
	vía recorrida			Distancia total recorrida		km
	Condición Meteorológica			Nº peajes		Un
CONDICIÓN GENERAL DE LA VÍA						
PAVIMENTADA	EN AFIRMADO	CON HUECOS	SEÑALIZADA	DEMARCADA	CALZADA	DOBLE CALZADA
			x	x	x	x

Fuente: elaboración propia

En la Figura 22 representa el recorrido construido localizado a través de la georeferenciación de la ruta de acuerdo con los niveles de riesgo de accidentalidad durante el recorrido

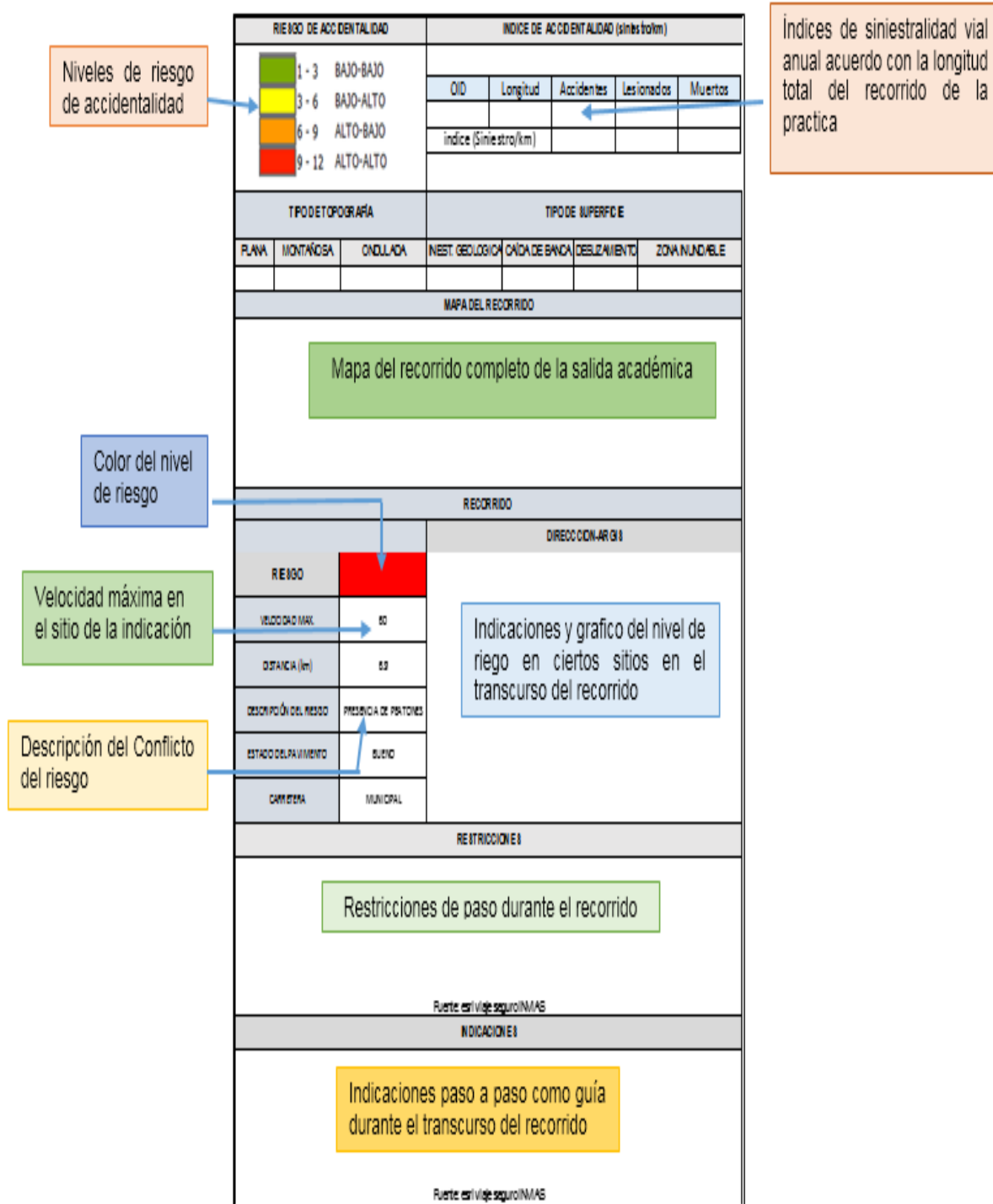
En la parte superior del gráfico se encuentra el esquema del riesgo de accidentalidad en el que se indica los intervalos de equivalencia en que ocurren los accidentes, caracterizados por colores, en la parte superior derecha se observa los índices de siniestralidad anual de acuerdo con la longitud total del recorrido de la práctica.

Se evalúa la topografía del terreno donde puede ser tipo plano, montañoso ondulado y el tipo de superficie que corresponde a las restricciones de la vía por accidentes geográficos como inestabilidad geológica, caída de la banca, deslizamiento o zona indudable, también se presenta en el mapa del recorrido, este es resultado del

proceso lógico, geoestadístico estudiado, analizado dentro del desarrollo del proyecto con el apoyo de herramientas sistemática de SIG (herramienta Arcgis), donde se muestran los municipios por donde pasa la ruta y el nombre de corredores viales, en lo correspondiente a las direcciones del recorrido se presenta en la columna izquierda atributos como: el color del nivel de riesgo según la paleta estándar de colores propuesta en el estudio, la velocidad máxima reglamentada según el tipo de vía, la distancia desde el sector anterior a nuevo, la descripción del riesgo, el estado del pavimentos y tipo de carretera, mientras que, en la columna derecha de las direcciones se presenta el gráfico del sector analizado mostrando la concentración de accidentalidad en el sector.

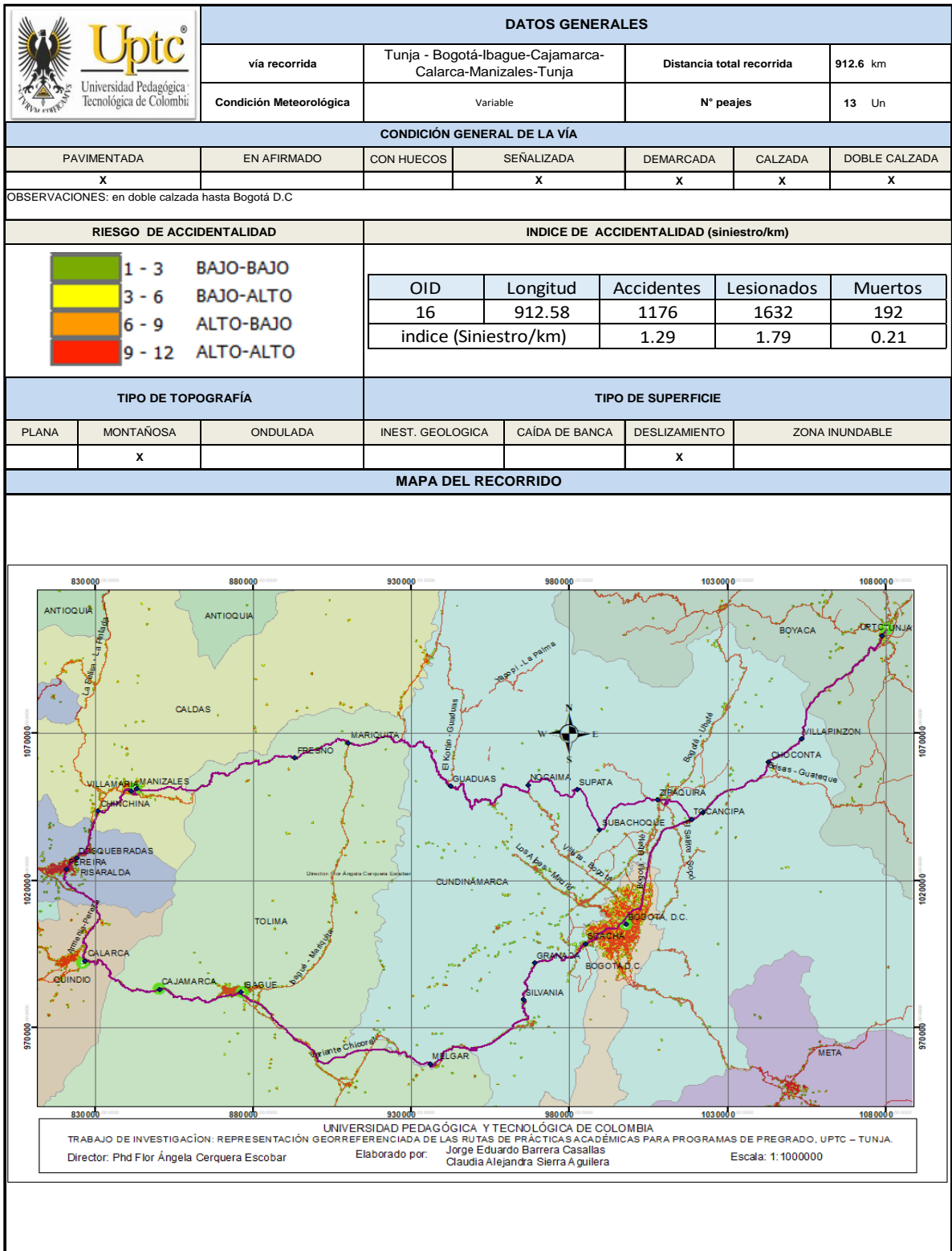
El recuadro seguido presenta las restricciones de paso, pueden ser eventos, como la pérdida de la banca, cierres por eventos culturales de la vía que se presentan en la vía y las indicaciones paso a paso como guía durante el transcurso del recorrido esta información del estado de los tramos se obtiene del Instituto Nacional de Vías – INVIAS, que ha sido tomada para estructurar los procesos establecidos para la construcción de las rutas

Figura 22. Estructura desarrollada de rutogramas.



Fuente: elaboración propia

En la Figura 23 se muestra como ejemplo el rutograma realizado para la ruta 16 que corresponde a Tunja-Bogotá-Cajamarca-Calarcá-Ibagué-Manizales-Tunja
 Figura 23. Ejemplo estructura Rutograma (Ruta 16)



Fuente: Elaboración propia.
 Continuación ejemplo rutogramas (Ruta 16)




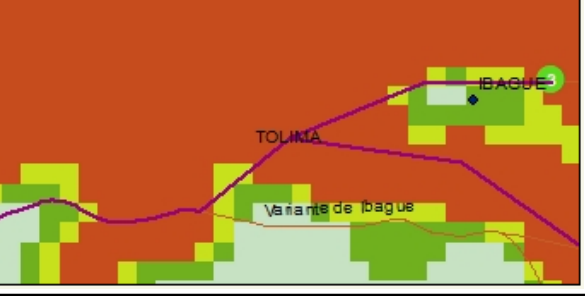
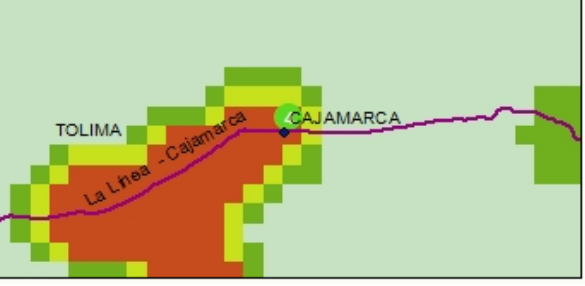
RECORRIDO		
DIRECCION-ARGIS		
RIESGO	 	
VELOCIDAD MAX.	60	
DISTANCIA (km)	26	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRESENCIA DE PEATONES	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	MUNICIPAL	
RIESGO	 	
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	67	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO	 	
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	46	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO	 	
VELOCIDAD MAX.	50	
DISTANCIA (km)	7	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO	 	
VELOCIDAD MAX.	50	
DISTANCIA (km)	1.9	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	

Fuente: elaboración propia.
Continuación ejemplo rutogramas (Ruta 16)

RIESGO			
VELOCIDAD MAX.	50		
DISTANCIA (km)	5.5		
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS		
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO		
CARRETERA	DEPARTAMENTAL		
RIESGO			
VELOCIDAD MAX.	50		
DISTANCIA (km)	8.4		
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS		
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO		
CARRETERA	DEPARTAMENTAL		
RIESGO			
VELOCIDAD MAX.	80		
DISTANCIA (km)	52		
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS		
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO		
CARRETERA	DEPARTAMENTAL		
RIESGO			
VELOCIDAD MAX.	80		
DISTANCIA (km)	6		
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS		
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO		
CARRETERA	DEPARTAMENTAL		
RIESGO			
VELOCIDAD MAX.	80		
DISTANCIA (km)	17.3		
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRESENCIA DE PEATONES		
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO		
CARRETERA	DEPARTAMENTAL		


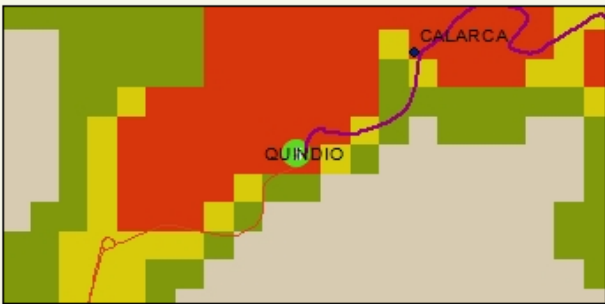





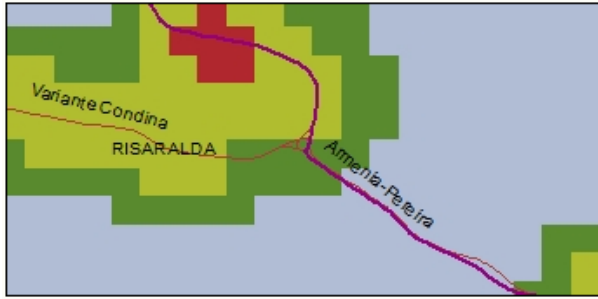


Fuente: elaboración propia.

Continuación ejemplo rutogramas (Ruta 16)

RIESGO	ALTO	
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	43	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
		
RIESGO	ALTO	
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	52	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
		
RIESGO	ALTO	
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	2.9	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
		
RIESGO	ALTO	
VELOCIDAD MAX.	60	
DISTANCIA (km)	2.1	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRESENCIA DE PEATONES	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
		
RIESGO	ALTO	
VELOCIDAD MAX.	60	
DISTANCIA (km)	37	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRESENCIA DE PEATONES	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
		

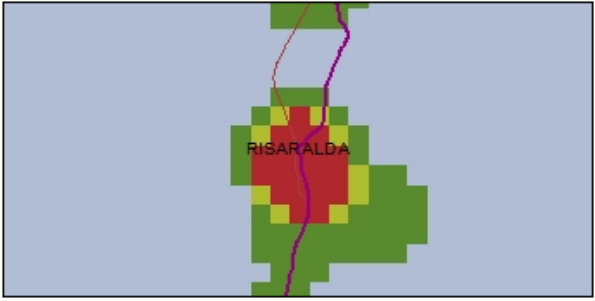
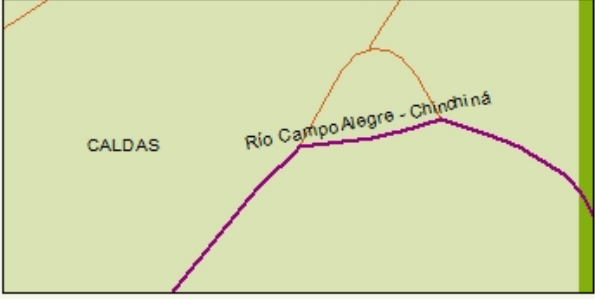
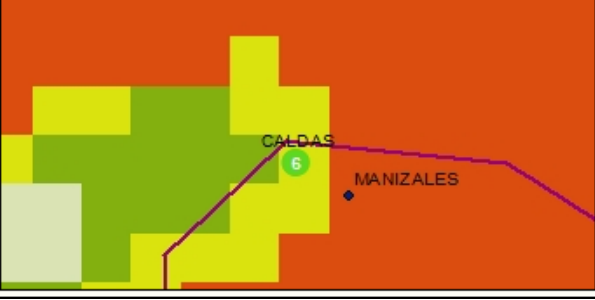

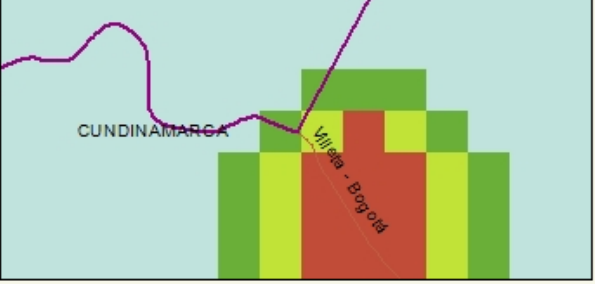
Fuente: elaboración propia

Continuación ejemplo rutogramas (Ruta 16)

RIESGO		
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	46	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRESENCIA DE PEATONES	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO		
VELOCIDAD MAX.	60	
DISTANCIA (km)	7	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO		
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	27	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO		
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	12	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO		
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	12.7	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	


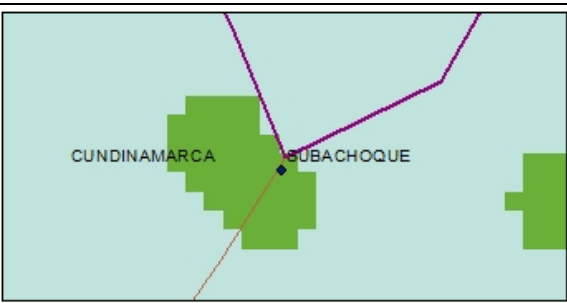

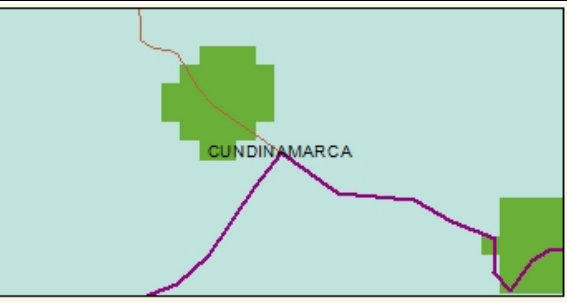

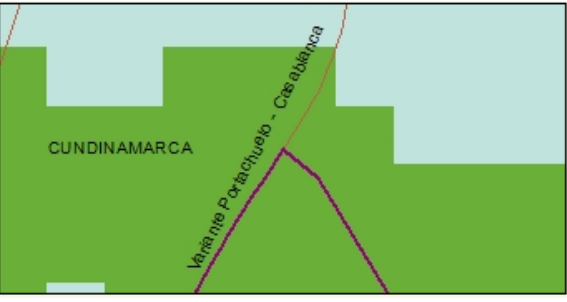

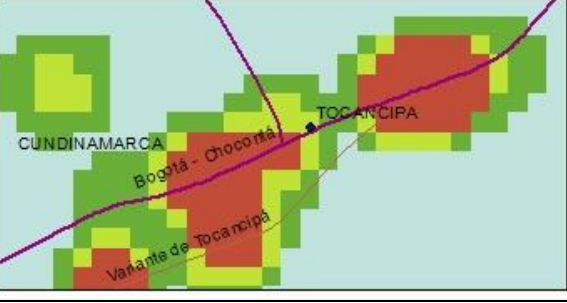

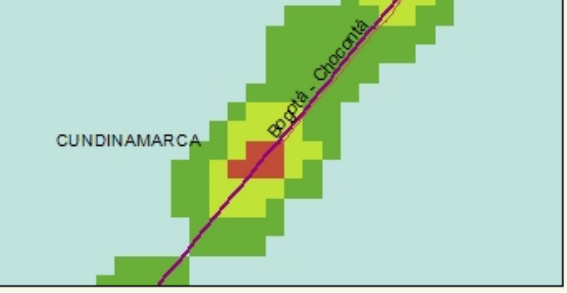
Fuente: elaboración propia

Continuación ejemplo rutogramas (Ruta 16)

RIESGO	ALTO	
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	13.2	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO	ALTO	
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	17.2	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO	ALTO	
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	9.1	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRESENCIA DE PEATONES	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO	ALTO	
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	119	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO	ALTO	
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	45	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	


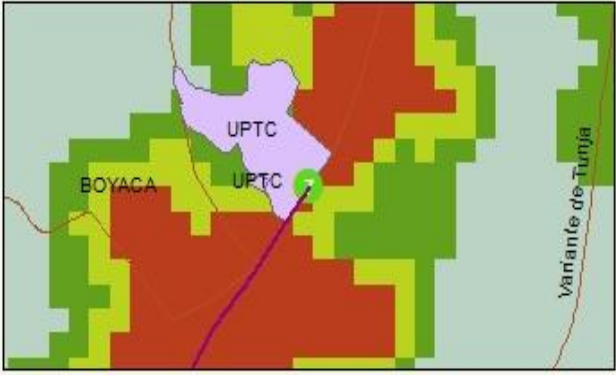
Fuente: elaboración propia

Continuación ejemplo rutogramas (Ruta 16)

RIESGO		
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	21	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO		
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	5.3	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO		
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	17	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO		
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	7.6	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRESENCIA DE PEATONES	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO		
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	67	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	

Fuente: elaboración propia

Continuación ejemplo rutogramas (Ruta 16)

RIESGO		
VELOCIDAD MAX.	80	
DISTANCIA (km)	27	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RIESGO		
VELOCIDAD MAX.	60	
DISTANCIA (km)	7	
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRESENCIA DE PEATONES	
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO	
CARRETERA	DEPARTAMENTAL	
RESTRICCIONES		
<p>Tipo Restricción de Carga</p> <p>Tipo Evento Restricción de carga</p> <p>Nombre Vía Perimetro Urbano Soacha</p> <p>Sitio Sin Referencia</p> <p>Kilometro Sin Referencia</p> <p>Descripción Decreto 414 del 18 de Noviembre de 2008, por el cual se fijan lineamientos para el tránsito de vehículos de carga en las vías públicas del Municipio de Soacha. Artículo Primero: Prohibir la circulación de vehículos de carga de más de 3 toneladas de peso de las 5:00 a.m. a las 09:00 a.m. y de las 5:00 p.m. a las 8:00 p.m. de Lunes a Sábado a la altura de la Autopista Sur y demás vías principales del municipio exceptuando los días festivos. Los días Domingos y Festivos en el horario comprendido entre la 1:00 p.m. y las 8:00 p.m. no se podrá realizar cargue y descargue, ni transitar vehículos de carga por la Autopista Sur/Decreto 064 del 23 de Febrero de 2009, por medio del cual se modifica el Decreto 414 del 18 de Noviembre de 2008; modifica el Artículo Primero en el sentido de exceptuar de esta restricción a los vehículos de carga con capacidad de más de 3 toneladas de peso, que transportan los siguientes productos o realizan las actividades que aquí mismo se detallan: 1. Pollos - Lácteos - Verduras - Carnes 2. Desechos y residuos sólidos de origen domiciliario u hospitalario 3. Ganado destinado al sacrificio 4. Combustibles (gasolina, ACPM Y GAS), identificado con los logotipos de la empresa 5. Chigüeno medicinal en estado líquido, identificado anteriormente con el número 1073 de la ONU y nitrógeno líquido identificado con el número 1977 de la ONU, siempre que sean transportados en tanques criogénicos con la debida identificación exterior 6. Vehículos distribuidores de las empresas de gaseosas y cervezas identificadas con los distintivos de las mismas 7. Vehículos que transportan bibliotecas móviles identificadas con los distintivos de la empresa 8. Vehículos que presentan servicios derivados de los contratos de obras públicas dentro del municipio los cuales deberán estar debidamente identificados 9. Maquinaria y/o herramientas para atender emergencias en la infraestructura vial, oleoductos y de servicios públicos domiciliarios del país, previa comprobación de la misma</p>		
Fuente: esri viaje seguro INVIAS		

Fuente: elaboración propia

Continuación ejemplo rutogramas (Ruta 16)

INDICACIONES			
1. Start at Upte, Tunja, Boyacá, COL	21. Depart Bogotá, D.C., COL	41. Depart Girardot, Cundinamarca, COL	61. Make sharp left to stay on 45A04 0,27 km
2. Go south toward PPC_TNJ3_-1 3,08 km	22. Continue west on PPC_BGT1_0 12,70 km	42. Go back northeast on 4005 0,67 km	62. Bear left on 5501 12,77 km
3. Make sharp left on 60BY15 1,60 km	23. Turn left to stay on PPC_BGT1_0 0,02 km	43. Turn right to stay on 4005 23,62 km	63. Bear left to stay on 5501 9,47 km
4. Turn right on 55BYA 5,85 km	24. Turn right on 4005 26,48 km	44. Continue on 40TLE 3,74 km	64. Make sharp left to stay on 5501 12,64 km
5. Continue on 5501 0,14 km	25. Turn right on 4005 and immediately turn left on 4005 24,92 km	45. Bear left on 4005 7,36 km	65. Turn left on 45ACN01 and immediately turn right on 5501 31,99 km
6. Turn left on 5501 and immediately turn right on 5501 0,59 km	26. Turn left to stay on 4005 0,14 km	46. Make sharp left to stay on 4005 5,72 km	66. Bear right on 55CN05_CN 0,03 km
7. Make sharp right to stay on 5501 0,84 km	27. Turn left at 40CNC to stay on 4005 5,85 km	47. Turn left on 4005 and immediately turn right on 4005 19,77 km	67. Bear left on 5501 40,20 km
8. Turn left on D1564613 1,32 km	28. Arrive at Fusagasugá, Cundinamarca, COL, on the left 70,12 km	48. Continue on 40CNC 0,10 km	68. Bear right on D1564613 1,32 km
9. Bear left on 5501 54,22 km	29. Depart Fusagasugá, Cundinamarca, COL	49. Turn right on 4005 and immediately turn left on 40CNC 4,00 km	69. Turn right on 5501 0,84 km
10. Arrive at Chocontá, Cundinamarca, COL, on the right 67,65 km	30. Continue west on 4005 1,42 km	50. Turn left on 4005 and immediately turn right on 4005 7,97 km	70. Make sharp left to stay on 5501 0,59 km
11. Depart Chocontá, Cundinamarca, COL	31. Turn left on 40CNC 0,10 km	51. Arrive at Silvania, Cundinamarca, COL, on the left 74,95 km	71. Turn left on 5501 and immediately turn right on 5501 0,14 km
12. Continue southwest on 5501 30,66 km	32. Continue on 4005 19,75 km	52. Depart Silvania, Cundinamarca, COL	72. Continue on 55BYA 5,85 km
13. Make sharp right to stay on 5501 22,24 km	33. Turn left on 4005 and immediately turn right on 4005 16,30 km	53. Continue northeast on 4005 22,71 km	73. Turn left on 60BY15 1,60 km
14. Bear right on 45A04 0,27 km	34. Arrive at melgar, on the left 37,56 km	54. Turn left on 40CN07 10,54 km	74. Make sharp right 3,08 km
15. Make sharp right to stay on 45A04 1,21 km	35. Depart melgar	55. Turn left 5,31 km	75. Finish at Upte, Tunja, Boyacá, COL, on the left 206,28 km
16. Bear right on 50_MOCHI 20,66 km	36. Continue west on 4005 14,68 km	56. Turn right 3,97 km	
17. Turn left on 5008 5,31 km	37. Continue on 45TLG 0,12 km	57. Turn right on 5008A 0,11 km	
18. Continue on PPC_BGT6_0 8,43 km	38. Bear right on 4005 9,59 km	58. Make sharp right to stay on 5008A 0,85 km	
19. Turn right on PPC_BGT1_0 5,88 km	39. Turn left to stay on 4005 0,67 km	59. Bear left on 50_MOCHI 30,79 km	
20. Arrive at Bogotá, D.C., COL, on the left 94,66 km	40. Arrive at Girardot, Cundinamarca, COL, on the right 25,06 km	60. Bear left on 45A04 1,21 km	

Fuente: esri viaje seguro INVIAS

Fuente: elaboración propia

Para la consolidación de los rutogramas se creó un formato interactivo de Excel donde se puede consultar y analizar cada una de las 187 rutas de práctica académicas facilitando la comprensión e interacción con la información, se presenta en el Anexo Único, numeral 3, digital, denominado “Libro excel interactivo de rutogramas”.

2.5.5 Análisis de siniestros viales por rutas

De las 187 rutas se estructuró una categorización de las 10 rutas con mayor número de accidentes y de víctimas como se muestra en las Tablas 8, 9 y 10

En la tabla 8 se muestra las rutas con mayor cantidad de accidentes mientras que en las tablas 9 y 10 se categorizan las rutas por índice de siniestros viales que representa las víctimas por kilómetro recorrido.

Tabla 8. Rutas con mayor accidentes

ID	OID	Longitud	Accidentes	Lesionados	Muertos	Victimas	Ruta
1	91	1554.30	1812	2319	342	2661	Tunja-Medellín-Cali-Manizales-Armenia-Ibagué-Tunja
2	122	1436.59	1410	1912	301	2213	Tunja-Popayan-Cali-Tunja
3	85	1276.50	1260	1600	260	1860	Tunja-La unión-Cali-Palmira-Tunja
4	16	912.58	1176	1632	192	1824	Tunja-Cajamarca-Calarca-Ibagué-Manizales-Tunja
5	44	1498.40	1236	1580	235	1815	Tunja-Cali-Palmira-Buenaventura-Tunja
6	43	1198.95	988	1297	190	1487	Tunja-Cali-Tunja
7	22	771.30	942	1297	175	1472	Tunja-Honda-Ibagué-Manizales-Tunja
8	23	1009.84	934	1287	150	1437	Tunja-Honda-Ibagué-Tunja
9	145	2137.06	905	1145	200	1345	Tunja-Santa marta-Cartagena-Barranquilla –Bosconia-Valledupar-Bucaramanga-Tunja
10	118	1151.59	826	1118	169	1287	Tunja-Palmira-Tunja
187	60	24.40	19	20	0	20	Tunja-Chinavita-Tunja

Fuente: elaboración propia

Se observa que la ruta donde se presentó un mayor número de accidentes fue la ruta con OID 91 que corresponde a la ruta Tunja-Medellín-Cali-Manizales-Armenia-Ibagué-Tunja con 1812 accidentes y 2661 víctimas de las cuales 2319 resultaron lesionados y 342 muertos, seguido de la ruta con OID 122 (Tunja-Popayán- Cali – Tunja) por otra se muestra la ruta con el menor número de accidentes y víctimas que corresponde a la ruta con OID 60 (Tunja-Chivata-Tunja) con 19 accidentes los cuales dejaron 20 lesionados.

Se realiza el escalafón de las rutas, por siniestros viales por kilómetro para las víctimas (Lesionados y muertos) de esta manera se puede conocer la concentración

de la accidentalidad en la ruta dado que en los trayectos largos se tiene mayor probabilidad de accidentalidad.

A continuación, se presentan en las Tablas 9 y 10, con los índices de siniestros viales por kilómetros de los recorridos establecidos de las rutas.

Tabla 9. Rutas con mayor índice de siniestros viales/km (Lesionados)

ID	OID	Accidentes	Lesionados	Ruta
1	16	1.289	1.788	Tunja-Cajamarca-Calarca-Ibagué-Manizales-Tunja
2	27	1.269	1.410	Tunja-Bogotá-Mosquera-Tunja
3	54	1.259	1.671	Tunja-Chiquinquirá- Ubate- Bogotá-Girardot- Agua de dios
4	19	1.248	1.422	Tunja-Bogotá-Facatativá-Tunja
5	25	1.235	1.375	Tunja-Bogotá- Madrid-Tunja
6	22	1.221	1.682	Tunja-Honda-Ibagué-Manizales-Tunja
7	20	1.219	1.346	Tunja-Bogotá- Funza
8	91	1.166	1.492	Tunja-Medellín-Cali-Manizales-Armenia-Ibagué-Tunja
9	172	1.113	1.204	Tunja-Ventaquemada-Choconta-Tunja
10	26	1.099	1.196	Tunja-Bogotá- Madrid- Tenjo- Chía-Tunja
187	79	0.109	0.137	Tunja-Garagoa-Tunja

Fuente: elaboración propia

La Tabla 9 contiene las 10 rutas con los mayores índices de lesionados por kilómetro donde el índice de accidentes varían entre 1.289- 1.099 y el índice de lesionados está en un rango de 1.788 a 1.196 , la ruta que presenta el número mayor de accidentes con lesionados es la ruta 16 que corresponde a Tunja-Cajamarca – Calarcá-Ibagué-Manizales –Tunja con 1.289 accidentes por kilómetro lo que representa 13 accidentes en 10 kilómetros en cuanto al índice de lesionados por km se obtuvo un valor de 1.788 que indica 18 lesionados en 10 kilómetros

Se determina e indica la ruta en la que se tuvo el menor índice de lesionado por kilómetros que corresponde a la ruta 79 (Tunja-Garagoa-Tunja) con 0.109 accidentes por kilómetro y 0.137 lesionados por kilómetros.

Tabla 10. Rutas con mayor índice de Muertos /km

ID	OID	Accidentes	Muertos	Ruta
1	22	1.221	0.227	Tunja-Honda-Ibague-Manizales-Tunja
2	20	1.219	0.223	Tunja-Bogotá- Funza
3	91	1.166	0.220	Tunja-Medellín-Cali-Manizales-Armenia-Ibague-Tunja
4	26	1.099	0.207	Tunja-Bogotá- Madrid- Tenjo- Chía-Tunja
5	27	1.269	0.217	Tunja-Bogotá-Mosquera-Tunja
6	54	1.259	0.215	Tunja-Chiquinquirá- Ubate- Bogotá-Girardot- Agua de dios
7	25	1.235	0.211	Tunja- Bogotá- Madrid-Tunja
8	16	1.289	0.210	Tunja-Cajamarca-Calarca-Ibague-Manizales-Tunja
9	122	0.981	0.210	Tunja-Popayan-Cali-Tunja
10	19	1.248	0.208	Tunja-Bogotá-Facatativá-Tunja
187	128	0.251	0	Tunja-Saboya-Tunja

Fuente: elaboración propia

Las cifras demuestran que la ruta con un índice mayor de muertos por kilómetro corresponde a la ruta 22 (Tunja-Honda-Ibague-Manizales-Tunja) con un 0.227 muerto en cada kilómetro lo que representa 2 muertos en 10 kilómetros en el año, las 10 primeras rutas tienen un rango de 0.227 a 0.208.

Los datos presentados en las Tablas 8, 9 y 10 muestran que las rutas más críticas son la 16, 22, 91 y las que tienen como destino la ciudad de Bogotá, pues la mitad de la categorización corresponden a rutas con destino intermedio a la ciudad.

En la consolidación de las rutas se determinó la longitud de todas las rutas, siendo la ruta 127, que corresponde a Tunja-Riohacha-Mompox-San Jacinto del palenque-Tunja con 2544.25 kilómetros de mayor longitud y la de menor corresponde a la ruta 60 con 24.40 kilómetros correspondiente a Tunja-Chinavita-Tunja.

Tabla 11. Ruta con mayor y menor longitud

OID	Longitud	Accidentes	Lesionados	Muertos	Ruta
127	2544.25	616	815	183	Tunja-Riohacha-Mompox-San Jacinto-San Basilio del palenque-Tunja
60	24.40	19	20	0	Tunja-Chinavita-Tunja

Fuente: elaboración propia.

2.6 FASE V: FORMULACIÓN Y RECOMENDACIÓN DE ESTRATEGIAS DE SEGURIDAD VIAL

Como estrategia de seguridad vial y para obtener información precisa de los destinos de las practicas académicas se plantea la georreferenciación concisamente desarrollada en campo, para ello se estableció una metodología que

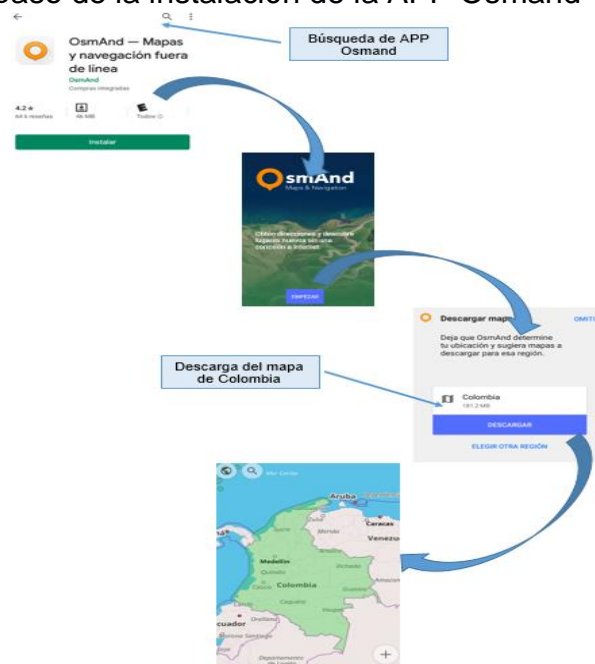
servirá de guía para las posibles medidas de seguridad vial, además se plantea una serie de recomendaciones adicionales.

2.6.1 Metodología para toma de datos de acompañamiento de ruta de práctica

La metodología empleada para la toma de datos en el acompañamiento de la práctica académica se realizó por medio de la **App Osmand**, que es una aplicación de uso libre basada en los mapas de Open Street Map y que puede hacer búsqueda de direcciones sin tener acceso a datos. Además, al igual que sucede con Google Maps, muestra rutas en automóvil, en bicicleta o a pie.

Todos los datos de los mapas se pueden almacenar en la tarjeta de memoria del dispositivo o en el almacenamiento interno para su uso sin conexión. A través del GPS del dispositivo, **Osmand** ofrece diferentes opciones de ruta, con indicaciones ópticas y de voz, tanto si va en coche, en moto o andando, pese a no tener acceso a una conexión de Internet⁴⁶. En la Figura 24 se muestra el procedimiento para la instalación de la APP de Osmand en el celular con sistema operativo Android.

Figura 24. Paso a paso de la instalación de la APP Osmand



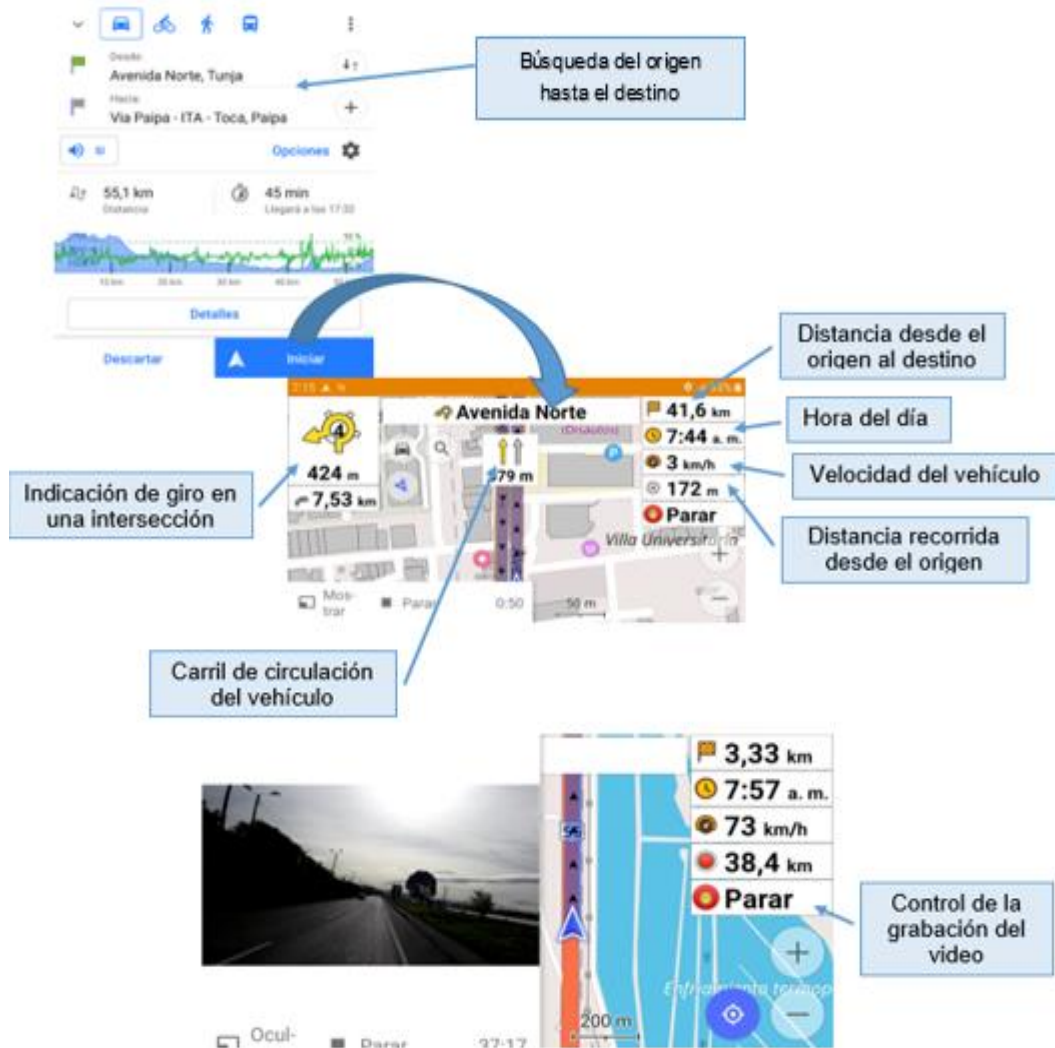
Fuente: elaboración propia a partir de la APP Osmand

⁴⁶MARTINEZ, Miguel. 19 julio 2019. Osmand, la alternativa a Google Maps para navegar sin conexión. [consultado 17 de agosto 2019]. en línea: <https://www.movilzona.es/2019/06/11/osmand-mapas-offline/>

2.6.1.1 Toma de datos

En la Figura 25 se realiza el paso a paso de la toma de los datos por medio de la App Osmand

Figura 25. Paso a paso de la toma de los datos con la App Osmand



Fuente: elaboración propia a partir de la APP Osmand

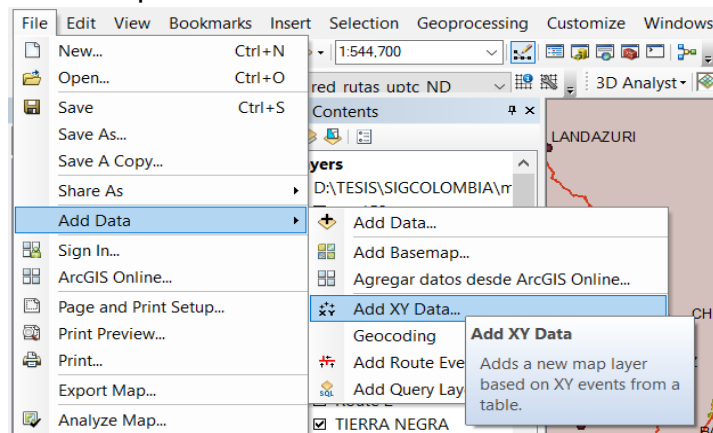
2.6.1.2 Obtención del archivo con los datos del osmand

Para la obtención de los datos de Osmand es necesario realizar el ajuste de guardar los datos de los puntos elaborados por la aplicación, para esto se hace la sincronización para que los archivos se envíen al correo personal del usuario de la aplicación, en

Luego de obtener los datos en una hoja de Excel, es recomendable guardar como un archivo versión 97-2003 para que la herramienta de SIG de trabajo reconozca cada uno de los puntos tomados por medio de la aplicación Osmand.

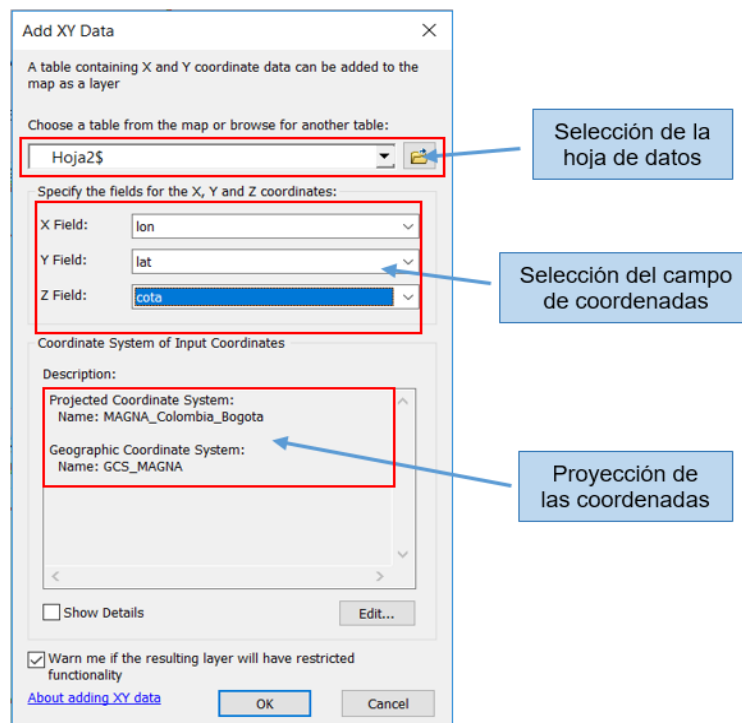
En la Figura 27 se presenta la manera para ingresar los puntos al software de Sig.

Figura 27. Ingreso de los puntos tomados



Fuente: elaboración propia a partir del software ArcGis

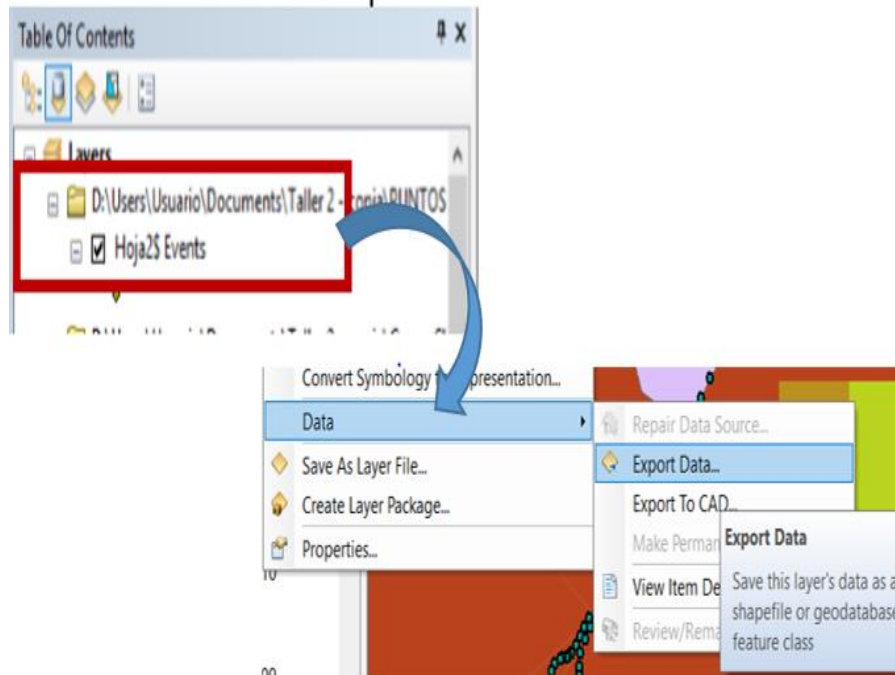
Figura 28. Caracterización de la entrada de los datos a ArcGIS



Fuente: elaboración propia a partir del software ArcGis

De esta manera se agregan los puntos obtenidos como una tabla de datos, se deben exportar a un archivo tipo shape file, para que la reconozca el programa como archivo y la guarde.

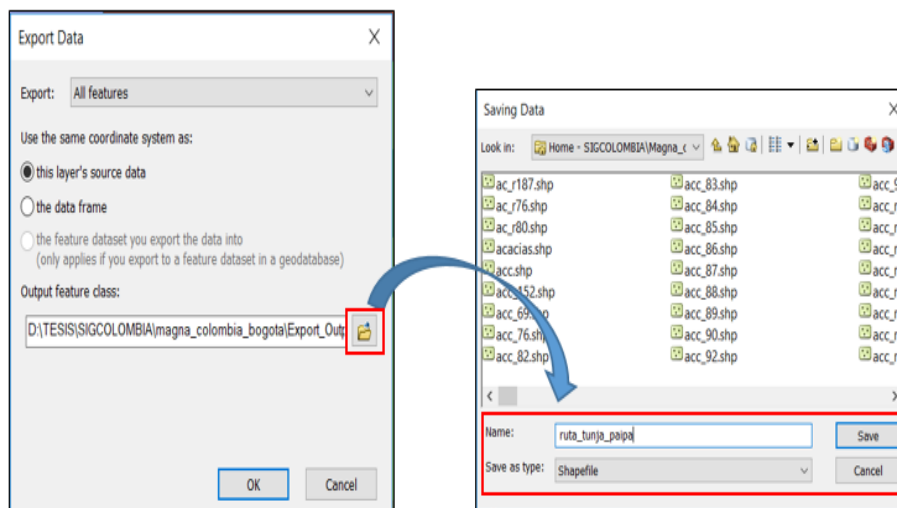
Figura 29. Paso del archivo de Excel a archivo Shape file



Fuente: elaboración propia a partir de la herramienta computacional de SIG

En la Figura 30 se muestra la asignación del nombre de la nueva shape file

Figura 30. Nombre de la nueva shape file



Fuente: elaboración propia a partir de la herramienta computacional de SIG

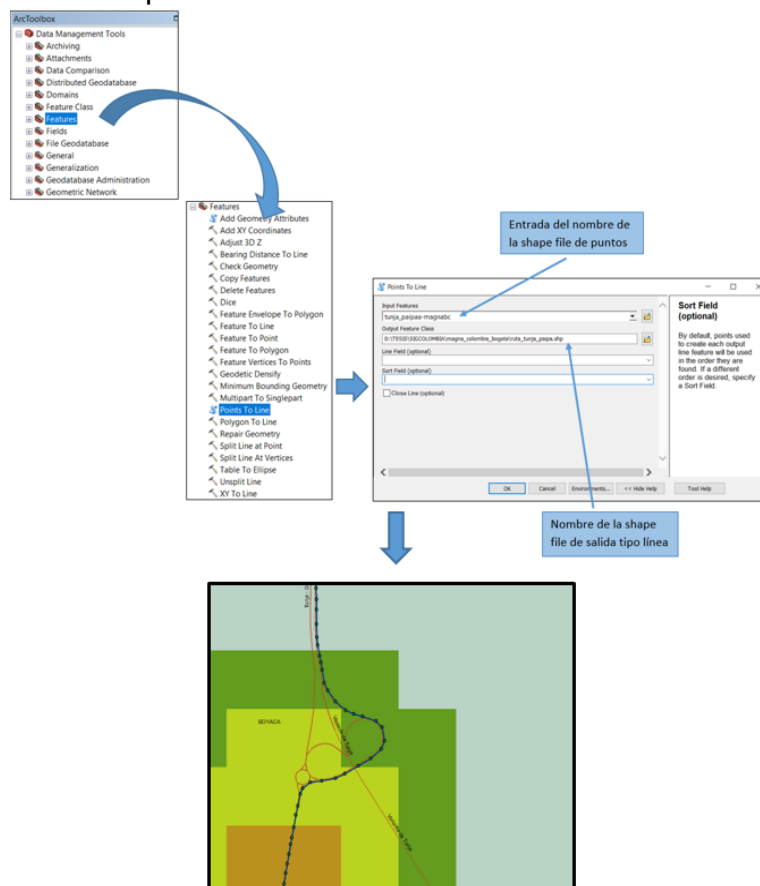
Figura 31. Vista de los de la ubicación de los puntos en el mapa



Fuente: elaboración propia estructuración sistemática-con SIG

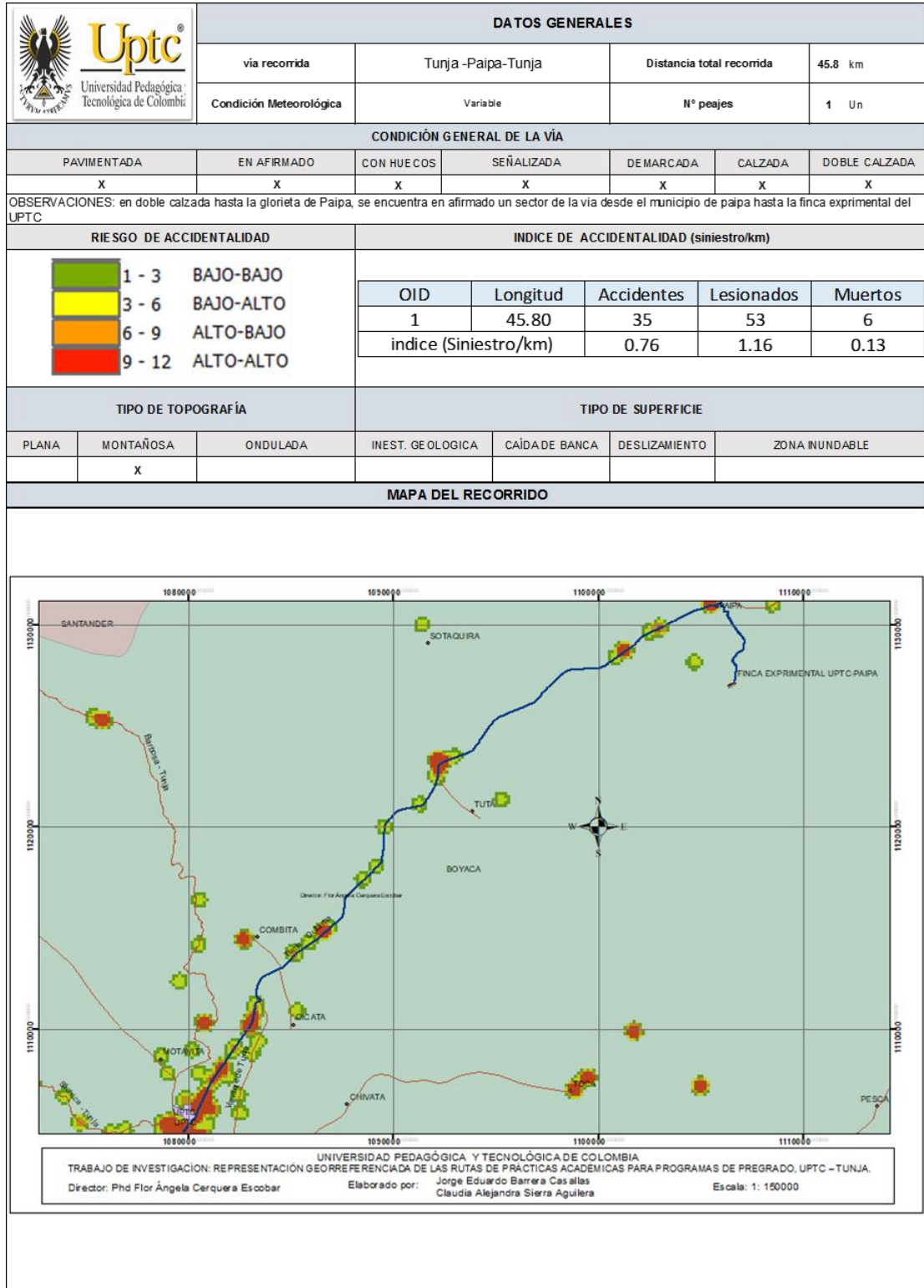
Teniendo la ubicación referenciada de cada uno de los puntos, se procede a realizar la unión de ellos mediante una línea. En la Figura 32 se muestra el proceso para la unión de los puntos obteniendo así una polilínea cuya longitud corresponde a lo recorrido por el vehículo.

Figura 32. Unión de los puntos mediante una línea.








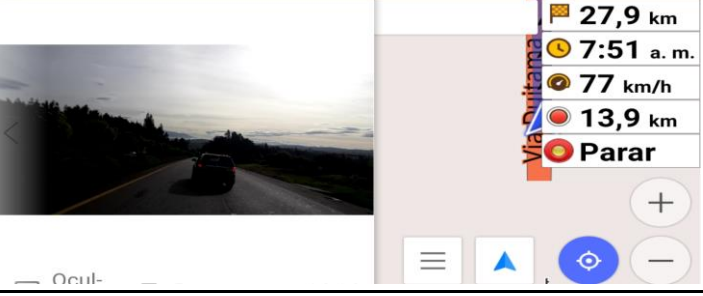

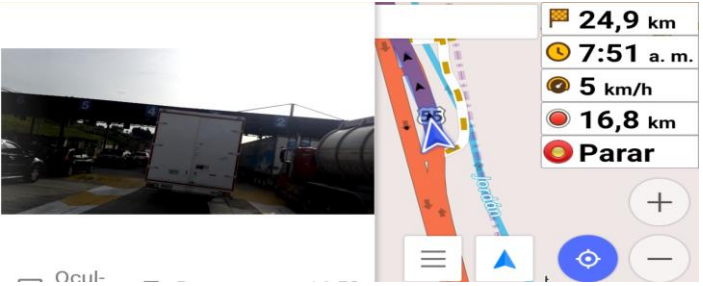

Fuente: elaboración propia a partir de la herramienta computacional de SIG

Figura 33. Rutograma ruta de campo













Fuente: elaboración propia

Continuación rutograma ruta de campo.

RECORRIDO		DIRECCION-ARGIS	
RIESGO			
VELOCIDAD MAX.	60		
DISTANCIA (km)	0.172		
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRESENCIA DE PEATONES		
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO		
CARRETERA	MUNICIPAL		
RIESGO			
VELOCIDAD MAX.	60		
DISTANCIA (km)	2.05		
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS		
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO		
CARRETERA	MUNICIPAL		
RIESGO			
VELOCIDAD MAX.	30		
DISTANCIA (km)	8.1		
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS		
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO		
CARRETERA	DEPARTAMENTAL		
RIESGO			
VELOCIDAD MAX.	80		
DISTANCIA (km)	13.9		
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS		
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO		
CARRETERA	DEPARTAMENTAL		
RIESGO			
VELOCIDAD MAX.	30		
DISTANCIA (km)	16.8		
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS		
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO		
CARRETERA	DEPARTAMENTAL		

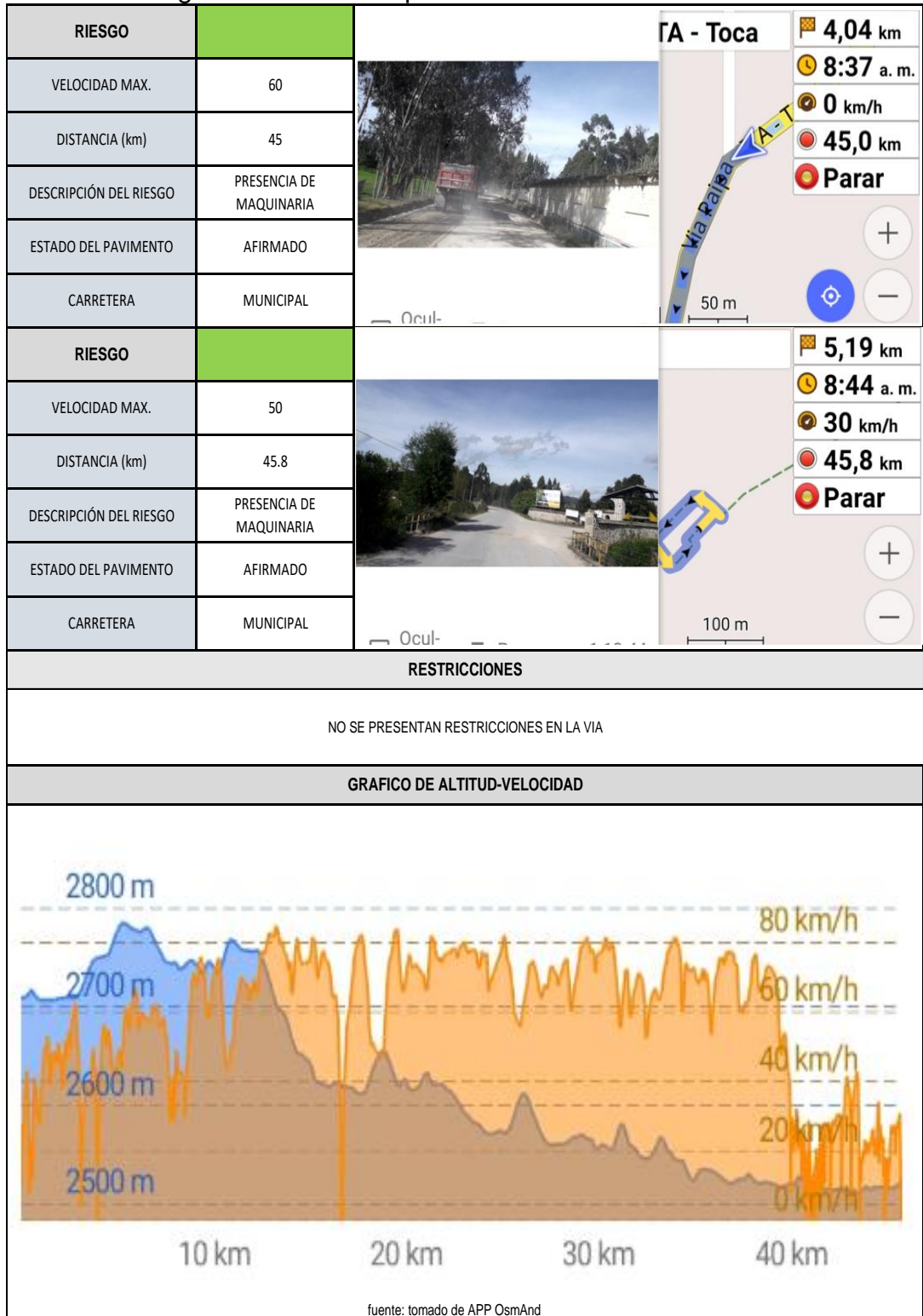
Fuente: elaboración propia

Continuación rutograma ruta de campo.

RIESGO			
VELOCIDAD MAX.	50		13,7 km
DISTANCIA (km)	28.1		7:55 a. m.
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS		67 km/h
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO		28,1 km
CARRETERA	DEPARTAMENTAL		Parar
RIESGO			
VELOCIDAD MAX.	80		3,33 km
DISTANCIA (km)	38.4		7:57 a. m.
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS		73 km/h
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO		38,4 km
CARRETERA	DEPARTAMENTAL		Parar
RIESGO			
VELOCIDAD MAX.	30		1,65 km
DISTANCIA (km)	39		7:58 a. m.
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS		39 km/h
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO		40,1 km
CARRETERA	DEPARTAMENTAL		Parar
RIESGO			
VELOCIDAD MAX.	60		20
DISTANCIA (km)	41		658 m
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	ALTA PRESENCIA DE VEHICULOS		8:01 a. m.
ESTADO DEL PAVIMENTO	REGULAR		4 km/h
CARRETERA	MUNICIPAL		41,0 km
RIESGO			
VELOCIDAD MAX.	60		22
DISTANCIA (km)	41.1		713 m
DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	PRESENCIA DE PEATONES		8:01 a. m.
ESTADO DEL PAVIMENTO	BUENO		25 km/h
CARRETERA	MUNICIPAL		41,1 km
			Parar











Fuente: elaboración propia

Continuación rutograma ruta de campo.



Fuente: elaboración propia

Continuación rutograma ruta de campo.

INDICACIONES			
0 m 0:00		19 m 0:03	Inicio
19 m 0:03		4,45 km 5:15	Inicio
4,47 km 5:18		739 m 1:29	Gira a la derecha en Carrera 19
5,21 km 6:47		48 m 0:02	Gira leve a la derecha en
5,26 km 6:49		90 m 0:03	Mantente a la izquierda y continúa por
5,35 km 6:52		2,21 km 1:24	Rotonda: Tome la 3ª salida en dirección a 55
7,56 km 8:16		31,7 km 20:40	Rotonda: Tome la 2ª salida en dirección a 55
39,3 km 28:56		272 m 0:10	Mantente a la derecha y continúa por
39,6 km 29:06		6,90 km 6:31	Rotonda: Tome la 1ª salida en dirección a Avenida Norte
46,5 km 35:37			Has llegado al destino

fuente: tomado de APP OsmAnd

Fuente: elaboración propia a partir de App OsmAnd

Se recomienda seguir la metodología anterior, dado que en la información de destino de las rutas de prácticas académicas solo se cuenta con la ciudad o municipio donde se va a desarrollar; pero no se conoce con exactitud la ubicación del destino ya que este puede ser en zonas rurales o en diferentes partes de la ciudad donde el riesgo de accidentalidad es diferente y por lo tanto, su tratamiento también.

2.6.2 Socialización de los rutogramas a la comunidad

Se recomienda que la información presentada en los rutogramas sea socializada con los operadores de transporte, docente a cargo de la práctica y estudiantes en general, ya que al tener conocimiento de los sitios críticos de accidentalidad se puede prever situaciones de riesgo como exceso de velocidad o rutas con menor riesgo de accidentalidad.

2.6.3 Análisis detallado de los rutogramas

Se recomienda que antes de cada práctica, el docente a cargo de la asignatura haga una revisión del rutograma, utilice las herramientas de sistemas de información geográfica y aplicativos como “VIAJERO SEGURO” dispuesto por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), para conocer las condiciones actualizadas en que se encuentra la ruta con el fin de conocer los puntos críticos y eventualidades que se puedan presentar del origen hacia cada uno de los destinos.

2.6.4 Actualización de base de datos de accidentalidad

Teniendo en cuenta que la base de datos con la que se trabajó solo dispone de los accidentes ocurridos en el año 2018, se recomienda la actualización periódica de la base de datos de siniestros viales los cuales son suministradas por el observatorio de seguridad vial; además se aconseja solicitar a otras entidades como medicina legal, policía nacional que proporcionen estadísticas.

2.6.5 Actualización de rutas

Dado el caso que se generen nuevas rutas de prácticas académicas se recomienda realizar el proceso metodológico para obtener el rutograma correspondiente, con el fin de generar la visión de los riesgos que se puedan generar en el nuevo recorrido.

3 ACCIDENTALIDAD VIAL

3.1 ACCIDENTALIDAD VIAL EN COLOMBIA

Según los boletines estadísticos elaborados por parte del Observatorio Nacional de Seguridad Vial (ONSV), en Colombia han ocurrido desde el año 2005 hasta abril del 2019, las siguientes estadísticas de personas fallecidas y no fallecidas (lesionados), estas cifras fueron realizadas con base a los registros administrativos de las necropsias y exámenes medico legales practicados por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INMLCF), las cuales son relacionadas con la población de los años, situado una tasa poblacional por cada 100 mil habitantes, como se muestra a continuación.

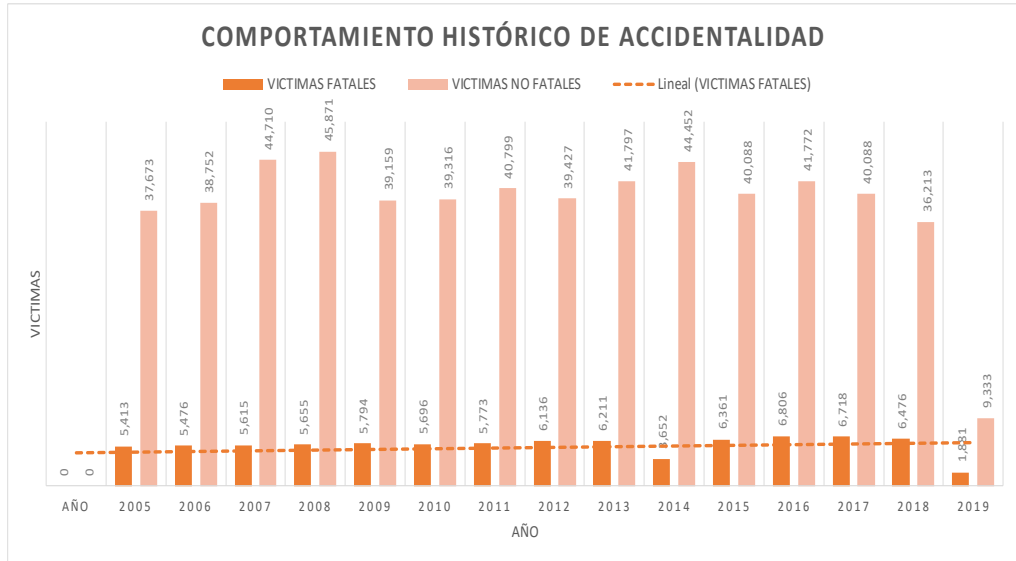
Figura 34. Comportamiento histórico de accidentalidad en Colombia

COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE ACCIDENTALIDAD					
AÑO	VICTIMAS FATALES	VICTIMAS NO FATALES	POBLACION ESTIMADA	T VF	T VNF
2005	5,413	37,673	42,889,000	12.6	87.8
2006	5,476	38,752	43,405,387	12.6	89.3
2007	5,615	44,710	43,926,034	12.8	101.8
2008	5,655	45,871	44,450,260	12.7	103.2
2009	5,794	39,159	44,977,758	12.9	87.1
2010	5,696	39,316	45,508,205	12.5	86.4
2011	5,773	40,799	46,043,696	12.5	88.6
2012	6,136	39,427	46,581,372	13.2	84.6
2013	6,211	41,797	47,120,770	13.2	88.7
2014	3,652	44,452	47,661,368	7.7	93.3
2015	6,361	40,088	48,202,617	13.2	83.2
2016	6,806	41,772	48,747,632	14.0	85.7
2017	6,718	40,088	49,291,925	13.6	81.3
2018	6,476	36,213	49,834,727	13.0	72.7
2019	1,881	9,333	50,375,194	3.7	18.5

Fuente: elaboración propia a partir de información de los boletines estadísticos de cada uno de los años de la Agencia Nacional de Seguridad Vial 2016-2017-2018-2019.

En la siguiente Figura se presenta una comparación de las personas fallecidas y no fallecidas (lesionados), que se presentaron para cada uno de los años expuestos anteriormente.

Figura 35. Comportamiento histórico de accidentalidad en Colombia.



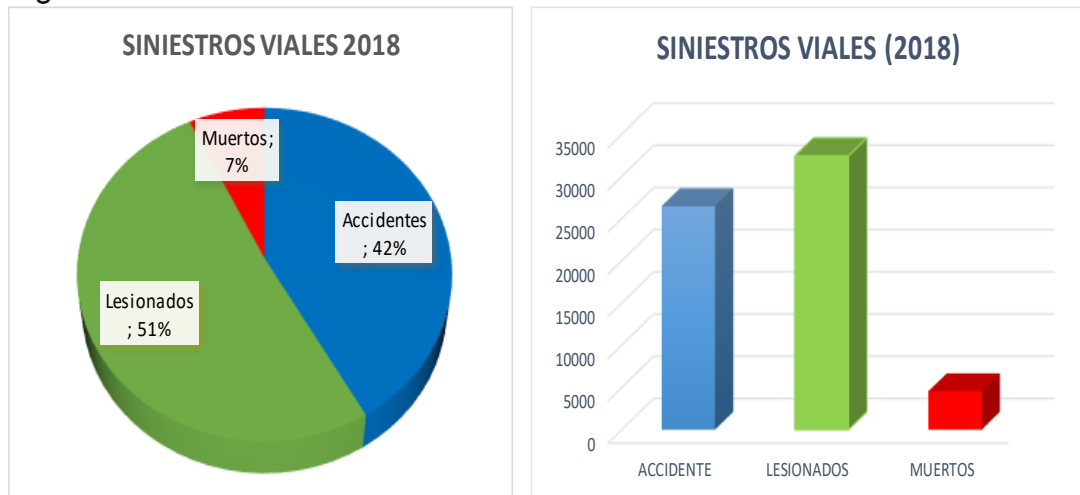
Fuente: elaboración propia a partir de información de los boletines estadísticos de cada uno de los años de la Agencia Nacional de Seguridad Vial 2016-2017-2018-2019.

3.2 ACCIDENTALIDAD ANUAL PARA EL AÑO 2018

La siniestralidad localizada por medio de georreferación por parte del observatorio de seguridad vial presenta una variación en concordancia con los boletines de estadísticas de accidentalidad, en donde se presentaron para el año 2018

En el siguiente grafico se muestra la siniestralidad vial para el año 2018

Figura 36. Siniestralidad vial del año



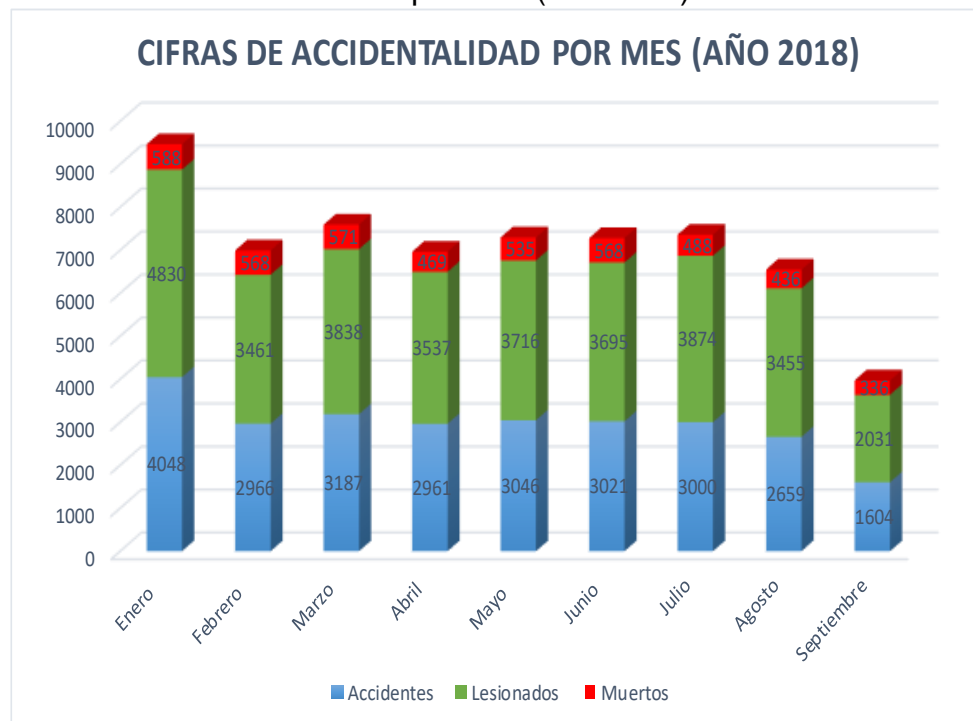
Fuente: elaboración propia a partir de información de la base de accidentalidad georreferenciada de la Agencia Nacional de Seguridad Vial 2018

se registró un total de 26.492 siniestros viales, con un total de 36.996 víctimas, de las cuales 32.437 corresponden a lesionado y 4.559 muertos siniestros viales, de los cuales hubieron cerca de 7% fueron muertos, un 51% de accidentes no fatales,

3.2.1 Siniestros viales por mes

Se realizó un análisis de accidentalidad por mes encontrando que la base de datos se cuenta con un periodo de información de nueve meses (enero-septiembre).

Figura 37. Cifras de accidentalidad por mes (año 2018)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de accidentalidad vial de la Agencia Nacional de Seguridad Vial

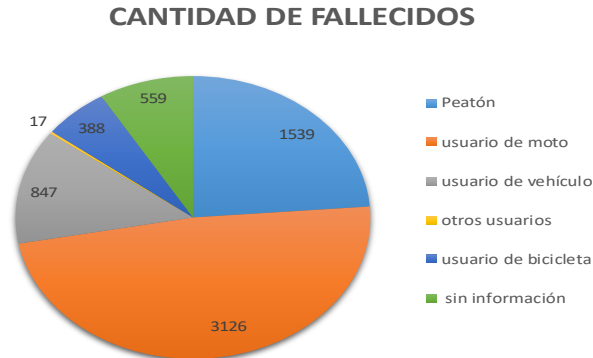
se observa que el mes donde ocurrieron un mayor número de accidentes es el mes de enero con 4048 accidentes de los cuales dejaron 4830 lesionados y 588 muertos se infiere que esto sucede dado que es el mes donde hay un mayor número de viajes ya que corresponde a la época vacacional.

3.2.2 Caracterización de las víctimas fallecidas

Las cifras registradas por el observatorio de seguridad vial en el periodo de enero diciembre de 2018, en contraste con el mismo periodo del año 2017, hubo una reducción de 17 fallecidos para el mismo periodo para el año 2018. En la siguiente

grafica se presenta las características de las víctimas fatales para el periodo de 2018.

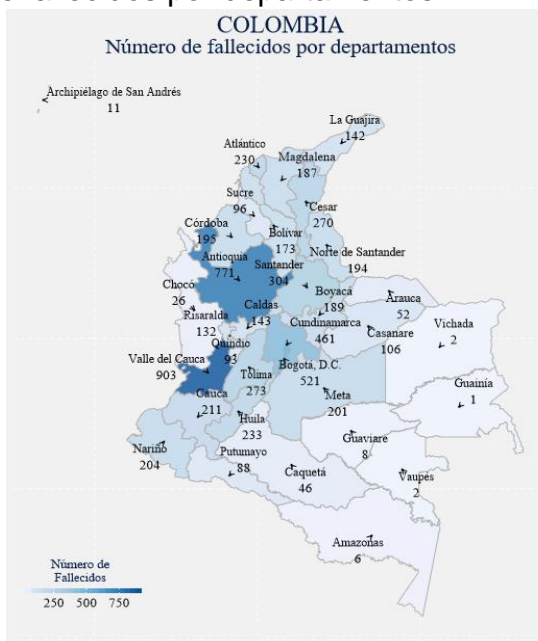
Figura 38. Características de las victimas fallecidas en el periodo 2018



Fuente: elaboración propia a partir de información del boletín estadístico de la Agencia Nacional de Seguridad Vial 2018.

Las cifras registradas geográficamente por cada departamento en el año 2018, en cuanto a la cantidad de fallecidos por siniestros viales, en donde se evidencia que el departamento del Valle del Cauca presenta 903 víctimas fallecidas, mientras tanto Guainía presenta la menor cantidad de víctimas fallecidas por siniestros viales. En la siguiente Figura se presenta el comportamiento de la cantidad de fallecidos en cada uno de los departamentos de Colombia.

Figura 39. Cantidad de fallecidos por departamentos

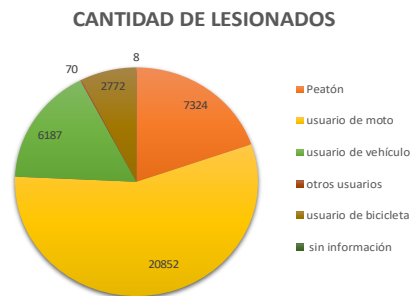


Fuente: tomada del boletín estadístico de la Agencia Nacional de Seguridad Vial 2018

3.2.3 Caracterización de las víctimas lesionadas

Durante el año 2018 se registraron 37213 personas lesionadas en los siniestros viales, de acuerdo con lo anterior las cifras se caracterizan de acuerdo a la condición como se presenta en la siguiente gráfica.

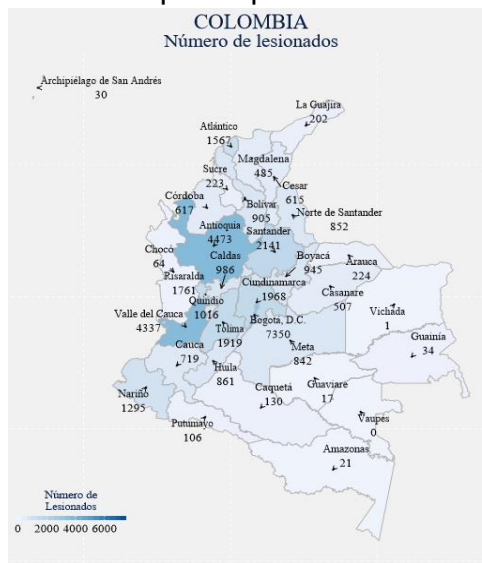
Figura 40. Características de las víctimas lesionadas en el periodo 2018



Fuente: elaboración propia a partir de información del boletín estadístico de la Agencia Nacional de Seguridad Vial 2018.

Las cifras de lesionados registrados geográficamente por cada departamento en el año 2018, en cuanto a la cantidad de accidentes viales, se evidencia que en el departamento de Antioquia presenta 4473 víctimas lesionadas, mientras tanto la Vichada presenta la menor cantidad de víctimas lesionadas por siniestros viales. En la siguiente Figura se presenta el comportamiento de la cantidad de lesionados en cada uno de los departamentos de Colombia.

Figura 41. Cantidad de lesionados por departamentos

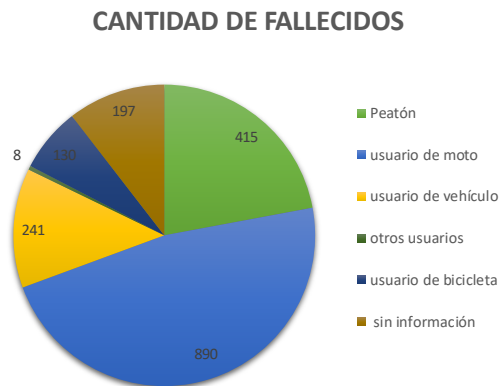


Fuente: tomada del boletín estadístico de la Agencia Nacional de Seguridad Vial 2018 pág. 15

3.2.4 Accidentalidad vial en periodo enero-abril de 2019

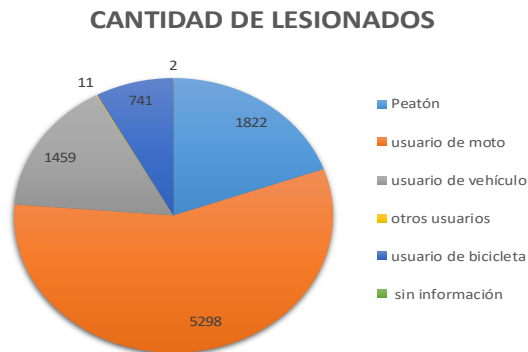
Las estadísticas reveladas para el periodo enero- abril de presente año, registradas por Observatorio Nacional de Seguridad Vial (ONSV), en Colombia han ocurrido, las siguientes estadísticas de personas fallecidas y no fallecidas (lesionados), estas cifras fueron realizadas con base a los registros administrativos de las necropsias y exámenes medico legales practicados por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INMLCF), como se presenta a continuación en las gráficas 7 y 8, la composición de siniestros viales comprendido para el periodo de enero-abril, en donde se han presentado 1881 personas fallecidas y 9333 personas lesionas por siniestros viales.

Figura 42. Características de las víctimas fallecidas en el periodo de enero-abril 2019



Fuente: elaboración propia a partir de información del boletín estadístico de la Agencia Nacional de Seguridad Vial 2019

Figura 43. Características de las víctimas lesionadas en el periodo de enero-abril 2019



Fuente: elaboración propia a partir de información del boletín estadístico de la Agencia Nacional de Seguridad Vial 2019.

3.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LA RED DE CARRETERAS DEL PAÍS

A partir de la información secundaria dispuesta en el documento transporte en cifras estadísticas para el año 2017 suministrada por instituto nacional de vías (INVIAS) adscrito al Ministerio de transporte se hace una recopilación y análisis de la situación actual de la red vial del país en términos de kilómetros total de red vial, clasificación de la red principal, secundaria y terciaria en los últimos 14 años, distribución de la red primaria según el tipo de jurisdicción (concesionada y no concesionada), y el estado de la red vial a cargo del INVIAS (vías no concesionadas) por otra parte se hace un análisis del número y ubicación de peajes. Este análisis es importante porque da una visión general de las condiciones de la infraestructura que se tiene en las carreteras del país, conociendo de esta manera la red nacional de carreteras por donde se movilizan la rutas de las practicas académicas.

3.3.1 Red nacional de carreteras

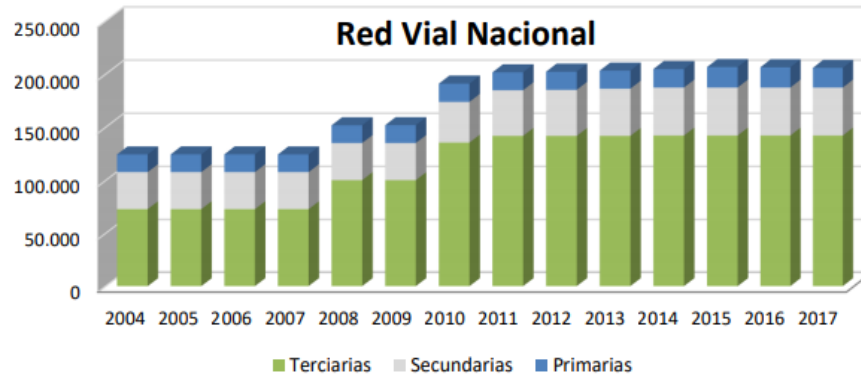
En la siguiente tabla se presenta un historial de la red vial de país según la tipología (primarias, secundarias y terciarias) se presenta el total de kilómetros que se tiene de cada una de ellas desde el 2002 hasta el año 2017.

Figura 44. Estadísticas del total de red vial nacional

AÑO	PRIMARIAS			SECUNDARIAS A cargo de los departamentos - PVR	TERCIARIAS				TOTAL RED VIAL NACIONAL	PUENTES (unidad) Red Nacional y Red Terciaria - INVÍAS
	A cargo de la Nación		Subtotal		A cargo de la Nación - INVIAS	A cargo de los departamentos *	A cargo de los municipios*	Subtotal		
	Concesionado - ANI	No concesionado - INVIAS								
2002	0	16.531	16.531	27.918	240	ND	72.561	72.801	117.250	2.296
2003	0	16.528	16.528	34.918	240	ND	65.653	65.893	117.339	2.296
2004	0	16.677	16.677	34.918	145	ND	72.761	72.906	124.501	2.296
2005	0	16.750	16.750	34.918	145	ND	72.761	72.906	124.574	2.296
2006	2.628	14.143	16.771	34.918	145	ND	72.761	72.906	124.595	2.296
2007	3.380	13.296	16.676	34.918	145	ND	72.761	72.906	124.500	2.361
2008	3.400	13.276	16.676	34.918	27.577	ND	72.761	100.338	151.932	2.534
2009	3.400	13.386	16.786	34.918	27.577	ND	72.761	100.338	117.234	2.534
2010	5.680	11.463	17.143	38.315	27.577	21.469	86.633	135.679	191.137	2.314
2011	5.578	11.320	16.898	42.954	27.577	13.959	100.409	141.945	201.797	3947
2012	5.262	11.856	17.118	43.327	27.577	13.959	100.409	141.945	202.390	3947
2013	5.202	11.835	17.037	44.399	27.577	13.959	100.419	141.955	203.392	3.947
2014	6.240	11.194	17.434	45.137	27.577	13.959	100.748	142.284	204.855	3.947
2015	10.389	8.917	19.306	45.137	27.577	13.959	100.748	142.284	206.727	5.097
2016	10.155	8.924	19.079	45.137	27.577	13.959	100.748	142.284	206.500	5.097
2017	8.587	9.929	18.516	45.137	27.577	13.959	100.748	142.284	205.937	5.506

Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura – ANI, Instituto Nacional de Vías - INVIAS, Grupo Apoyo a las Regiones (PVR) - Dirección de Infraestructura - Ministerio de Transporte.

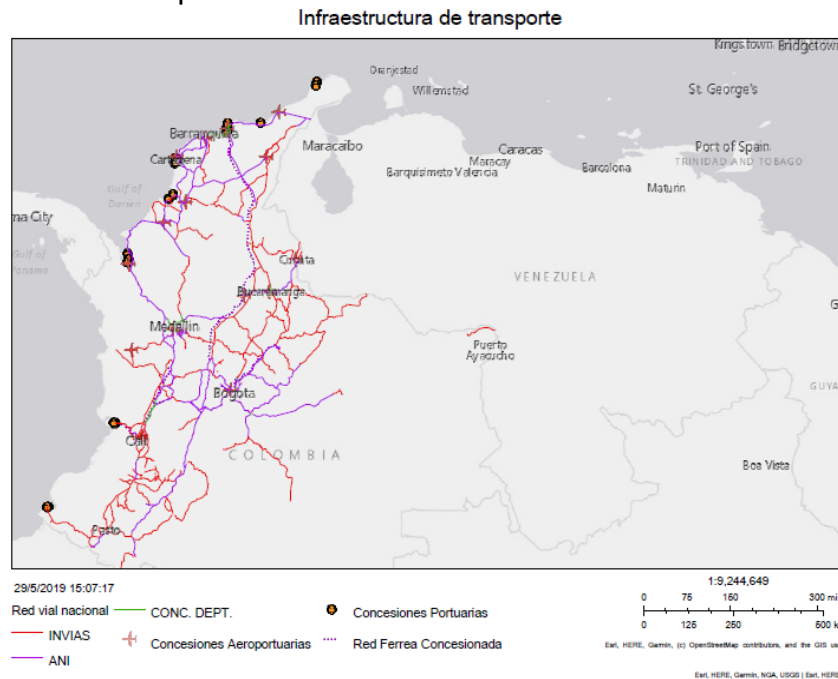
Figura 45. Estadísticas del total de red vial nacional



Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura – ANI, Instituto Nacional de Vías - INVIAS, Grupo Apoyo a las Regiones (PVR) - Dirección de Infraestructura - Ministerio de Transporte.

El país cuenta con aproximadamente 205.937 kilómetros de red vial nacional para el año 2017 según las estadísticas del Ministerio de Transporte, en cuento a vías primarias se cuenta con 18.516 km a cargo de la nación con vías concesionadas a la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y no concesionadas a cargo del INVIAS, 45.137 km de red secundaria a cargo de los departamentos y 142.284 kilómetros de vías terciarias de la nación, de los departamentos y mayoritariamente a los municipios.

Figura 46. Ubicación espacial de la red vial de Colombia

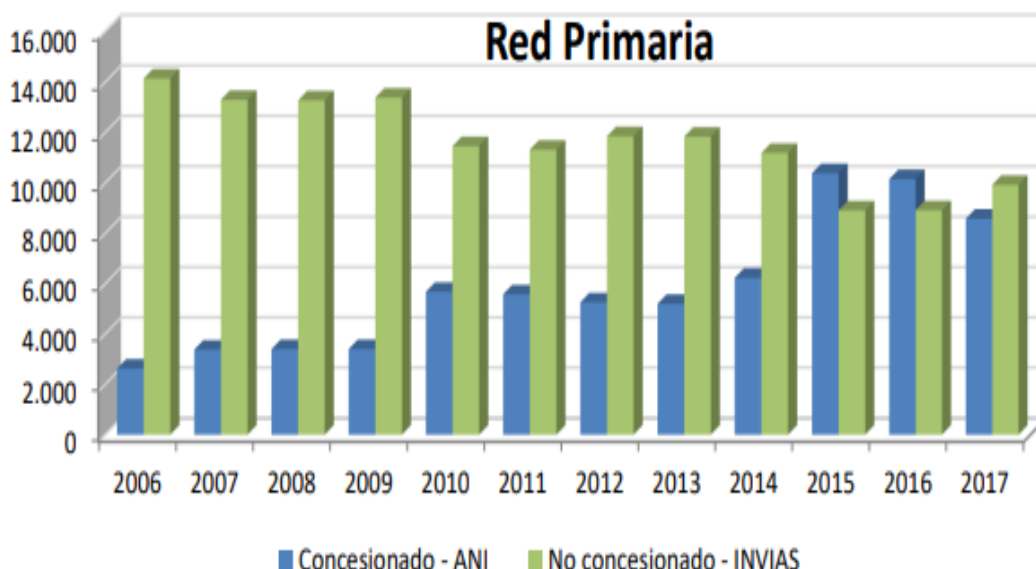


Fuente: Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras SINC.

3.3.2 Análisis de la red primaria de Colombia

Según el manual de diseño de carreteras del 2008, las redes primarias son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas según las exigencias particulares del proyecto. Las carreteras consideradas como primarias deben funcionar pavimentadas.

Figura 47. Kilómetros de la red primaria de Colombia



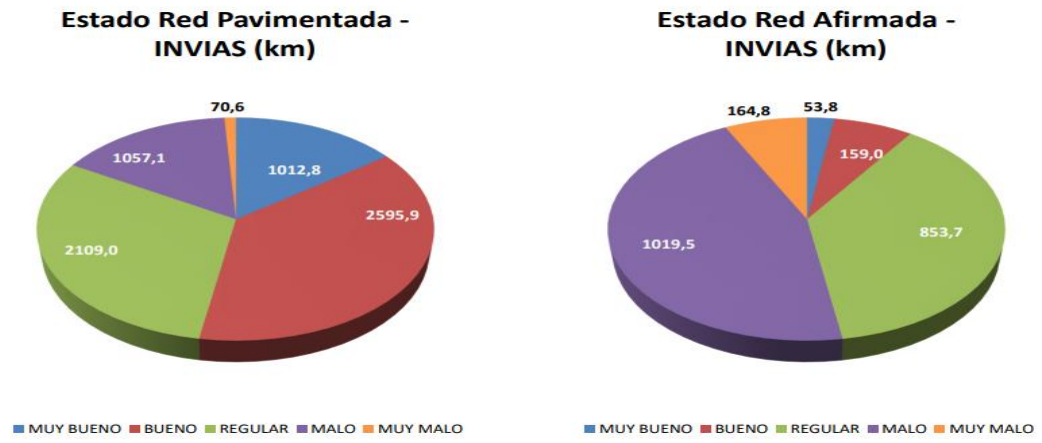
Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura – ANI, Instituto Nacional de Vías - INVIAS, Grupo Apoyo a las Regiones (PVR) - Dirección de Infraestructura - Ministerio de Transporte.

Según las estadísticas del ministerio de transporte para el año 2017 en el país se tienen un total de 18.516 km de vías primarias de las cuales 8.587 km están concesionadas por la ANI y 9.929 km de red no concesionada.

3.3.2.1 Estado de la red primaria de carreteras no concesionada

El ministerio de transporte en el documento el " transporte en cifras, estadísticas 2017" establece en cinco categorías el estado de la red vial teniendo en cuenta el tipo de pavimento (muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo) como se muestra en la siguiente Figura en la que se evalúa el estado de la red pavimentada INVIAS y la red en afirmado a cargo del INVIAS.

Figura 48. Estado de la red vial primaria a cargo del INVIAS



Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura – ANI, Instituto Nacional de Vías.

4 ESTIMACIÓN DE COSTOS

Las variables para tener en cuenta en la estimación del valor del costo de una práctica académica, se basa mediante la Resolución 4350 del 1998, por la cual se sustenta los gastos de la prestación de servicio a cambio de una remuneración para la empresa prestante. En general se estima el costo empleando por medio del costo promedio por Kilómetro y la caracterización de la demanda de viajes⁴⁷.

El costo del viaje por longitud es proporcional a la distancia recorrida por el vehículo, en el cual los usuarios realizan una retribución por el servicio prestado.

Basados en la Resolución 4350 por la cual establece una metodología para la elaboración de los estudios de costos para la fijación de tarifas de transporte público municipal, se adecua la situación en particular, para la estimación del costo del alquiler del bus para cada una de las prácticas académicas⁴⁸.

Al evaluar la estimación del costo del servicio del bus desde Tunja-Paipa-Tunja, es necesario tener en cuenta algunos factores para determinar el costo total de prestación de servicio de alquiler, este puede variar desde el número y tamaño del bus, fundamentalmente, el número de plazas necesarias para los pasajeros a transportar, la ruta y la distancia son necesarios para estimar los gastos de combustible en función del tipo de vehículo y entre otros costes adiciones que se puedan presentar como son los peajes, número de días, gastos de aparcamiento entre otros⁴⁹.

4.1 ESTRUCTURA DE COSTOS

En la siguiente tabla se presentan la estructura de costos pertinente para el análisis del costo para el caso Tunja-Paipa-Tunja donde se presentan los costos variables, costos fijos y costos de capital que inciden en el costo total.

⁴⁷ MINISTERIO DE TRANSPORTE, Mauricio Cárdenas Santamaría. (31, diciembre, 1998) Por la cual se establece la metodología para la elaboración de los estudios de costos que sirven de base para la fijación de las tarifas de transporte público municipal, distrital y/o metropolitano y/o mixto. Santa Fe de Bogotá, p 1-8. [Consultado 16 de agosto 2019] en línea: <https://amco.gov.co/Archivos/Articulos/Documentos/00000850.pdf>

⁴⁸ *Ibíd.*, p.2.

⁴⁹ YOLCAR AUTOCARES. Cuánto cuesta alquilar un autobús [consultado 16 de agosto 2019] en línea: <https://www.yolcar.es/sabias-que/cuanto-cuesta-alquilar-un-autobus/>

Tabla 12. Estructura de costos

COSTOS VARIABLES	COSTOS FIJOS	COSTOS DE CAPITAL
Combustibles	Garaje	Recuperacion de capital
Lubricantes	Gastos de administracuion y rodamiento	Rentabilidad
Llantas	impuestos	
Mantenimiento	seguros	
Salarios y prestaciones		
Servicio de estacionamiento		
Tiempo de espera		
Peajes		

Fuente: elaboración propia a partir de la resolución 4350 de 1998

4.1.1 Indagación de precios y rendimiento de insumos

De acuerdo con la estructura de costos mencionada anteriormente se estima que los costos variables de operación, para el caso la práctica Tunja- Paipa-Tunja, se realizó en un bus Chevrolet FRR con tecnología ISUZU, modelo 2013, en la siguiente tabla se presentan las características de relación del vehículo⁵⁰.

Tabla 13. Características del bus FRR de 35 pasajeros

ITEM	UNIDAD	VALOR
Valor de Un vehículo nuevo:	costo	220,000,000.0
Capacidad del Tanque	(Galones)	52.8
Costo promedio de las llantas	(unidad)	529,900.0
Impuestos Rodamiento (Sobre el valor del vehículo)	costo	0.5%
Seguros (SOAT más daños a terceros y contractual) anual	costo	932,200
Rendimiento de combustibles	(km/galón)	20.0
Rendimiento de llantas, protectores y neumáticos	kilometros	50,000.0
Juego de llantas	unidades	8.5
Capacidad lubricante motor (cuartos aceite)	unidades	7.0
Capacidad lubricante de Caja y Transmisión.	unidades	8.0
Frecuencia de cambio de aceite y filtro (km)	kilometros	6,000.0
Frecuencia de cambio de valvulinas	kilometros	40,000.0

Fuente: elaboración propia a partir de la ficha técnica del vehículo, disponible en línea: https://www.dieselandino.com/m21_gallery/11727.pdf,2019.

⁵⁰ CARGA PESADA, (25, mayo 2012). FRR forward, el bus intermunicipal. [consultado 16 de agosto 2019]. Disponible en línea: <http://revistacargapesada.com/frr-forward-el-bus-intermunicipal/>

En la tabla 14 se estima los costos variables de rendimiento de operación, teniendo en cuenta los parámetros que varían de acuerdo a la condición de operación del vehículo.

Tabla 14. Costos variables de rendimiento para la operación

COSTOS VARIABLES DE OPERACIÓN		
ITEM	UNIDAD	VALOR
capacidad ocupacional del vehiculo	pasajeros	35.0
Demanda de transporte público de la ciudad (diario)	pasajeros	33.0
Número de vehículo		1.0
Km recorridos promedio por viajero		90.0
Km promedio diaria por vehículo		90.0
Número de días trabajados.	días	25.0
KM/ MES VEHICULO		20,000.0
Km/año		240,000.0
pasajeros vehículo diario		33.0
Costo peaje	costo	8,350.0
horas del día en circulación vehiculo	horas	1.3
horas del día en espera del vehiculo	horas	8.7

Fuente: elaboración propia a partir de la resolución 4350 de 1998

En la tabla 15 se estima los costos fijos de operación, teniendo en cuenta los parámetros que varían de acuerdo a la condición de operación del vehículo.

Tabla 15. Costos fijos para la operación

COSTOS FIJOS DE OPERACION		
ITEM	UNIDAD	VALOR
Costo medio del aparcamiento	(mensual)	60,000.0
Gastos de Administración y rodamiento (mes)	costo	180,000.0
Impuestos - Especies venales (anual)	costo	750,000.0
Impuestos Rodamiento (Sobre el valor del vehículo)	costo	0.5%
Seguros (SOAT más daños a terceros y contractual) anual	costo	932,200

Fuente: elaboración propia a partir de la resolución 4350 de 1998

Tabla 16. Costos variables de rendimiento para la operación

COSTOS VARIABLES DE OPERACIÓN		
ITEM	UNIDAD	VALOR
Servicios de estación (despachadas y pequeños ajustes)	costo	18,000.0
Costo promedio del mantenimiento (por Km)	costo	220.0
Gastos de Administración y rodamiento (mes)	costo	180,000.0
Impuestos - Especies venales (anual)	costo	750,000.0
Impuestos Rodamiento (Sobre el valor del vehículo)	costo	0.5%
Salario Mínimo	costo	828,116.0
Remuneración al conductor: (salarios mínimos)	unidades	3.0
Prestaciones sociales (Como porcentaje de la remuneración)	costo	68%
Rendimiento de combustibles	(km/galón)	20.0
Rendimiento de llantas, protectores y neumáticos	kilometros	50,000.0
Juego de llantas	unidades	8.5
Capacidad lubricante motor (cuartos aceite)	unidades	7.0
Capacidad lubricante de Caja y Transmisión.	unidades	8.0
Frecuencia de lavado (días)	días	2.0
Frecuencia de servicios estación (días)	días	15.0
Frecuencia de cambio de aceite y filtro (km)	kilometros	6,000.0
Frecuencia de cambio de valvulas	kilometros	40,000.0

Fuente: elaboración propia a partir de la resolución 4350 de 1998

En la siguiente tabla se estima los costos de capital de operación, teniendo en cuenta los parámetros que varían de acuerdo a la condición de operación del vehículo.

Tabla 17. Costos de capital de operación

COSTOS DE CAPITAL DE OPERACIÓN		
ITEM	UNIDAD	VALOR
Tasa Rentabilidad	tasa	0.102
COSTO DE CAPITAL ANUAL	costo	34,093,335.5
rentabilidad	costo	19,110,412.8
RECUPERACIÓN	costo	14,982,922.7

Fuente: elaboración propia a partir de la resolución 4350 de 1998

4.2 COSTO ESTIMADO DE LA PRÁCTICA TUNJA-PAIPA-TUNJA

Conforme a los costos de operación anteriormente mencionados en las tablas, se estima el costo por el servicio prestado se relaciona de la siguiente manera:

Tabla 18. Variables de la práctica Tunja-Paipa-Tunja para el primer semestre 2019

VARIABLES DEL VIAJE	
Km de la ruta	90
N° pasajeros	33
N° días	1
N° peajes	2
Cap. Pasajeros	35
P. combustible	8,824.02

Fuente: elaboración propia de los rutogramas

En la Tabla 19 se presenta la estructura de costos estimados para la práctica académica Tunja-Paipa-Tunja para el primer semestre 2019.

Tabla 19. Estructura de costos

ESTRUCTURA DE COSTOS			
ITEMS	COSTO/KM	COSTO/DIA	PARTICIPACIÓN
1. COSTOS VARIABLES			
COMBUSTIBLES	441.20	39,708	12.1%
LUBRICANTES Y FILTROS	40.96	3,686	1.12%
LLANTAS	90.08	8,107	2.5%
MANTENIMIENTO	220.00	19,800	6.0%
SALARIOS Y PRESTACIONES	208.69	18,782	5.7%
SERVICIOS DE ESTACIÓN	400.00	36,000	11.0%
PEAJES	185.56	16,700	5.1%
DISPONIBILIDAD DEL BUS ESPERANDO	208.69	18,776	5.7%
TOTAL COSTOS VARIABLES	1795.17	161,565	49.2%
2. COSTOS FIJOS			
GARAJE	3.00	270	0.1%
COSTOS ADMON Y RODAMIENTO	9.00	810	0.2%
IMPUESTOS	92.50	8,325	2.5%
SEGUROS	46.61	4,195	1.3%
TOTAL COSTOS FIJOS	151.11	13,600	4.1%
3. COSTOS DE CAPITAL			
RECUPERACIÓN DE CAPITAL	749.15	67,423	20.5%
RENTABILIDAD	955.52	85,997	26.2%
TOTAL COSTOS CAPITAL	1704.67	153,420	46.7%
TOTAL COSTOS	3650.94	328,585	100.0%

VALOR DIARIO POR VIAJERO	\$ 9,957
NUMERO DE DIAS DE LA PRACTICA	1
COSTO TOTAL	\$ 328,585

Fuente: elaboración propia a partir de la resolución 4350 de 1998

Para el caso en particular y teniendo en cuenta estos factores se tendría un valor aproximado a los treientos veinte ocho mil quinientos ochenta y cinco pesos (\$328.585 moneda corriente) y por estudiante tendría un valor de nueve mil novecientos cincuenta y siete pesos (\$9,957 moneda corriente).

5 CONCLUSIONES

Los Sistemas de Información Geográfica como ArcGis facilitan la consolidación y análisis de datos, dado que cuentan con una serie de herramientas que permiten realizar los cálculos de manera rápida y la presentación de la información en mapas de fácil comprensión.

Mediante la implementación de la matriz de riesgo se evaluaron de una manera descriptiva los niveles de riesgos, por medio de la valoración de parámetros de siniestralidad vial, siendo esta el punto de partida para diseñar el formato de rutogramas, obtener el grado de aceptabilidad del riesgo y los efectos posibles que se puedan generar dadas las condiciones de la zona.

A través del análisis de índices de siniestralidad vial para el año 2018 se encontró que las rutas con un grado de riesgo mayor son las rutas 16 y 22 que corresponde a Tunja-Cajamarca-Calarca-Ibagué-Manizales-Tunja y Tunja-Honda-Ibagué-Manizales-Tunja; además, de las rutas que tiene como destino intermedio la ciudad de Bogotá.

Se determinaron cuatro intervalos de riesgo que permite agrupar de manera simplificada la concentración de siniestros viales, teniendo una mejor comprensión del mapa de riesgo, obtenido del proceso de densidad con la equivalencia de accidentalidad.

El esquema de rutograma es una técnica idónea para analizar de manera gráfica el recorrido que se realiza dado un origen-destino, ya que permite conocer el nivel de riesgo en los corredores viales, las restricciones de paso como eventos geológicos, condiciones del pavimentos e indicaciones

Para el periodo enero-septiembre del 2018 según la base de datos obtenida del observatorio de seguridad vial se presentaron 26.492 accidentes con total de víctimas de 36.996, donde 32.436 son lesionados y 4.559 muertos, cifras que alertan de un comportamiento peligroso en las carreteras y de poco conocimiento en temas de seguridad vial por parte de los usuarios.

La metodología realizada en campo permite conocer con exactitud el destino de la ruta, así mismo, se tienen el registro de las condiciones reales del pavimento y de señalización del recorrido permitiendo un análisis más veraz del riesgo.

La estimación del costo se realizó para la ruta Tunja-Paipa-Tunja que corresponde a la georeferenciada en campo, se evaluaron parámetros de estructura de costos

para el vehículo tipo encontrando, un valor estimado es de treientos veinte ocho mil quinientos ochenta y cinco pesos (\$328.585 moneda corriente) y por estudiante tendría un valor de nueve mil novecientos cincuenta y siete pesos (\$9,957 moneda corriente) lo anterior es un valor aproximado y específico para la ruta y el vehículo, por lo tanto, para la estimación de otras rutas se deben tener las variables correspondientes para recorrido.

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL, plan estratégico observatorio nacional de seguridad vial ONS, 2017 – 2019. Pág 7. Pág. 28. [Consultado 18 de junio de 2019]. Disponible en internet: http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/plan_spanish.pdf?ua=1

AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SECTORES CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD EN ZONAS URBANAS. [consultado el 20 de agosto de 2019]. Disponible en línea: https://ansv.gov.co/observatorio/public/documentos/Methodolog%C3%ADa%20para%20la%20obtene%C3%B3n%20de%20sitios%20cr%C3%ADticos_V2.pdf

ANDERSON, TK (2009). Estimación de la densidad del núcleo y agrupamiento de K-medias para perfilar puntos críticos de accidentes de tráfico. *Análisis y prevención de accidentes*, 41 (3), 359–364. [Consultado 18 de junio de 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.12.014>

BERTOTTI, Eduardo. Aspectos generales del tránsito y la seguridad vial, bases para el entendimiento de la problemática del tránsito y la seguridad vial. En: *Gestión*, junio, 2008, fas. 1, p 28.

BOGOTÁ. SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD. 50 kilómetros por hora, el nuevo límite de velocidad en cinco corredores de la ciudad. (16 noviembre 2018). [consultado 20 de agosto 2019]. Disponible en línea: https://www.movilidadbogota.gov.co/web/Noticia/50_kil%C3%B3metros_por_hora_el_nuevo_l%C3%ADmite_de_velocidad_en_cinco_corredores_de_la_ciudad#targetText=Los%20comparendos%20pedag%C3%B3gicos%20ser%C3%A1n%20aplicados,cualquiera%20de%20los%20cinco%20corredores.

CAMINO, Miguel T. Manual. Seguridad en la atención a pasajeros y otros usuarios de aeropuerto. [Medio electrónico]. 1 ed. Madrid: Editorial CEP S.L, (septiembre de 2017). 363 p. ISBN 978-84-686-7926-1. [Consultado 20 de agosto de 2018]. Disponible en línea: <https://books.google.com.co/books?id=acU-DwAAQBAJ&pg=PA198&lpg=PA198&dq=PELIGRO>

CERQUERA, E. Flor. (2014). Análisis espacial de los accidentes de tráfico en Bogotá D.C. *Fundamentos de investigación. Perspectiva Geográfica*, 18(1), 9-38. [Consultado 18 de junio de 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.19053/01233769.2248>

COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE. Ley 769. (06, agosto, 2002). Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá D.C., 2002. No 44.893. P. 1-71.

COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1384. (20 abril 2010) por la cual adopta el método para establecer los límites de velocidad en las carreteras nacionales, departamentales, distritales y municipales de Colombia. Artículos 106-107 [consultado el 20 de agosto de 2019]. Disponible en línea: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39357&dt=S>

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Decreto 2851. (06, diciembre, 2013). Por el cual se reglamentan los artículos 3,4,5,6,7,8,9,10,12,13,18 y 19 de la ley 1503 de 2011 y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C: El ministerio, 2013. 11p

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Ley 105. (30, diciembre ,1993). Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones. Santa Fe de Bogotá [en línea]. Diario Oficial No. 41.158. p.1-46. [Consultado: agosto 14 de 2019]. Disponible en: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0105_1993.html.

GÓMEZ, Diana. Análisis espacial de los accidentes de tráfico con víctimas mortales en carretera en España, 2008-2011. [Consultado 18 de junio de 2019]. Disponible en internet: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911115000321>

GONZÁLEZ, Laura y CHÍAS, Luis. El uso del SIG en el análisis de la distribución de los accidentes en carreteras el caso de Tamaulipas México 1999. [Consultado 18 de junio de 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n40/n40a11.pdf>

MARTÍNEZ, Miguel. 19 julio 2019.OsmAnd, la alternativa a Google Maps para navegar sin conexión. [consultado 17 de agosto 2019]. en línea: <https://www.movilzona.es/2019/06/11/osmand-mapas-offline/>

MINISTERIO DE TRANSPORTE, Mauricio Cárdenas Santamaría. (31, diciembre, 1998) Por la cual se establece la metodología para la elaboración de los estudios de costos que sirven de base para la fijación de las tarifas de transporte público municipal, distrital y/o metropolitano y/o mixto. Santa Fe de Bogotá, p 1-8. [Consultado 16 de agosto 2019] en línea: <https://amco.gov.co/Archivos/Articulos/Documentos/00000850.pdf>

NACIONES UNIDAS, Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad Vial. 2011– 2020. Pág 15

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. ACCIDENTES DE TRÁNSITO. DATOS Y CIFRAS. (7 diciembre 2018). [Consultado 21 de agosto de 2019]. Disponible en internet: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries?fbclid=IwAR3tlucV-p18Z3C0V--w6YHa-K3TYXG0V4uj7rM542qWVDay6kb41jo5Jpg>

OROZCO, Gilbert. Tipo de accidentes de tránsito. [Consultado 21 de agosto de 2019]. Disponible en internet: <https://www.pruebaderuta.com/tipos-de-accidentes-de-transito.php>

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA. Plan estratégico de seguridad vial, [Consultado 20 de agosto de 2018]. Disponible en internet: http://www.uptc.edu.co/universidad/planes/vial_acceso/doc/plan_vial.pdf

YOLCAR AUTOCARES. Cuánto cuesta alquilar un autobús [consultado 16 de agosto 2019] en línea: <https://www.yolcar.es/sabias-que/cuanto-cuesta-alquilar-un-autobus/>

ANEXO ÚNICO

RUTOGRAMA, SEDE CENTRAL UPTC. DOCUMENTO, EN SÍNTESIS

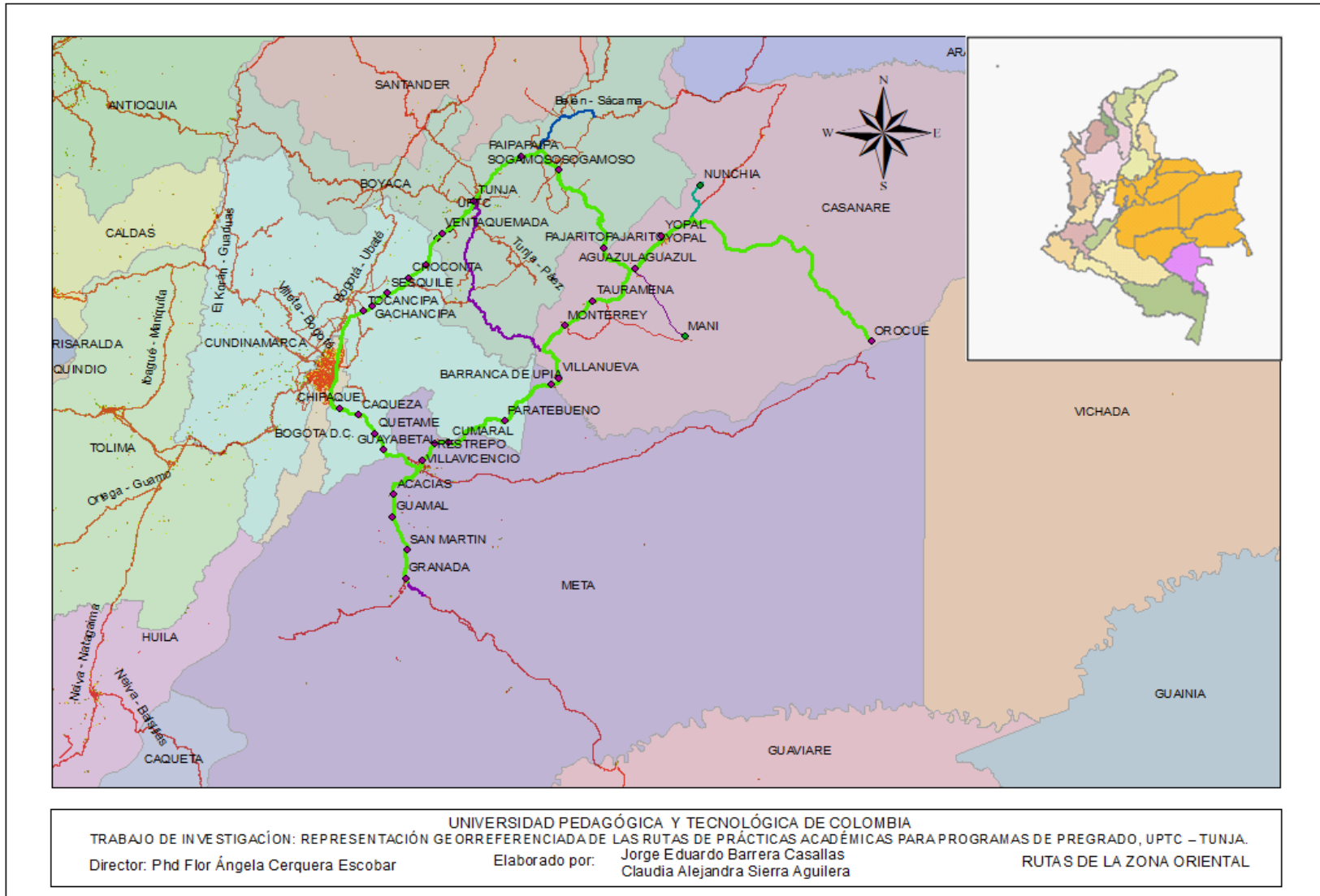
Este documento está fundamentado en el cuarto pilar del PESV que acoge medidas preventivas en materia de infraestructura segura desde los Sistemas de Información Geográfica (SIG), caracterizando las rutas externas que corresponden a los recorridos que siguen las prácticas académicas que realiza la sede central, desarrollando su localización en sus recorridos, su georreferenciación y su caracterización especialmente en las condiciones de riesgos que se encuentren en la indagación, sea en accidentes o principales eventos geológicos, presentados en un periodo de tiempo determinado, observando como base la red vial nacional de carreteras, determinando los focos de accidentalidad y eventos geológicos de mayor riesgo. Por esta razón, los Sistemas de Información Geográfica -SIG son una herramienta idónea para la caracterización de datos referenciados con respecto a coordenadas espaciales, sean geográficas o proyectadas, así mismo, trabajar con distintas bases de datos de manera integrada, permitiendo generar información gráfica (mapas) útil para la toma de decisiones.

Para ello, se estableció un proceso metodológico en el cual se desarrolla la localización especial de rutas, su georreferenciación de eventos, de riesgo y se desarrollan los análisis respectivos, con el objeto de presentar por medio de rutogramas, las rutas externas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-Uptc sede Tunja. El desarrollo se plantea y realiza en 5 fases en las que se emplea un desarrollo sistemático con SIG, como herramienta fundamental para los procesamientos lógicos que se construyeron y que fueron la base para análisis espacial, todo con fundamento en la investigación formativa desarrollada por los proyectistas con la guía de la directora de dicho proyecto, generando los resultados y facilitando la interpretación del tratamiento y procesamiento de datos de la información, estos resultado son demostrados a partir de gráficos, tablas, mapas modelos, entre otros, con el fin principal de observar los distintos riegos que se puedan generar en zonas, sectores y/o sitios por donde transitan las rutas de las practicas académicas de la universidad, de la sede central.

1. Rutas de prácticas académicas de la Sede Central de la UPTC

Para la presentación de las rutas se sectorizó los destinos en cuatro zonas Norte, Sur, Oriente y Occidente se presenta el mapa con la ruta representativo del sector y la tabla con los recorridos en este sector.

Figura 49. Mapa de las rutas de prácticas académicas con destino a la zona Oriental



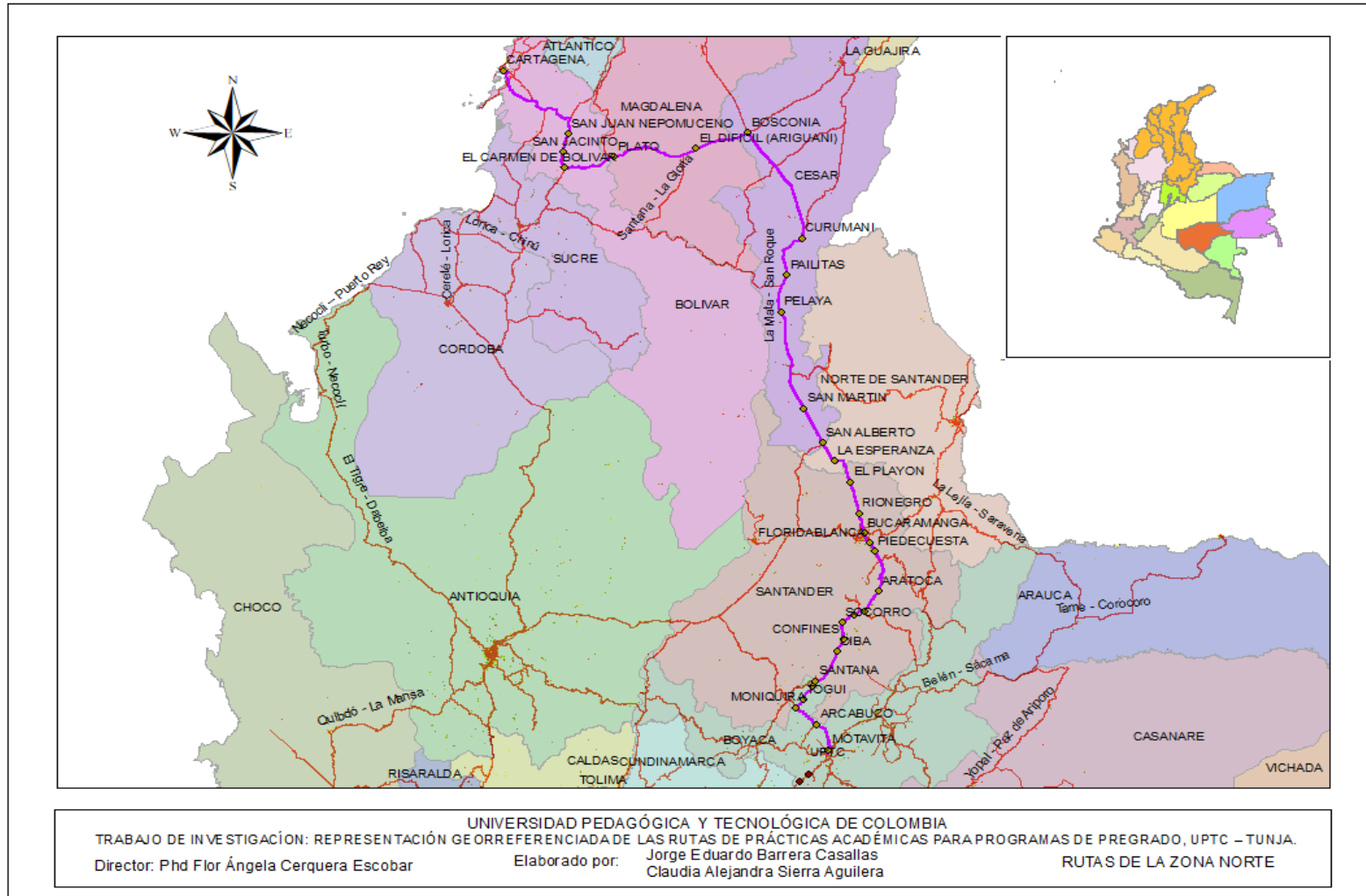
Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático en SIG.

Tabla 20. Rutas de prácticas académicas con destino a la zona Oriental

ID	ORIGEN	DESTINO
1	TUNJA	AGUAZUL MANI PARAETEBUENO
2	TUNJA	AGUAZUL TAURAMENA
3	TUNJA	AGUAZUL TAURAMENA GRANADA FUENTE DE ORO
4	TUNJA	AGUAZUL TAURAMENA VILLAVICENCIO
5	TUNJA	AQUITANIA
11	TUNJA	BELEN ENCINO SAN JOSE DE LA MONTAÑA
12	TUNJA	BELENCITO
30	TUNJA	BOGOTA, VILLAVICENCIO
31	TUNJA	BOGOTA, VILLAVICENCIO PUERTO LOPEZ
32	TUNJA	BOGOTA, VILLAVICENCIO, SANTAMARIA
33	TUNJA	BOGOTA, CHOCONTA, CAQUEZA, VILLANUEVA, SAN LUIS, SANTA MARIA
46	TUNJA	CERINZA
47	TUNJA	CHINAVITA GARAGOA SANTAMARIA
57	TUNJA	CHITARAQUE
60	TUNJA	CHIVATA
66	TUNJA	COMBITA SOTAQUIRA
67	TUNJA	COMBITA, TUTA, PAIPA
72	TUNJA	DUITAMA
73	TUNJA	DUITAMA NOBSA BELENCITO
74	TUNJA	DUITAMA, PARAMO DE LA RUSIA
77	TUNJA	FIRAVITIBA IZA PESCA
78	TUNJA	GARAGOA
79	TUNJA	GARAGOA, SANTAMARIA, LA CAPILLA
80	TUNJA	GUATEQUE
81	TUNJA	GUATEQUE GARAGOA SANTAMARIA VILLAVICENCIO
83	TUNJA	JENESANO
84	TUNJA	JENESANO, NUEVO COLON
87	TUNJA	MANI, YOPAL
92	TUNJA	MIRAFLORES
93	TUNJA	MIRAFLORES MACANAL
95	TUNJA	MIRAFLORES, SAN EDUARDO
106	TUNJA	NOBSA BUSBANZA MONGUA MONGUI
107	TUNJA	NOBSA, CORRALES
108	TUNJA	NOBSA, CORRALES, SOGAMOSO
109	TUNJA	NOBSA, TIBASOSA, DUITAMA, SOGAMOSO
111	TUNJA	OICATA TIBASOSA
114	TUNJA	PAIPA
115	TUNJA	PAIPA, DUITAMA, SOGAMOSO
116	TUNJA	PAIPA, DUITAMA, SOGAMOSO, NOBSA, IZA, PESCA, SANTA ROSA, CORRALES, AQUITANIA
117	TUNJA	PAIPA MONGUI SOATA
123	TUNJA	PUENTE DE BOYACA JENESANO RAMIROQUI SORA, TIERRA NEGRA
134	TUNJA	SAN JOSE DE PARE
137	TUNJA	SAN LUIS DE GACENO
138	TUNJA	SAN PEDRO DE IGUAQUE
139	TUNJA	SANTA MARIA
140	TUNJA	SANTA ROSA SUSACON SOATA COCUY
152	TUNJA	SOGAMOSO BELEN LA PAZ PAJARITO
153	TUNJA	SOGAMOSO, MORCA
154	TUNJA	SOGAMOSO, PAZ DEL RIO, SATIVASUR, SOATA, CAPITANEJO, EL ESPINO, COCUY, SAN MATEO
155	TUNJA	SOGAMOSO SISCUNSI
156	TUNJA	SOGAMOSO YOPAL MONTERREY SAN LUIS DE GACENO
157	TUNJA	SOMONDOCO
159	TUNJA	SOTAQUIRA
164	TUNJA	TIBASOSA CORRALES
165	TUNJA	TIBASOSA SOGAMOSO
168	TUNJA	TOCA
169	TUNJA	TUTA, TIBASOSA
180	TUNJA	VILLAVICENCIO, RESTREPO, GUAMAL
181	TUNJA	TAURAMENA VILLAVICENCIO ACACIAS
183	TUNJA	VIROLIN (SANTANDER)
184	TUNJA	YOPAL NUNCHIA
185	TUNJA	YOPAL OROCUE VILLAVICENCIO ACACIAS SAN MARTIN GRANADA
186	TUNJA	YOPAL, SAN LUIS DE GACENO
187	TUNJA	YOPAL, VILLANUEVA

Fuente: elaboración propia

Figura 50. Mapa de las rutas de prácticas académicas con destino a la zona Norte.



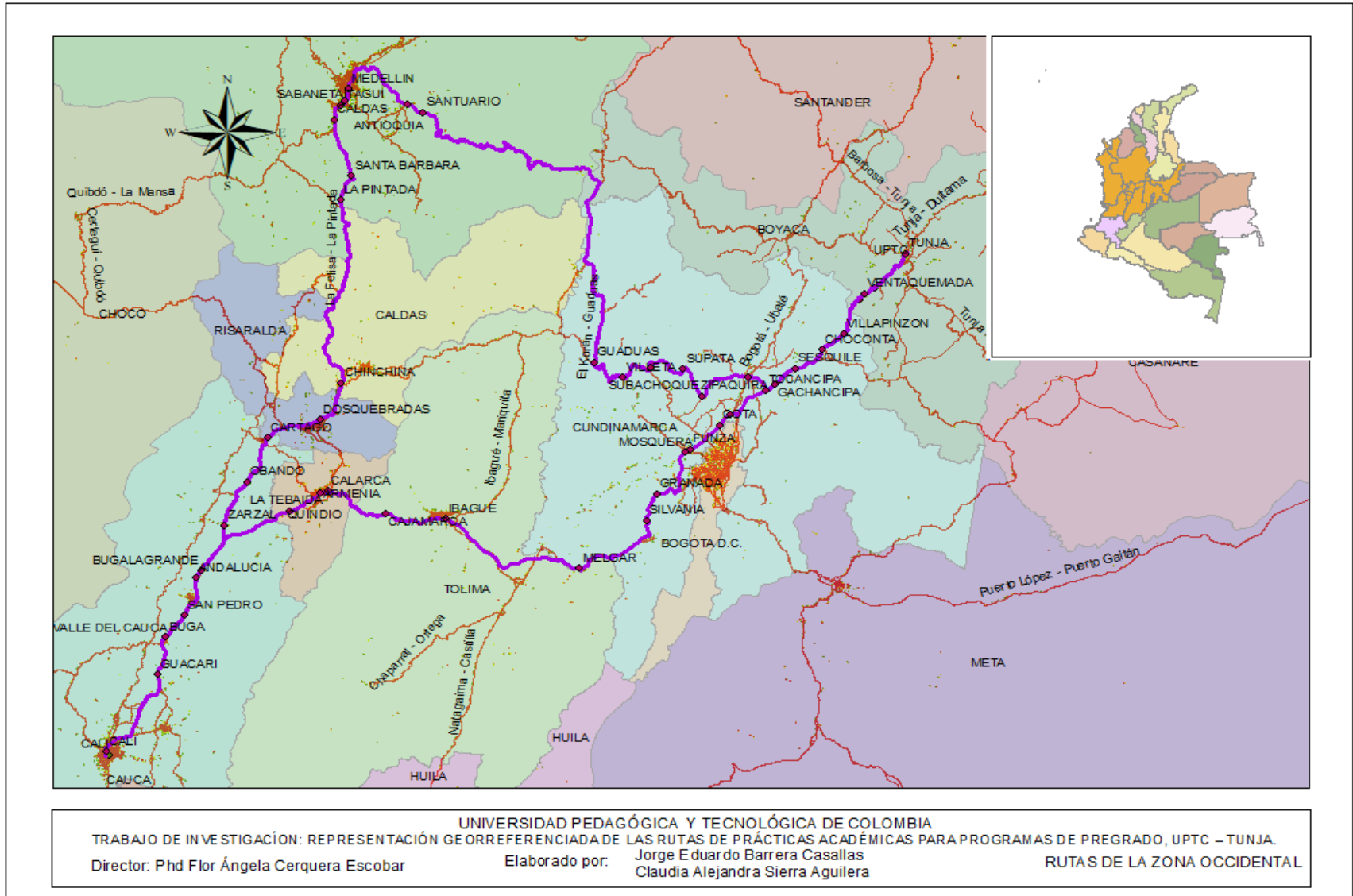
Fuente: elaboración propia a partir de procesamiento sistemático en SIG.

Tabla 21. Rutas de practicas academicas con destino a al zona Norte.

ID	ORIGEN	DESTINO
6	TUNJA	ARCABUCO MONIQUIRA
8	TUNJA	BARBOSA OIBA
9	TUNJA	BARBOSA PUENTE NACIONAL
10	TUNJA	BARBOSA VELEZ
36	TUNJA	BUCARAMANGA
37	TUNJA	BUCARAMANGA, BARRANCABERMEJA
38	TUNJA	BUCARAMANGA BARRANCABERMEJA PUERTO WILCHES LA GLORIA LEBRIJA
39	TUNJA	BUCARAMANGA, FLORIDABLANCA
40	TUNJA	BUCARAMANGA LEBRIJA GIRON SAN GIL
41	TUNJA	BUCARAMANGA, MESITA DE LOS SANTOS
45	TUNJA	CARTAGENA
50	TUNJA	CHIQUINQUIRA GUEPSA
51	TUNJA	CHIQUINQUIRA, MONIQUIRA
56	TUNJA	CHIQUINQUIRA VILLA DE LEYVA GUEPSA
58	TUNJA	CHITARAQUE BARBOSA VELZ
59	TUNJA	CHITARAQUE VELEZ
63	TUNJA	CIENEGA
64	TUNJA	COCUY, GUICAN, SOATA
65	TUNJA	COCUY, SOATA
71	TUNJA	CURITI
82	TUNJA	GUEPSA
96	TUNJA	MONIQUIRA
97	TUNJA	MONIQUIRA BARBOSA SUAITA
124	TUNJA	PUENTE NACIONAL EL SOCORRO
127	TUNJA	RIOHACHA MOMPOX, SAN JACITO SANBASILIO DE PALENQUE
128	TUNJA	RONDON
131	TUNJA	SAN GIL BARICHARA
132	TUNJA	SAN GIL, CURITI
133	TUNJA	SAN GIL VILLANUEVA BARICHARA
135	TUNJA	SAN JOSE DE PARE OIBA
136	TUNJA	SAN JOSE DE PARE SOCORRO SAN GIL
143	TUNJA	SANTAMARTA
144	TUNJA	SANTAMARTA, CARTAGENA, BARRANQUILLA
145	TUNJA	SANTAMARTA, CARTAGENA, BARRANQUILLA, BOSCONIA, VALLEDUPAR, BUCARAMANGA
146	TUNJA	SANTAMARTA, VALLEDUPAR, CARTAGENA
147	TUNJA	SANTANA
160	TUNJA	SUAITA
170	TUNJA	VALLEDUPAR
177	TUNJA	VILLA DE LEYVA, LAGUNA DE IGUAQUE
182	TUNJA	VIRACAHA SORA

Fuente: elaboración propia

Figura 51. Mapa de las rutas de prácticas académicas con destino a la zona Occidente.



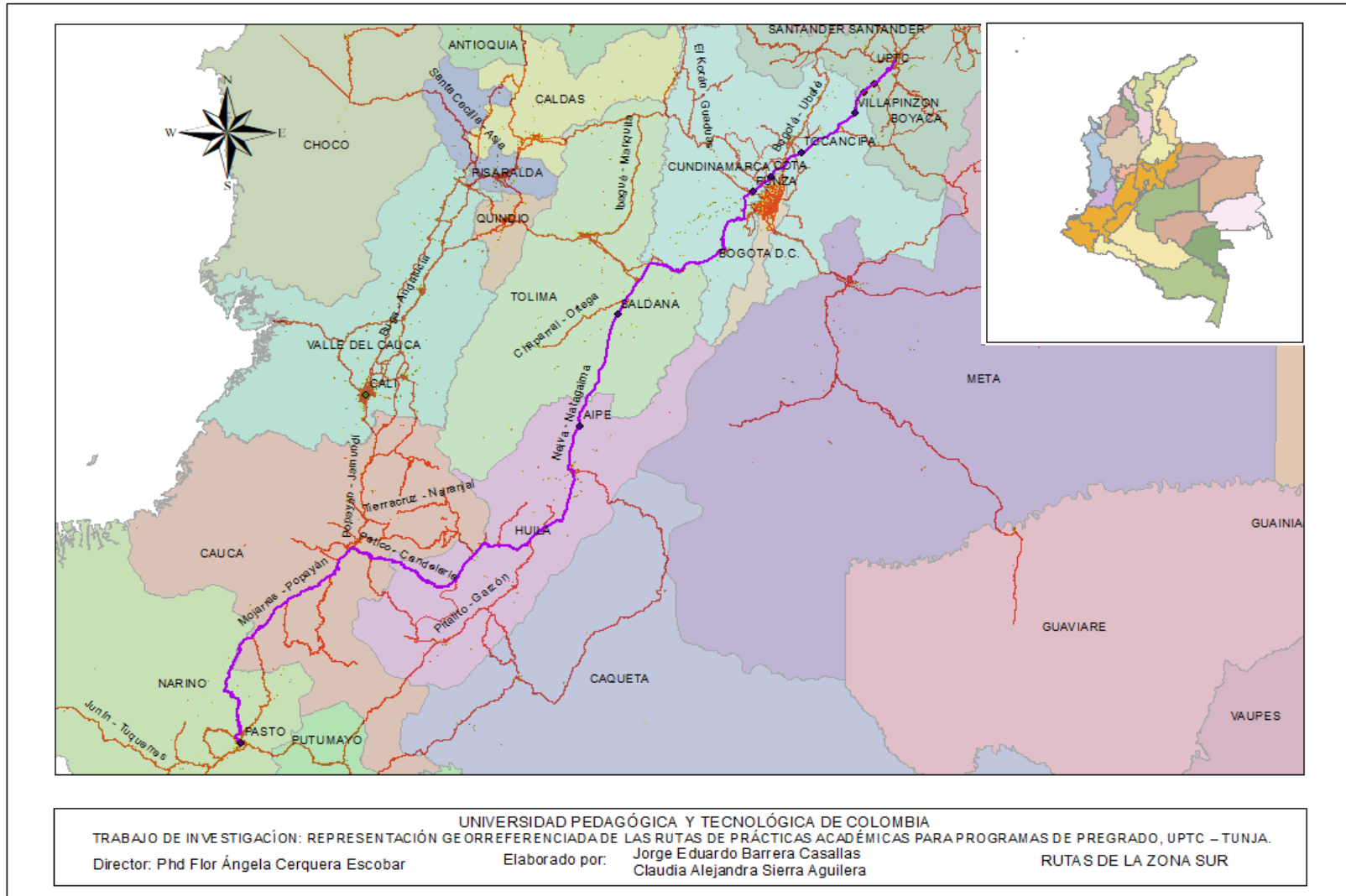
Fuente: elaboración propia a partir del procesamiento sistemático en SIG

Tabla 22. Rutas de prácticas académicas para la zona Occidente

ID	ORIGEN	DESTINO
7	TUNJA	ARMENIA
13	TUNJA	BOGOTA
14	TUNJA	BOGOTA - CHIA
15	TUNJA	BOGOTA BRICEÑO
16	TUNJA	BOGOTA CAJAMARCA, CALARCA, IBAGUE MANIZALES
17	TUNJA	BOGOTA, CHOCONTA, FUSAGASUGA, MELGAR, GIRARDOT
18	TUNJA	BOGOTA, COTA
19	TUNJA	BOGOTA, FACATATIVA
20	TUNJA	BOGOTA, FUNZA
21	TUNJA	BOGOTA, GIRARDOT
22	TUNJA	BOGOTA, HONDA, IBAGUE
23	TUNJA	BOGOTA, HONDA, IBAGUE, MANIZALES
24	TUNJA	BOGOTA LA CALERA
25	TUNJA	BOGOTA MADRID
26	TUNJA	BOGOTA MADRID TENJO CHIA
27	TUNJA	BOGOTA, MOSQUERA
28	TUNJA	BOGOTA SUBACHOQUE
29	TUNJA	BOGOTA SUBACHOQUE SAN ANTONIO
34	TUNJA	BRICEÑO, BOGOTA, SOGAMOSO, GIRARDOT
35	TUNJA	BRICEÑO, SOGAMOSO
42	TUNJA	CAJICA
43	TUNJA	CALI
44	TUNJA	CALI PALMIRA BUENAVENTURA
48	TUNJA	CHIQUINQUIRA
49	TUNJA	CHIQUINQUIRA BUENAVISTA
52	TUNJA	CHIQUINQUIRA, RAQUIRA, SUTAMARCHAN
53	TUNJA	CHIQUINQUIRA, UBATE
54	TUNJA	CHIQUINQUIRA UBATE BOGOTA GIRARDOT
55	TUNJA	CHIQUINQUIRA VILLA DE LEYVA
61	TUNJA	CHOCONTA UBATE SUTAMARCHAN
62	TUNJA	CHOCONTA VENTAQUEMADA VILLAPINZON UBATE SUTAMARCHA
68	TUNJA	CUCAITA
69	TUNJA	CUCAITA ,VILLA DE LEYVA
70	TUNJA	CUCAITA SIMIJACA UBATE
75	TUNJA	EL ROSAL CUNDINAMARCA
76	TUNJA	ESPINAL, IBAGUE, NEIVA
85	TUNJA	LA UNION, CALI, PALMIRA
86	TUNJA	MADRID FUNZA
88	TUNJA	MANIZALES CHINCHINA
89	TUNJA	MEDELLIN, RIO NEGRO
90	TUNJA	MEDELLIN, CALI
91	TUNJA	MEDELLIN, CALI, MANIZALES, ARMENIA, IBAGUE
94	TUNJA	ZIPAQUIRA
98	TUNJA	MOSQUERA
99	TUNJA	MOSQUERA ESPINAL FUNZA
100	TUNJA	MOSQUERA, VILLETIA
101	TUNJA	MUZO
102	TUNJA	NEIVA GIGANTE GARZON
103	TUNJA	NEIVA, IBAGUE
105	TUNJA	NEMOCON VILLA DELEYVA
112	TUNJA	PACHO CUNDINAMARCA
113	TUNJA	PAEZ
118	TUNJA	PALMIRA
120	TUNJA	PEREIRA
121	TUNJA	POPAYAN
122	TUNJA	POPAYAN, CALI
125	TUNJA	RAMIRIQUI
126	TUNJA	RAQUIRA, SUTAMARCHAN, VILLA DE LEYVA
129	TUNJA	SABOYA
130	TUNJA	SAMACA CUCAITA VILLA DELEYVA
141	TUNJA	SANTA SOFIA
142	TUNJA	SANTA SOFIA, SUTAMARCHAN
148	TUNJA	SILVANIA SUBACHOQUE FUSAGASUGA
149	TUNJA	SILVANIA SUBACHOQUE SESQUILE
150	TUNJA	SOCOTA
151	TUNJA	ZETAQUIRA
158	TUNJA	SOPO
161	TUNJA	TABIO CHIA
162	TUNJA	TAUSA CUNDINAMARCA
166	TUNJA	TIERRA NEGRA SAMACA
167	TUNJA	TIPACOQUE
171	TUNJA	VELEZ SIMITARRA MEDELLIN APARTADO TURBO URABA
172	TUNJA	VENTAQUEMADA
173	TUNJA	VENTAQUEMADA, CHOCONTA
174	TUNJA	VENTAQUEMADA, VILLA DE LEYVA
175	TUNJA	VENTAQUEMADA ZIPAQUIRA PACHO CHIQUINQUIRA
176	TUNJA	VILLA DE LEYVA
178	TUNJA	VILLA DE LEYVA, RAQUIRA
179	TUNJA	VILLAPINZON

Fuente: elaboración propia.

Figura 52. Mapa de las rutas de prácticas académicas con destino a la zona Sur.



Fuente: elaboración propia a partir del proceso sistemático en SIG

Tabla 23. Rutas de prácticas académicas con destino a la zona Sur

ID	ORIGEN	DESTINO
104	TUNJA	NEIVA, SAN AGUSTIN, SAN ANDRES DE PISIMBALA
110	TUNJA	NUEVO COLON
119	TUNJA	PASTO
163	TUNJA	TIBANA

Fuente: elaboración propia

2. Distancia total y siniestros totales por ruta

Tabla 24. Distancia total y siniestros totales por ruta de prácticas académicas de la Sede Central de la UPTC

OID	LONGITUD	ACCIDENTES	LESIONADOS	MUERTOS	OID	LONGITUD	ACCIDENTES	LESIONADOS	MUERTOS
1	678,71	189	281	41	41	584,16	301	410	31
2	430,78	148	227	29	42	253,40	190	241	36
3	900,34	306	428	69	43	1198,95	988	1297	190
4	705,09	220	317	43	44	1498,40	1236	1580	235
5	196,79	93	127	17	45	1840,30	667	885	131
6	120,03	27	39	4	46	143,80	79	109	12
7	842,42	611	849	108	47	225,20	26	33	1
8	256,20	70	84	10	48	152,50	42	46	5
9	161,96	52	66	5	49	194,30	43	47	5
10	176,96	48	61	5	50	219,80	106	127	13
11	228,20	80	111	12	51	195,40	98	120	12
12	136,15	76	102	14	52	165,80	42	46	5
13	295,80	242	271	40	53	255,93	72	78	12
14	303,66	303	347	45	54	632,40	796	1057	136
15	295,80	242	271	40	55	163,95	43	47	5
16	912,58	1176	1632	192	56	272,90	81	97	10
17	558,58	596	760	103	57	201,90	58	72	5
18	303,52	305	349	45	58	239,10	68	82	7
19	355,88	444	506	74	59	239,10	68	82	7
20	313,50	382	422	70	60	24,40	19	20	0
21	557,21	572	738	100	61	277,80	238	297	44
22	771,30	942	1297	175	62	277,80	238	297	44
23	1009,84	934	1287	150	63	1553,90	575	749	129
24	307,62	331	374	52	64	459,12	91	135	20
25	327,20	404	450	69	65	34,69	27	31	0
26	342,90	377	410	71	66	63,20	43	58	6
27	318,43	404	449	69	67	87,30	49	74	8
28	343,30	350	401	56	68	34,70	27	31	0
29	418,80	425	491	62	69	75,80	32	36	1
30	554,90	467	576	85	70	255,93	72	78	12
31	1046,70	369	447	64	71	368,40	72	90	12
32	871,30	311	366	54	72	104,20	61	92	9
33	741,75	425	548	76	73	141,50	87	114	14
34	697,13	661	864	114	74	143,90	62	93	9
35	353,76	234	294	39	75	315,10	236	276	41
36	534,73	300	410	30	76	1002,90	634	921	118
37	714,74	586	788	71	77	196,90	93	132	14
38	1214,45	670	866	106	78	144,60	23	33	1
39	534,73	300	410	30	79	255,80	28	35	1
40	574,02	527	718	49	80	186,20	27	34	1

Fuente: elaboración propia.

Continuación tabla 24 Distancia total y siniestros totales por ruta de prácticas académicas de la Sede Central de la UPTC

OID	LONGITUD	ACCIDENTES	LESIONADOS	MUERTOS	OID	LONGITUD	ACCIDENTES	LESIONADOS	MUERTOS
81	614,80	93	120	14	135	134,09	67	82	9
82	164,20	51	63	5	136	366,86	97	117	12
83	70,40	26	33	1	137	131,26	29	35	2
84	118,90	70	84	2	138	31,44	29	33	1
85	1276,50	1260	1600	260	139	111,63	27	34	1
86	308,20	258	300	37	140	454,42	91	35	20
87	538,90	147	218	35	141	103,07	30	34	1
88	840,40	299	385	59	142	110,88	34	37	3
89	928,40	410	470	76	143	1592,88	510	643	137
90	1554,30	1812	2319	342	144	1980,67	662	838	163
91	1554,30	1812	2319	342	145	2137,06	905	1145	200
92	187,50	30	37	1	146	2335,20	635	815	173
93	237,70	31	37	2	147	190,00	54	67	6
94	240,90	160	196	26	148	488,09	343	404	67
95	111,00	32	38	2	149	468,88	336	400	60
96	119,51	28	40	4	150	243,10	87	121	15
97	206,46	62	75	8	151	149,50	29	36	1
98	299,81	257	302	37	152	457,20	118	178	23
99	299,81	257	302	37	153	139,80	90	128	14
100	408,80	346	420	51	154	485,92	111	142	21
101	240,89	47	55	5	155	221,70	94	137	14
102	1116,03	601	853	123	156	481,31	164	246	37
103	992,28	669	971	125	157	177,10	30	37	1
104	1466,19	672	961	139	158	223,17	152	173	28
105	240,89	233	291	43	159	73,20	42	57	9
106	206,34	88	121	18	160	217,10	61	75	6
107	169,51	80	109	15	161	264,30	172	192	33
108	174,79	94	125	16	162	267,84	160	188	28
109	181,34	104	139	16	163	87,90	26	33	1
110	61,76	58	65	1	164	175,90	101	138	18
111	130,99	75	109	12	165	142,20	90	128	14
112	294,27	162	198	25	166	73,05	62	68	2
113	214,56	29	36	1	167	337,10	89	133	20
114	77,59	49	74	8	168	48,40	20	20	1
115	140,47	90	118	14	169	130,00	76	110	12
116	335,59	125	169	19	170	1427,60	525	662	106
117	364,09	115	155	27	171	1768,41	460	501	99
118	1151,59	826	1118	169	172	65,60	73	79	4
119	1910,19	781	1108	153	173	134,00	97	106	15
120	913,38	637	909	118	174	120,21	93	103	5
121	1411,61	591	840	118	175	347,60	255	332	45
122	1436,59	1410	1912	301	176	75,80	32	36	1
123	105,93	65	78	1	177	90,20	38	40	4
124	317,22	92	108	12	178	127,15	38	40	4
125	70,79	29	37	0	179	107,20	84	88	8
126	127,15	38	40	4	180	673,90	164	218	30
127	2544,25	616	815	183	181	738,80	133	181	31
128	115,58	29	37	0	182	75,42	33	36	0
129	85,09	47	53	5	183	140,51	62	93	9
130	97,02	75	83	2	184	534,80	153	225	37
131	410,73	112	130	14	185	1245,20	563	744	132
132	389,58	112	130	14	186	481,31	164	246	37
133	410,73	112	130	14	187	527,70	177	265	40
134	165,51	112	130	14					

Fuente: elaboración propia.

Tabla 25. Índices de siniestralidad vial (victimas /km)*año

ID	OID	ACCIDENTES	LESIONADOS	MUERTOS	ID	OID	ACCIDENTES	LESIONADOS	MUERTOS	ID	OID	ACCIDENTES	LESIONADOS	MUERTOS
1	16	1.289	1.788	0.210	64	153	0.644	0.916	0.100	127	144	0.334	0.423	0.082
2	27	1.269	1.410	0.217	65	115	0.641	0.840	0.100	128	142	0.330	0.359	0.029
3	54	1.259	1.671	0.215	66	165	0.633	0.900	0.098	129	9	0.321	0.408	0.031
4	19	1.248	1.422	0.208	67	76	0.632	0.918	0.118	130	143	0.320	0.404	0.086
5	25	1.235	1.375	0.211	68	114	0.632	0.954	0.103	131	117	0.316	0.426	0.074
6	22	1.221	1.682	0.227	69	123	0.614	0.736	0.009	132	4	0.312	0.450	0.061
7	20	1.219	1.346	0.223	70	162	0.597	0.702	0.105	133	82	0.311	0.384	0.030
8	91	1.166	1.492	0.220	71	84	0.589	0.706	0.017	134	97	0.300	0.363	0.039
9	90	1.166	1.492	0.220	72	72	0.585	0.883	0.086	135	178	0.299	0.315	0.031
10	172	1.113	1.204	0.061	73	169	0.585	0.846	0.092	136	126	0.299	0.315	0.031
11	26	1.099	1.196	0.207	74	164	0.574	0.785	0.102	137	56	0.297	0.355	0.037
12	24	1.076	1.216	0.169	75	159	0.574	0.779	0.123	138	163	0.296	0.375	0.011
13	17	1.067	1.361	0.184	76	109	0.574	0.767	0.088	139	141	0.291	0.330	0.010
14	21	1.027	1.324	0.179	77	33	0.573	0.739	0.102	140	124	0.290	0.340	0.038
15	28	1.020	1.168	0.163	78	111	0.573	0.832	0.092	141	95	0.288	0.342	0.018
16	29	1.015	1.172	0.148	79	67	0.561	0.848	0.092	142	132	0.287	0.334	0.036
17	18	1.005	1.150	0.148	80	39	0.561	0.767	0.056	143	57	0.287	0.357	0.025
18	14	0.998	1.143	0.148	81	36	0.561	0.767	0.056	144	184	0.286	0.421	0.069
19	85	0.987	1.253	0.204	82	12	0.558	0.749	0.103	145	59	0.284	0.343	0.029
20	122	0.981	1.331	0.210	83	129	0.552	0.623	0.059	146	58	0.284	0.343	0.029
21	105	0.967	1.208	0.179	84	38	0.552	0.713	0.087	147	147	0.284	0.353	0.032
22	34	0.948	1.239	0.164	85	112	0.551	0.673	0.085	148	70	0.281	0.305	0.047
23	110	0.939	1.052	0.016	86	46	0.549	0.758	0.083	149	53	0.281	0.305	0.047
24	23	0.925	1.274	0.149	87	102	0.539	0.764	0.110	150	160	0.281	0.345	0.028
25	138	0.922	1.050	0.032	88	108	0.538	0.715	0.092	151	1	0.278	0.414	0.060
26	40	0.918	1.251	0.085	89	41	0.515	0.702	0.053	152	48	0.275	0.302	0.033
27	98	0.857	1.007	0.123	90	51	0.502	0.614	0.061	153	8	0.273	0.328	0.039
28	62	0.857	1.069	0.158	91	135	0.500	0.612	0.067	154	87	0.273	0.405	0.065
29	61	0.857	1.069	0.158	92	50	0.482	0.578	0.059	155	133	0.273	0.317	0.034
30	166	0.849	0.931	0.027	93	5	0.473	0.645	0.086	156	131	0.273	0.317	0.034
31	100	0.846	1.027	0.125	94	77	0.472	0.670	0.071	157	146	0.272	0.349	0.074
32	99	0.846	1.027	0.125	95	107	0.472	0.643	0.088	158	10	0.271	0.345	0.028
33	30	0.842	1.038	0.153	96	104	0.458	0.655	0.095	159	136	0.264	0.319	0.033
34	86	0.837	0.973	0.120	97	185	0.452	0.597	0.106	160	167	0.264	0.395	0.059
35	73	0.835	1.094	0.134	98	89	0.442	0.506	0.082	161	55	0.262	0.287	0.030
36	44	0.825	1.054	0.157	99	183	0.441	0.662	0.064	162	171	0.260	0.283	0.056
37	43	0.824	1.082	0.158	100	182	0.438	0.477	0.000	163	152	0.258	0.389	0.050
38	37	0.820	1.102	0.099	101	74	0.431	0.646	0.063	164	52	0.253	0.277	0.030
39	15	0.818	0.916	0.135	102	106	0.426	0.586	0.087	165	128	0.251	0.320	0.000
40	13	0.818	0.916	0.135	103	155	0.424	0.618	0.063	166	180	0.243	0.323	0.045
41	154	0.790	1.011	0.149	104	145	0.423	0.536	0.094	167	127	0.242	0.320	0.072
42	179	0.784	0.821	0.075	105	69	0.422	0.475	0.013	168	139	0.242	0.305	0.009
43	60	0.779	0.820	0.000	106	177	0.421	0.443	0.044	169	96	0.234	0.335	0.033
44	65	0.778	0.894	0.000	107	121	0.419	0.595	0.084	170	6	0.225	0.325	0.033
45	68	0.778	0.893	0.000	108	168	0.413	0.413	0.021	171	49	0.221	0.242	0.026
46	174	0.774	0.857	0.042	109	125	0.410	0.523	0.000	172	137	0.221	0.267	0.015
47	130	0.773	0.856	0.021	110	119	0.409	0.580	0.080	173	140	0.200	0.077	0.044
48	42	0.750	0.951	0.142	111	116	0.372	0.504	0.057	174	64	0.198	0.294	0.044
49	75	0.749	0.876	0.130	112	63	0.370	0.482	0.083	175	71	0.195	0.244	0.033
50	175	0.734	0.955	0.129	113	83	0.369	0.469	0.014	176	101	0.195	0.228	0.021
51	7	0.725	1.008	0.128	114	170	0.368	0.464	0.074	177	151	0.194	0.241	0.007
52	173	0.724	0.791	0.112	115	45	0.362	0.481	0.071	178	181	0.180	0.245	0.042
53	118	0.717	0.971	0.147	116	150	0.358	0.498	0.062	179	157	0.169	0.209	0.006
54	149	0.717	0.853	0.128	117	32	0.357	0.420	0.062	180	92	0.160	0.197	0.005
55	148	0.703	0.828	0.137	118	88	0.356	0.458	0.070	181	78	0.159	0.228	0.007
56	120	0.697	0.995	0.129	119	176	0.355	0.399	0.011	182	81	0.151	0.195	0.023
57	158	0.681	0.775	0.125	120	31	0.353	0.427	0.061	183	80	0.145	0.183	0.005
58	66	0.680	0.918	0.095	121	11	0.351	0.486	0.053	184	113	0.135	0.168	0.005
59	134	0.677	0.785	0.085	122	2	0.344	0.527	0.067	185	93	0.130	0.156	0.008
60	103	0.674	0.979	0.126	123	186	0.341	0.511	0.077	186	47	0.115	0.147	0.004
61	94	0.664	0.814	0.108	124	156	0.341	0.511	0.077	187	79	0.109	0.137	0.004
62	35	0.661	0.831	0.110	125	3	0.340	0.475	0.077					
63	161	0.651	0.726	0.125	126	187	0.335	0.502	0.076					

Fuente: elaboración propia

3. Rutogramas

En el archivo denominado “Libro de Excel interactivo” se encuentra la información de riesgo de cada una de las rutas de prácticas académicas de la sede Tunja.

Se puede ingresar en el icono de Excel



4. video de metodología de acompañamiento en campo

Se adjunta un video digital de la ruta Tunja-Paipa-Tunja mostrando el recorrido realizado y los riesgos que se detectan en el corredor vial.