

**ESTRUCTURACION DE UN MAPA DE RIESGO DE ACCIDENTES DE  
TRANSITO EN TUNJA MEDIANTE SIG**



**JOHN HENRY SANCHEZ AMADO**



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS  
TUNJA  
2018**

**ESTRUCTURACION DE UN MAPA DE RIESGO DE ACCIDENTES DE  
TRANSITO EN TUNJA MEDIANTE SIG**



**JOHN HENRY SANCHEZ AMADO**

**Trabajo de grado realizado bajo la modalidad de práctica con proyección  
empresarial para optar al título de Ingenieros de Transporte y Vías**

**DIRECTORA**

**FLOR ÁNGELA CERQUERA ESCOBAR, Ing. Ph. D.**

**CODIRECTOR**

**LEIDY CONSTANZA LOPEZ MATEUS, Ing. Esp**



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS  
TUNJA  
2018**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Tunja, Junio 22 de 2018

La autoridad científica de la facultad de ingeniería reside en ella misma, por tanto, no responde por las opiniones expresadas en esta monografía.

Se autoriza su uso y reproducción indicando su origen.

## **DEDICATORIA**

Primero que todo le quiero dar las gracias a Dios por haberme permitido estar donde estoy, por darme la paciencia, fortaleza y mostrarme el camino para poder cumplir mis metas.

A mis padres Henry Alberto Sánchez y María Yaneth Amado por todo el esfuerzo, sacrificio y apoyo incondicional durante todos estos años de formación intelectual, espiritual y personal para que pudiera cumplir mi sueño de ser profesional.

A mi hermano Camilo Alberto por su apoyo y compañía cuando lo necesité.

**John Henry Sánchez Amado**

## **AGRADECIMIENTOS**

Un sincero agradecimiento a la ingeniera Flor Ángela Cerquera Escobar quien aceptó a dirigir este trabajo de grado, y quien mediante su conocimiento, experiencia y apoyo se encaminó este proyecto.

A la Secretaria de Tránsito y Transporte de Tunja, encabezada por el Secretario de Tránsito el ingeniero Jhon Alexander Herrera B. por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de grado en esta entidad.

A la ingeniera Leidy Constanza López Mateus por aceptar ser la codirectora del proyecto, suministrarme la información necesaria, ser un apoyo constante.

A todas las personas que en algún momento hicieron parte del desarrollo de esta práctica con proyección empresarial.

## RESUMEN

La accidentalidad en vial es la segunda causa de muerte violenta en el país, dejando cifras de siniestros bastante altas no solo en vías rurales también en vías urbanas, así que este trabajo de grado nace con el propósito de encontrar los sectores más álgidos de accidentalidad vial en la ciudad de Tunja.

En el documento se aprecia trabajo e indagación para la estructuración de mapas de riesgos de accidentes de tránsito en las zonas urbanas con objetivos de visualizar y presentar a la población, especialmente urbana, los lugares con riesgos para sufrir accidentes y se tomen las mayores prevenciones aplicado sobre la ciudad de Tunja, estructura realizada con aplicación de los Sistemas de Información Geográfico (SIG), y en donde se plantea una metodología fundamentada bajo los 3 pilares: recolección de la información, creación de una base de datos y análisis espacial de la información.

La Secretaria de Tránsito y Transporte de la ciudad de Tunja, La Policía de Tránsito y Transporte de Tunja y el Instituto Nacional de Medicina legal, suministra información secundaria, para el desarrollo del mismo trabajo, con fundamentación en el análisis espacial que aporta elementos y factores que determinan variables espacio temporales.

En lugares donde se concentra gran parte accidentalidad se espera que La Secretaria de Tránsito y Transporte de la ciudad de Tunja, tome medidas prioritarias para la reducción de estos, se evidencia que los sectores más críticos son vías arteriales y colectoras.

Los motociclistas y peatones son los actores más vulnerables, quienes poseen una tasa alta de morbilidad y mortalidad, cifra que no se ha logrado reducir, donde los jóvenes entre 20 y 29 años son los más vulnerables

En este documento se aprecia un análisis de los 1789 accidentes registrados durante los años 2015, 2016 hasta junio de 2017, con respecto a gravedad, clase de accidente, mes, día, etc.

**Palabras claves:** Accidentalidad, accidentes, Análisis Espacial, densidad, actores viales, sectores críticos.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	17
1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.....	18
1.2 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS .....	18
1.2.1 Objetivo general:.....	18
1.2.2 Objetivos específicos .....	18
2. MARCO TEÓRICO .....	20
2.1 CIUDAD SANTIAGO DE TUNJA .....	20
2.2. DATOS DEMOGRÁFICOS .....	21
2.3 DISTRIBUCIÓN ETARIA .....	22
2.4 ASPECTOS GENERALES DE LA ACCIDENTALIDAD .....	24
2.4.1 clasificación por gravedad.....	25
2.4.2 clasificación por clase de accidente .....	25
2.4.3 Seguridad vial .....	25
2.4.4 Accidentalidad a nivel nacional .....	26
2.4.5 Factores causantes de los accidentes de transito .....	31
2.4.6 Fases del accidente de transito .....	32
2.4.7 Informes policiales de accidentes de tránsito (IPAT) .....	34
3. MARCO CONCEPTUAL DE LOS ANALISIS ESPACIALES Y LOS SIG .....	35
3.1 GENERALIDADES DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG) .....	35
3.2 EL ANÁLISIS ESPACIAL Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA (SIG) COMO TÉCNICA E INSTRUMENTO DE ANÁLISIS EN INVESTIGACIÓN.....	36
3.2.1 Modelos de análisis espaciales.....	37
4. METODOLOGÍA .....	40
4.1 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	41
4.2 CREACION DE LA BASE DE DATOS.....	44
4.3 ANALISIS DE DATOS .....	49

4.4 GEORREFERENCIACION DE LA ACCIDENTALIDAD .....	57
5. TRATAMIENTOS DE MODELOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA EN ACCIDENTALIDAD VIAL CUIDAD DE TUNJA .....	58
5.1 ACCIDENTALIDAD VIAL AÑO 2015 .....	58
5.2 ACCIDENTALIDAD VIAL AÑO 2016 .....	62
5.3 ACCIDENTALIDAD VIAL AÑO 2017 .....	66
5.4 ACCIDENTALIDAD VIAL TUNJA .....	70
6. SECTORES DE ALTO, MEDIO-ALTO Y MEDIANA ACCIDENTALIDAD EN LA CUIDAD DE TUNJA .....	75
7. ACCIDENTES DE TRÁNSITO CON MOTOCICLETA EN LA CIUDAD DE TUNJA: ANÁLISIS MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) 103	
7.1 MAPAS DE ALTO RIESGO DE ACCIDENTALIDAD DE MOTOCICLISTAS .	108
7.2. SOCIALIZACION DEL ANALISIS ESPACIAL DE ACCIDENTALIDAD CON MOTOCICLETA.....	114
8. CONCLUSIONES .....	116
9. RECOMENDACIONES .....	117

## LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
<b>Gráfica 1.</b> Participación de los sectores según las unidades económicas .....	21
<b>Gráfica 2.</b> Población total de Tunja 1951-2018 .....	22
<b>Gráfica 3.</b> Estructura de la población por sexo y grupo de edad.....	23
<b>Gráfica 4.</b> Proyecciones de población de la ciudad de Tunja 2015 – 2020.....	23
<b>Gráfica 5.</b> <i>Condición Víctimas Fatales</i> .....	27
<b>Gráfica 6.</b> Accidentalidad por Departamento .....	28
<b>Gráfica 7.</b> Víctimas fatales por edad .....	29
<b>Gráfica 8.</b> Condición de los lesionados en el año 2017 .....	29
<b>Gráfica 9.</b> Edad de los lesionados en el año 2017 .....	30
<b>Gráfica 10.</b> Condición de las víctimas fatales en el año 2017 .....	30
<b>Gráfica 11.</b> Edad de víctimas fatales en el año 2017 .....	31
<b>Gráfica 12.</b> Accidentes por año .....	50
<b>Gráfica 13.</b> Clasificación de accidentes según gravedad.....	51
<b>Gráfica 14.</b> Tasa de mortalidad y morbilidad accidentalidad Tunja .....	52
<b>Gráfica 15.</b> Accidentalidad discriminada por mes .....	52
<b>Gráfica 16.</b> Accidentalidad discriminada por día .....	53
<b>Gráfica 17.</b> Accidentalidad discriminada por clase.....	53
<b>Gráfica 18.</b> Accidentalidad discriminada por choque con.....	54
<b>Gráfica 19.</b> Clase de vehículo involucrado en distribución de víctimas fatales .....	54
<b>Gráfica 20.</b> Distribución de víctimas fatales por género .....	55
<b>Gráfica 21.</b> Distribución de víctimas fatales por edad .....	55
<b>Gráfica 22.</b> Distribución de lesionados por género.....	56
<b>Gráfica 23.</b> Distribución de lesionados por edad.....	56
<b>Gráfica 24.</b> Tasa de mortalidad y morbilidad de motociclistas .....	104
<b>Gráfica 25.</b> Accidentalidad discriminada por edad de motociclistas .....	104
<b>Gráfica 26.</b> Accidentalidad discriminada por clase en motocicleta.....	105
<b>Gráfica 27.</b> Accidentalidad discriminada por mes en motocicleta .....	106
<b>Gráfica 28.</b> Sectores críticos de accidentalidad en motocicleta según el plan local de seguridad vial.....	107
<b>Gráfica 29.</b> Análisis multitemporal de accidentalidad en motocicleta para los años 2015, 2016 y hasta junio de 2017 .....	108

## LISTA DE IMAGENES

	Pág.
<b>Imagen 1.</b> Municipio de Tunja .....	20
<b>Imagen 2.</b> Ilustración de la densidad punto .....	38
<b>Imagen 3.</b> Ilustración de la densidad Kernel .....	39
<b>Imagen 4.</b> Proceso metodológico .....	41
<b>Imagen 5.</b> Informes Policiales de Accidentes de Tránsito .....	42
<b>Imagen 6.</b> Base de datos policía de tránsito y transporte.....	43
<b>Imagen 7.</b> Formato IPAT .....	44
<b>Imagen 8.</b> Desacuerdo diligenciamiento dirección .....	45
<b>Imagen 9.</b> Omisión diligenciamiento gravedad.....	45
<b>Imagen 10.</b> Omisión diligenciamiento clase de accidente .....	46
<b>Imagen 11.</b> Carencia de criterio para el diligenciamiento del IPAT .....	46
<b>Imagen 12.</b> Capacitación agentes de tránsito .....	49
<b>Imagen 13.</b> Georreferenciación de la accidentalidad .....	57
<b>Imagen 19.</b> Reunión Líderes de Motociclistas en la Ciudad de Tunja .....	114
<b>Imagen 20.</b> Ponencia accidentes de tránsito con motocicleta en la ciudad de Tunja .....	115

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Cifras de Fallecidos en Accidentes de Tránsito 2005-2017 .....	27
<b>Tabla 2.</b> Víctimas fatales por departamento y sexo .....	28
<b>Tabla 3.</b> Enfoque sistémico multicriterio, multicausal. Matriz de Haddon .....	33
<b>Tabla 4.</b> Modelos análisis espaciales. ....	37
<b>Tabla 5.</b> Base de datos secretaria de tránsito de Tunja parte 1 .....	47
<b>Tabla 6.</b> Base de datos secretaria de tránsito de Tunja parte 2 .....	48
<b>Tabla 7.</b> Número de accidentes por año.....	50
<b>Tabla 8.</b> Distribución de accidentes según gravedad. ....	51

## LISTA DE MAPAS

	Pág.
<b>Mapa 1.</b> Distribución espacial de los accidentes del año 2015.....	59
<b>Mapa 2.</b> Análisis espacial densidad punto 2015.....	60
<b>Mapa 3.</b> Análisis espacial densidad Kernel 2015.....	61
<b>Mapa 4.</b> Distribución espacial de los accidentes del año 2016.....	63
<b>Mapa 5.</b> Análisis espacial densidad punto 2016.....	64
<b>Mapa 6.</b> Análisis espacial densidad Kernel 2016.....	65
<b>Mapa 7.</b> Distribución espacial de los accidentes del año 2017.....	67
<b>Mapa 8.</b> Análisis espacial densidad punto 2017.....	68
<b>Mapa 9.</b> Análisis espacial densidad Kernel 2017.....	69
<b>Mapa 10.</b> Distribución espacial de los accidentes viales .....	72
<b>Mapa 11.</b> Análisis espacial densidad punto.....	73
<b>Mapa 12.</b> Análisis espacial densidad Kernel .....	74
<b>Mapa 13.</b> Sector de alto riesgo de accidentalidad av. oriental x carrera 11 (Sector Los Hongos).....	76
<b>Mapa 14.</b> Sector de alto riesgo de accidentalidad av. oriental x calle 15 (Sector Terminal).....	77
<b>Mapa 15.</b> Sector de alto riesgo de accidentalidad carrera 14 x calle 17 (Sector Los Tiestos) .....	78
<b>Mapa 16.</b> Sector de alto riesgo de accidentalidad carrera 10 x calle 24 (Sector Las Nieves).....	79
<b>Mapa 17.</b> Sector de alto riesgo de accidentalidad carrera 10 x Calle 32 (Sector Glorieta Norte) .....	80
<b>Mapa 18.</b> Sector de alto riesgo de accidentalidad av. colón x calle 27 (Sector Hospital).....	81
<b>Mapa 19.</b> Sector de alto riesgo de accidentalidad av. norte x calle 37 (Sector La Sexta) .....	82
<b>Mapa 20.</b> Sector de alto riesgo de accidentalidad av. norte x calle 42 (Sector Entrada Barrio Santa Inés) .....	83
<b>Mapa 21.</b> Sector de alto riesgo de accidentalidad av. norte x calle 47 (Sector Centro Norte) .....	84
<b>Mapa 22.</b> Sector de alto riesgo de accidentalidad av. norte x calle 63 (Sector Entrada Barrio Asís).....	85
<b>Mapa 23.</b> Sector de alto riesgo de accidentalidad av. norte x calle 66 (Sector Entrada Barrio Los Muiscas).....	86
<b>Mapa 24.</b> Sector de alto riesgo de accidentalidad carrera 8 x calle 22 (Sector La Brigada) .....	87
<b>Mapa 25.</b> Sector de alto riesgo de accidentalidad carrera 11 x calle 22 (Sector Parque Santander).....	88

<b>Mapa 26.</b> Sector de alto riesgo de accidentalidad carrera 8 x calle 25 (Sector Parque Pinzón) .....	89
<b>Mapa 27.</b> Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad av. Oriental x calle 22 (Sector Bomberos).....	90
<b>Mapa 28.</b> Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad av. oriental x calle 7 sur (Sector Plaza de Mercado Sur).....	91
<b>Mapa 29.</b> Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad diagonal 38 (Sector Entrada Barrio La María) .....	92
<b>Mapa 30.</b> Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad carrera 14 x diagonal 38 (Sector Entrada Barrio La Fuente).....	93
<b>Mapa 31.</b> Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad av. colón x carrera 11 (Sector Universidad Juan de Castellanos).....	94
<b>Mapa 32.</b> Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad av. universitaria x calle 41 (Sector Unicentro).....	95
<b>Mapa 33.</b> Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad av. norte x calle 53 (Sector Concesionarios) .....	96
<b>Mapa 34.</b> Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad av. norte x calle 78 (Sector Entrada Barrio Manantial).....	97
<b>Mapa 35.</b> Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad carrera 15 x calle 17 (Sector Cinco Esquinas) .....	98
<b>Mapa 36.</b> Sector de mediano riesgo de accidentalidad av. universitaria x calle 75 (Sector Green Hills) .....	99
<b>Mapa 37.</b> Sector de mediano riesgo de accidentalidad av. universitaria x calle 32 (Sector Glorieta Gobernador).....	100
<b>Mapa 38.</b> Sector de mediano riesgo de accidentalidad av. universitaria x calle 25 (Sector Viaducto) .....	101
<b>Mapa 39.</b> Sector de mediano riesgo de accidentalidad calle 15 (Sector Av. Patriotas) .....	102
<b>Mapa 40.</b> Av oriental - Cra 11 (sector los hongos).....	109
<b>Mapa 41.</b> Av. Oriental – Cl 15 (Sector Terminal de Transporte).....	110
<b>Mapa 42.</b> Glorieta Norte .....	111
<b>Mapa 43.</b> Av. Norte – Cl 47 (Sector Centro Norte) .....	112
<b>Mapa 44.</b> Av. Norte – Cl 66 (Sector Los Muiscas).....	113

## GLOSARIO

**Accidente de Tránsito:** Es un evento aquel que ocurre sobre una vía de manera inesperada por varios factores humanos, mecánicos o climatológicos.

**Análisis:** Fase del proceso estadístico en la que se examina la consistencia y coherencia de la información consolidada y se generan los productos definidos en el diseño.

**Análisis Espacial:** Es el proceso de crear o extraer información geográfica a través de un conjunto de elementos con el fin de evaluar adaptabilidad, capacidad, estimaciones, predicciones o interpretaciones de fenómenos espaciales.

**Arcgis Desktop:** Software de la empresa ESRI utilizado para procesamiento, edición y producción de información geográfica y análisis espacial.

**Base de datos:** Es un conjunto de datos interrelacionados entre sí, que se utilizan para la obtención de información de acuerdo con el contexto de los mismos y que son almacenados sistemáticamente para su posterior uso.

**Big data:** Se refiere a las grandes cantidades de datos digitales generados continuamente por la población mundial.

**Buffer (Área de influencia):** Es el área (polígono) que resulta de la extensión de una distancia a partir de un punto o línea en forma radial.

**Densidad de Muertes por Accidentes de Tránsito:** Es el número de muertes por accidentes de tránsito ocurridas, dividida por el área, zona, sitio o tramo de vía donde ocurren. Indica el número de muertes que ocurren por unidad de distancia u área.

**Dato:** Característica expresada numéricamente que constituye un referente o una expresión mínima del contenido sobre algún tema particular obtenido a través de la observación o medición.

**Depuración:** Proceso mediante el cual se identifica y corrigen errores en la información para una mejor administración de la misma.

**Espacializar:** Convertir información no cartográfica, alfa-numérica, a información geográfica a través de la Geocodificación. A diferencia de georeferenciar donde se asignan sistemas de coordenadas a productos cartográficos como fotografías aéreas, imágenes satelitales, etc.

**Exactitud:** Grado en que los resultados de la operación estadística se aproximan y describen correctamente las cantidades o las características que se desean medir.

**Geocodificación:** Proceso mediante el cual se asigna coordenadas geográficas a la información alfa-numérica a través de códigos como la dirección domiciliaria entre otros.

**INML:** Instituto Nacional de Medicina Legal, es un establecimiento público el cual presta los servicios forenses a la comunidad y a la administración de justicia sustentados en la investigación científica.

**Indicador:** Es una expresión cualitativa o cuantitativa observable, que permite describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad a través del establecimiento de una relación entre dos o más variables, la que comparada con periodos anteriores, productos similares o una meta o compromiso, permite evaluar el desempeño y su evolución en el tiempo.

**IPAT:** Informe de Accidentes de Tránsito, es un informe que se debe diligenciar cuando se evidencia un accidente de tránsito.

**Magna – Sirgas:** Marco Geocéntrico Nacional de Referencia y Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas producto de la densificación de una red de estaciones GNSS de alta precisión en el área continental.

**Modelo:** Es una abstracción de la realidad construido a partir de un análisis y una predicción de información a través de técnicas como interpolación, entre otras.

**Patrón puntual:** Permite analizar la tendencia de un grupo de información puntual a través de análisis estadísticos con el fin de determinar agrupamientos o dispersión de la información.

**Peatón:** Persona o individuo que transita a pie en una vía.

**Predicción:** Técnica estadística para pronosticar o estimar una situación futura con información temporal anterior a través de análisis estadísticos.

**Procesamiento de datos:** Tratamiento realizado sobre los datos a fin de obtener información de acuerdo con un conjunto de reglas dado.

**Sistema de Información Geográfica:** Tecnología que reúne un Conjunto de Datos, Software, Hardware, Personal y Procedimientos para el análisis, creación, almacenamiento, edición, visualización y distribución de información geográfica.

**Susceptibilidad:** “Referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado espacio geográfico” Soldano, Álvaro, Conceptos sobre Riesgo, 2009.

**Punto caliente:** Es un indicador de un valor altamente significativo dentro de un análisis espacial o que ocurre con mayor frecuencia dentro de una zona dada.

**STT:** Secretaria de tránsito y transporte es una entidad pública que garantiza una adecuada organización, planificación y control relacionados con tránsito y transporte para asegurar el cumplimiento de las normas legales vigentes.

**Tasa de mortalidad:** Está dada por la cantidad de personas que mueren por una causa específica en un periodo de tiempo dentro de una población.

**Zona Urbana:** Se puede definir como la zona específica dentro de un municipio donde se concentra la mayor parte de la población y el desarrollo urbanístico del mismo.

**Zona Crítica:** Zona susceptible a un evento específico lo cual produce riesgo.

## INTRODUCCIÓN

La accidentalidad de tránsito es un problema espacio temporal, existe el riesgo de que ocurra en cualquier lugar y en cualquier momento, de ahí que involucra a personas y bienes y aún no se reconoce, este riesgo se manifiesta en forma continua que las comunidades lo contemplan como cotidiano por lo que no es considerado como un problema público, según la Agencia Nacional de Seguridad Vial la accidentalidad tomada más víctima que las epidemias; se convierten en la segunda causa de muerte violenta en Colombia generando que este problema sea de salud pública.

Bien sea para ir al trabajo, colegio, universidad, o algún otro, se realiza este viaje en algún modo ya sea, en moto, carro, caminando, inclusive usando un sistema de transporte público, con la intención de cumplir con las labores. Es ahí cuando la accidentalidad vial juega un papel muy importante.

El ministerio de transporte, pretende reducir la accidentalidad y el número de víctimas fatales, para el 2018 en un 8% y para el 2016 en un 26%, para cumplir con este reto, en el plan nacional de desarrollo y la ley 1072 de 2013 crea la agencia nacional de seguridad vial.

Es por esto que surge la necesidad de trabajar e investigar en la estructuración de mapas de riesgos de accidentes de tránsito en las zonas urbanas que visualicen y presenten a esas comunidades los lugares con riesgos para sufrir accidentes y se tomen las mayores prevenciones y en el caso del presente trabajo se aplica para la ciudad de Tunja, estructura realizada con aplicación de los Sistemas de Información Geográfico (SIG), y en donde se plantea una metodología fundamentada bajo los 3 pilares: recolección de la información, creación de una base de datos y análisis espacial de la información.

El método se cimienta y se trabaja con información extraída directamente de los Informes de Policía de Accidentes de Tránsito de la Secretaría de Tránsito de Tunja, junto con las bases de datos de la Policía Nacional de Tránsito y Transporte de Tunja y la información del Instituto Nacional de Medicina Legal, INML. Con ello nace una serie de pasos para poder establecer los sectores más álgidos de accidentalidad en la ciudad. En donde se encontraron sectores representativos que conforman la red vial principal de la ciudad, como lo son la avenida Oriental y avenida Norte, vías que actualmente se encuentran concesionadas por el consorcio Solarte y Solarte.

## **1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO**

### **JUSTIFICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

La Secretaría de Tránsito de Tunja, tiene como misión, apoyar la función pública municipal, mediante la formulación de políticas y programas que garanticen una adecuada organización, planificación y control relacionadas con el tránsito, en lo pertinente a la movilización de pasajeros y todo tipo de carga, mediante la utilización de medios técnicos, terrestres, de naturaleza privado o público, que aseguren el cumplimiento estricto de las normas legales vigentes, con énfasis en el mejoramiento permanente de la prevención, atención, aseguramiento y seguridad vial.

Desarrollar un método con objetivos de estructurar mapas de riesgo de la accidentalidad de tráfico apoya el observatorio de Seguridad vial de los municipios para lograr la visibilidad hacia la población de lugares que poseen los mayores riesgos de sufrir accidentes

De acuerdo con lo anterior, el desarrollo de esta práctica empresarial prestará un servicio profesional como practicante en el área de tránsito, con el fin de analizar la accidentalidad vial de la ciudad de Tunja, para esto necesitará la creación de una base de datos acorde a las necesidades del municipio.

### **1.2 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS**

#### **1.2.1 Objetivo general:**

Conformar una base de datos mediante información secundaria proporcionada por la policía nacional de los años 2015, 2016 y lo transcurrido del 2017, con finalidad de realizar un análisis de accidentalidad mediante los sistemas de información geográfica (SIG)

#### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Crear una base de datos en la secretaria de transito referente a la accidentalidad vial, clara y concisa para la manipulación de esta información.
- Enfatizar los sistemas de información geográfica (SIG), para el análisis de la accidentalidad vial en Tunja.

- Establecer y describir las zonas de mayor condición en accidentalidad en la ciudad de Tunja
- Generar elementos visuales (mapas, planos, etc.) que evidencien los puntos críticos y zonas que se encuentran es riesgo de vulnerabilidad.

## 2. MARCO DE REFERENCIA

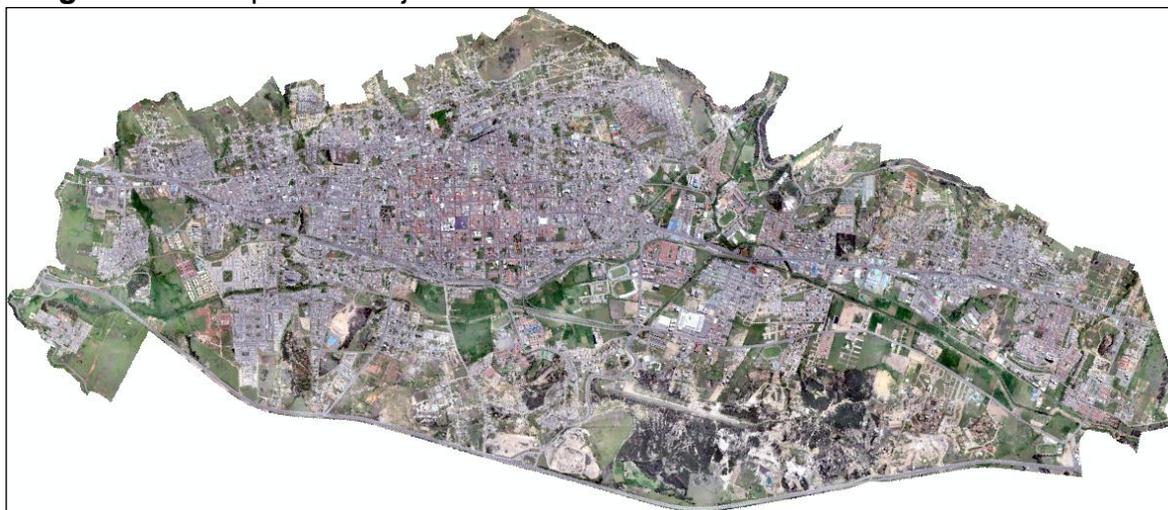
### 2.1 CIUDAD SANTIAGO DE TUNJA

La ciudad de Tunja, capital del departamento de Boyacá, se encuentra ubicada sobre la cordillera oriental, con coordenadas 5°32'25"N 73°21'41"O, con una extensión aproximada de 121.4 km<sup>2</sup>, con alturas que varían desde los 2.700 m.s.n.m. hasta 3.150 m.s.n.m. y una temperatura promedio de 13°C. Cuenta con una población de 195.496 habitantes, con una densidad 1656,75 hab/km<sup>2</sup> (Imagen 1)

En su área rural se encuentra dividido en 10 veredas: Barón Gallero, Barón Germania, Chorroblando, El Porvenir, La Esperanza, La Hoya, La Lajita, Pigua, Runta y Tras del Alto; en el área urbana dividida por 8 comunas: Extremo Norte, Noroccidental, Nororiental, Occidental, Centro Histórico, Suroccidental, Oriental y Suroriental.

Limita con al norte con los municipios de Motavita y Combita, al oriente con los municipios de Oicatá, Chivatá y Boyacá, por el sur con Ventaquemada y por el Occidente con los municipios de Samacá, Cucaita y Sora<sup>1</sup>.

**Imagen 1.** Municipio de Tunja



Fuente: imagen (Ortofoto) suministrada por la Secretaria de Tránsito de Tunja.

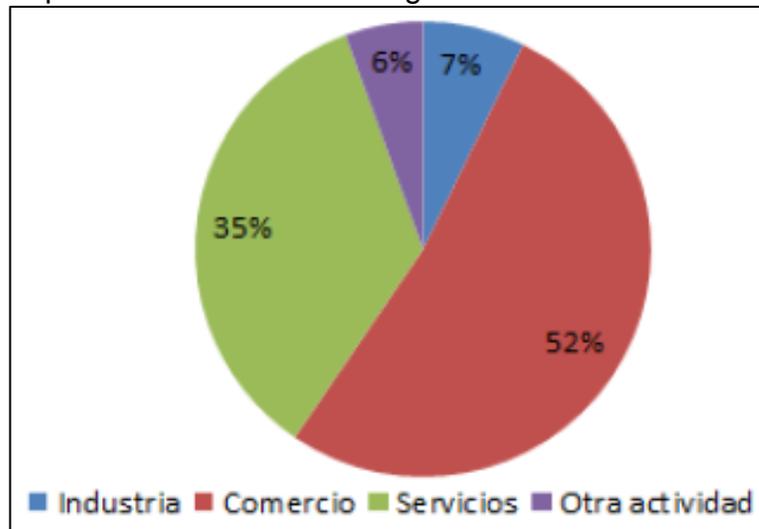
Con datos socioeconómicos en Tunja (Gráfica 1), se realizan prioritariamente actividades del sector terciario en donde el comercio y los servicios suman más

---

<sup>1</sup> Municipio de Tunja. Plan de Desarrollo Municipal "hechos de verdad. Por un Tunja más humana, saludable, segura y sostenible 2012-2015. 9 p.

del 0% de las unidades económicas y señalan la orientación y vocación de la ciudad<sup>2</sup>, como se muestra en el gráfico.

**Gráfica 1.** Participación de los sectores según las unidades económicas



Fuente: DANE, Censo Nacional de Hogares. 2005.

La educación juega un papel fundamental en las ocupaciones de la ciudad de Tunja, que incluso triplica los resultados observados para el caso de Bogotá y del país y que se explica con la significativa presencia de instituciones de educación a nivel secundario y universitario y que responde a la categorización como ciudad universitaria.

De acuerdo con las cifras de las Encuestas Origen-Destino realizadas en el 2012, aproximadamente el 47% de los hogares en el casco urbano del Municipio pertenecen a los estratos 1 y 2, otro 43% pertenece al estrato 3 y menos del 10% de los hogares están considerados como estrato 4 o 5<sup>3</sup>.

## 2.2. DATOS DEMOGRÁFICOS

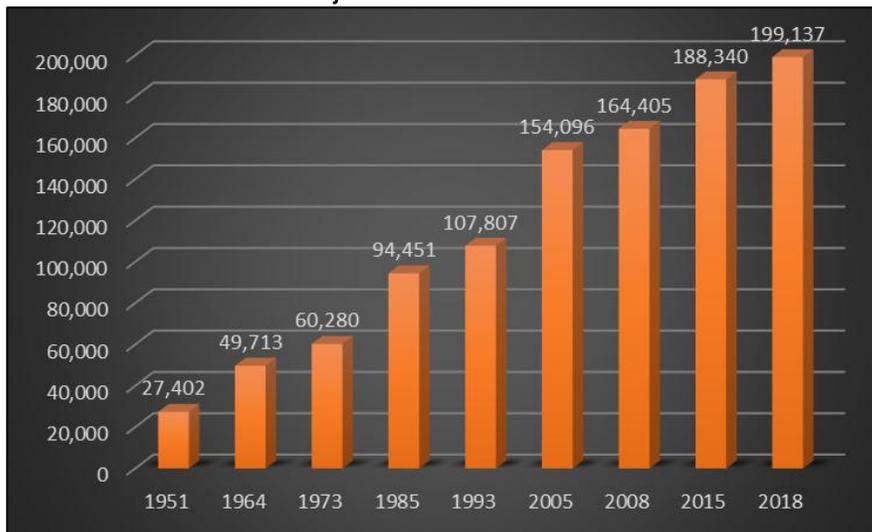
Dentro del sistema urbano colombiano, Tunja se ubica en las ciudades de tercer orden (población entre 100 mil y 500 mil habitantes), con un estimado actual de 199.137 habitantes de acuerdo con las proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) para el año 2018. A su vez, se localiza en el área de influencia de Bogotá, dadas las relaciones económicas, sociales y demográficas que se han establecido, favorecidas por la cercanía entre estas dos ciudades (120 km).

<sup>2</sup> Municipio de Tunja. “Tunja, modelo de innovación en movilidad segura e incluyente” Plan de seguridad vial 2016-202. 82 p.

<sup>3</sup> Municipio de Tunja. “Tunja, modelo de innovación en movilidad segura e incluyente” Plan de seguridad vial 2016-202. 13 p.

Según los datos existentes, se puede afirmar que Tunja ha experimentado en los últimos años un aumento constante de su población. (Gráfica 2) aprecia el crecimiento demográfico sucedido en la ciudad en los años censales y la proyección para el 2018.

**Gráfica 2.** Población total de Tunja 1951-2018



Fuente: elaboración propia con base en informaciones del DANE

Con referencia al crecimiento demográfico de la ciudad, entre los años 1985 y 2005 se registró una tasa promedio de crecimiento de 0,13%. Desde el 2008 hasta el 2018 una tasa promedio del 3%. Se espera que para el año 2020 esta cifra se reduzca a 0,09%, hecho que estaría relacionado con indicadores como la natalidad y la migración.

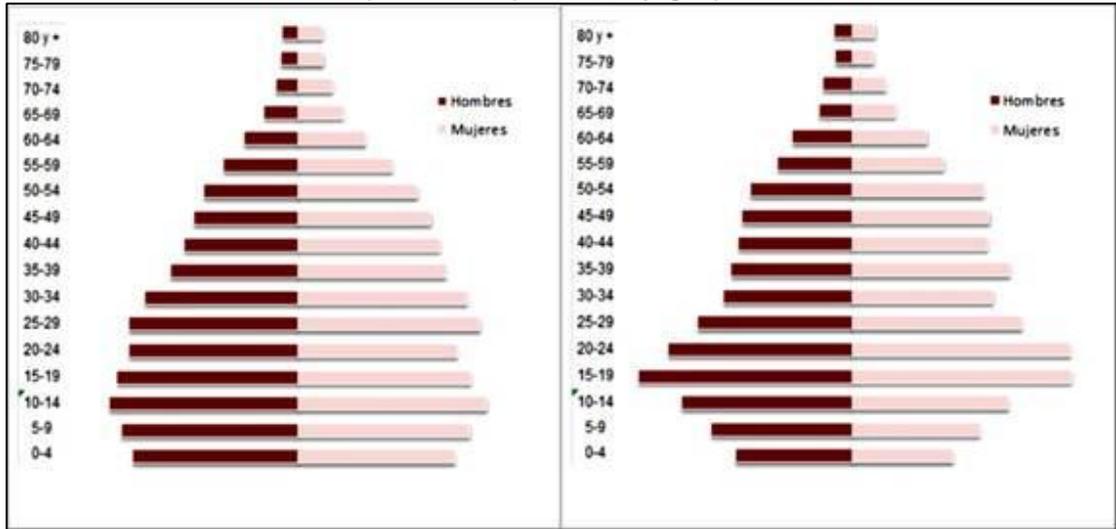
Los datos disponibles para el año 2018 indican que la ciudad ha registrado una tasa de crecimiento natural del orden de 2,2% anual en la última década, levemente superior a la registrada en Colombia (1,16%) y en el departamento (0,91%). La tasa de natalidad se ubica en un 32,8%, mientras que la de mortalidad es de 8,9%.

### **2.3 DISTRIBUCIÓN ETARIA**

Para el 2012, según los resultados de las encuestas domiciliarias, el porcentaje de mujeres es del 52.9%. El porcentaje de personas mayores de 65 años es del 5.7% y el de personas entre 40 y 64 es del 27.1% (Gráfica 3).

Según los resultados obtenidos de la encuesta domiciliaria, en el año 2012 se tiene una población de 173.216 (muy similar a la proyectada por el DANE para el área urbana para ese mismo año: 170.248).

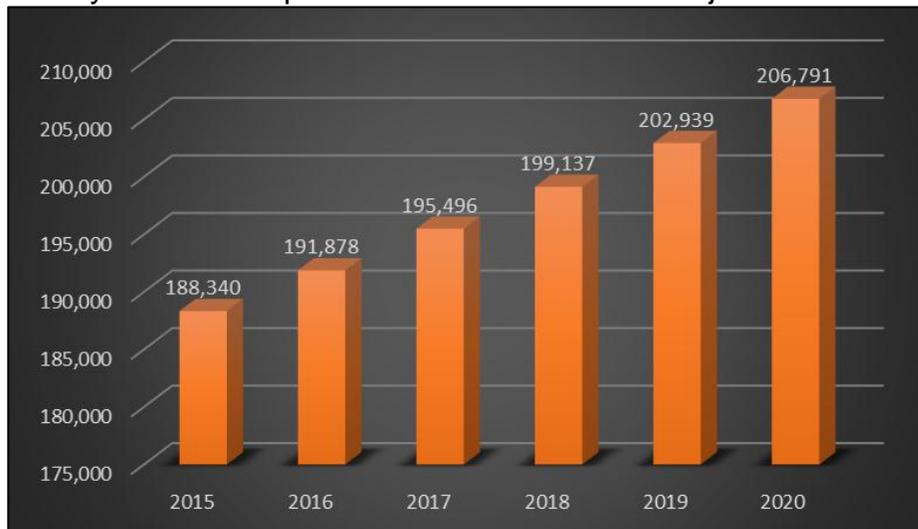
**Gráfica 3.** Estructura de la población por sexo y grupo de edad



Fuente: Fuente: elaboración propia a partir de las proyecciones DANE – 2012 y EOD Tunja - Convenio 010 de 2012

De acuerdo con las proyecciones de este estudio, se espera que para el año 2015 la población comprendida entre los 0 y 54 años se acerque a las 160.000 personas, con un porcentaje del 85.3%.

**Gráfica 4.** Proyecciones de población de la ciudad de Tunja 2015 – 2020



Fuente: Fuente: elaboración propia a partir de las proyecciones DANE (2015-2020)  
 Se muestran las proyecciones del DANE (Gráfica 4) establecidas para la ciudad en el periodo entre el 2015 y el 2020. Se espera que en el año 2020 se alcancen los 206.827 habitantes. Se proyecta que el área urbana siga atrayendo la mayor

parte de la población, pues para el 2020 se estima en 199.008 el número de personas que se localicen en esta zona de la ciudad.

En el caso del área rural, se pasará de 7.786 habitantes en el 2015 a 7.818 al finalizar la segunda década del siglo XXI, sin embargo, el crecimiento de este segmento de la población no será igual que el del área urbana y su participación se reducirá del 4,1% (2015), para finalmente situarse en el orden del 3,7% en el año 2020.

## 2.4 ASPECTOS GENERALES DE LA ACCIDENTALIDAD

En este capítulo se describen las definiciones claves en la investigación para su comprensión.

**Accidentalidad.** La accidentalidad es una problemática fundamental en esta investigación, razón por la cual es preciso identificar las formas en que se aprecia y el procedimiento para registrar la información cuando se presentan accidentes. En la labor de registro en campo es la policía nacional representada en su cuerpo especializado de carreteras la encargada cuando el accidente ocurre en una carretera nacional o por fuera del perímetro urbano. Por organismos de tránsito municipales o distritales habilitados por el ministerio de transporte, si el siniestro sucede en la jurisdicción de un municipio o capital de distrito donde no existe organismo de tránsito municipal o distrital, o en donde el organismo de tránsito departamental tenga sede operativa habilitada por el ministerio de transporte. Estos diligencian el denominado “informe Policial de Accidentes de Tránsito” (IPAT) y realizan el respectivo reporte al Registro Nacional de Accidentes de Tránsito.

**Accidente.** De conformidad con el artículo segundo. Definiciones de la ley 769 de 2002 Código Nacional de Tránsito: el accidente de tránsito es un “evento, generalmente involuntario, generado por al menos un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados en él, e igualmente afecta la norma 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<sup>4</sup>. Los siguientes son los tipos de accidentes que se registran.

---

<sup>4</sup>Ministerio de Transporte. Informe policial de accidentes de tránsito (IPAT), su manual de diligenciamiento y se dictan otras disposiciones. Resolución No. 0011268 de 2012. Colombia. 6 de diciembre 2012. 18 p.

#### **2.4.1 clasificación por gravedad**

Al momento de presentarse un accidente de tránsito, el agente se ve en la obligación de clasificar el accidente dependiendo la gravedad, en los IPAT. La gravedad se clasifica en 3 partes:

Los accidentes sólo daños, este tipo de gravedad se produce cuando el choque vehicular solo genera daños materiales, con heridos cuando en el accidente implican heridos y daños materiales y con muertos, cuando se presentan víctimas fatales, en esta gravedad puede haber heridos y también daños materiales.

#### **2.4.2 clasificación por clase de accidente**

**Choque.** Es el encuentro violento entre dos o más vehículos, o entre un vehículo y un objeto fijo.

**Atropello.** Accidente en el un peatón es objetivo de un impacto por un vehículo.

**Volcamiento.** Es el hecho primario en el cual el vehículo pierde su posición normal durante el accidente y puede quedar de manera lateral o longitudinal; siempre sus llantas deben perder el contacto con la superficie de la vía, en ambos casos se marca el volcamiento.

**Caída ocupante.** Se refiere a la caída de un usuario, conductor o pasajero desde un vehículo hacia el exterior, interior o dentro del mismo; cerciórese que la caída no sea por el efecto de un choque o volcamiento.

**Incendio.** Hace referencia a aquellos casos en que el vehículo se incendia sin que exista un accidente previo.

**Otro.** Se refiere a aquel accidente no asimilable dentro de las cinco situaciones anteriores.

#### **2.4.3 Seguridad vial**

Es el proceso de preservación de la vida, la salud y los bienes de las personas, a través de la amortización de la convivencia en las actividades del transporte. Tal definición expresa abiertamente que la seguridad vial puede ser entendida como un atributo positivo de las actividades del transporte, mirada que complementa y no trasciende la aproximación habitual que se tiene, se cree que la seguridad vial no existe, observada en ámbitos tales como la conceptualización de la

accidentalidad negativa el transporte, o la utilización frecuente de frases alusivas a “el problema de la inseguridad vial”<sup>5</sup>.

Se han realizado bastantes estudios en seguridad vial, especialmente a finales de la década de los ochenta y a principios de los noventa del siglo pasado, en donde la gran mayoría de estos estudios han conseguido un formato similar de análisis, que consiste en recoger los datos relacionados con los tres elementos clásicos que intervienen en la ocurrencia de los accidentes, y determinar luego los “puntos negros o críticos”, que tienen un índice de ocurrencia estadísticamente significativo<sup>6</sup>.

El objetivo de estos estudios es encontrar cuál de los tres factores (humano, vehículo y vía), le pertenece la responsabilidad para poder formular correctivos hacia la accidentalidad.

#### **2.4.4 Accidentalidad a nivel nacional**

En Colombia el 40% de los accidentes son causados por el exceso de velocidad, los principales afectados son peatones, motociclistas y ciclistas, el 83% de estos accidentes ocurren por negligencias de los conductores.

Siendo el motociclista es el actor más vulnerable teniendo el 48% de la mortalidad incluyendo sus acompañantes, cifras elevadas también con los peatones.

El Ministerio de Transporte, pretende reducir la accidentalidad y el número de víctimas fatales, para el 2018 se quiere disminuir un 8% y para el 2021 un 26%. Para llegar a este objetivo el Ministerio ha creado la Agencia Nacional de Seguridad Vial.

La Agencia Nacional de Seguridad Vial en su plan de acción y seguimiento del Plan Nacional de Seguridad Vial en Colombia se basa en cuatro pilares: Gestión institucional, comportamiento humano, atención y rehabilitación de víctimas, infraestructura y vehículos.

En el 2017 se registraron 38.073 lesionados, de los cuales el 60.77% corresponde a hombres y el 39.23% a mujeres, en el 2016 se registraron 41.777 el 62.22% hombres y el 37.78% mujeres, con este indicador se puede establecer una reducción del 8.9% de lesionados.

---

<sup>5</sup> CERQUERA Escobar, Flor Ángela y PÉREZ Buitrago, Gonzalo. Accidentalidad y seguridad vial. UPTC. Tunja. 2006.

<sup>6</sup> CERQUERA Escobar F.A. Análisis espacial de los accidentes de tráfico en Bogotá D.C. Fundamentos de investigación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia. 2015.

**Mortalidad en Colombia.** Según el Observatorio Nacional de Seguridad Vial (ONSV) desde el 2005 hasta el 2017 se tiene un total de 77.238 de víctimas fatales (Tabla 1), siendo febrero del 2005 el mes con menor cifra 318 y diciembre de 2015 con la mayor cifra, 680 muertos en accidentes de tránsito. Sin embargo, el año con mayores víctimas fatales fue el 2016 dejando un saldo de 7152 víctimas. Cada 77 minutos fallece una persona en las calles y carreteras de Colombia.

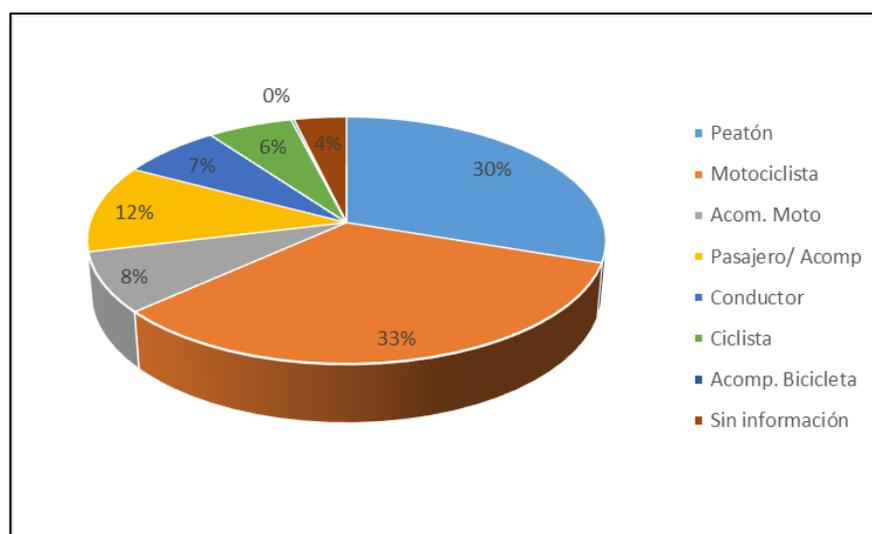
**Tabla 1.** Cifras de Fallecidos en Accidentes de Tránsito 2005-2017

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
2005	421	318	410	391	357	408	468	417	384	381	386	474	4815
2006	435	366	410	423	396	401	505	467	496	501	419	490	5309
2007	462	440	437	411	391	509	449	422	492	381	443	553	5390
2008	456	425	443	414	534	447	441	466	419	425	451	495	5416
2009	451	448	468	456	532	513	466	514	453	461	478	509	5749
2010	542	406	513	484	471	450	514	450	436	454	443	507	5760
2011	499	446	463	467	490	452	521	468	441	487	470	569	5773
2012	492	480	481	513	494	531	502	484	509	485	483	625	6079
2013	533	421	566	494	541	535	515	468	529	458	526	609	6195
2014	529	457	547	491	444	534	497	585	539	528	549	626	6326
2015	550	500	589	520	610	581	523	561	543	566	577	680	6800
2016	629	559	611	555	627	583	632	573	571	615	572	625	7152
2017	578	520	528	478	524	543	591	550	476	537	501	565	6474

Fuente: elaboración propia a partir de información de la ANSV.

El Motociclista es el actor más vulnerable (Gráfica 5) con un saldo de 23.470 víctimas en los 12 años de control histórico, ocupando el 33%, seguido del peatón con 21.327 víctimas fatales, equivalente al 30%, pasajero o acompañante 8.142, acompañante de motocicleta 5.560, conductor, 5.081, ciclista 4.311, sin información 2.650 y acompañante bicicleta 151.

**Gráfica 5.** Condición Víctimas Fatales



Fuente: elaboración propia a partir de información de la ANSV.

**Departamentos con mayor mortalidad.** Mediante información analizada por parte ONSV establecen los departamentos con mayor mortalidad en el país, así mismo se clasifican por sexo (Tabla 2).

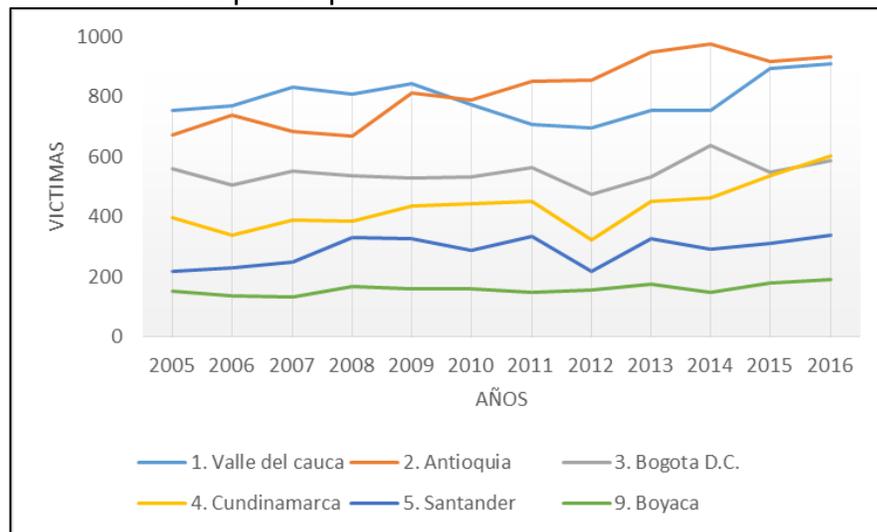
**Tabla 2.** Víctimas fatales por departamento y sexo

Departamento	2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		TOTAL		
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	FyM
1. Valle del cauca	141	613	142	628	175	656	147	662	166	677	147	627	134	575	128	568	150	604	144	609	145	751	147	763	1766	7733	9499
2. Antioquia	123	551	137	603	121	564	128	543	164	649	163	625	152	700	143	714	176	774	192	784	159	758	159	775	1817	8040	9857
3. Bogota D.C.	155	405	122	385	137	414	135	402	128	400	147	388	142	424	115	359	119	415	153	487	133	417	136	452	1622	4948	6570
4. Cundinamarca	88	308	84	255	89	299	84	300	85	353	91	354	108	344	47	275	82	369	92	370	123	415	119	484	1092	4126	5218
5. Santander	56	161	41	191	57	193	74	259	67	261	56	232	51	283	47	172	66	263	57	234	64	250	77	264	713	2763	3476
9. Boyaca	35	116	36	101	28	105	44	124	34	126	30	132	24	123	34	122	36	141	36	114	37	144	42	149	416	1497	1913

Fuente: elaboración propia a partir de información de la ANSV.

Desde un esquema general los hombres son los actores más vulnerables en la mortalidad del país ocupando un 80% y las mujeres dejan un saldo restante del 20% de estos hechos.

**Gráfica 6.** Accidentalidad por Departamento

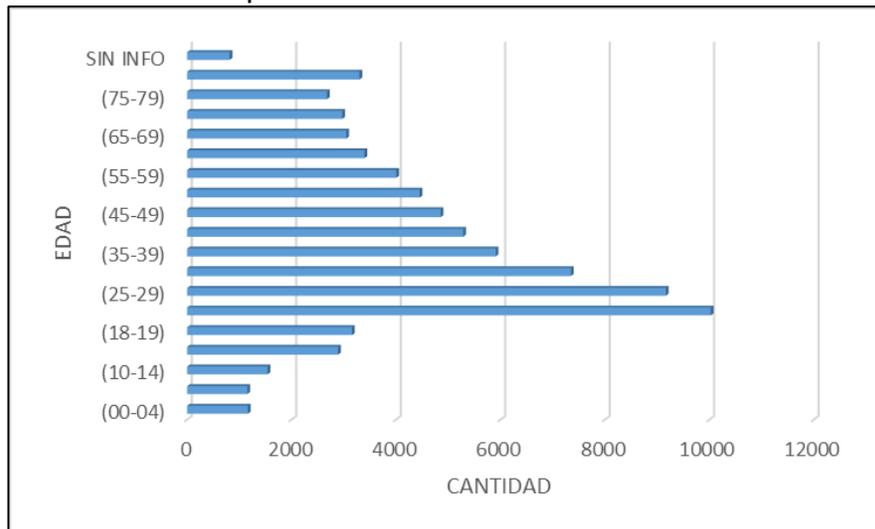


Fuente: elaboración propia a partir de información de la ANSV.

Como se logra observar (Gráfica 6). El departamento con mayor mortalidad correspondía al Valle del Cauca, cifra que se disminuyó en el año 2010, dejando al departamento de Antioquia en primer lugar con un saldo de 9.857 víctimas.

A su vez los jóvenes en Colombia entre los 18-29 años, presentan un índice alto de víctimas fatales en las carreteras nacionales, con un total de 19.000 víctimas fatales registradas (Gráfica 7).

**Gráfica 7. Víctimas fatales por edad**

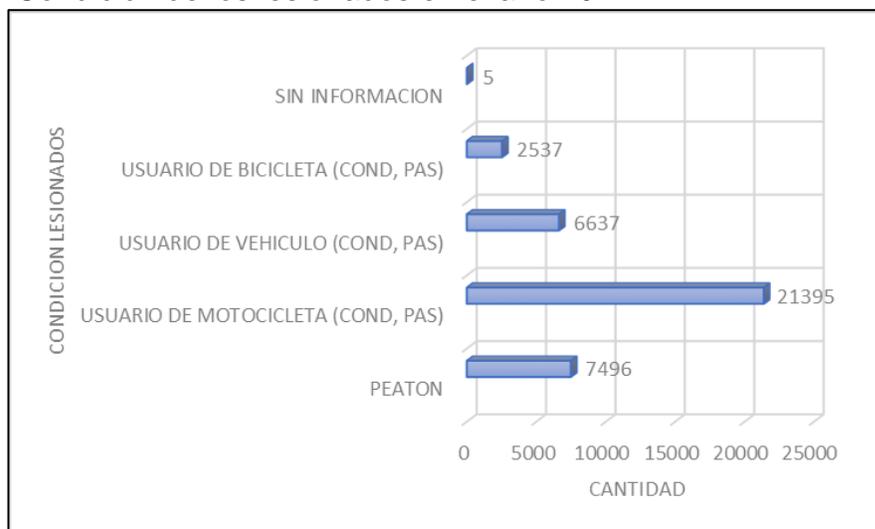


Fuente: elaboración propia a partir de información de la ANSV.

**Cifras de lesionados y muertos en el año 2017.** En Colombia cada 77 minutos muere una persona en accidentes de tránsito, los actores más vulnerables son los motociclistas quienes fueron más del 50%.

**Lesionados en el 2017.** Se obtuvieron 38.070 lesionados, saldo que es ocasionado por accidentes de tránsito de los cuales más del 60% son usuarios de la motocicleta.

**Gráfica 8. Condición de los lesionados en el año 2017**



Fuente: elaboración propia a partir de información de la ANSV.

Los choques son la primera causa y los atropellos la segunda, de este saldo de lesionados en el país, 14.940 son mujeres el cual corresponde al 39% y 23.130 siendo el 61% restante a hombres. Así mismo el día sábado es el día de mayor accidentalidad, en horas de la noche (Gráfica 8).

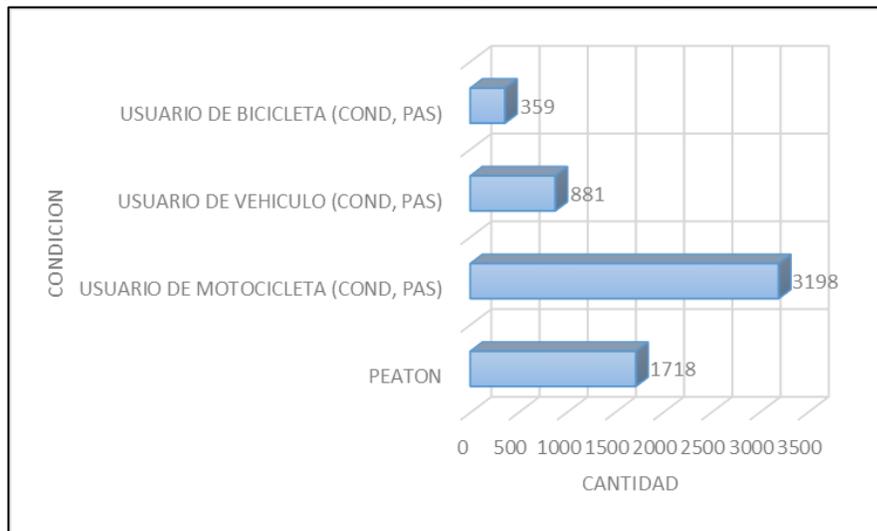
**Gráfica 9.** Edad de los lesionados en el año 2017



Fuente: elaboración propia a partir de información de la ANSV.

**Víctimas fatales 2017.** Se tuvo un total de 6.479 (Gráfica 10), la motocicleta sigue siendo la primera condición de accidentalidad con un 49%, seguido de los peatones. Para el Observatorio de Seguridad Nacional los accidentes de tránsito aparecen en las primeras causas de muerte en hombres.

**Gráfica 10.** Condición de las víctimas fatales en el año 2017

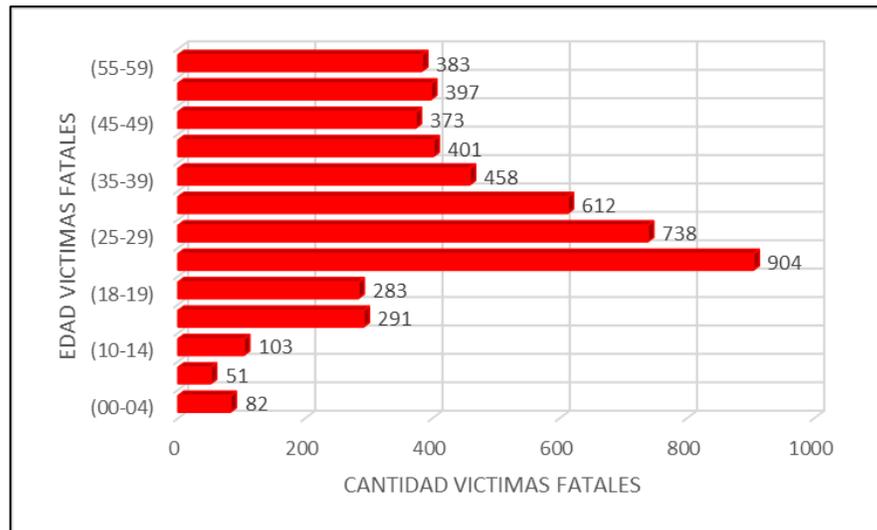


Fuente: elaboración propia a partir de información de la ANSV.

Los choques son la primera causa de accidentes con una cantidad de 3.363, seguido de atropellos con un saldo 1.718, el día que deja más víctimas fatales corresponde al domingo se piensa que es plan retorno después de un fin de semana, enero el mes con más alto con un total de 578 víctimas seguido de diciembre con 565. En zonas rurales la accidentalidad vial es la 6 causa de muerte con una tasa de 11.85 y en zona urbana 8 con una tasa de 12,35<sup>7</sup>.

La edad que aprecia mayor mortalidad vial (Gráfica 11) corresponde entre los 20-24 años con una cantidad de 904 víctimas, el cual corresponde al 14%, seguido de los 25-29 años con un 11% estos dos rangos de edad forman la cuarta parte de las víctimas de accidentalidad vial. Para el observatorio nacional los niños menores de 5 años los accidentes son la 7 causa de muerte por cada 100.000 habitantes con una tasa de 2,20.

**Gráfica 11.** Edad de víctimas fatales en el año 2017



Fuente: elaboración propia a partir de información de la ANSV.

#### 2.4.5 Factores causantes de los accidentes de tránsito

**Factor humano usuario.** Mediante la literatura y algunos estudios la causa principal de accidentes de tránsito se atribuye a las personas y especialmente al conductor. Es quien conduce el vehículo quien debe estar atento a lo que ocurre en la vía, los pequeños detalles y cambios en la ‘armonía’ de la misma y el que debe tomar las decisiones correspondientes en caso de un evento. Debe ser una persona emocional y psicológicamente estable, debe tener buena salud visual y

<sup>7</sup> Observatorio Nacional de Salud, Aspectos con la frecuencia de uso de los servicios de salud, mortalidad y discapacidad en Colombia, Colombia, 2011. 45 p.

general, no debe conducir bajo efectos de alcohol o alucinógenos y respetar todas las señales y normas de tránsito<sup>8</sup>.

**Factor vehículo y equipamiento.** Incide en un accidente principalmente por fallas mecánicas que se atribuyen a una mala intención del vehículo o por antigüedad del mismo. También es importante recalcar el aumento del parque automotor puede influir en el incremento de los accidentes de tránsito si no se realiza un plan de contingencia, mantenimiento de las vías o medidas que permitan mantener la armonía en las calles.

**Factor físico.** Es la influencia del entorno y medio ambiente que incide en la accidentalidad por malas condiciones en la vía (fisuras, huecos, pavimento), falta de señalización (puentes peatonales, semáforos, cebras, puentes), congestión vehicular, diseño geométrico, condiciones climáticas adversas entre otros (derrames de líquidos, paso de animales, obras de construcción)<sup>9</sup>.

El estudio de los factores causales de los accidentes de tránsito en las zonas donde se aprecia un mayor número de estos, permiten entender mejor el fenómeno y diseñar planes de acción y manejo para la prevención de muertes.

Los estudios han demostrado que estos tres factores contribuyen a la ocurrencia del accidente, estadísticamente se representan de la siguiente manera: factor humano (implicado en alrededor del 94% de los accidentes), factor vehículo (implicando el 8% de los accidentes) y factor vía (implicado en el 28% de los accidentes).

#### **2.4.6 Fases del accidente de tránsito**

El Centro de Investigación y Formación de Tránsito y Transporte ha definido las fases que componen un accidente de tránsito. El accidente de tránsito no se produce instantáneamente, sino que trata de una evolución que se desarrolla en dos dimensiones físicas, es decir tiempo y espacio<sup>10</sup>. Estas fases son percibidas por parte de los conductores cuando encuentran un obstáculo o se muestra algún peligro en la vía. Lo primero que hace después de una rápida evaluación de las circunstancias, es decidir maniobra que le parezca más conveniente a fin de sortear una emergencia<sup>11</sup>.

---

<sup>8</sup> OLAYA, Robín Alexis, Modelo espacial de muertes por accidentes de tránsito en zona urbana de Cali, Colombia. Universidad de Manizales, Manizales 2015. 21-22 p

<sup>9</sup> OLAYA, Robín Alexis, Modelo espacial de muertes por accidentes de tránsito en zona urbana de Cali, Colombia. Universidad de Manizales, Manizales 2015. 22 p

<sup>10</sup> Centro de Investigación y Formación en Tránsito y Transporte. (2011). Investigación de accidentes de tránsito. [en línea]. <http://www.investigaciondeaccidentes.com/> [ Citado 26 octubre 2012 ]

<sup>11</sup> BASTIDAS Javier, QUINTERO Matheo, Análisis causal multinivel de accidentes de tránsito en la ciudad de Cúcuta. Pontificia Universidad Javeriana, Cúcuta. 2012. 23 p.

**Fase de percepción.** Es la primera fase en donde cualquiera de los actores (conductor, peatón) percibe un riesgo (Punto de Percepción Posible), este riesgo es comprendido como un peligro (Punto de Percepción Real). Este último puede variar dependiendo el conductor. En esta fase también se debe tener en cuenta el efecto túnel, a mayor velocidad el campo de visibilidad se va reduciendo, por ejemplo, a 65 km/h el ángulo de visión se reduce hasta los 70 grados, mientras que a 100 km/h el ángulo de visión periférica baja hasta 42°. Y, a 130 km/h, solo 30°.

**Fase de decisión.** Esta fase comienza con el Punto de Percepción Real y finaliza en el momento y lugar en el que el conductor reacciona ante la situación del riesgo, es importante el tiempo y la distancia de reacción. Debido a la rapidez en la que ocurren los accidentes, esta fase puede o no existir en algunos casos.

Durante el breve análisis que realiza la persona para seleccionar una maniobra, se utiliza un determinado tiempo (tiempo reacción), tiempo durante el cual un conductor no ha ejecutado la maniobra y su vehículo continúa en movimiento, recorriendo una distancia (distancia de reacción) la cual se determina de acuerdo con el tiempo utilizado para analizar y evaluar el peligro (0,8 y 1,3 segundos para persona en estado de alerta) y la velocidad del vehículo<sup>12</sup>.

**Fase de conflicto.** Esta fase se aprecia el accidente de tránsito, a pesar haber efectuado algunas maniobras evasivas (frenar o girar), momento en donde es inevitable el accidente de tránsito, también se conoce como “punto de no regreso” En la fase de conflicto, dependiendo del punto y lugar del impacto, características de masas, velocidad, entre otros, se generan movimientos o características cinemáticas que determinan la posición final de las masas<sup>13</sup>.

**Tabla 3.** Enfoque sistémico multicriterio, multicausal. Matriz de Haddon

FASE	PRE-IMPACTO	IMPACTO: Accidente	POST-IMPACTO: Después
FACTORES	PREVENCIÓN DE LOS ACCIDENTES	PREVENCIÓN DE TRAUMATISMOS DURANTE EL ACCIDENTE	PRESERVACIÓN DE LA VÍA
HUMANO USUARIO	Información, Entrenamiento, Educación, Comportamiento, Actitudes, Disminución de facultades	Establecer algunas obligaciones tales como el uso del cinturón de seguridad, ajuste de cabeceras, etc.	Servicios médicos de emergencia
VEHICULO Y EQUIPAMIENTO	Elementos relacionados con el estado mecánico de los vehículos tales como frenos, luces, llantas, estabilidad, maniobrabilidad, gestión de velocidad	Elementos relacionados con el diseño automotriz tales como elementos para absorber impactos, sistema antibloqueo de puertas, etc.	Equipos de salvamento
FISICO	Diseño y trazado de la vía. Señalización, Visibilidad, límites de velocidad. Elementos de seguridad peatonal	Barreras de tráfico, seguridad en el derecho de la vía tales como taludes suaves, obras de drenaje protegidas, etc.	Hacer una revisión, inventario de las características físicas de la vía, condiciones de operación de la vía.

<sup>12</sup> BASTIDAS Javier Alberto, QUINTERO Matheo. Análisis causal multinivel de accidentes de tránsito en la ciudad de Cúcuta, Pontificia Universidad Javeriana, Cúcuta. 2012. 23-25 p.

<sup>13</sup> REMOLINA CAVIEDES, Edwin. Investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito. Colombia. 2008. [Consultado: 04 de enero de 2008]. Disponible en internet: <http://investigacionyreconstruccion.blogspot>.

Fuente: Cerquera Escobar F.A. (2015), Análisis espacial de los accidentes de tráfico en Bogotá D.C.

#### **2.4.7 Informes policiales de accidentes de tránsito (IPAT)**

Los Informes Policiales de Accidentes de Tránsito, se diseñaron con el propósito de registrar información técnica y legal del accidente de tránsito, para que los Organismos de Tránsito y Gobierno nacional tomen su correctivo con el objeto de reducir el número de accidentes y disminuir la gravedad.

El formato en general de los IPAT se encuentra dividido en tres secciones cada una de estas se encuentra en una hoja separada.

En la primera hoja se registra información general del accidente (descripción de lugar, circunstancias, modos, tiempo, características de la vía, gravedad, hora, e identificación del primer vehículo (placa, dueño, modelo, marca, etc.) y del conductor de este.

La segunda hoja registra información del segundo vehículo y conductor, en caso que se encuentren más vehículos es necesario anexar más hojas como estas para dejar los registros. Así mismo se tiene otro tipo de formato en el cual se registran los pasajeros, acompañantes y peatones que resulten heridos.

En la tercera hoja se diagrama el croquis correspondiente con el accidente en donde se registran atributos como distancias, elementos de la vía, sentidos viales, así como los datos de quien registra el accidente.

### 3. MARCO CONCEPTUAL, ANALISIS ESPACIAL Y LOS SIG

#### 3.1 GENERALIDADES DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG)

**Definición de un SIG:** Un sistema de información geográfica (SIG), tiene distintos puntos de vista en su definición, la más oportuna y precisa, que aplica a este proyecto en forma completa, sin duda un SIG “es un conjunto de elementos de hardware, software y de procedimientos diseñados para adquirir, administrar, manipular, modelar y visualizar datos referenciados en el espacio, para resolver problemas complejos de administración y planificación<sup>14</sup>.

Con esta definición se asegura que un SIG, no es solamente un software para computador, este esencialmente depende de la información recolectada de elementos físicos.

**Importancia de un SIG:** Un SIG permite resolver una variedad de problemas del mundo real. La toma de decisiones en materia de accidentalidad, ha facilitado en otros países la búsqueda de alternativas a corto, mediano y largo plazo, sin embargo, la persona que se encarga de realizar esta tarea, no cuenta con la experiencia ni el criterio adecuado, es ahí en donde esta herramienta ofrece una ayuda al momento de tomar una decisión mediante el uso de varias técnicas sencillas en cada uno de sus elementos como el análisis espacial.

**Elementos de un SIG** Para que esta tecnología sea exitosa y funcione como un sistema de geoprocusamiento, es necesario contar con los siguientes elementos:

- **Software:** Para un correcto análisis e interpretación de la información geográfica es necesario la participación de un software SIG, este se conforma por dos grandes familias Sistemas Vectoriales y los Sistemas Raster estas se encargan de modelizar el espacio.

- **Hardware:** Se conoce como el conjunto de elementos físicos los cuales constituyen un sistema informático como lo es un computador. Dependiendo del

---

<sup>14</sup> LONGLEY P, GOODCHILD M, MAGUIRE D, RHIND D W. Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications. Wiley. (1999). 100 p.

tipo de maquina se puede obtener un mayor o menor rendimiento al momento de realizar el análisis.

- **Datos:** Estos constituyen la materia prima para trabajar, son una representación del mundo real, estos son los más difíciles de conseguir puesto que no se encuentran disponibles todo el tiempo lo que implica tener recursos económicos, tiempo y personal para capturar esta información. Sin ellos no se podría construir los productos de información para el análisis y la toma de decisiones.

- **Personal:** Una vez obtenidos los datos se necesita quien los puede geoprocesar y analizar, es en este punto en donde los profesionales jugamos un papel importante, puesto que somos quienes recolectamos, procesamos, analizamos y tomamos decisiones en pro de dar soluciones a los problemas que estamos analizando.

- **Metodología:** Para que todo proyecto sea exitoso es necesario implantar un buen método de trabajo específico, puesto que se requiere una serie de pasos básicos.

### **3.2 EL ANÁLISIS ESPACIAL Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) COMO TÉCNICA E INSTRUMENTO DE ANÁLISIS EN INVESTIGACIÓN**

Poder entender la distribución espacial de los datos de los fenómenos que ocurren en el espacio es un gran reto para responder preguntas centrales en diferentes disciplinas.

O' Sullivan y Unwin (2003: 72) se refieren a cuatro enfoques: manipulación de datos espaciales, análisis de datos espaciales de forma descriptiva y exploratoria, aplicación de la estadística espacial y modelación espacial para predecir eventos espaciales. Por esto, usan el término análisis de información geográfica, y lo definen como el trabajo que concierne a la investigación de los patrones territoriales que resultan de los procesos que pueden estar operando en el espacio.

Para Bailey y Gattrel, "En términos amplios uno puede definir el análisis espacial como el estudio cuantitativo de fenómenos que están localizados en el espacio" (1995: 3), y establecen la diferencia entre el análisis de datos espaciales, ADE, fundamentado en la descripción estadística de áreas, en el modelamiento de los datos geográficos, en el análisis de redes y en la localización de sitios, enfatizando en estos la optimización matemática y estadística, y el simple análisis de datos no espaciales, que no considera la localización ni el arreglo espacial de objetos de análisis.

En el análisis espacial, en vez de datos espacialmente explícitos, se utilizan los datos espaciales, es decir, tablas del componente espacial, en adición con tablas de atributos de propiedades. Bosque es mucho más específico, en tanto que define el análisis espacial como el conjunto de procedimientos de estudio de los datos geográficos, en los que consideran, de alguna manera, sus características espaciales” (1992: 78).

### 3.2.1 Modelos de análisis espaciales

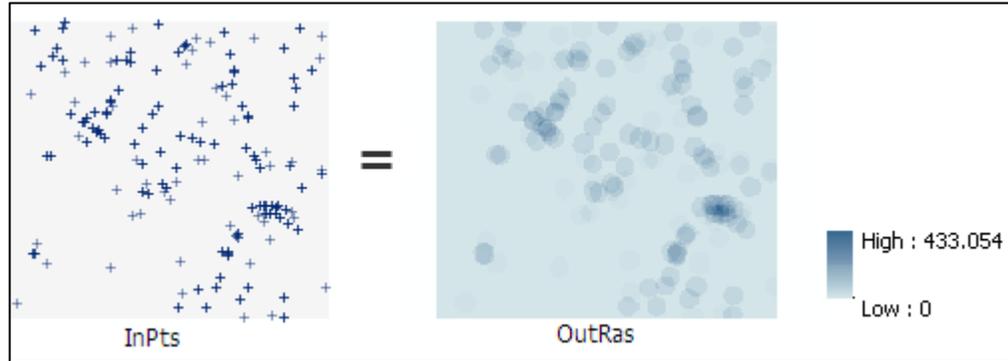
**Tabla 4.** Modelos análisis espaciales.

METODO, TECNICA DE ANALISIS	DESCRIPCIÓN
Densidad Kernel	Calcula la magnitud por unidad de área a partir de las entidades de punto o polilínea mediante una función kernel para adaptar una superficie suavemente estrechada a cada punto o línea.
Densidad Punto	Calcula la magnitud por unidad de área a partir de entidades de puntos que se encuentran dentro de una vecindad alrededor de cada celda

Fuente: Cerquera Escobar F.A. (2015), Análisis espacial de los accidentes de tráfico en Bogotá D.C

- **Densidad punto.** Permite el calcular las densidades de las entidades de punto alrededor de cada celda raster de salida, la vecindad se define alrededor de cada centro de celdas raster y la cantidad de puntos que están dentro de la vecindad se totaliza y divide por el área de la vecindad (Imagen 2). Si se utiliza una configuración de Campo de población que no sea NONE, el valor del elemento determina la cantidad de veces que se va a contar el punto (Tabla 4). Por ejemplo, un elemento con un valor de 3 haría que el punto se cuente como tres puntos. Los valores pueden ser de tipo entero o punto flotante. Si se selecciona una unidad de área, la densidad que se calculó para la celda se multiplica por el factor apropiado antes de que se escriba en el raster de salida. Por ejemplo, si las unidades de terreno de entrada están en metros, la comparación de un factor de escala de unidades de metros a kilómetros ocasionará que los valores sean diferentes por un multiplicador de 1.000.000 (1.000 x 1.000).

**Imagen 2.** Ilustración de la densidad punto



Fuente: Esri.co

- **Densidad Kernel.** Se fundamenta en el principio de estimación, que transforma la distribución de los eventos de un punto discreto en una superficie de barrido continuo (Sabel et al... 2005: 1) (Imagen 3). Sin duda, el ojo humano tiene gran capacidad para detectar patrones espaciales, sin embargo, este también, tiene sus límites (Jones, Langford y Graham 1996: 886). Buscar agrupaciones significativas espacial y temporalmente, con gran número de casos, se vuelve una tarea difícil para la capacidad visual humana, pero con la ayuda de técnicas de análisis espacial y de densidad, la revisión y los cálculos se facilitan<sup>15</sup>.

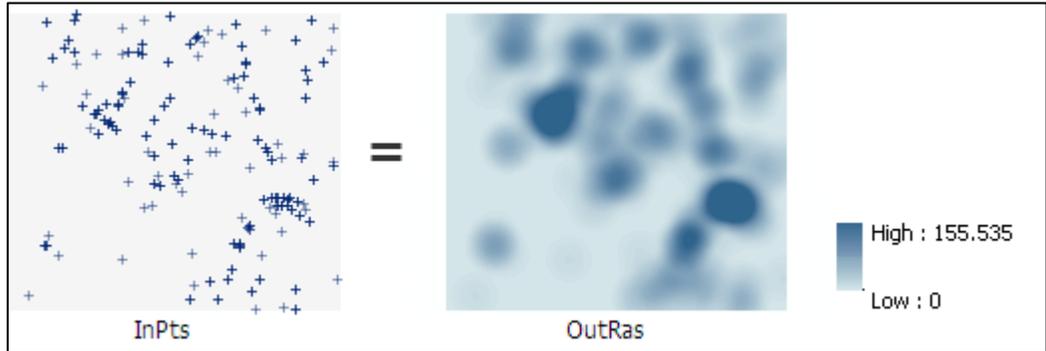
La función de la densidad Kernel se aprecia sobre el cociente entre dos tipos de valores: la del fenómeno por estudiar (población o eventos) y la superficie de referencia (hectáreas o kilómetros cuadrados) (Acuña, 1005: 63 y Moreno, 1991: 157). Con ayuda de los SIG, el sistema lo que hace es trazar a partir del centro de la celda (maya raster) una circunferencia, cuenta el número de figuras de referencia en el interior de esa circunferencia, divide por el área de esa circunferencia y calcula el valor de la densidad en esa área<sup>16</sup>.

De esta forma se logran visualizar los casos agrupados en unidades espaciales discretas, a las cuales referir las densidades.

<sup>15</sup> CERQUERA Escobar F.A. Análisis espacial de los accidentes de tráfico en Bogotá D.C. Fundamentos de investigación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia. 2015.

<sup>16</sup> CERQUERA Escobar F.A. Análisis espacial de los accidentes de tráfico en Bogotá D.C. Fundamentos de investigación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia. 2015.

**Imagen 3.** Ilustración de la densidad Kernel



Fuente: Esri.co

En síntesis el análisis espacial permitirá reconocer y evaluar sitios, áreas y corredores inseguros de altos riesgos; frecuencia de ocurrencias según la clase del accidente<sup>17</sup>. Realizar procesos de georreferenciación; establecer patrones tipo según factores de análisis, y, además, estudiar el movimiento de las variables que intervienen e interactúan y la distribución de los eventos con respecto a la organización y estructuración espacial, a las condiciones socioeconómicas y otras interrelaciones espaciales<sup>18</sup>.

---

<sup>17</sup> Atropello, choque, volcamiento, caída de ocupante, incendio, otros. Definición utilizada por el Ministerio de Transporte de Colombia

<sup>18</sup> CERQUERA Escobar F.A, Análisis espacial de los accidentes de tráfico en Bogotá D.C. Fundamentos de investigación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia. 2015.

#### **4. METODOLOGÍA**

El proceso metodológico para el desarrollo investigativo está clasificado en tres etapas (Imagen 4).

Imagen 4. Proceso metodológico

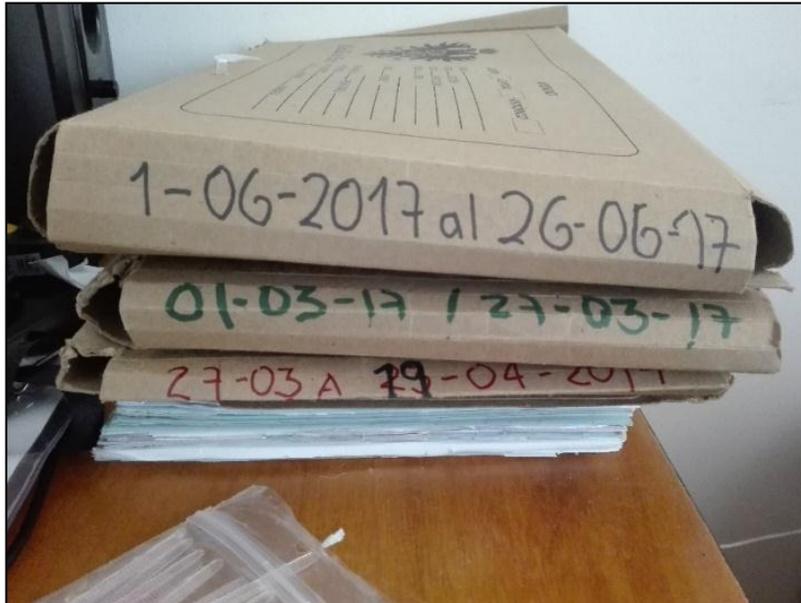


Fuente: elaboración propia.

#### 4.1 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información de accidentalidad vial en la ciudad de Tunja, es suministrada por la Dirección de Tránsito y Transportes de la Policía Nacional de Colombia, información que no se encuentra organizada, se aprecia en formatos diferentes en medio físico, para cada uno de los años a evaluar 2015-2016 y hasta junio del año 2017. Como se observa (Imagen 5) los IPAT se recibieron en medio físico

**Imagen 5. Informes Policiales de Accidentes de Tránsito**



Fuente: elaboración propia.

Esta información secundaria obtenida por la identidad, con los IPAT, comienza un proceso de investigación en cada caso, puesto que estos formatos, se cargan en el RUNT (Registro Único Nacional de Tránsito) información que llega a manos de la ANSV (Agencia Nacional de Seguridad Vial) entidad que se encarga de las políticas y medidas de seguridad vial nacional.

La Policía de tránsito (Imagen 6) y transporte, también suministro parte de sus bases de datos para poder complementar y tener mayor veracidad con la información previamente suministrada. Esta base contiene los siguientes campos:

Id, jurisdicción metropolitana/depto, mes, fecha, año, jurisdicción distrito/seccional, municipio del hecho, barrio, dirección, clase de sitio, zona, día de la semana, hora del hecho, modalidad, arma, gravedad, grado persona, grado instrucción, causa cantidad, edad.

Imagen 6. Base de datos policía de tránsito y transporte

BARRIOS_HECHO	DIRECCION_HECHO	CLASE_SITIO	ZONA	DIA_SEMANA	HORA_HECHO	MODALIDAD	ARMAS_MEDIOS	GENERO	EDAD	CARGO
CENTRO	KR 8 CL 18	VIAS PUBLICAS	URBANA	Viernes	02:00:00 p. m.	ACCIDENTE TRANSITO MOTO	MOTO	FEMENINO		69 SECUN
PARQUE PINZON	KR 8 CL 21	VIAS PUBLICAS	URBANA	Domingo	12:00:00 a. m.	ACCIDENTE TRANSITO MOTO	MOTO	FEMENINO		36 SECUN
VDA. BARON GALLERO	KM 112 800	TRAMO DE VIA	RURAL	Viernes	10:15:00 p. m.	ACCIDENTE TRANSITO PEATON	VEHICULO	MASCULINO		74 PRIMA
VDA. PUENTE HAMACA	KM 3 900	TRAMO DE VIA	RURAL	Sábado	05:30:00 a. m.	ACCIDENTE TRANSITO MOTO	VEHICULO	MASCULINO		24 SECUN
VDA. SUPATA		TRAMO DE VIA	RURAL	Miércoles	07:07:00 p. m.	ACCIDENTE TRANSITO VEHICULO	VEHICULO	MASCULINO		47 PRIMA
VDA. JURUVITA		TRAMO DE VIA	RURAL	Miércoles	08:15:00 a. m.	ACCIDENTE TRANSITO PEATON	VEHICULO	MASCULINO		72 PRIMA
SITIO ALTO DEL SOTE	KM 59 200	TRAMO DE VIA	RURAL	Viernes	10:30:00 a. m.	ACCIDENTE TRANSITO MOTO	VEHICULO	MASCULINO		16 PRIMA
SITIO ALTO DEL SOTE	KM 59 200	TRAMO DE VIA	RURAL	Viernes	10:30:00 a. m.	ACCIDENTE TRANSITO MOTO	VEHICULO	MASCULINO		40 PRIMA
BARRIO JORDAN	KR 6 CL 8 52	VIAS PUBLICAS	URBANA	Viernes	02:08:00 p. m.	ACCIDENTE TRANSITO PEATON	MOTO	MASCULINO		6 PRIMA
VDA. PIRGUA	KM 3 +300	TRAMO DE VIA	RURAL	Martes	06:30:00 p. m.	ACCIDENTE TRANSITO BICICLETA	VEHICULO	MASCULINO		54 PRIMA
VDA. SALVIAL		VIAS PUBLICAS	RURAL	Viernes	05:15:00 p. m.	VOLCAMIENTO	VEHICULO	MASCULINO		30 SECUN
VDA. PIRGUA	SN	TRAMO DE VIA	RURAL	Domingo	07:30:00 p. m.	ACCIDENTE TRANSITO PEATON	VEHICULO	MASCULINO		5 ANALF
SITIO EL OLIMPO	KM 93 950	TRAMO DE VIA	RURAL	Sábado	05:30:00 p. m.	VOLCAMIENTO	VEHICULO	FEMENINO		33 SECUN
VDA. LA HACIENDA	SN	TRAMO DE VIA	RURAL	Lunes	10:30:00 a. m.	VOLCAMIENTO	VEHICULO	MASCULINO		43 SECUN
VDA. BARON GERMANIA	KM 10 200	TRAMO DE VIA	RURAL	Jueves	09:00:00 p. m.	ACCIDENTE TRANSITO PEATON	VEHICULO	MASCULINO		45 ANALF
BARRIO MUISCAS	VN CL 65 12	VIAS PUBLICAS	URBANA	Miércoles	09:00:00 p. m.	ACCIDENTE TRANSITO MOTO	VEHICULO	MASCULINO		26 SECUN
BARRIO EL BOSQUE	KR 12 CL 12 06	VIAS PUBLICAS	URBANA	Viernes	08:00:00 p. m.	ACCIDENTE TRANSITO MOTO	VEHICULO	MASCULINO		29 TECNICO
VDA. BARON GERMANIA	KM 109 +100	TRAMO DE VIA	RURAL	Martes	06:10:00 a. m.	ACCIDENTE TRANSITO BICICLETA	VEHICULO	MASCULINO		57 SECUN
SITIO EL MANZANO	KM 19 900	TRAMO DE VIA	RURAL	Martes	07:20:00 p. m.	ACCIDENTE TRANSITO PEATON	VEHICULO	MASCULINO		41 SECUN
BARRIO SANTA LUCIA	KR 11 CL 27	VIAS PUBLICAS	URBANA	Jueves	05:50:00 p. m.	ACCIDENTE TRANSITO PEATON	VEHICULO	MASCULINO		29 SECUN
VDA. GUATICHA	KM 2	TRAMO DE VIA	RURAL	Domingo	10:40:00 a. m.	ACCIDENTE TRANSITO MOTO	MOTO	MASCULINO		19 SECUN
PARQUE PRINCIPAL	CL 6 KR 2 143	VIAS PUBLICAS	URBANA	Domingo	06:16:00 p. m.	ACCIDENTE TRANSITO PEATON	VEHICULO	FEMENINO		28 SECUN
VDA. BARON GERMANIA	KM 8 270	TRAMO DE VIA	RURAL	Lunes	06:00:00 p. m.	ACCIDENTE TRANSITO VEHICULO	VEHICULO	MASCULINO		73 SECUN

Fuente: elaboración propia.

## 4.2 CREACION DE LA BASE DE DATOS

Para la creación de la base de datos se tomaron dos partes que fueron de vital importancia las cuales fueron:

**Revisión de la información.** De acuerdo a la información suministrada, se hará una revisión en el que se observará a detalle los datos (Imagen 7), buscando que la información sea coherente, no se tenga información incompleta, de ser así se debe analizar el tipo de accidente y complementar la información ya sea georreferenciar.

Imagen 7. Formato IPAT

The image shows a handwritten IPAT (Formulario de Investigación de Accidentes de Tránsito) form. The form is filled with handwritten text and checked boxes. It includes sections for accident details, vehicle information, driver information, and witness information. The form is dated 15/01/2017 and 17/01/2017. The accident occurred on Calle 35 No. 12-21 in Toluca. The vehicle involved is a blue Renault Logan 2004. The driver is Juan Sebastián. The form is signed by the investigating officer, Juan Sebastián. The form is numbered 150010010 and A-000-010399.

Fuente: elaboración propia.

En la (Imagen 8) se aprecia que la dirección no se logra identificar puesto q el agente no reviso que la copia del IPAT estuviera diligenciada.

**Imagen 8.** Desacuerdo diligenciamiento dirección

INFORMA POLICIAL DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO No. 15001000

1. ORGANISMO DE TRÁNSITO: 1 5 0 0 1 0 0 0

2. GRAVEDAD: CON MUERTOS  CON HERIDOS  SOLO DAÑOS

TUNJA

ORDENADAS GEOGRÁFICAS: **Cx #15-29** (resaltado en rojo)

VÍA Y KILÓMETRO O SITIO, DIRECCIÓN Y CIUDAD

5. CLASE DE ACCIDENTE: CHOCQUE  CAÍDA OCUPANTE  4; ATROPELLO  INCENDIO  5; VOLCAMIENTO  OTRO  6

Fuente: elaboración propia.

En la (Imagen 9) se evidencia que la gravedad no se registró en el informe, en este caso se revisa el IPAT en su totalidad, con el objetivo de entender el accidente y poder argumentar su gravedad.

**Imagen 9.** Omisión diligenciamiento gravedad

INFORMA POLICIAL DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO No. 15001000

2. GRAVEDAD: CON MUERTOS  CON HERIDOS  SOLO DAÑOS  (resaltado en rojo)

A-000 5 1 0 2 5 7

3. LUGAR O COORDENADAS GEOGRÁFICAS: Carretera 10 - 25-60

3.1. LOCALIDAD O COMUNA: Páez de Neiva

5. CLASE DE ACCIDENTE: CHOCQUE  CAÍDA OCUPANTE  4; ATROPELLO  INCENDIO  5; VOLCAMIENTO  OTRO  6

6. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR: 6.1. ÁREA: URBANA  6.2. SECTOR: RESIDENCIAL  6.3. ZONA: PRIVADA  6.4. DISEÑO: PASO A NIVEL  6.5. CONDICIÓN CLIMÁTICA: NORMAL

Fuente: elaboración propia.

En la (Imagen 10) se aprecia que el agente no registró la clase de accidente, sin embargo cuando se observa el croquis y se leen las observaciones se puede concluir la clase de accidente.

**Imagen 10.** Omisión diligenciamiento clase de accidente

1. ORGANISMO DE TRÁNSITO TUNJA 1 5 0 0 1 0 0 0		2. GRAVEDAD CON MUERTOS <input type="checkbox"/> CON HERIDOS <input type="checkbox"/> SOLO DAÑOS <input checked="" type="checkbox"/>		MiliTransporte	
3. LUGAR O COORDENADAS GEOGRÁFICAS Diagonal 67 # 4-06. CÓDIGO DE RUTA VIA Y KILOMETRO O SITIO, DIRECCIÓN Y CIUDAD				3.1 LOCALIDAD O COMUNA Br. Moisca	
4. FECHA Y HORA 27/07/2015 21:00 FECHA Y HORA DE OCURRENCIA 27/07/2015 14:10 FECHA Y HORA DE LEVANTAMIENTO		5. CLASE DE ACCIDENTE CHOQUE 1 CAIDA OCUPANTE 4 ATROPELLO 2 INCENDIO 5 VOLCAMIENTO 3 OTRO 6		5.1 CHOQUE CON VEHICULO 1 MURO 1 SEMAFORO 5 TREN 2 POSTE 2 INMUEBLE 6 SEMOVIENTE 3 ARBOL 3 HIDRATANTE 7 OBJETO FIJO 4 BARANDA 4 VALLA, SEÑAL 8	
				5.2 OBJETO FIJO TARIMA, CASETA 9 VEHICULO ESTACIONADO 10 OTRO 11	

Fuente: elaboración propia.

En la imagen 11 se aprecia que no se tiene claridad al momento de diligenciar el IPAT, el recuadro rojo debe indicar la capacidad de pasajeros que tiene el vehículo, y no los acompañantes del conductor.

**Imagen 11.** Carencia de criterio para el diligenciamiento del IPAT

8.2 VEHICULO										
PLACA SWR 923	PLACA REMOLQUE / SEMI	NACIONALIDAD COLOMBIANA EXTRANJERO	MARCA INTERNATIONAL	LINEA 4309	COLOR AZUL	MODELO 2011	CARROCERIA -	TON -	PASAJEROS 02	LICENCIA DE TRÁNSITO No. 10005581279
EMPRESA SABESAS	HEMINTO PASTOBON		INTEGRADO EN CORBITA	INMOVILIZADO EN N/A	A DISPOSICIÓN DE N/A		CANTIDAD ACOMPAÑANTES O PASAJEROS EN EL MOMENTO DEL ACCIDENTE 03		TARJETA DE REGISTRO No.	
NIT 890200463	REV. TEC. MEC NO	No. 20171149	ASEGURADORA MUNDIAL		VENCIMIENTO DÍA MES AÑO 12/07/16					
PORTA SOAT NO	PÓLIZA No. 1317-14613570-6-	PORTA SEG. RESPONSABILIDAD CIVIL CONTRACTUAL SI NO		VENCIMIENTO		PORTA SEG. RESPONSABILIDAD EXTRA CONTRACTUAL SI NO		VENCIMIENTO		
PROPIETARIO		ASEGURADORA		DÍA MES AÑO		ASEGURADORA		DÍA MES AÑO		

Fuente: elaboración propia.

**Procesamiento de información.** Teniendo la información secundaria, se procede a ordenar y clasificar la información por medio de Microsoft Excel para manejarla en un mismo formato, donde se creará una base datos, la técnica a utilizar serán tablas dinámicas debidas que estas permiten filtrar información lo que nos ayuda a facilitar su manipulación tabla 5 y tabla 6.

Tabla 5. Base de datos secretaria de tránsito de Tunja parte 1

ID	ENTIDAD	RANGO	FECHA	DIRECCION	GRAVEDAD	CLASE	CHOOQUE CON	AREA	SECTOR	DISEÑO
1	STT TUNJA	A-000510320	03/01/2017	CALLE 22 No. 15-04	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	URBANA	RESIDENCIAL, COMERCIAL	TRAMO DE VIA
2	STT TUNJA	A-000510310	05/01/2017	CALLE 18 No. 10-05	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	URBANA	SIN INFORMACION	TRAMO DE VIA
3	STT TUNJA	A-000510373	06/01/2017	CRA 14 No. 34-24 SUR	CON HERIDOS	CHOOQUE	VEHICULO	URBANA	RESIDENCIAL	TRAMO DE VIA
4	STT TUNJA	A-000510312	06/01/2017	CRA 10 No. 27-87	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	URBANA	RESIDENCIAL	TRAMO DE VIA
5	STT TUNJA	A-000510319	07/01/2017	AV. NORTE - CALLE 65	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	MUNICIPAL, URBANA	RESIDENCIAL, COMERCIAL	INTERSECCION
7	STT TUNJA	A-000510353	09/01/2017	TUNJA SORACA (BOMBA BIOD)	CON HERIDOS	CHOOQUE	VEHICULO	DEPARTAMENTAL	RESIDENCIAL	TRAMO DE VIA
8	STT TUNJA	A-000510280	09/01/2017	CRA 11 No. 27-27 HOSPITAL	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	URBANA	RESIDENCIAL	TRAMO DE VIA
9	STT TUNJA	A-000510338	10/01/2017	CRA 14 No. 21-08	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	MUNICIPAL, URBANA	COMERCIAL	LOTE O PREDIO
10	STT TUNJA	A-000510315	10/01/2017	AV. NORTE No. 48-26	CON HERIDOS	ATROPELLO	SIN INFO	URBANA	COMERCIAL	TRAMO DE VIA
11	STT TUNJA	A-000510375	10/01/2017	CRA 14 No. 20-01	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	MUNICIPAL, URBANA	RESIDENCIAL, COMERCIAL	INTERSECCION
12	STT TUNJA	A-000510359	10/01/2017	CRA 10 No. 26-09	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	URBANA	RESIDENCIAL	TRAMO DE VIA
13	STT TUNJA	A-000510341	12/01/2017	AV. NORTE CALLE 41	CON HERIDOS	CHOOQUE	VEHICULO	URBANA	COMERCIAL	TRAMO DE VIA
14	STT TUNJA	A-000510377	13/01/2017	CALLE 12 No. 5-02	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	URBANA	SIN INFORMACION	INTERSECCION
15	STT TUNJA	A-000510351	13/01/2017	AV. UNIVERSITARIA CALLE 5	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	MUNICIPAL, URBANA	RESIDENCIAL	INTERSECCION
16	STT TUNJA	A-000510390	14/01/2017	CALLE 41 CRA TC	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	MUNICIPAL, URBANA	RESIDENCIAL, COMERCIAL	INTERSECCION
17	STT TUNJA	A-000510381	14/01/2017	CRA 2 No. 56-64	CON HERIDOS	CHOOQUE	VEHICULO	URBANA	COMERCIAL	TRAMO DE VIA
18	STT TUNJA	A-000510384	15/01/2017	TV 11 CALLE 31	CON HERIDOS	ATROPELLO	SIN INFO	URBANA	RESIDENCIAL	TRAMO DE VIA
19	STT TUNJA	A-000510383	15/01/2017	CRA 9 No. 14-04	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	URBANA	RESIDENCIAL	TRAMO DE VIA
20	STT TUNJA	A-000510383	15/01/2017	CRA 19 No. 28-103	CON HERIDOS	CHOOQUE	SIN INFO	URBANA	RESIDENCIAL	TRAMO DE VIA
21	STT TUNJA	A-000510299	16/01/2017	AV. ORIENTAL - CALLE 27	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	URBANA	RESIDENCIAL	TRAMO DE VIA
22	STT TUNJA	A-000510382	17/01/2017	TV 3 - DG 64	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	SIN INFO	URBANA	RESIDENCIAL	TRAMO DE VIA
23	STT TUNJA	A-000510385	17/01/2017	CRA 5 No. 15-29	CON HERIDOS	ATROPELLO	SIN INFO	URBANA	RESIDENCIAL	TRAMO DE VIA
24	STT TUNJA	A-000510393	17/01/2017	IDENTAL - CRA 10 GLORIETA	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	URBANA	RESIDENCIAL	TRAMO DE VIA
25	STT TUNJA	A-000510386	19/01/2017	TV/2E No. 68-19	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	MUNICIPAL, URBANA	SIN INFORMACION	TRAMO DE VIA
26	STT TUNJA	A-000510426	20/01/2017	CRA 7 - CALLE 20	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	URBANA	COMERCIAL	INTERSECCION
27	STT TUNJA	A-000510389	20/01/2017	AV. ORIENTAL - CALLE 13A	SOLO DAÑOS	CHOOQUE	VEHICULO	URBANA	RESIDENCIAL	INTERSECCION
28	STT TUNJA	A-000510314	21/01/2017	AV. NORTE CRA 6 No. 73-61	CON HERIDOS	CHOOQUE	VEHICULO	MUNICIPAL, URBANA	RESIDENCIAL	TRAMO DE VIA
29	STT TUNJA	A-000510384	21/01/2017	AV. ORIENTAL - CALLE 2	CON HERIDOS	ATROPELLO	VEHICULO	URBANA	COMERCIAL	INTERSECCION
30	STT TUNJA	A-000510395	21/01/2017	PRA 2 - CALLE 24 (VIADUCTO)	CON MUERTOS	CHOOQUE	OBJETO FLUJO	URBANA	SIN INFORMACION	PASO ELEVADO

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Base de datos secretaria de tránsito de Tunja parte 2

SEXO	FECHA DE NACIMIENTO	EDAD	CLASE DE VEHICULO	TIPO DE VEHICULO	FECHA DE NACIMIENTO	EDAD	GRAVEDAD	TOTAL HERIDOS	HIPOTESIS	IDENTIFICACION	LATITUD	LONGITUD
MASCULINO	18/04/1963	53	CAMIONETA	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	134	7162855.40044056	5.536901584	-73.36654703
MASCULINO	SIN INFO	N/A	AUTOMOVIL	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	121	6764504	5.531330831	-73.36330756
MASCULINO	31/05/1983	33	MOTOCICLETA	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	102, 131	7186100	5.517927867	-73.36961338
FEMENINO	05/05/1979	37	MICROBUS	OFICIAL	18/12/1993	NO APLICA	NO APLICA	2	132, 157	7168753	5.540287501	-73.35982223
FEMENINO	03/09/1977	39	AUTOMOVIL	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	157	7308678	5.570850061	-73.34286825
FEMENINO	15/04/1971	45	AUTOMOVIL	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	304	80548797	5.518289806	-73.35169085
MASCULINO	24/03/1961	55	AUTOMOVIL	PUBLICO	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	4	143, 157	4080789	5.540403205	-73.35169085
MASCULINO	09/10/1953	63	AUTOMOVIL	SIN INFO	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	157	23508302	5.535956013	-73.36530768
NO APLICA	NO APLICA	N/A	AUTOMOVIL	PUBLICO	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	1	409	4080835	5.554720848	-73.35132031
MASCULINO	15/03/1996	20	AUTOMOVIL	PUBLICO	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	157	6761252	5.534394792	-73.36594797
MASCULINO	23/07/1980	36	AUTOMOVIL	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	121	6773429	5.551025365	-73.35260261
MASCULINO	06/07/1964	53	BICICLETA	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	132	6765641	5.522802333	-73.3602051
FEMENINO	11/08/1987	29	AUTOMOVIL	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	SIN INFO	7168753	5.562466523	-73.34001684
MASCULINO	28/02/1972	44	CAMIONETA	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	1	157	13452791	5.547045109	-73.3484832
MASCULINO	11/09/1952	64	AUTOMOVIL	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	1	123	7162855.40044	5.562400092	-73.34631234
FEMENINO	21/11/1991	25	MOTOCICLETA	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	1	409	7188100	5.545186309	-73.36002076
NO APLICA	NO APLICA	N/A	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	123	7165996	5.527222018	-73.36259318
FEMENINO	23/08/1954	62	CAMIONETA	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	1	122	7165996	5.543603743	-73.36778528
MASCULINO	09/07/1983	34	MOTOCICLETA	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	157	6758988	5.538689643	-73.35633385
MASCULINO	06/07/1983	34	AUTOMOVIL	PUBLICO	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	SIN INFO	7188100	5.569166748	-73.34277096
MASCULINO	18/01/1990	26	CAMIONETA	PUBLICO	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	2	409	23508302	5.525808537	-73.35775699
NO APLICA	NO APLICA	N/A	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	122, 121	80548797	5.544228141	-73.35760387
MASCULINO	11/07/1966	50	MICROBUS	PUBLICO	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	121	7168753	5.571806318	-73.33949897
MASCULINO	29/06/1976	40	AUTOMOVIL	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	132	6773429	5.532128993	-73.35890407
FEMENINO	27/03/1968	48	CAMIONETA	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	123	7165996	5.525624981	-73.36145949
MASCULINO	22/09/1960	56	MICROBUS	PUBLICO	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	1	121	6760381	5.575602411	-73.33959197
MASCULINO	16/06/1991	25	CAMPERO	PARTICULAR	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	1	SIN INFO	1022346586	5.516670174	-73.36890481
NO APLICA	NO APLICA	N/A	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	116	1022346586	5.5346804639	-73.35395428
SIN INFO	SIN INFO	N/A	SIN INFO	SIN INFO	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0				

Fuente: elaboración propia.

Con el objetivo de tener un mejor diligenciamiento de los IPAT, se decide realizar una capacitación a los agentes de tránsito (Imagen 12), mostrando los errores más comunes que se registran en campo.

**Imagen 12.** Capacitación agentes de tránsito



Fuente: elaboración propia.

### **4.3 ANALISIS DE DATOS**

En los años estudiados de se registraron 1799 accidentes de los cuales 40 estaban repetidos o no se registró la dirección, para un total de 1759, sin embargo, se adicionan 30 accidentes resultado del cruce de las bases de datos de la Policía Nacional y Medicina Legal teniendo un total de 1789 accidentes (Tabla 7).

**Tabla 7.** Número de accidentes por año.

AÑO	No. ACCIDENTES
2017	324
2016	760
2015	705

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la (Gráfica 12) se evidencia la accidentalidad ocurrida en los años estudiados.

**Gráfica 12.** Accidentes por año

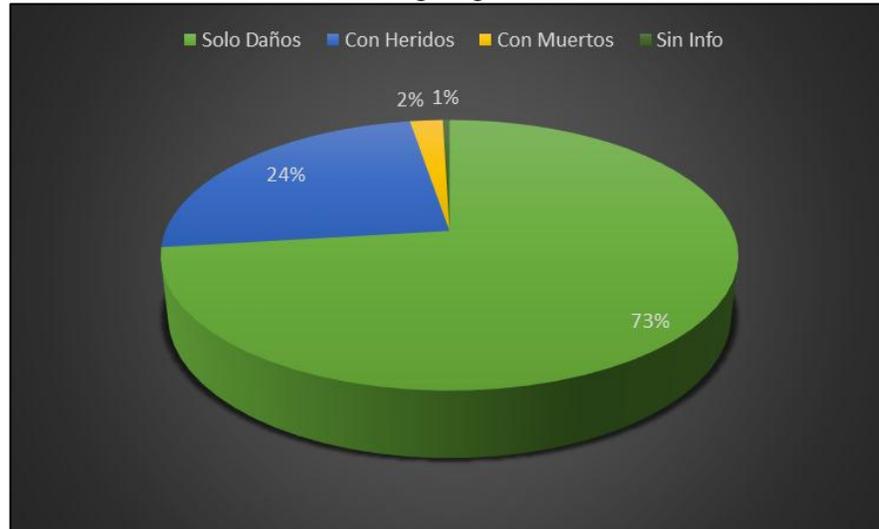


Fuente: elaboración propia.

Realizando una proyección se espera el que 2017 culmine siendo el año intermedio de accidentalidad con una aproximación de 700 accidentes teniendo en cuenta los meses que vienen.

Así mismo en la gravedad (Gráfica 13) el mayor tipo predominante de accidente son sólo daños con un 73%, seguido con heridos para un total de 24% y muertos con un 2%.

**Gráfica 13.** Clasificación de accidentes según gravedad.



Fuente: elaboración propia.

La distribución de los accidentes se muestra a continuación en la tabla 8 en donde se encuentran discriminados por año y gravedad.

**Tabla 8.** Distribucion de accidentes según gravedad.

<b>GRAVEDAD</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Solo Daños	547	517	516
Con Heridos	169	315	185
Con Muertos	24	22	14
Sin Info	0	8	0

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la (Tabla 8), tenemos un total de 1580 accidentes con sólo daños, con heridos 669 y 45 accidentes con muertos dejando un saldo de 60 víctimas fatales en lo transcurrido de los 3 años analizados, donde los motociclistas son los actores más vulnerables

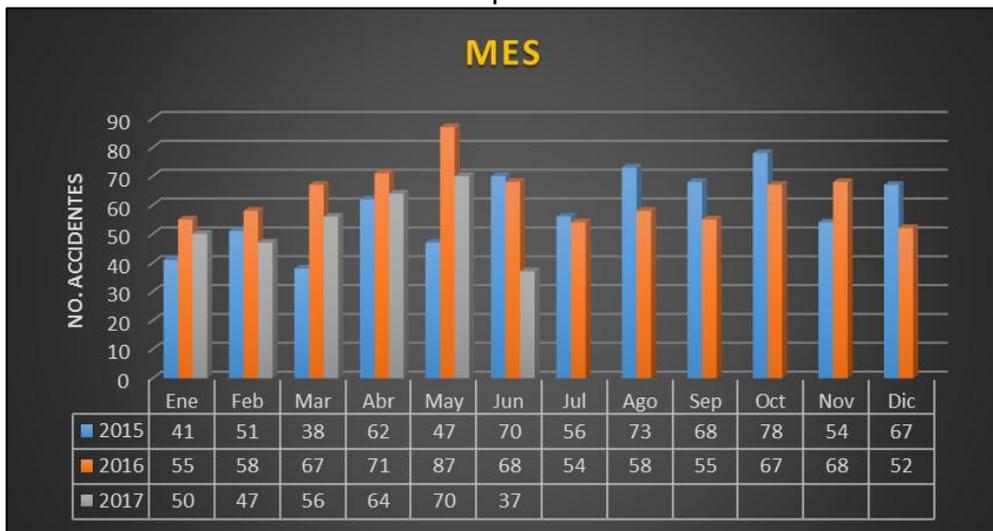
El año 2016 presento el índice más alto de accidentalidad con 315 accidentes con heridos y muertos cifra bastante alarmante, en donde las personas entre los 20 y 25 corresponde a la población más vulnerable, así que para el año 2017 la Secretaria de Tránsito y Transporte de Tunja, trabajó arduamente para reducir la mortalidad y morbilidad, (Gráfica 14) disminuyendo las cifras significativamente, en donde el 2017 registro la menor cantidad de víctimas fatales.

**Gráfica 14.** Tasa de mortalidad y morbilidad accidentalidad Tunja



Fuente: elaboración propia.

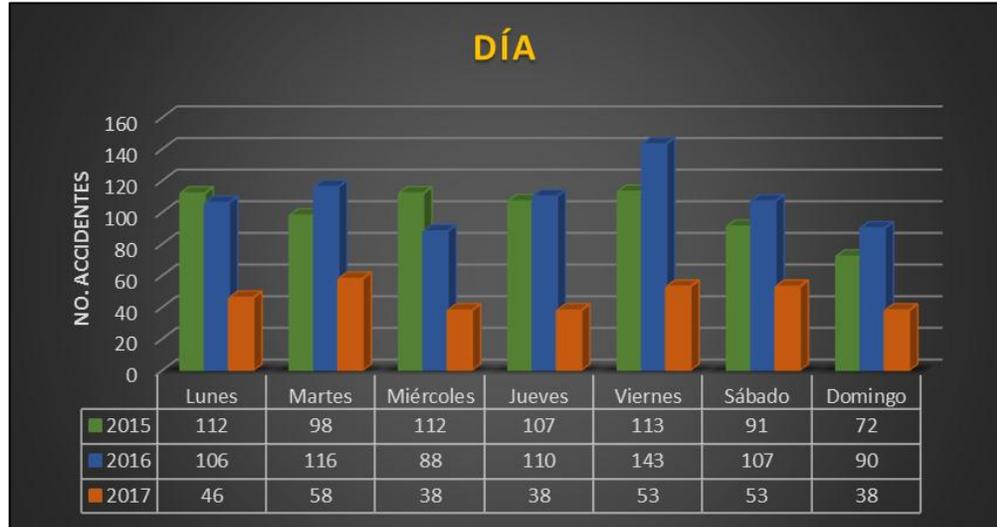
**Gráfica 15.** Accidentalidad discriminada por mes



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la gráfica 15, el mes de mayor accidentalidad corresponde al mes de mayo, seguido del mes de abril, así mismo los accidentes que presentan una menor accidentalidad obedecen a los meses de enero y febrero.

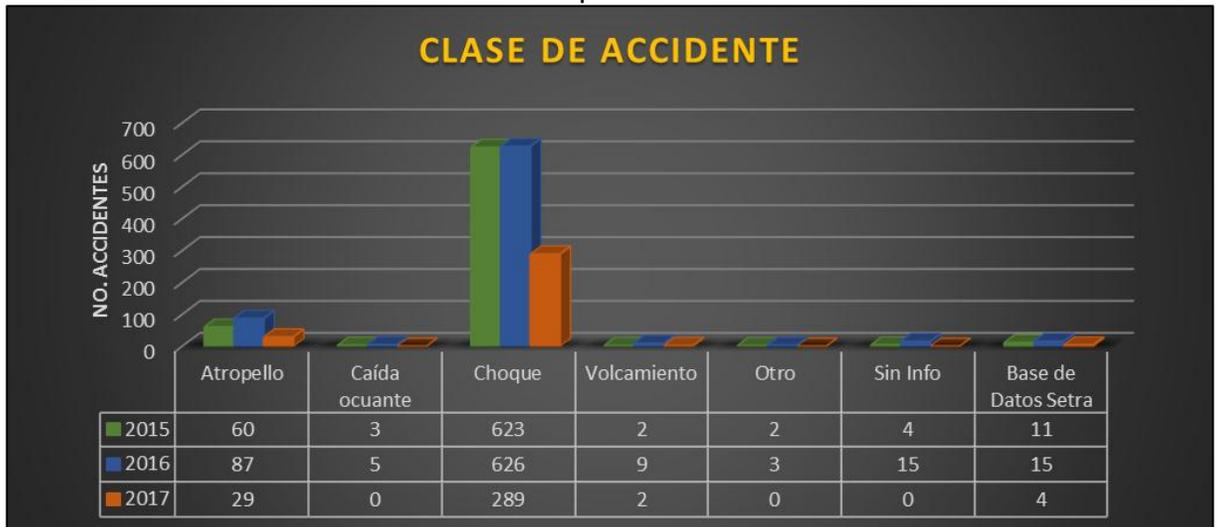
**Gráfica 16. Accidentalidad discriminada por día**



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica 16 se aprecia que el día con mayor accidentalidad corresponde al viernes, con un total de 309 accidentes seguido del día martes con 272, el día que aprecia una menor accidentalidad corresponde al domingo con 200 accidentes de tránsito.

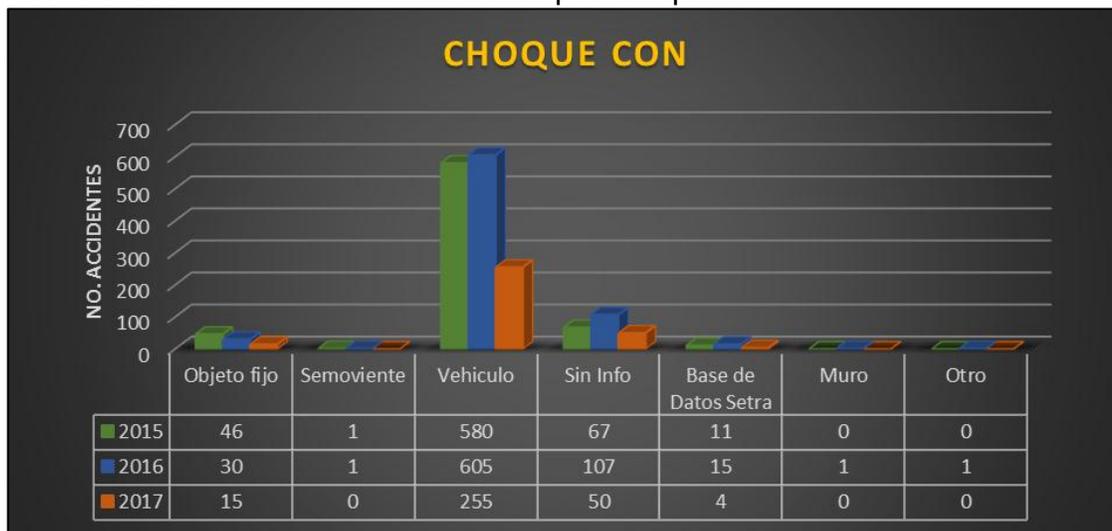
**Gráfica 17. Accidentalidad discriminada por clase**



Fuente: elaboración propia.

Los choques de clase solo daño son los accidentes predominantes con un total de 1538 siendo el 86% de estos, los atropello en segundo lugar con un 176 ocupando un 9.9% (Gráfica 17).

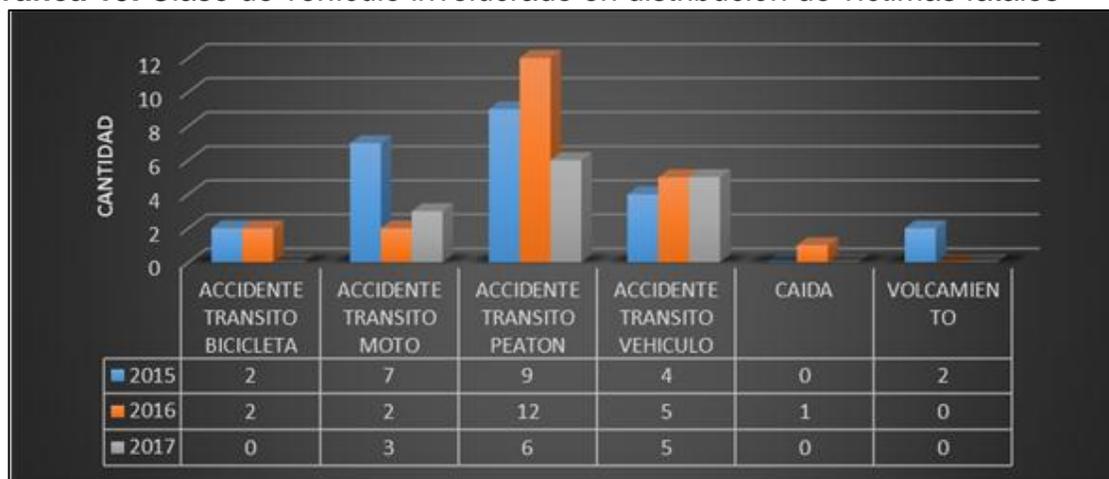
**Gráfica 18.** Accidentalidad discriminada por choque con



Fuente: elaboración propia.

El peatón (Gráfica 19) es el principal actor más vulnerable, con un total de 27 personas atropelladas, seguido de los accidentes con motocicleta con un total de 12 personas afectadas por esta clase.

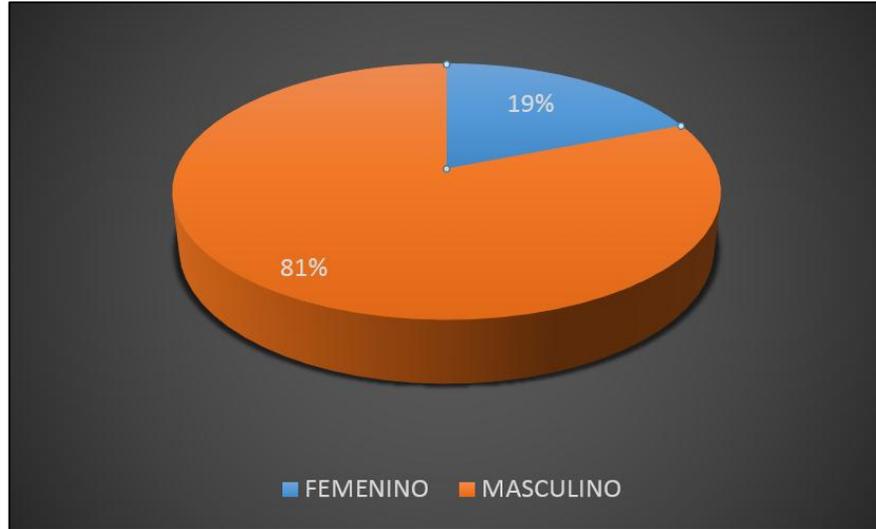
**Gráfica 19.** Clase de vehículo involucrado en distribución de víctimas fatales



Fuente: Bases de la Policía y bases STT Tunja

En el gráfico 20 se observa la distribución de víctimas fatales por género, donde los hombres tienen un 81% con un saldo de 49 personas de participación y las mujeres un 19% lo que corresponde a 11 mujeres

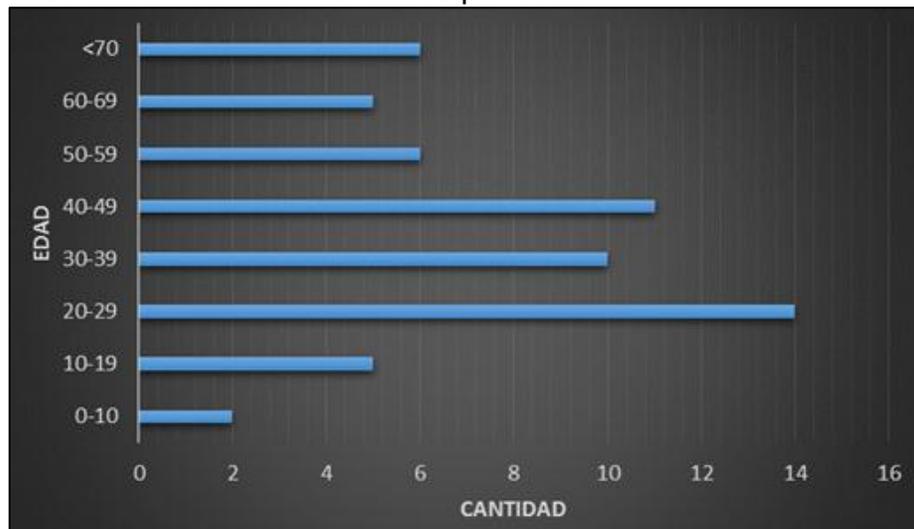
**Gráfica 20.** Distribución de víctimas fatales por género



Fuente: Bases de la Policía y bases STT Tunja

Fueron 14 jóvenes entre 20 y 29 años que perdieron la vida en el transcurso de estos tres años, (Gráfica 21) corresponde al 23% de las víctimas, seguido de las personas entre los 40-49 años con un 18%.

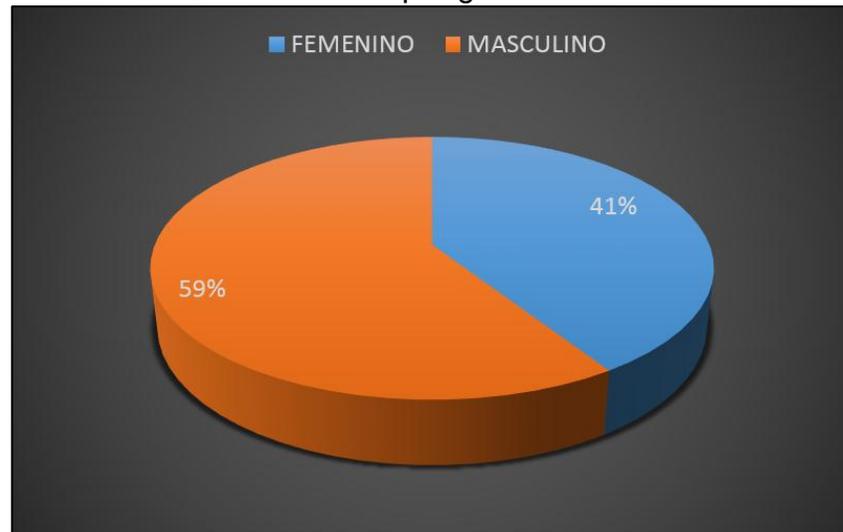
**Gráfica 21.** Distribución de víctimas fatales por edad



Fuente: Bases de la Policía y bases STT Tunja

Con respecto a víctimas fatales, la distribución de víctimas de lesionados por género, las mujeres tienen un mayor porcentaje de participación (Gráfico 22), sin embargo los hombres siguen siendo más vulnerables con un 59%.

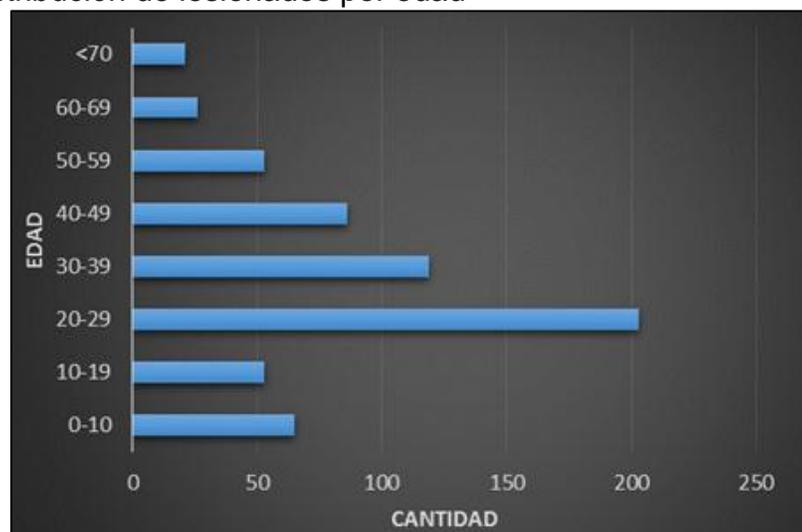
**Gráfico 22.** Distribución de lesionados por género



Fuente: Bases de la Policía y bases STT Tunja

Fueron 14 jóvenes entre 20 y 29 años siguen siendo la población más vulnerable con un 32%, (Gráfico 23) seguido de las personas entre los 30-39 años con un 18%.

**Gráfico 23.** Distribución de lesionados por edad



Fuente: Bases de la Policía y bases STT Tunja

Realizando una comparación del primer trimestre entre los dos últimos años y lo transcurrido del 2018. Como se aprecia en la siguiente gráfica, para el año 2018 llevamos solo un muerto registrado siendo un atropello, cifra que se ha logrado reducir con respecto a los anteriores, puesto que el año 2016 se registraron 8 víctimas fatales y para el 2017 7 víctimas.

#### 4.4 GEORREFERENCIACION DE LA ACCIDENTALIDAD

Para al georreferenciación de la accidentalidad se utilizó la técnica de Google Earth Pro (Imagen 13), en la creación de la base de datos se crea un campo el cual se denomina ID, con este campo se le asigna una numeración a cada accidente con el propósito de poder identificarle y asignarle un punto mediante este software. Para el año 2017 los identificadores correspondieron desde el 001 hasta el 324. Para el año 2016 los identificadores asignados van de 325 hasta 1077 y por último el 2015 desde el 1078 hasta 1789.

**Imagen 13.** Georreferenciación de la accidentalidad



Fuente: elaboración propia a partir de la imagen de google earth pro, imagen tomada 27/05/2015

Se aprecia en la imagen la georreferenciación de los accidentes de año 2017, seguido de esto, ellos se exportan mediante formatos .kml con el propósito de poderlos cargar al ArcGIS software utilizado para la estructuración del mapa de accidentalidad.

## 5. TRATAMIENTOS DE MODELOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA EN ACCIDENTALIDAD VIAL CUIDAD DE TUNJA

### 5.1 ACCIDENTALIDAD VIAL AÑO 2015

En el año 2015 la ciudad de Tunja tenía 188,340 habitantes dato suministrados por el DANE. En este año se presentaron 705 accidentes de tránsito registrados (Imagen 3) de los cuales: 547 corresponden a accidentes solo daños corresponden al 77.6%, seguido de 143 accidentes con heridos que corresponden al 20.3% y por último 15 accidentes con muertos siendo el 2.1% de estos.

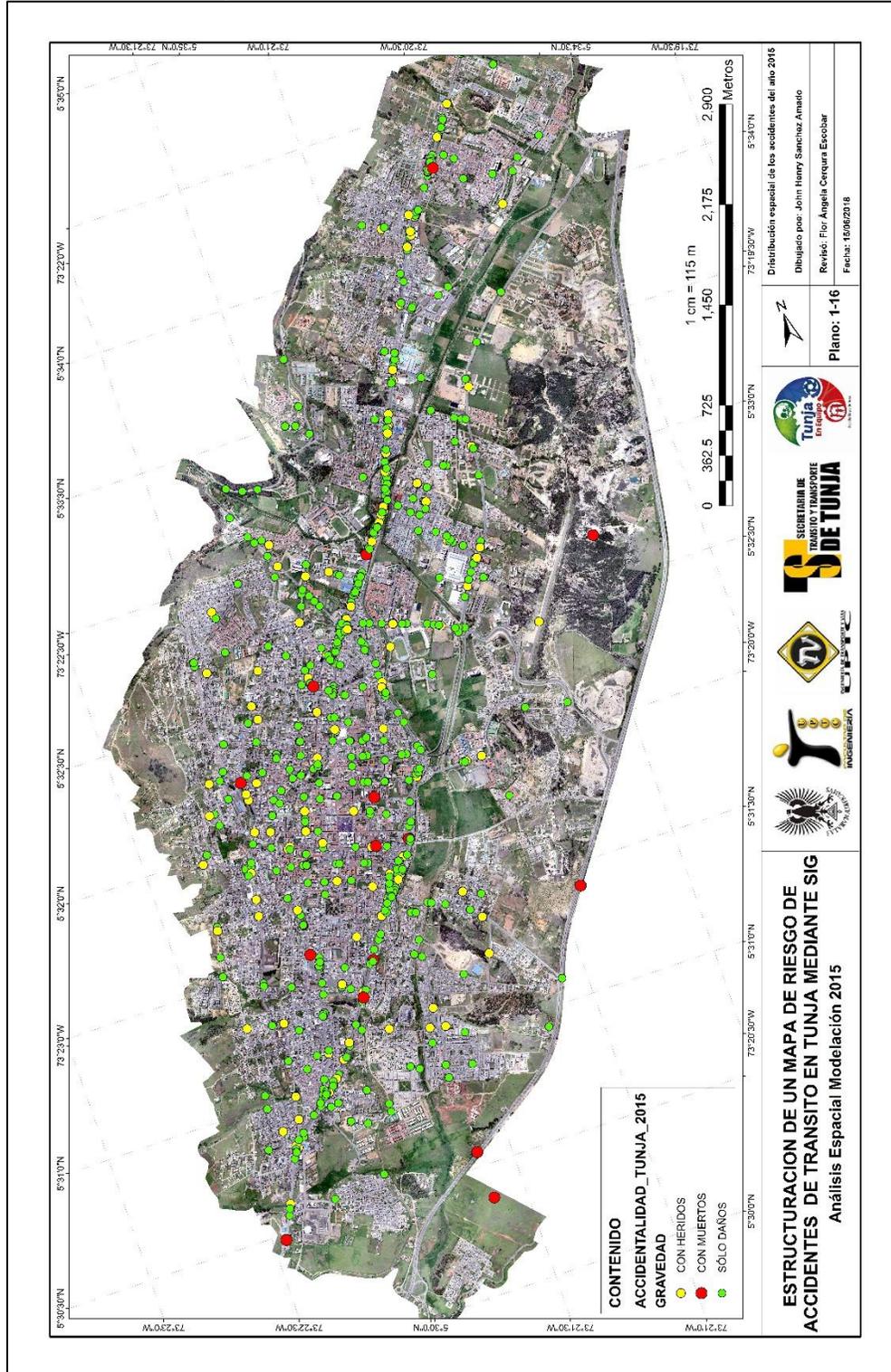
**Análisis espacial densidad punto 2015:** Mediante el análisis espacial densidad punto, (Mapa 1) se encuentra que hay una gran concentración de accidentes en la ciudad de Tunja, en donde se evidencian 8 sectores críticos de alto riesgo como lo son: avenida oriental con carrera 11 sector conocido como los hongos, avenida oriental con calle 15 sector el terminal, carrera 10 con transversal 11 sector glorieta Hugolino, glorieta norte, avenida norte con calle 42 entrada al barrio residencial Santa Inés, avenida norte con calle 49 sector conocido como centro norte y avenida norte con calle 66 entrada al barrio residencial los Muiscas.

Sectores de medio-alto riesgo como lo son: el corredor de la avenida norte, avenida oriental, carrera 10, carrera 11 y carrera 12 vías principales de la ciudad.

**Análisis espacial densidad Kernel 2015:** Con el análisis espacial mediante densidad Kernel (Mapa 2) se observan cuatro sectores críticos de alto riesgo para el año 2015, avenida oriental con carrera 11 sector conocido como los hongos, carrera 14 calle 17 sector los tiestos, avenida norte entre calles 60 y 68 y gran parte de la avenida norte, glorieta norte, avenida Maldonado y avenida oriental con calle 15 sector conocido como el terminal como se puede evidenciar en el siguiente mapa.

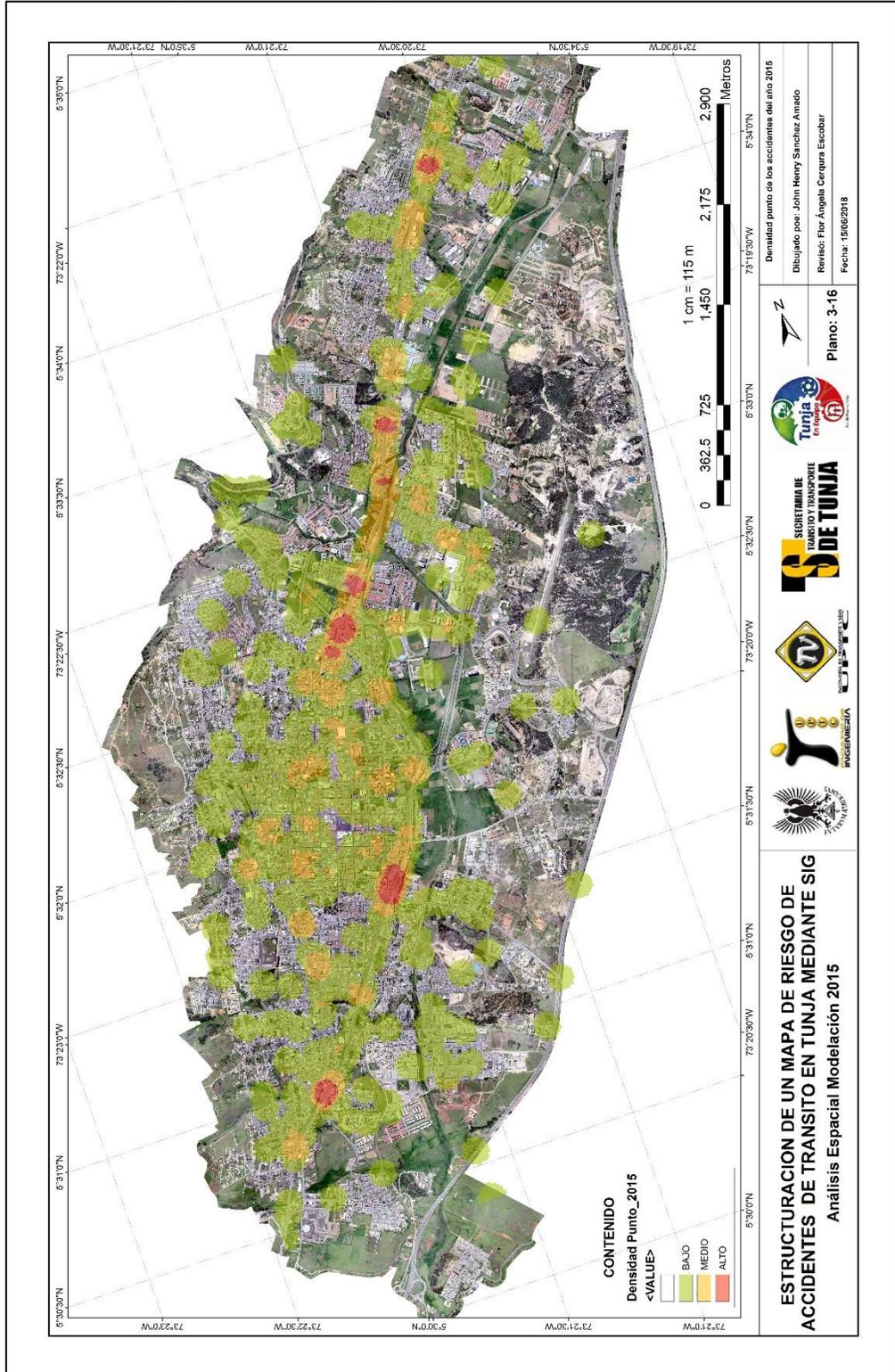
Los sectores de riesgo medio-alto riesgo son: la avenida oriental, centro histórico, avenida norte y calle 32 entre carreras 14 y 17 este sector es la salida para Bucaramanga.

**Mapa 1. Distribución espacial de los accidentes del año 2015**



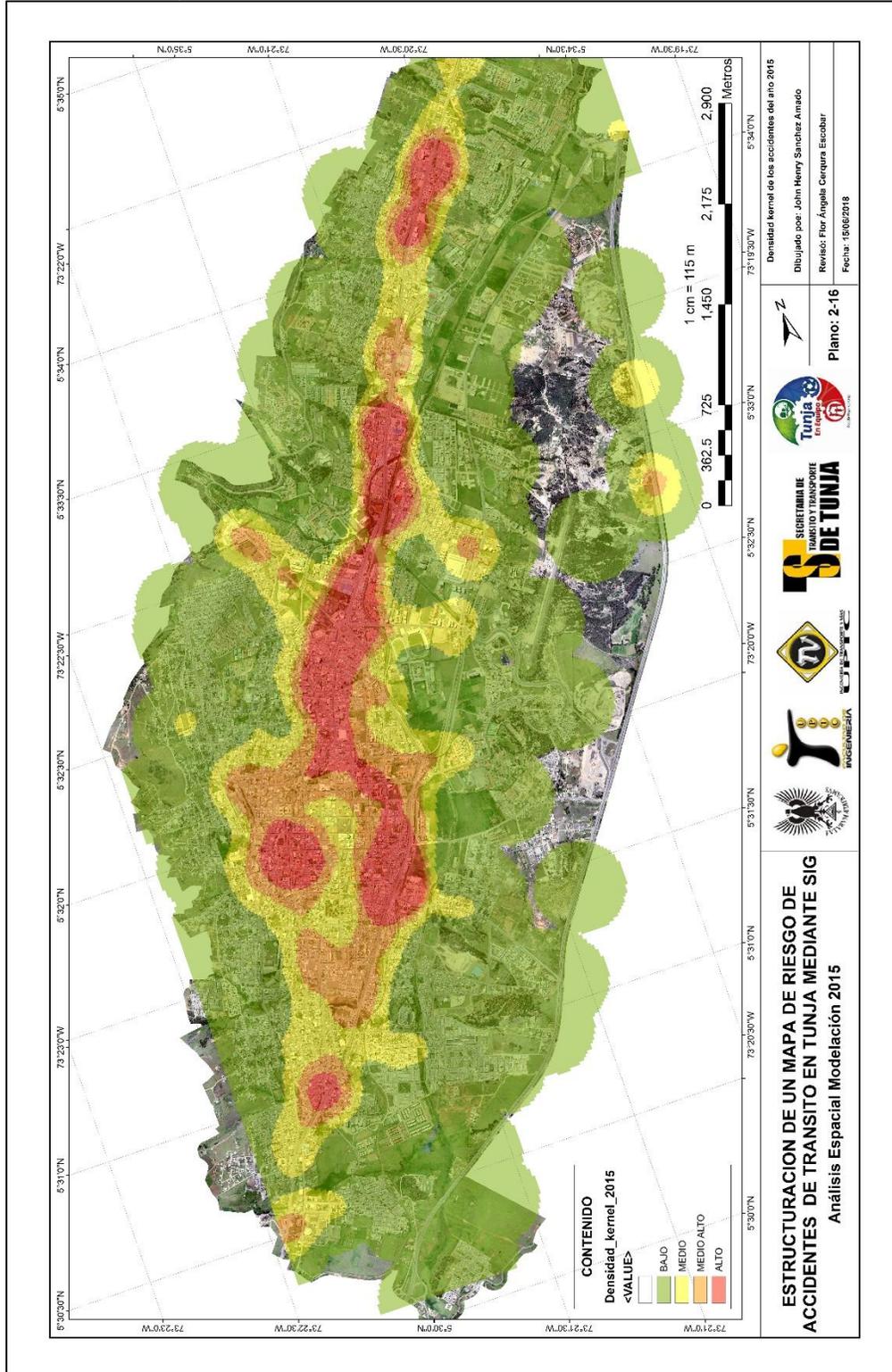
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 2. Análisis espacial densidad punto 2015**



Fuente: elaboración propia.

**Mapa 3. Análisis espacial densidad Kernel 2015**



Fuente: elaboración propia.

## 5.2 ACCIDENTALIDAD VIAL AÑO 2016

En el año 2016 la ciudad de Tunja tenía 191.878 habitantes dato suministrado por el DANE. En este año se presentaron 760 accidentes de tránsito registrados (Mapa 4) de los cuales: 525 corresponden a accidentes solo daños corresponden al 69%, seguido de 218 accidentes con heridos que corresponde al 29% y por último 17 accidentes con muertos siendo el 2% de estos.

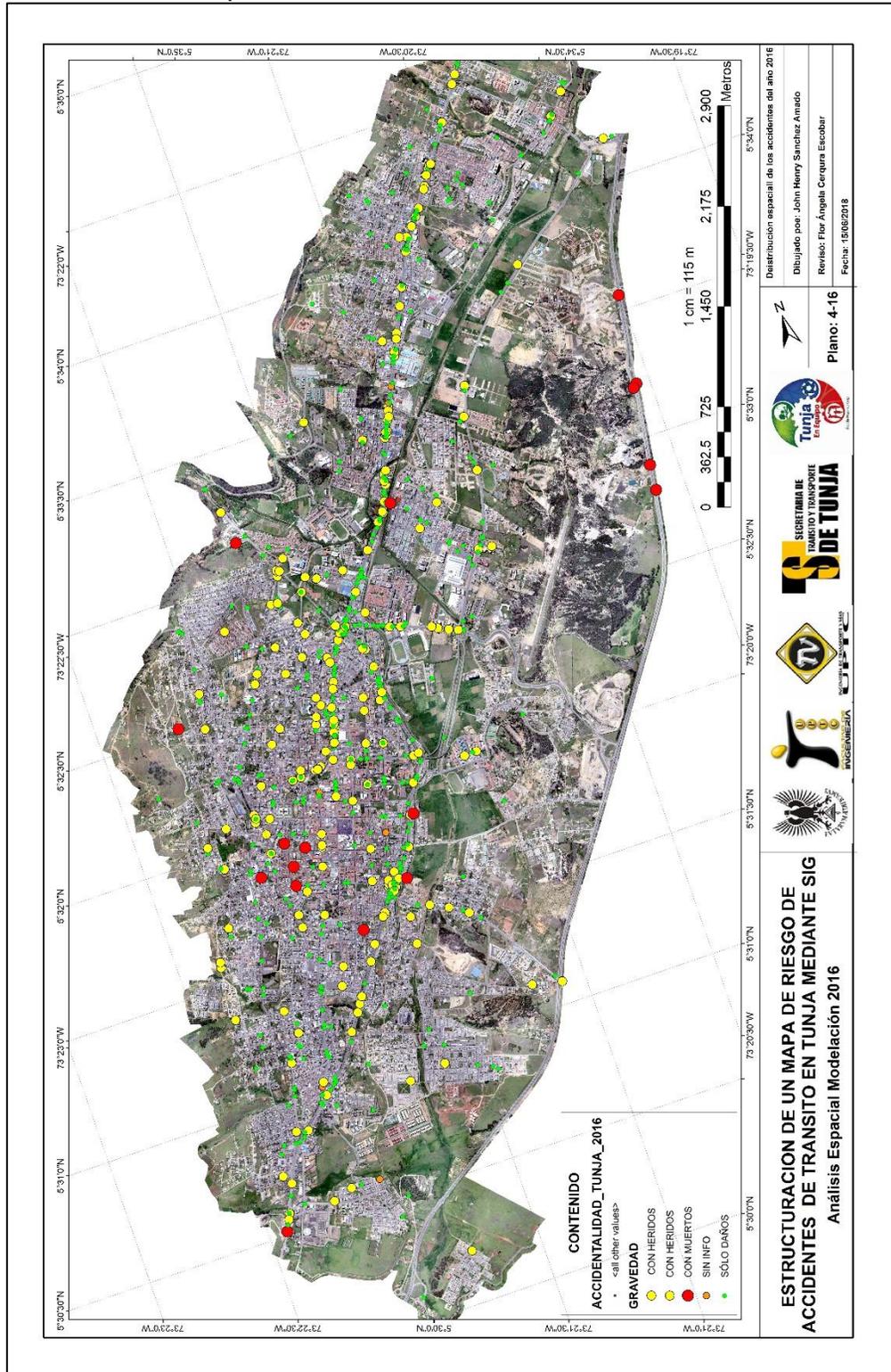
**Análisis espacial densidad punto 2016:** Mediante el análisis espacial densidad punto para el año 2016, se encuentra que hay una gran concentración de accidentes en la ciudad de Tunja (Mapa 5), en donde se evidencia 1 sector crítico de alto riesgo como lo es: avenida oriental con calle 15 sector el terminal.

Así mismo se encontraron dos sectores de medio riesgo como lo son: La glorieta norte y avenida norte con calle 49 sector conocido como centro norte.

**Análisis espacial densidad Kernel 2016:** Con el análisis espacial mediante densidad Kernel se observan cinco sectores críticos de alto riesgo (Mapa 6) para el año 2016, carrera 14 con calle 17 sector conocido como los tiestos, avenida oriental con calle 15 sector conocido como el terminal, avenida Maldonado, avenida colon y glorieta norte, avenida norte entre calles 42 y 49 y avenida norte con calle 66.

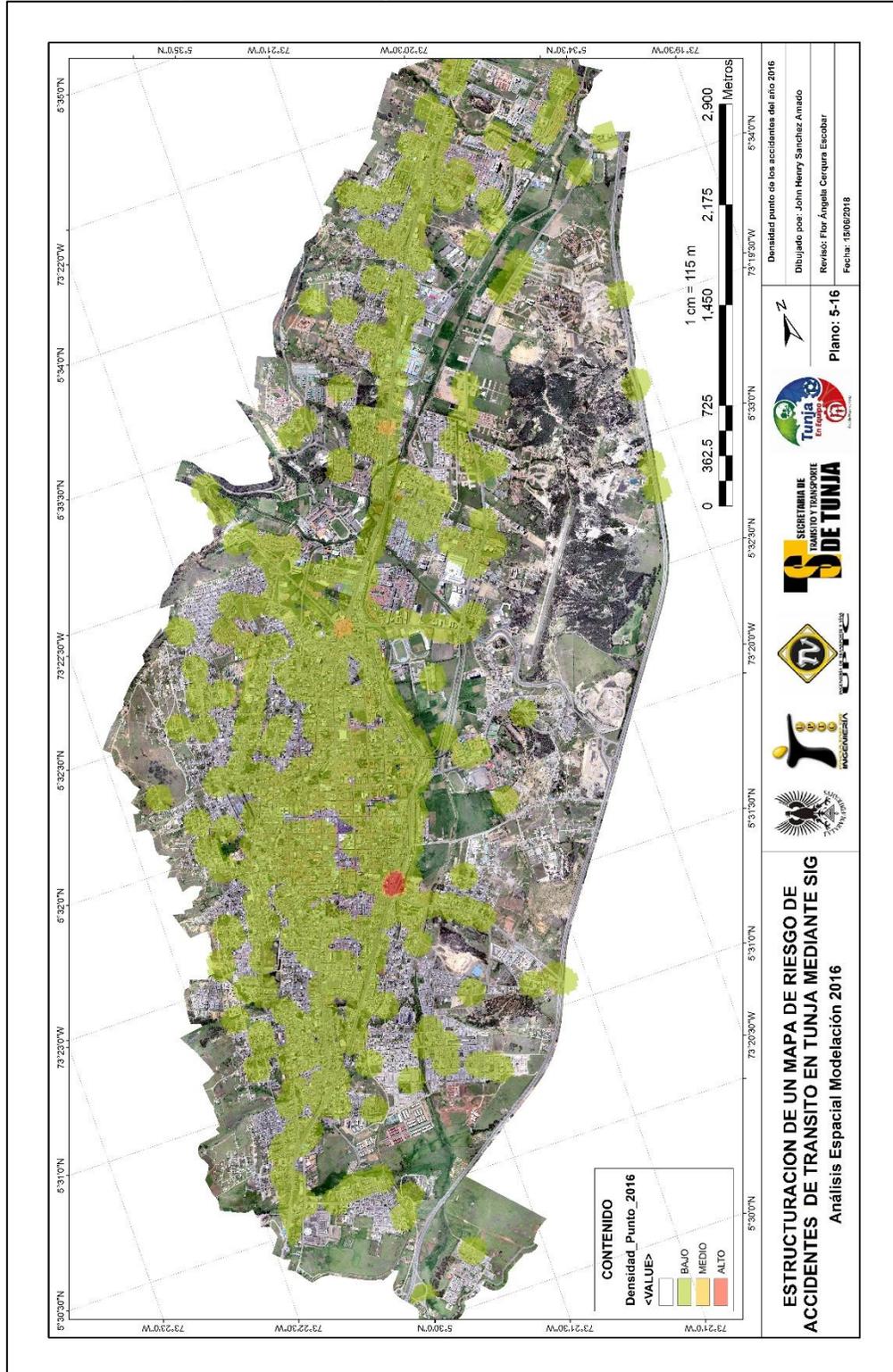
Así mismo se encontraron siete sectores riesgo medio-alto riesgo como lo son: avenida oriental con carrera 11 sector conocido como los hongos, centro histórico de la ciudad de Tunja, carrera 14 con calle 7 sur, diagonal 39 con carrera 16, avenida norte con calle 53 sector conocido como los concesionarios, variante Tunja kilómetro 2 desde Green Hills, sentido norte-sur.

**Mapa 4. Distribución espacial de los accidentes del año 2016**



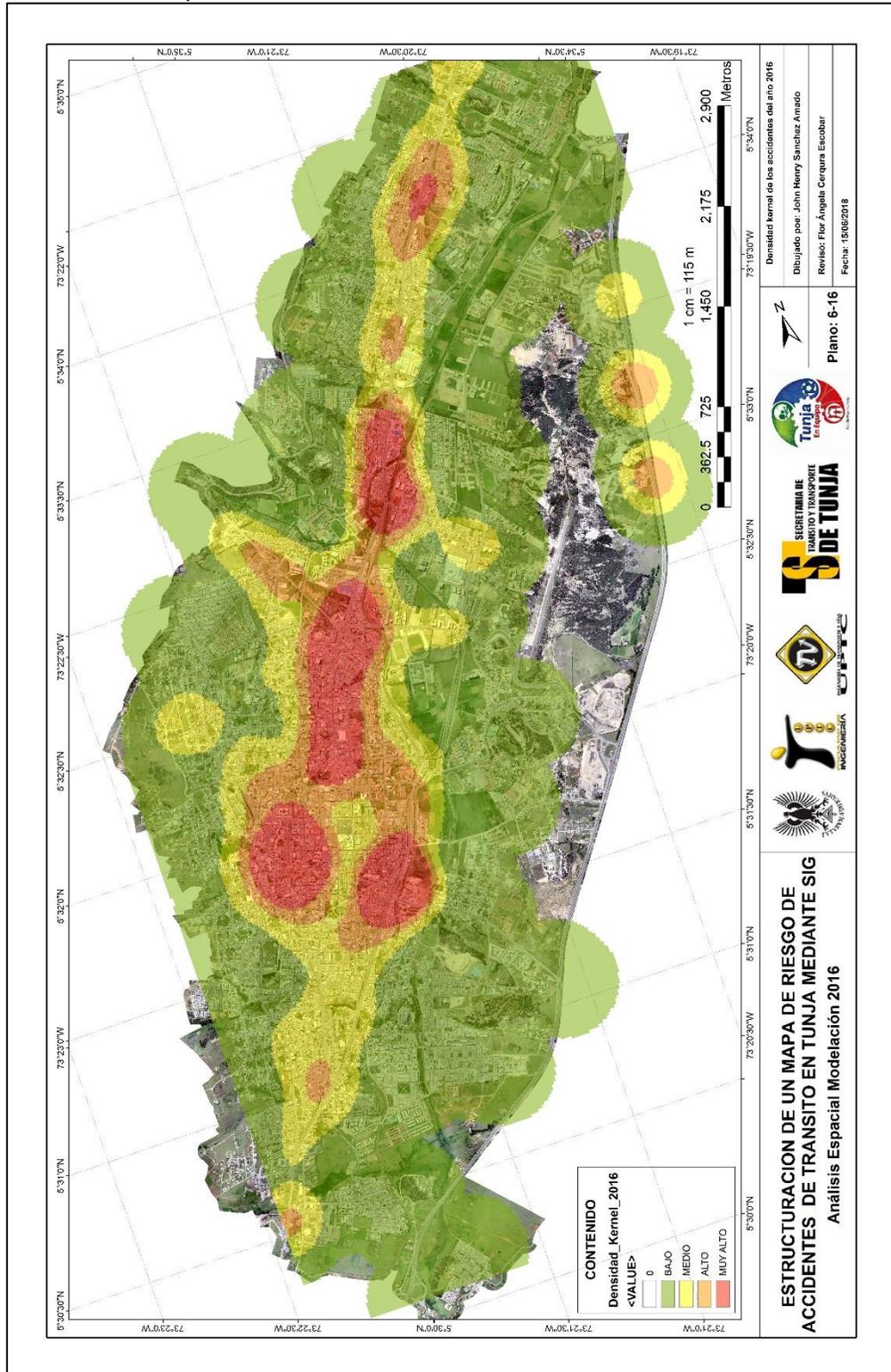
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 5. Análisis espacial densidad punto 2016**



Fuente: elaboración propia.

**Mapa 6.** Análisis espacial densidad Kernel 2016



Fuente: elaboración propia.

### 5.3 ACCIDENTALIDAD VIAL AÑO 2017

En el año 2017 la ciudad de Tunja tenía 195.496 habitantes dato suministrados por el DANE. En este año se presentaron 324 accidentes de tránsito registrados (Mapa 7) de los cuales: 243 corresponden a accidentes solo daños corresponden al 75%, seguido de 74 accidentes con heridos que corresponden al 23 y por último 7 accidentes con muertos siendo el 2% de estos.

**Análisis espacial densidad punto 2017** Mediante el análisis espacial densidad punto para el año 2017 (Mapa 8), se encuentra disminución de accidentes con respecto a los años en la ciudad, donde se evidencian 3 sectores críticos de alto riesgo como lo es: avenida oriental con calle 15 sector el terminal, la glorieta norte y avenida norte con calle 49 sector conocido como centro norte.

Así mismo se encontraron tres sectores de medio-alto riesgo como lo son: avenida norte entre calles 52 y 53 sector conocido como la Toyota, avenida norte con calle 66 sector los muiscas y avenida norte con calle 36 sector la sexta

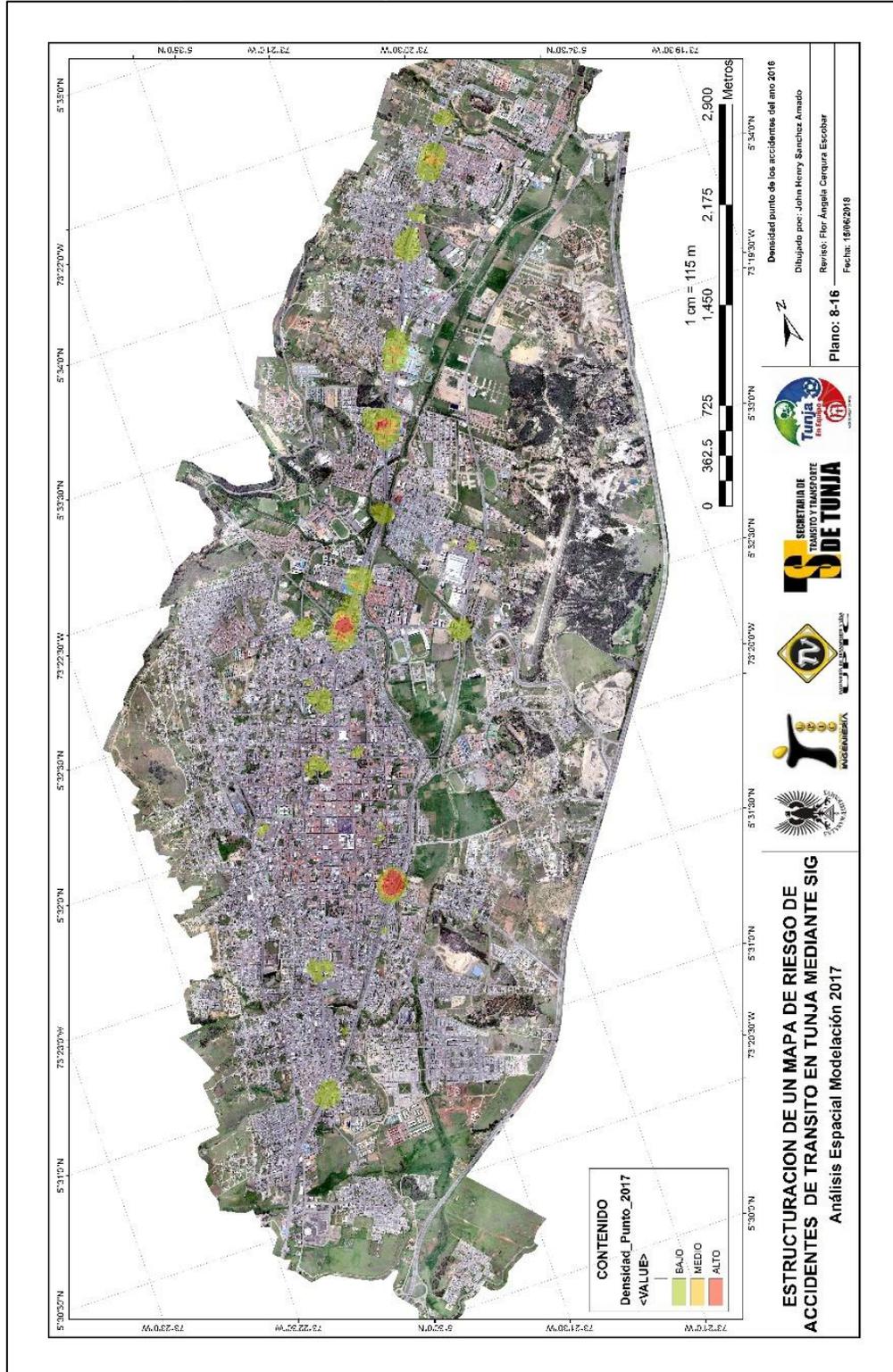
Y sectores de media concentración como lo fueron la el corredor de la avenida norte, carrera 11 glorieta gobernador esto puede obedecer a las campañas de cultura ciudadana organizadas por la secretaria de tránsito y transporte.

**Análisis espacial densidad Kernel 2017:** Con el análisis espacial mediante densidad Kernel se observan dos grandes sectores críticos de alto riesgo (Mapa 9) para el año 2017, avenida norte entre calles 42 y 71 y avenida oriental, avenida Maldonado, carrera 11, carrera 14 y gran parte del centro histórico de la ciudad,

Los sectores riesgo medio-alto riesgo como lo son límites de los puntos anteriormente mencionado, avenida olímpica y avenida universitaria entre glorieta del gobernador y calle 41.

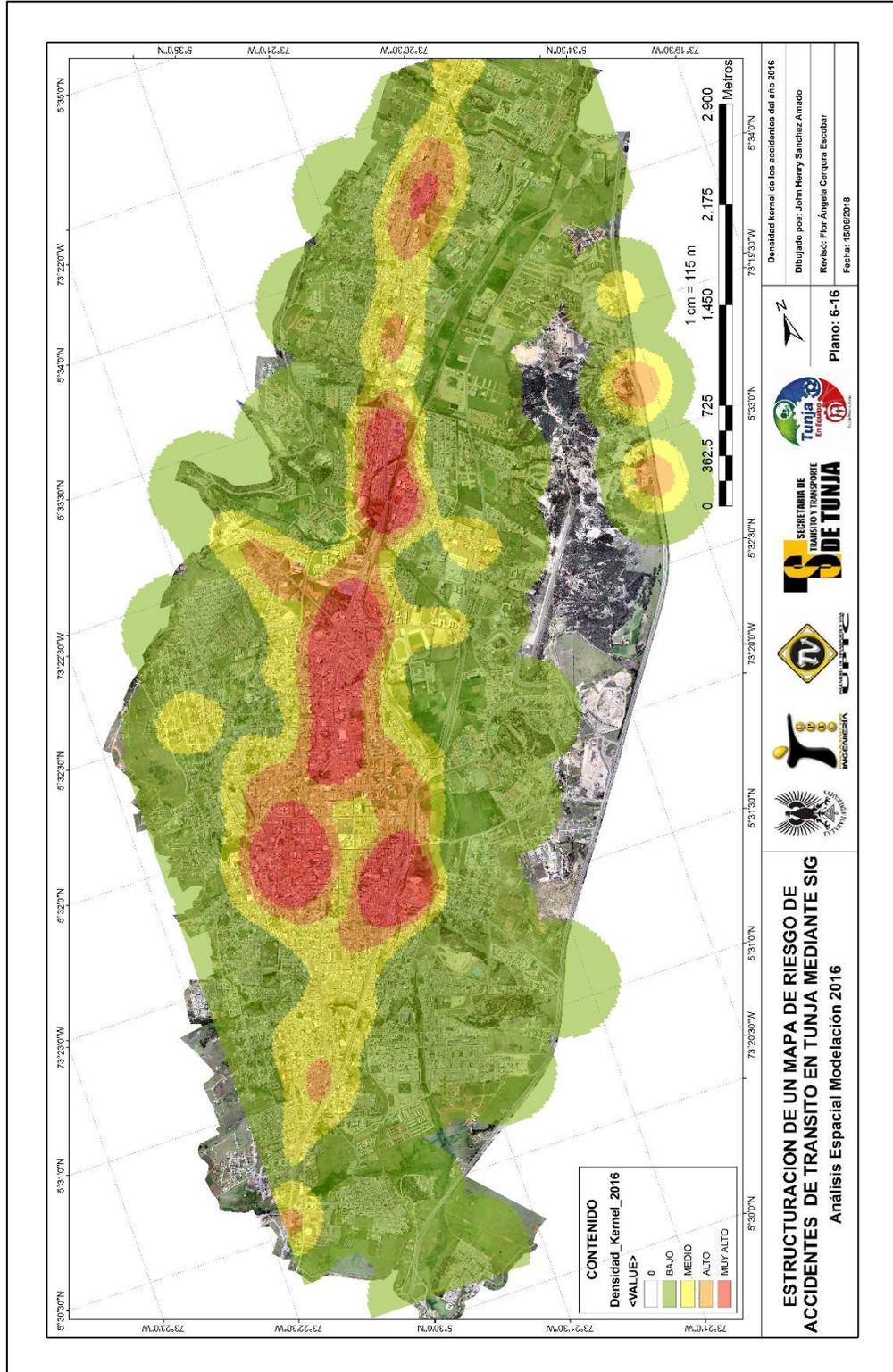


**Mapa 8. Análisis espacial densidad punto 2017**



Fuente: elaboración propia.

**Mapa 9. Análisis espacial densidad Kernel 2017**



Fuente: elaboración propia.

## 5.4 ACCIDENTALIDAD VIAL TUNJA

Como se observa en el siguiente mapa se encuentran los accidentes dispuestos así: accidentes con muerto de color rojo, accidentes con heridos de color amarillos y accidentes sólo color de color verde (Mapa 10).

**Análisis espacial densidad Punto:** Mediante el análisis de densidad punto se encontraron diez sectores de alto riesgo (Mapa 11) estos son: avenida oriental con carrera 11 sector los hongos, avenida oriental con calle 15 sector conocido como el terminal de transporte, calle 18 entre carreras 12 y 13, avenida colon entre calles 26 y 28 sector hospital san Rafael, glorieta norte, avenida norte con calle 37 sector conocido como la sexta, avenida norte con calle 42 pozo de Donato, avenida norte con calle 49 sector centro norte, avenida norte con calle 58<sup>a</sup>, avenida norte con calle 66.

Los sectores de riesgo medio-alto son: carrera 14 con calle 7 sur, carrera 14 con avenida oriental, avenida oriental entre calles 8 y 22, carrera 11 con calle sector universidad Juan de Castellanos, carrera 15 con calle 17 sector conocido como cinco esquinas carrea 15 con calle 22, gran parte de la avenida Maldonado, avenida oriental y con carrera 7, diagonal 38 con carrera 16, glorieta gobernador, avenida universitaria con calle 41, avenida norte con calle 53 sector conocido como los concesionarios y avenida norte con calle 78.

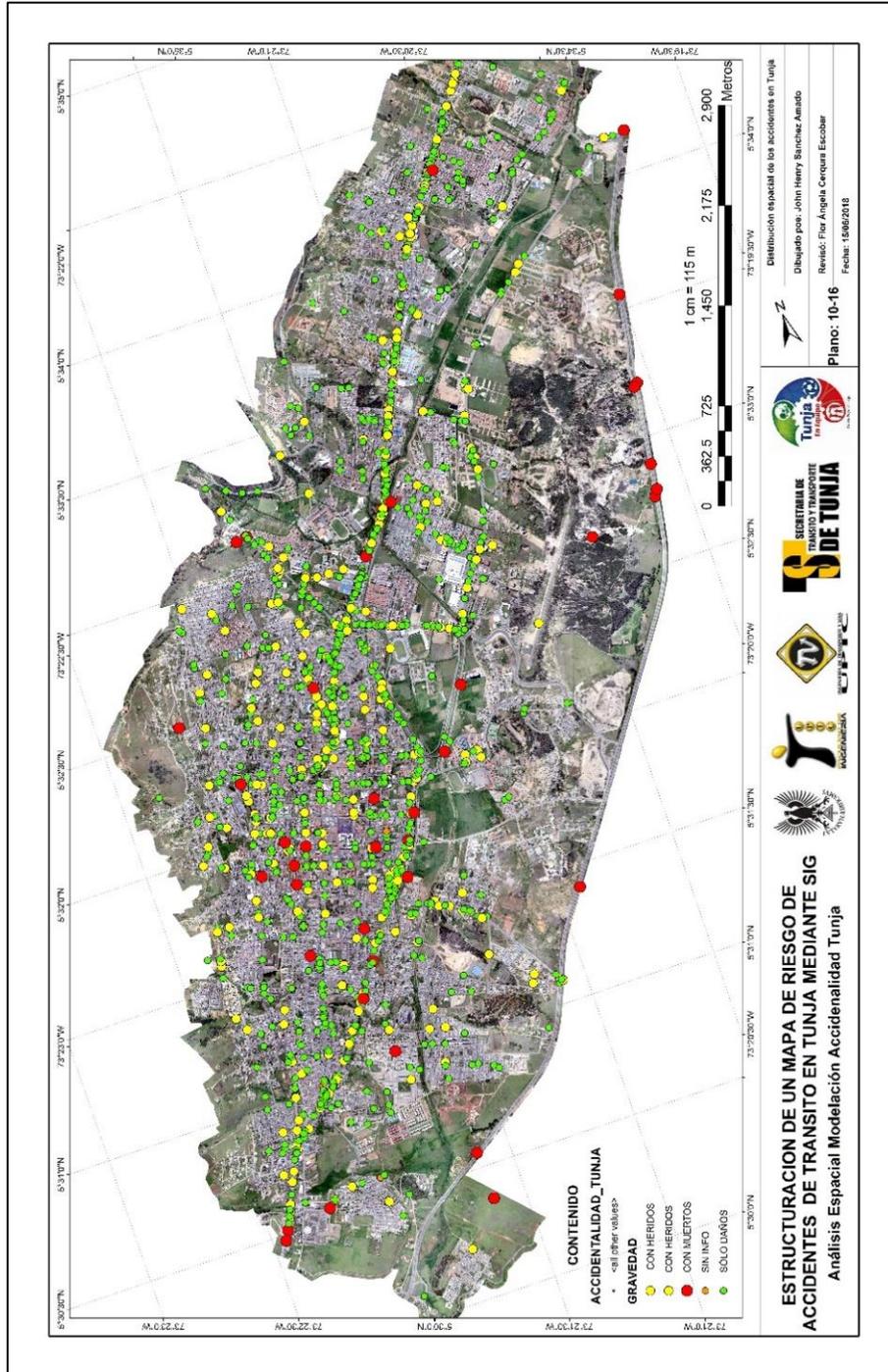
**Análisis espacial densidad Kernel:** Con el análisis espacial de densidad Kernel se localizan 5 puntos críticos (Mapa 12): avenida norte entre calles 58<sup>a</sup> y 61, avenida norte con calle 53 sector conocido con calle 53, avenida norte entre calles 39 y 49, carrera 14 con calle 17 sector conocido como los tiestos, avenida oriental con carrera 11 sector los hongos y el ultimo siendo el tramo más largo, comienza desde la avenida norte con calle 38 pasa por la glorieta norte, sube por la avenida Maldonado y avenida colon hasta llegar a las nieves, de ahí se divide en dos sub-trayectos el primero continua hasta la calle 22 con carrera 13, el segundo sub-trayecto abarca el sector sur-oriental hasta llegar a la avenida oriental con calle 15 sector conocido como el terminal de transporte.

Los sectores de riesgo medio alto, son un buffer de los sectores críticos de alto riesgo, también se encuentran la carrera 15 con calle 22, diagonal 38 entrada al barrio la maría, avenida universitaria con calle 41, avenida olímpica, carrera 11 con calle 11 sector conocido como la universidad Juan de Castellanos y carrera 14 con calle 7 sur. Los sectores de bajo riesgo se encuentran situados sobre la

avenida norte, avenida oriental, diagonal 38, carrera 15, carrera 14 y carrera 12 y carrera 11.

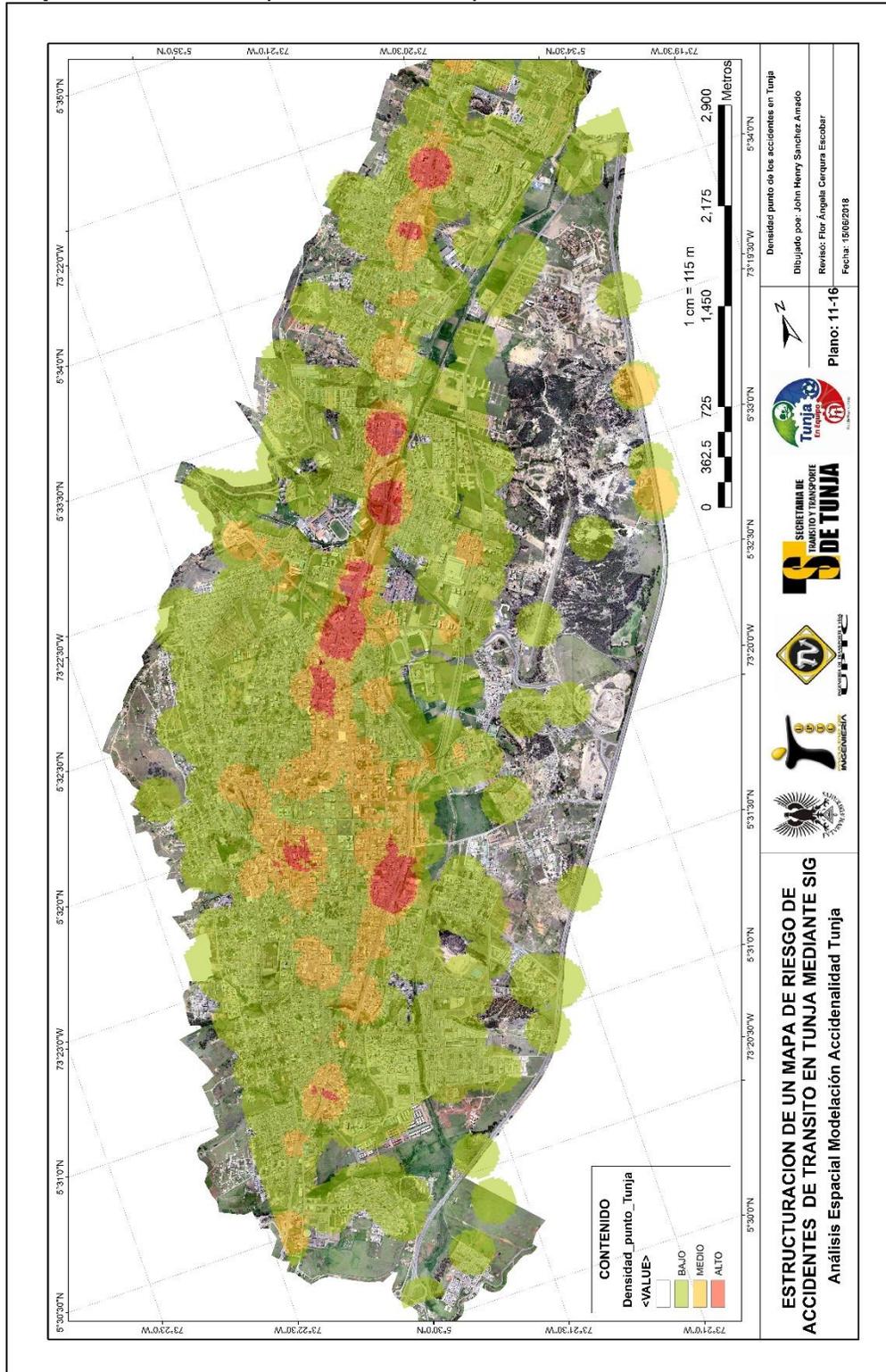
Realizando un análisis de los años estudiados (2015, 2016, y hasta junio de 2017) mediante los análisis espaciales de densidad punto y densidad Kernel lo siguiente:

**Mapa 10. Distribución espacial de los accidentes viales**



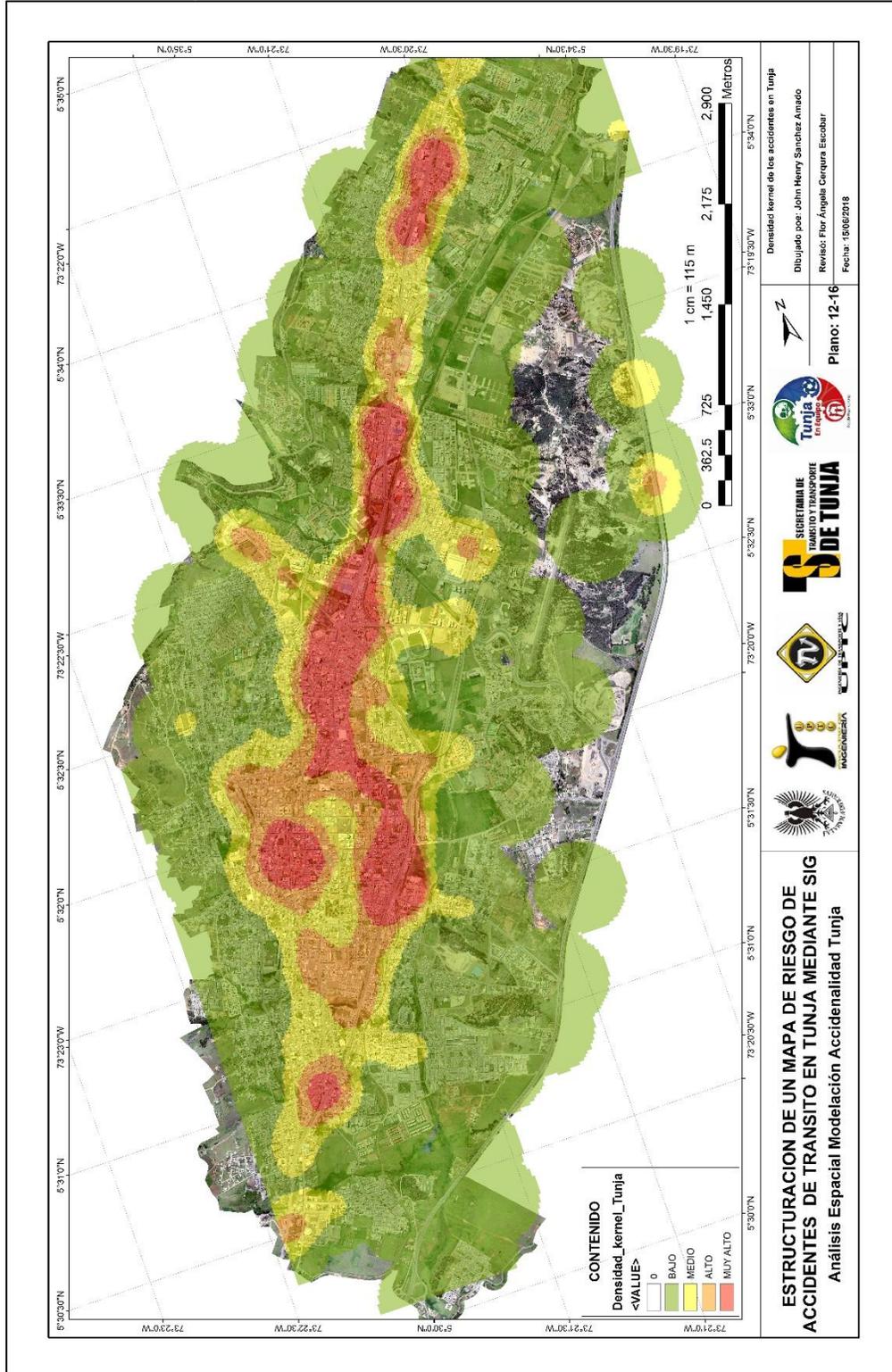
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 11. Análisis espacial densidad punto**



Fuente: elaboración propia.

**Mapa 12. Análisis espacial densidad Kernel**



Fuente: elaboración propia.

## **6. SECTORES DE ALTO, MEDIO-ALTO Y MEDIA ACCIDENTALIDAD EN LA CIUDAD DE TUNJA**

Mediante el análisis espacial se determinan sectores de mayor o de menor concentración de accidentalidad, es decir mayor agrupación de accidentes, hecho que puede llegar a clasificar estos puntos como de mayor o menor peligrosidad<sup>19</sup>.

En el presente capítulo se expone el resultado del análisis espacial a los accidentes de tránsito, los mapas de accidentalidad en la ciudad de Tunja se dividen en tres modalidades, dependiendo su nivel de riesgo. Para este caso son tres: alto riesgo, siendo el más importante y de intervención inmediata, de riesgo medio-alto y de riesgo mediano.

Los sectores de alto riesgo que se encontraron son 14: av. oriental x carrera 11 (Sector Los Hongos), av. oriental x calle 15 (Sector Terminal), carrera 14 x calle 17 (Sector Los Tiestos), carrera 10 x calle 24 (Sector Las Nieves), carrera 10 x Calle 32 (Sector Glorieta Norte), av. colón x calle 27 (Sector Hospital), av. norte x calle 37 (Sector La Sexta), av. norte x calle 42 (Sector Entrada Barrio Santa Inés), av. norte x calle 47 (Sector Centro Norte), av. norte x calle 63 (Sector Entrada Barrio Asís), av. norte x calle 66 (Sector Entrada Barrio Los Muiscas), Sector de alto riesgo de accidentalidad carrera 8 x calle 22 (Sector La Brigada), Sector de alto riesgo de accidentalidad av. norte x calle 47 (Sector Centro Norte), carrera 8 x calle 25 (Sector Parque Pinzón).

Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad en la ciudad de Tunja son: av. Oriental x calle 22 (Sector Bomberos), av. oriental x calle 7 sur (Sector Plaza de Mercado Sur), diagonal 38 (Sector Entrada Barrio La María), carrera 14 x diagonal 38 (Sector Entrada Barrio La Fuente), av. colón x carrera 11 (Sector Universidad Juan de Castellanos), av. universitaria x calle 41 (Sector Unicentro), av. norte x calle 53 (Sector Concesionarios), av. norte x calle 78 (Sector Entrada Barrio Manantial), carrera 15 x calle 17 (Sector Cinco Esquinas).

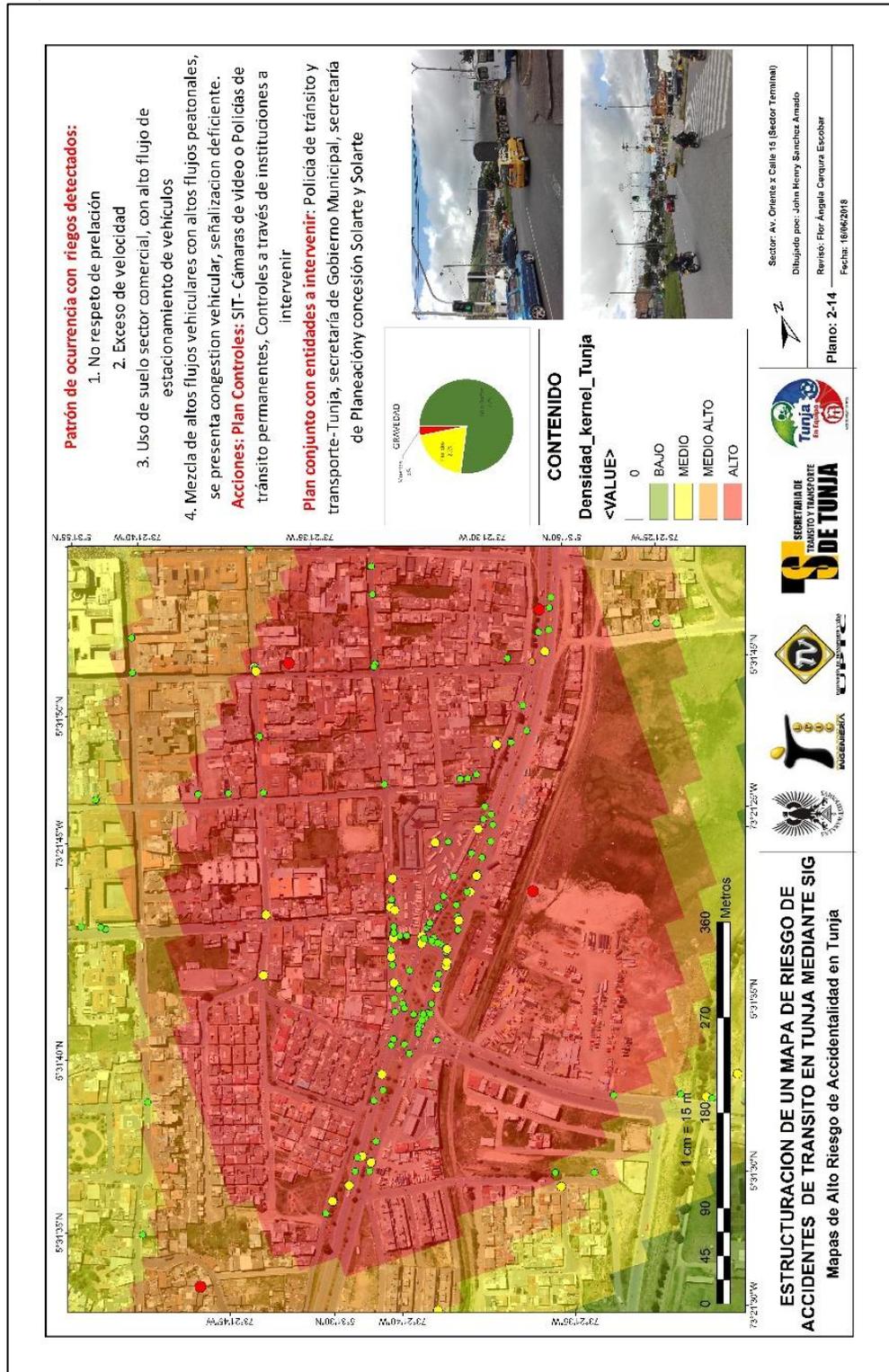
Sector de mediano riesgo de accidentalidad en la ciudad son: av. universitaria x calle 75 (Sector Green Hills), Sector de mediano riesgo de accidentalidad av. universitaria x calle 25 (Sector Viaducto), Sector de mediano riesgo de accidentalidad av. universitaria x calle 32 (Sector Glorieta Gobernador calle 15 (Sector Av. Patriotas)

---

<sup>19</sup> CERQUERA Escobar F.A. Análisis espacial de los accidentes de tráfico en Bogotá D.C. Fundamentos de investigación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia. 2015.

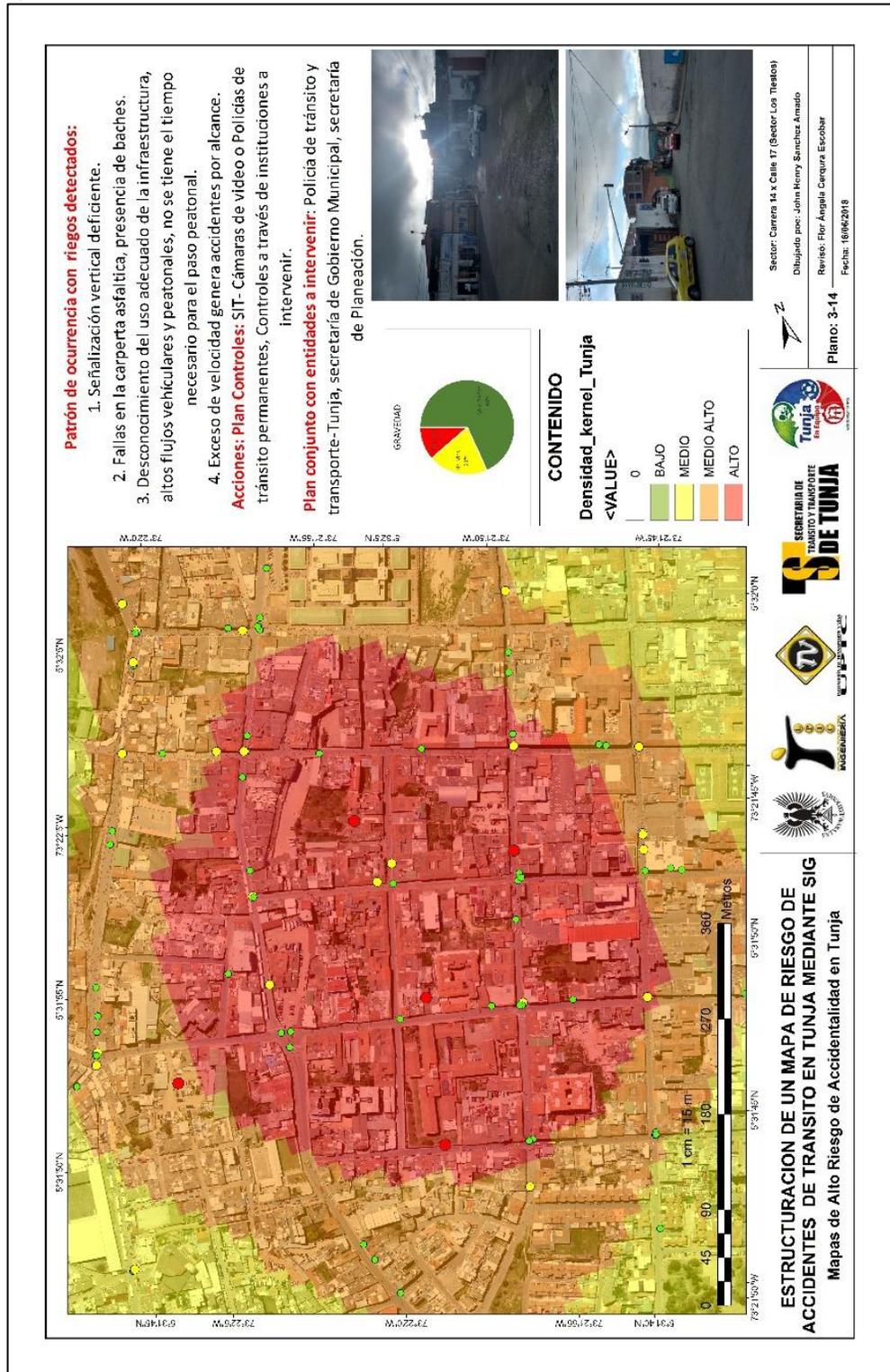


**Mapa 14.** Sector de alto riesgo de accidentalidad av. oriental x calle 15 (Sector Terminal)



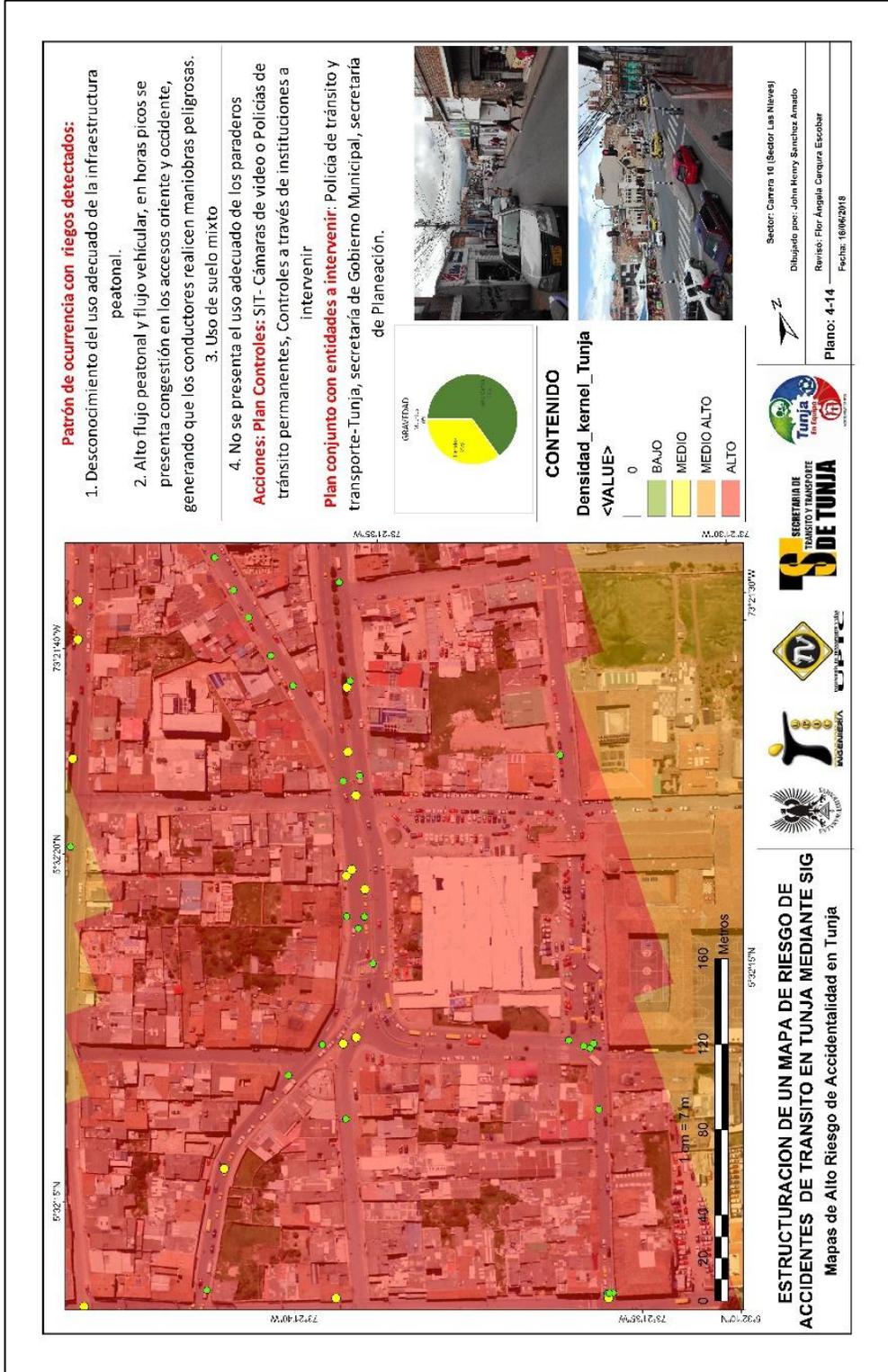
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 15.** Sector de alto riesgo de accidentalidad carrera 14 x calle 17 (Sector Los Tiestos)



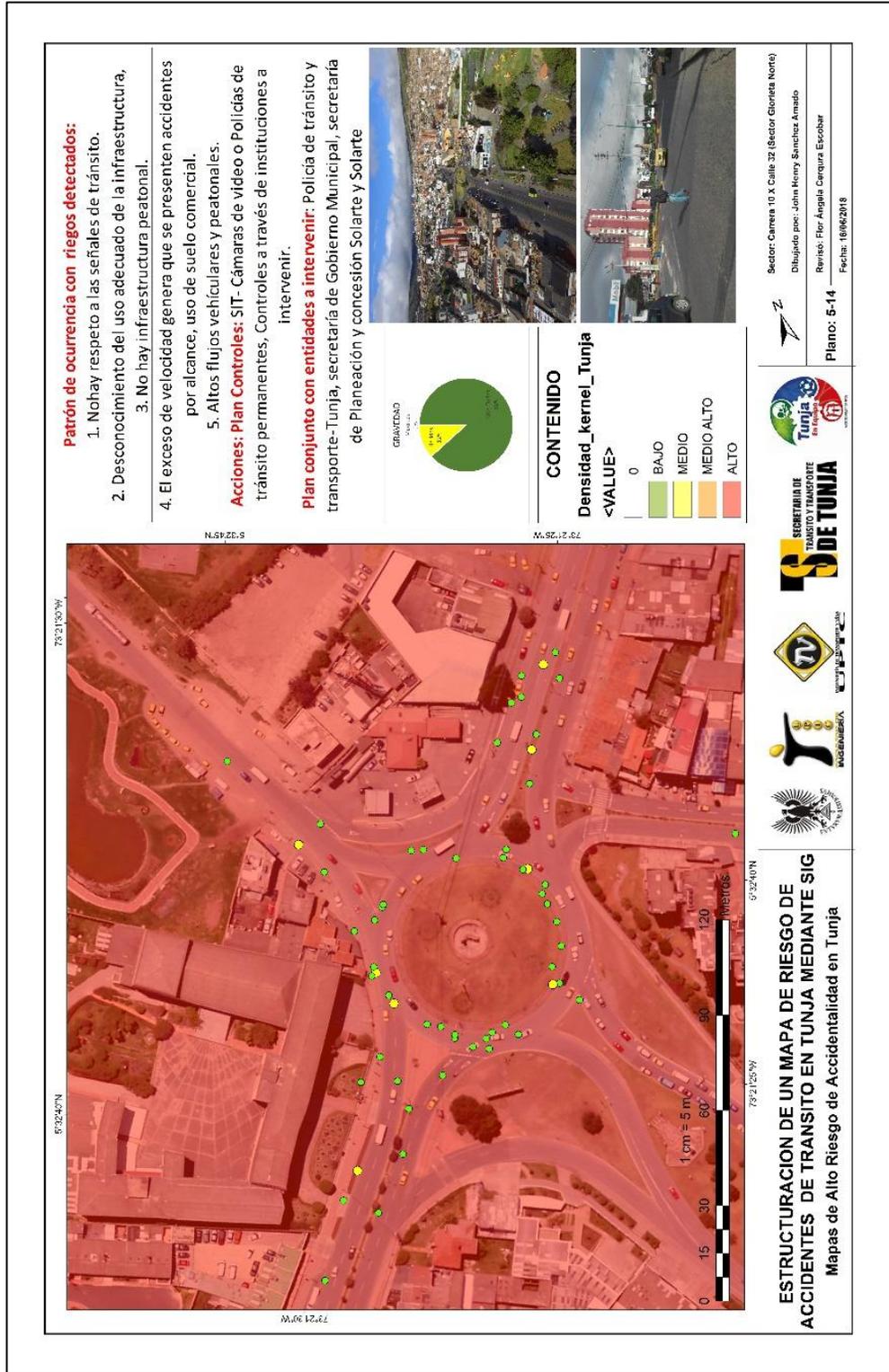
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 16.** Sector de alto riesgo de accidentalidad carrera 10 x calle 24 (Sector Las Nieves)



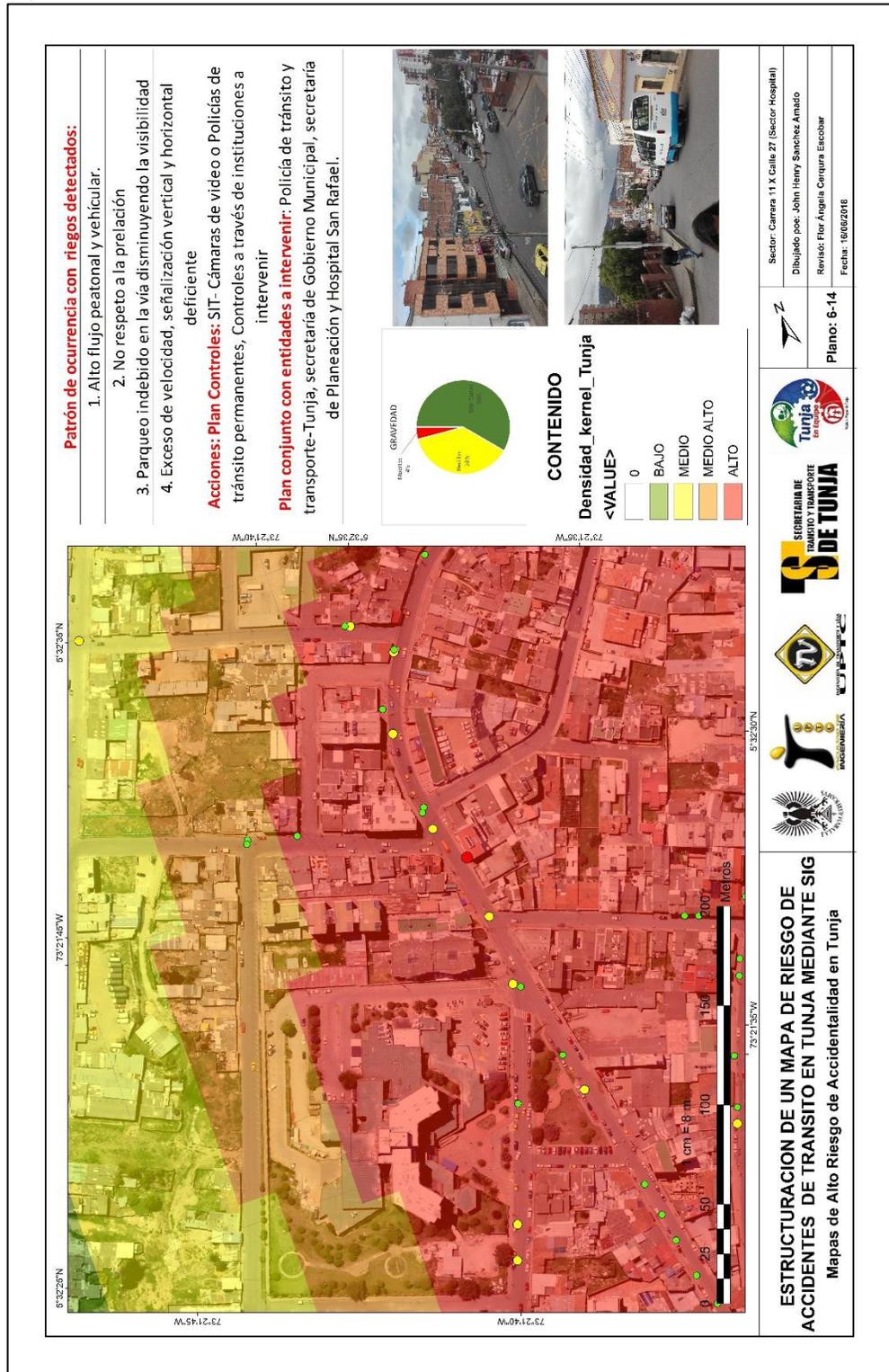
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 17.** Sector de alto riesgo de accidentalidad carrera 10 x Calle 32 (Sector Glorieta Norte)



Fuente: elaboración propia.

**Mapa 18.** Sector de alto riesgo de accidentalidad av. colón x calle 27 (Sector Hospital)



Fuente: elaboración propia.

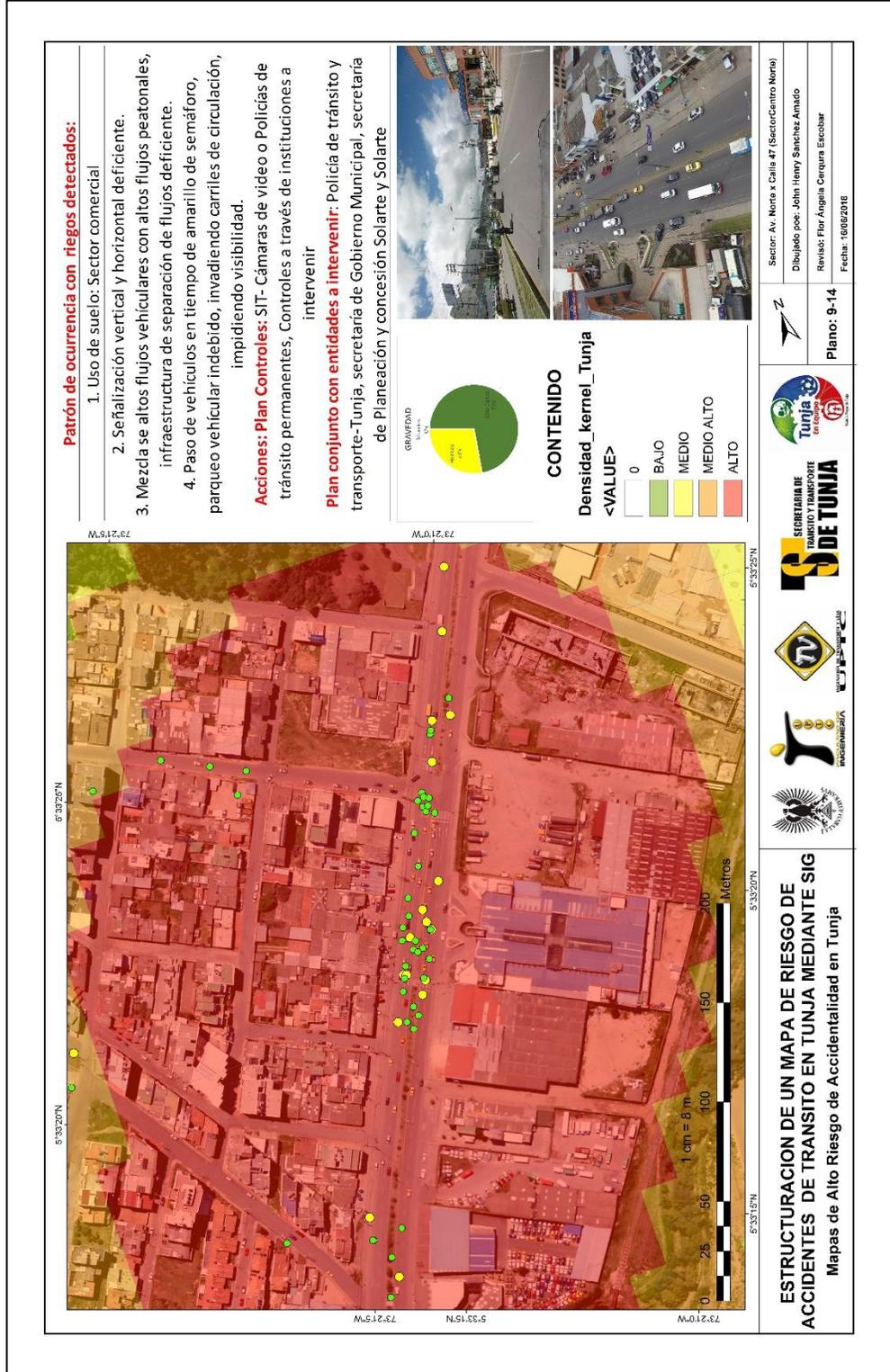


**Mapa 20.** Sector de alto riesgo de accidentalidad av. norte x calle 42 (Sector Entrada Barrio Santa Inés)



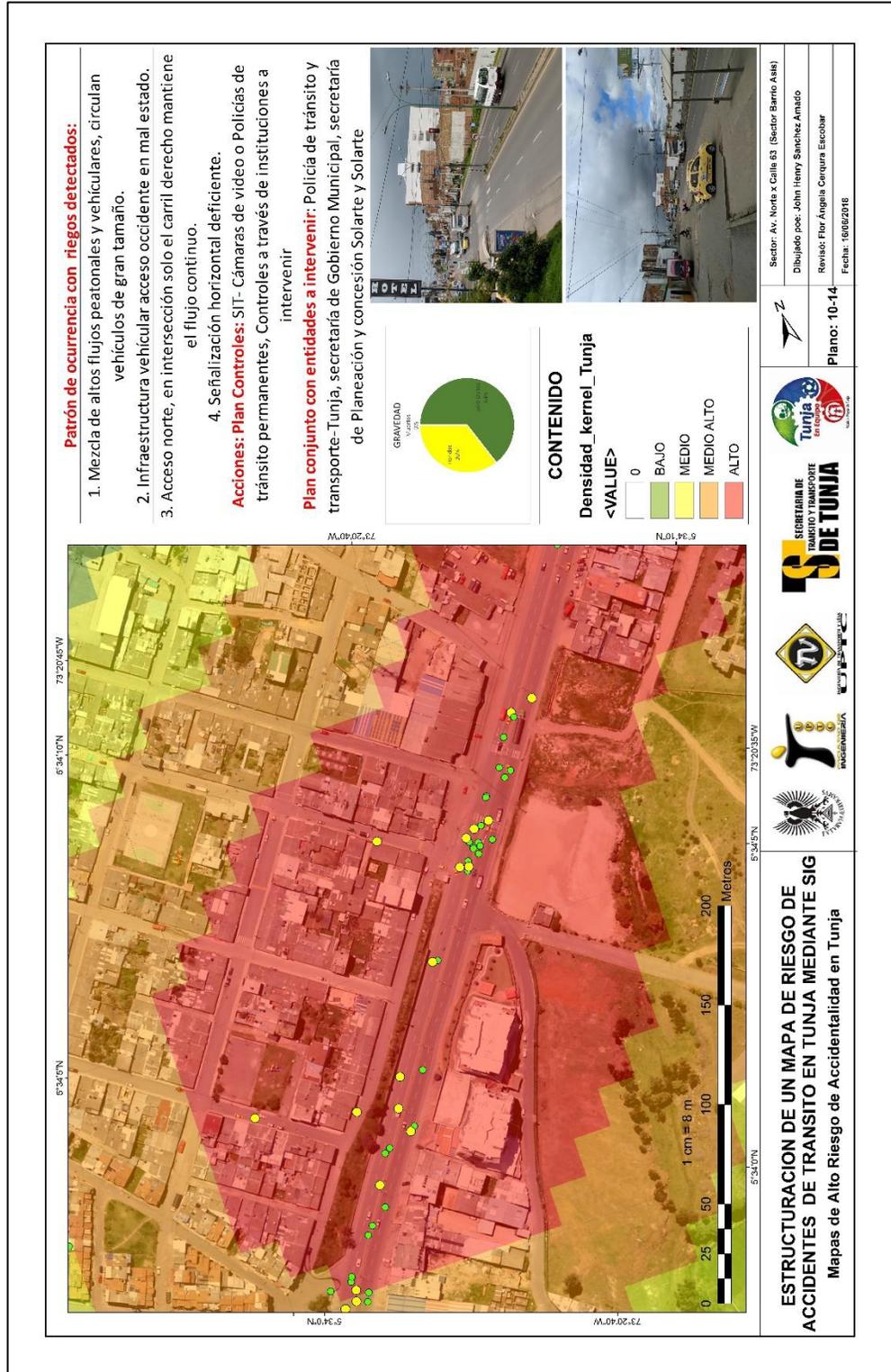
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 21.** Sector de alto riesgo de accidentalidad av. norte x calle 47 (Sector Centro Norte)



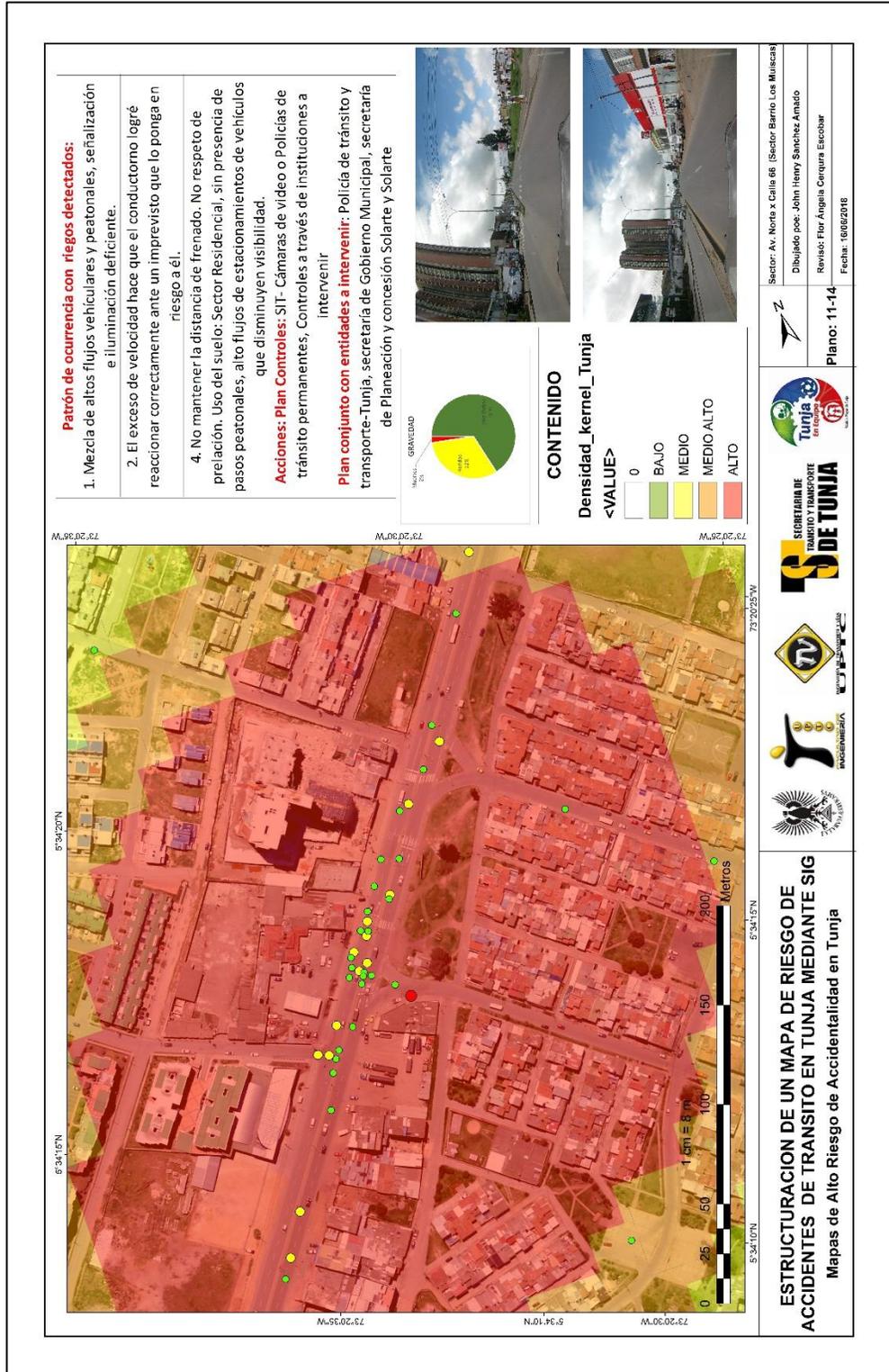
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 22.** Sector de alto riesgo de accidentalidad av. norte x calle 63 (Sector Entrada Barrio Asís)



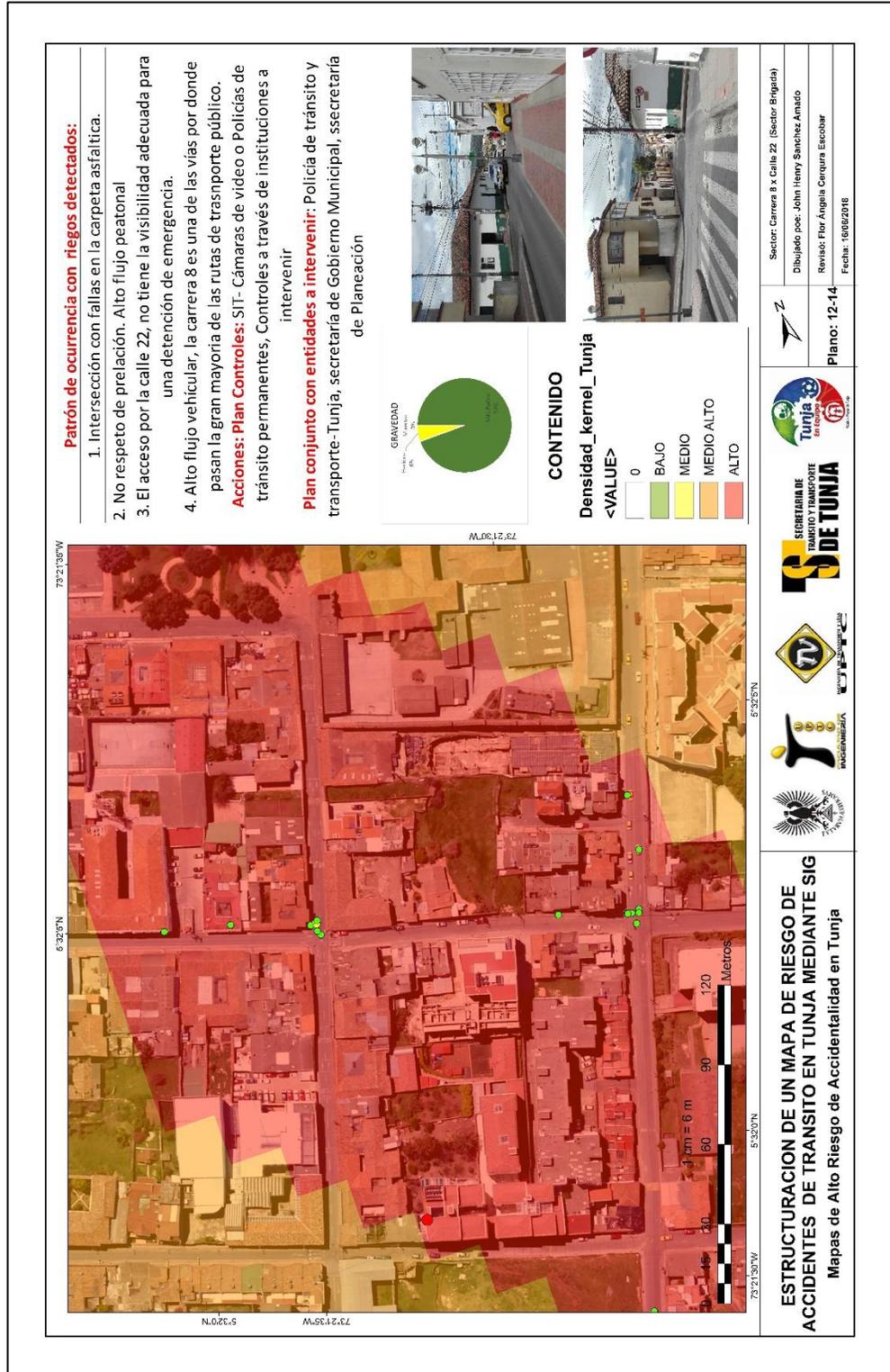
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 23.** Sector de alto riesgo de accidentalidad av. norte x calle 66 (Sector Entrada Barrio Los Muiscas)



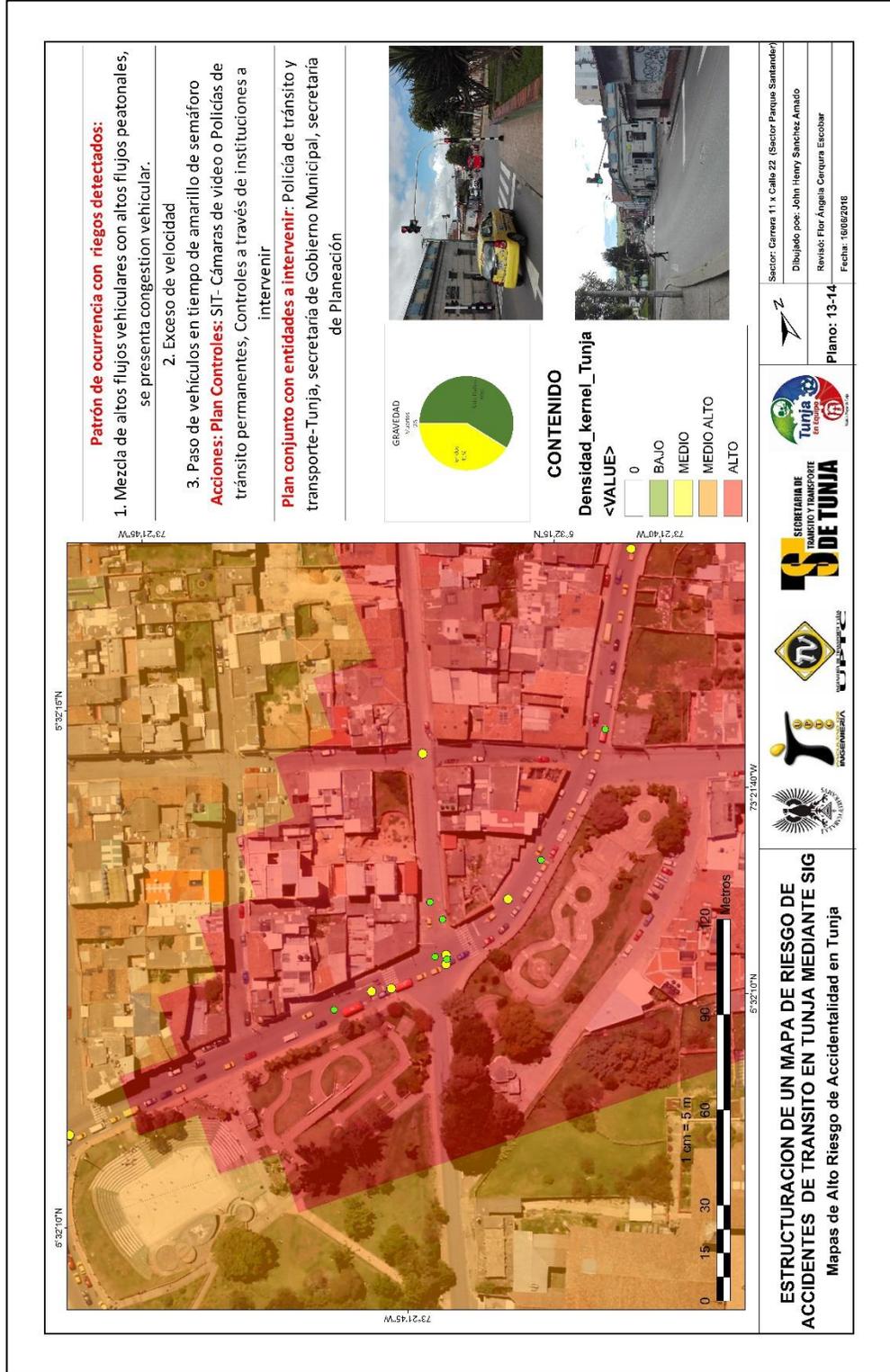
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 24.** Sector de alto riesgo de accidentalidad carrera 8 x calle 22 (Sector La Brigada)



Fuente: elaboración propia.

**Mapa 25.** Sector de alto riesgo de accidentalidad carrera 11 x calle 22 (Sector Parque Santander)



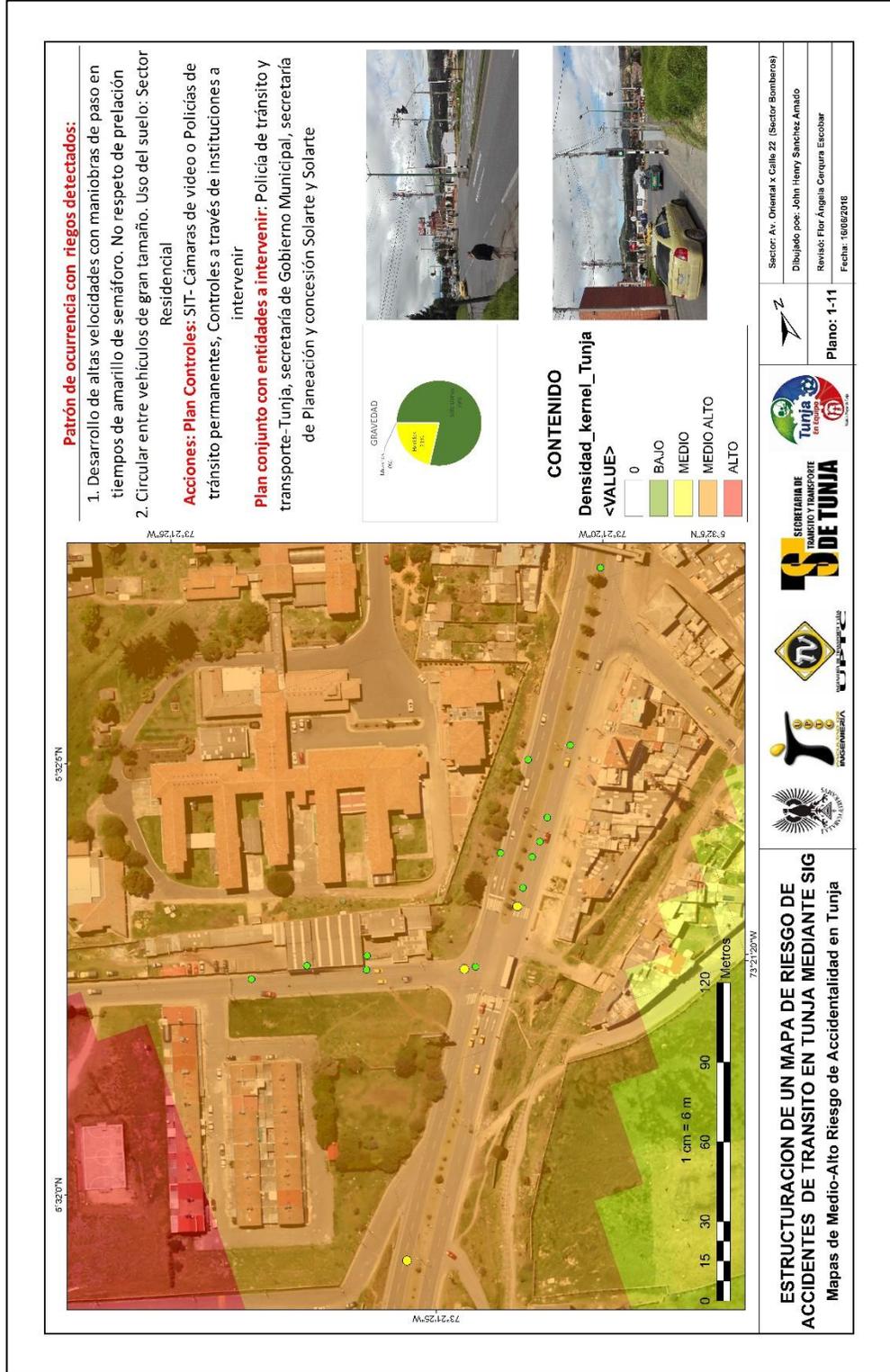
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 26.** Sector de alto riesgo de accidentalidad carrera 8 x calle 25 (Sector Parque Pinzón)



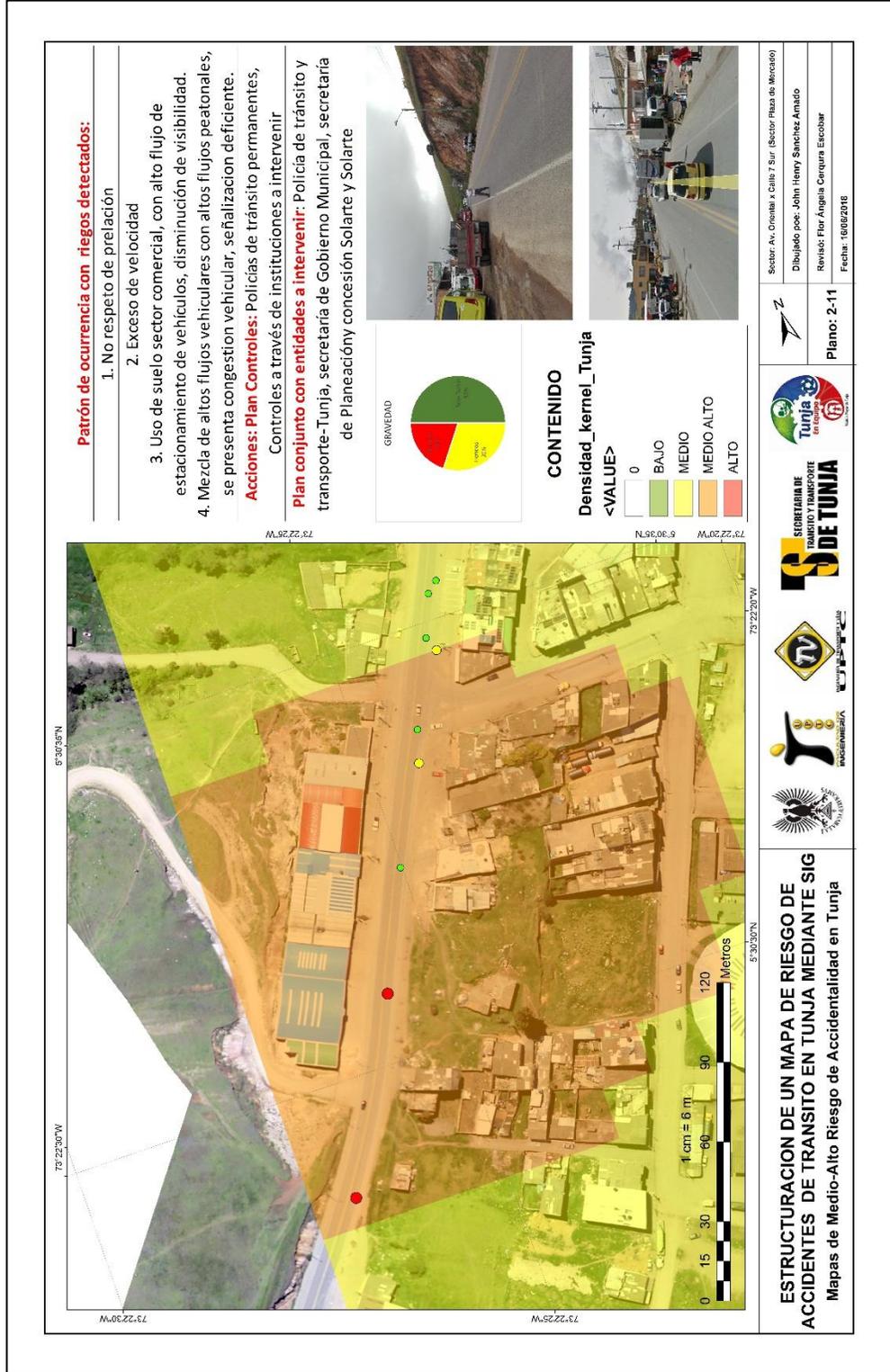
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 27.** Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad av. Oriental x calle 22 (Sector Bomberos)



Fuente: elaboración propia.

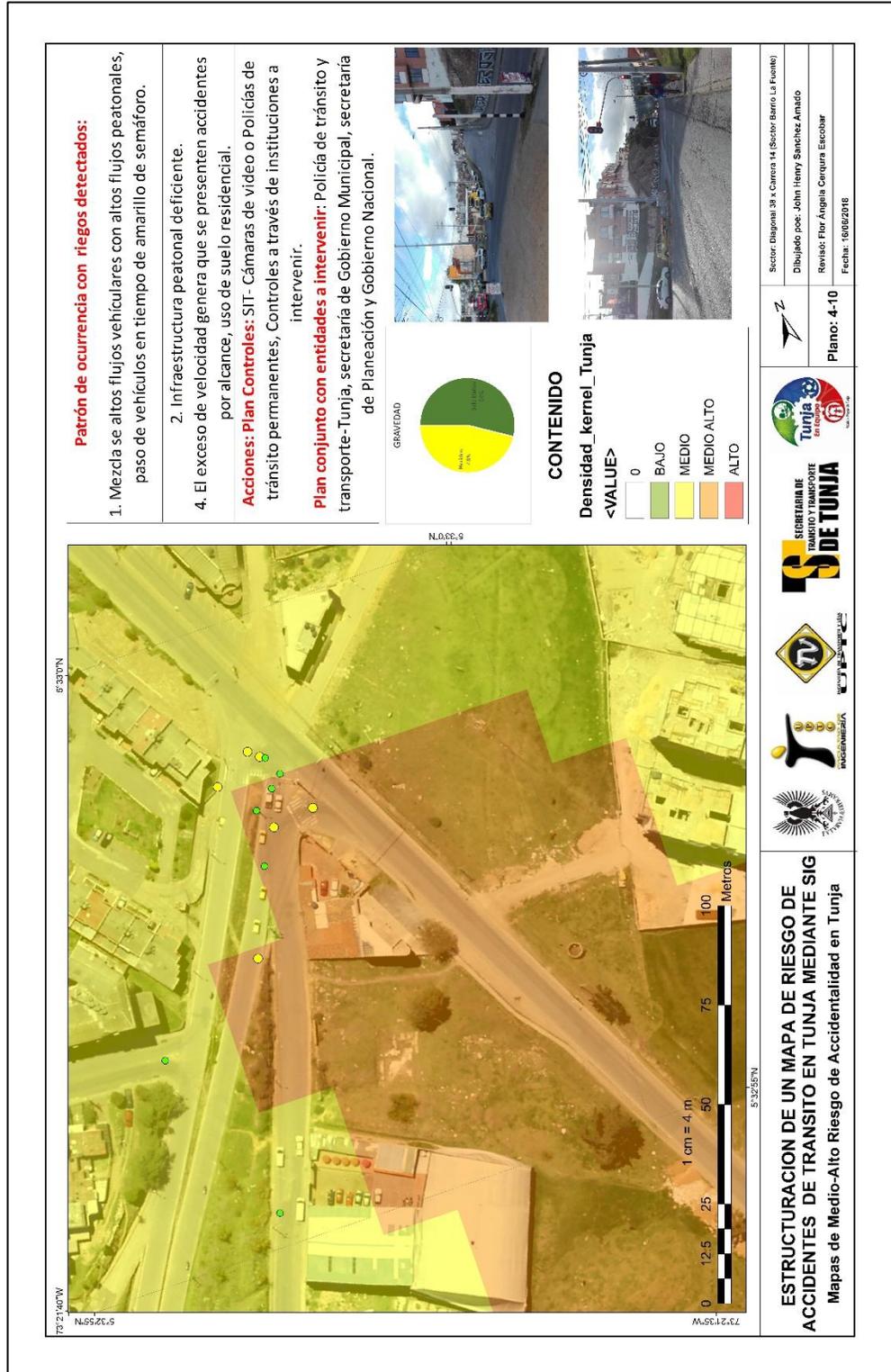
**Mapa 28.** Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad av. oriental x calle 7 sur (Sector Plaza de Mercado Sur)



Fuente: elaboración propia.

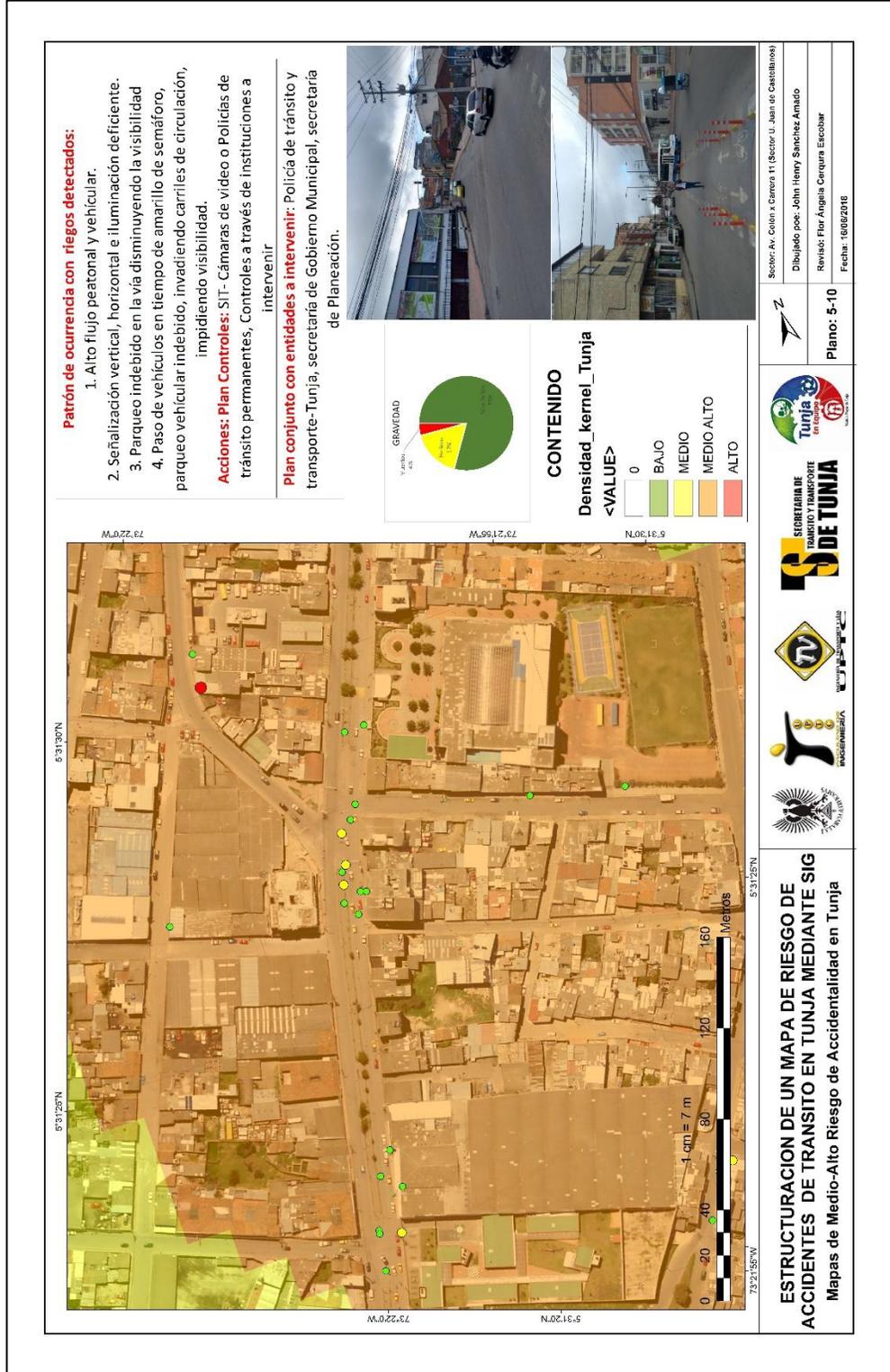


**Mapa 30.** Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad carrera 14 x diagonal 38 (Sector Entrada Barrio La Fuente)



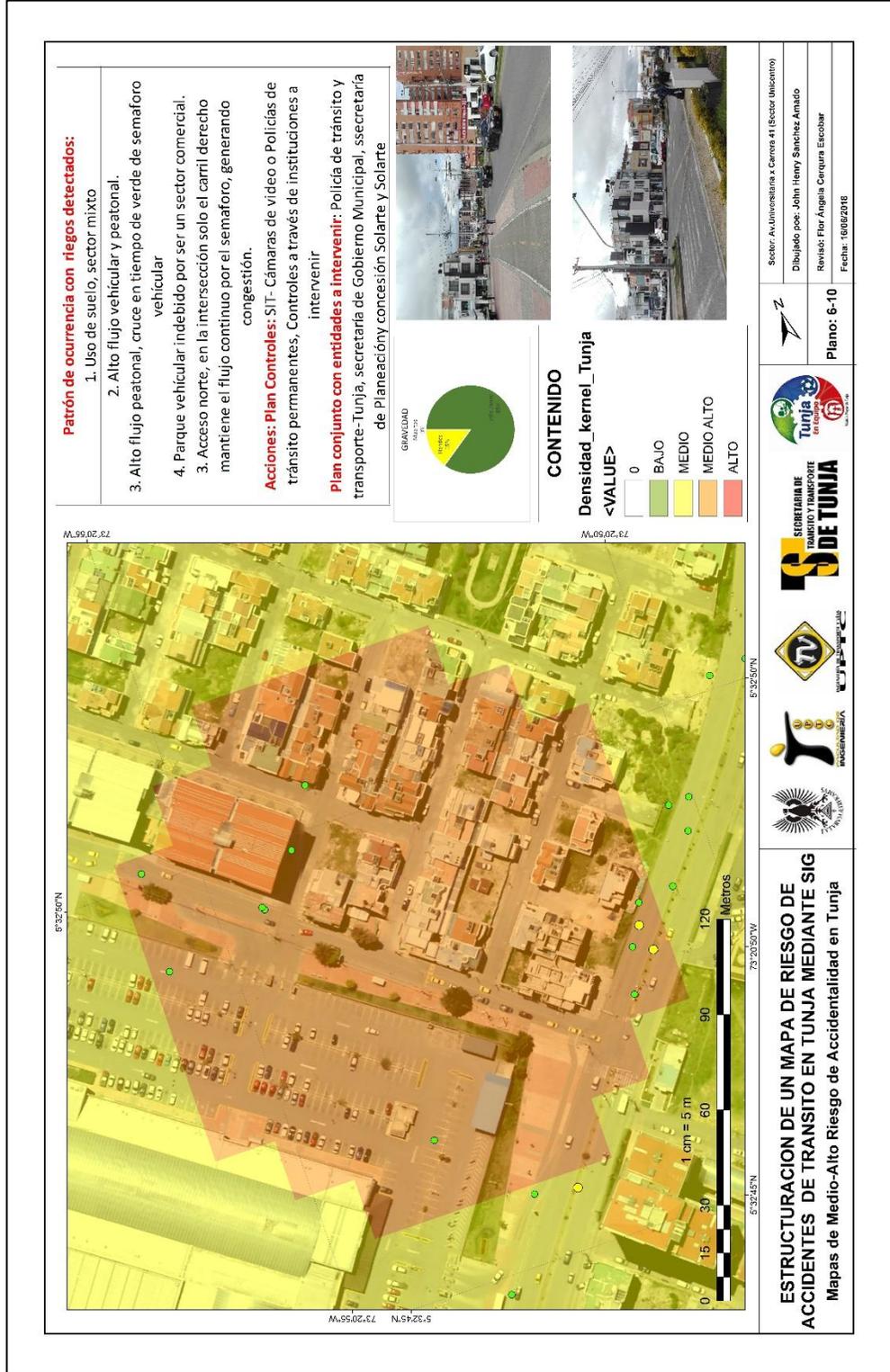
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 31.** Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad av. colón x carrera 11 (Sector Universidad Juan de Castellanos)



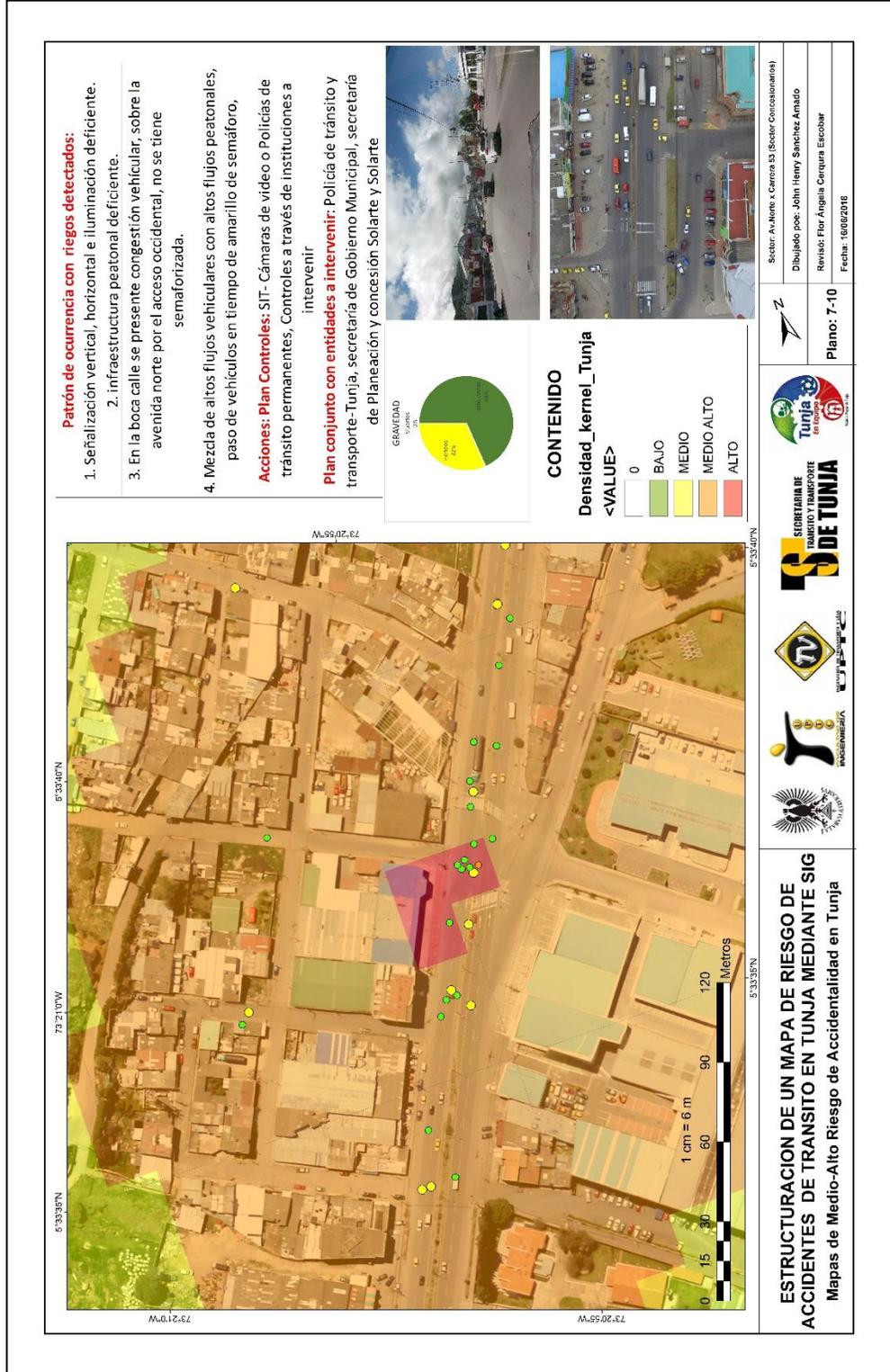
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 32.** Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad av. universitaria x calle 41 (Sector Unicentro)



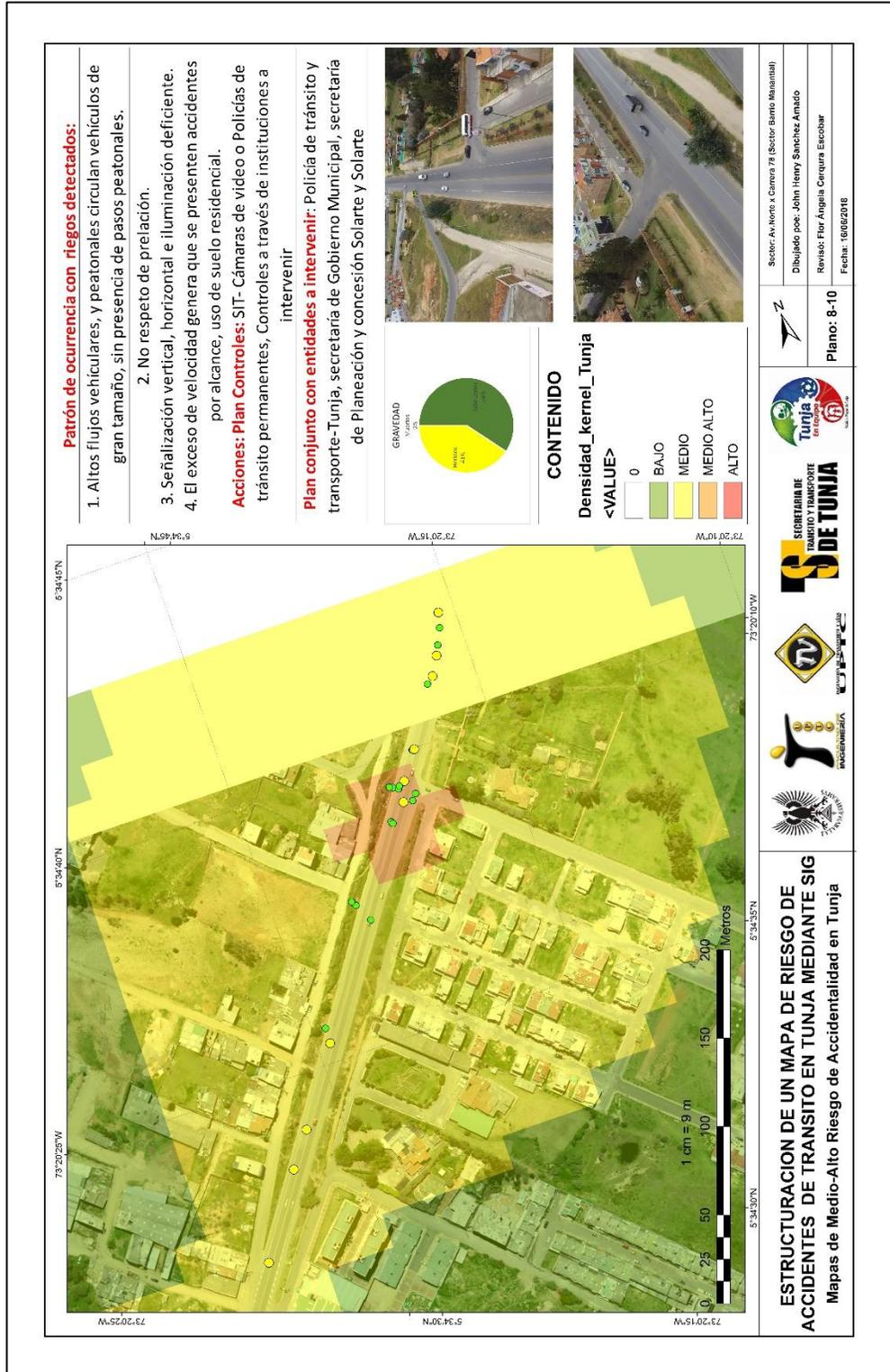
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 33.** Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad av. norte x calle 53 (Sector Concesionarios)



Fuente: elaboración propia.

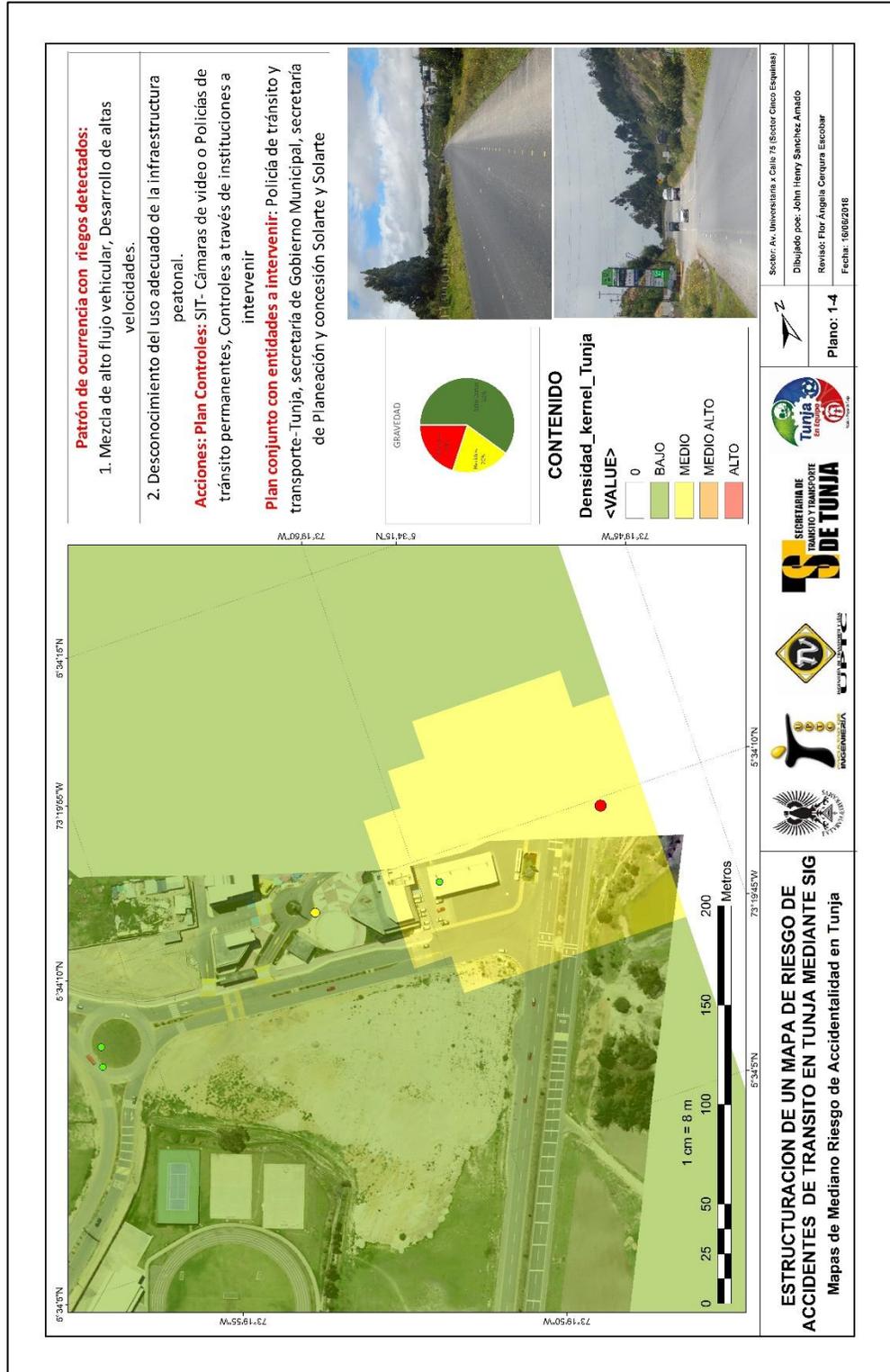
**Mapa 34.** Sector de medio-alto riesgo de accidentalidad av. norte x calle 78 (Sector Entrada Barrio Manantial)



Fuente: elaboración propia.

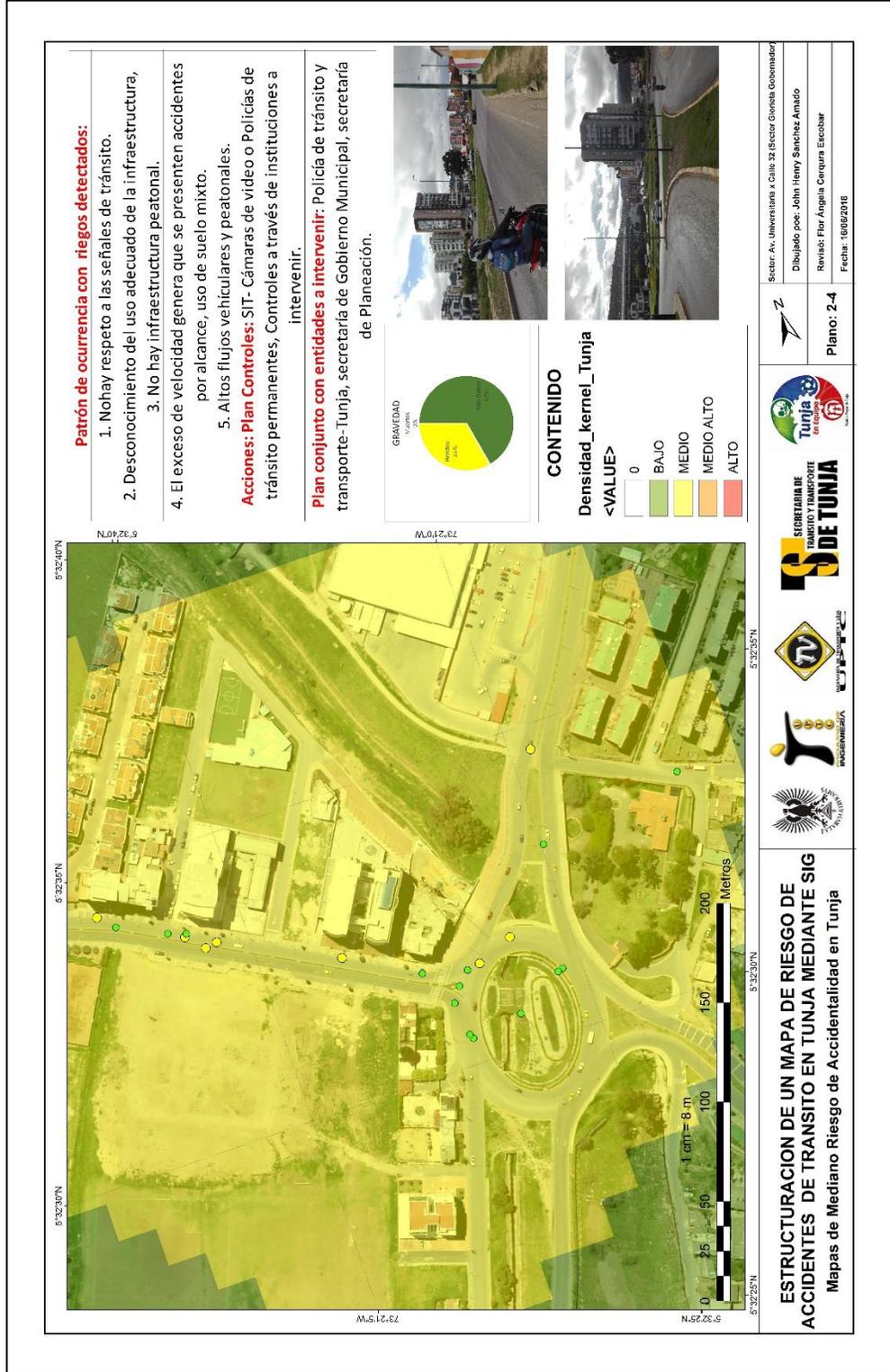


**Mapa 36.** Sector de mediano riesgo de accidentalidad av. universitaria x calle 75 (Sector Green Hills)



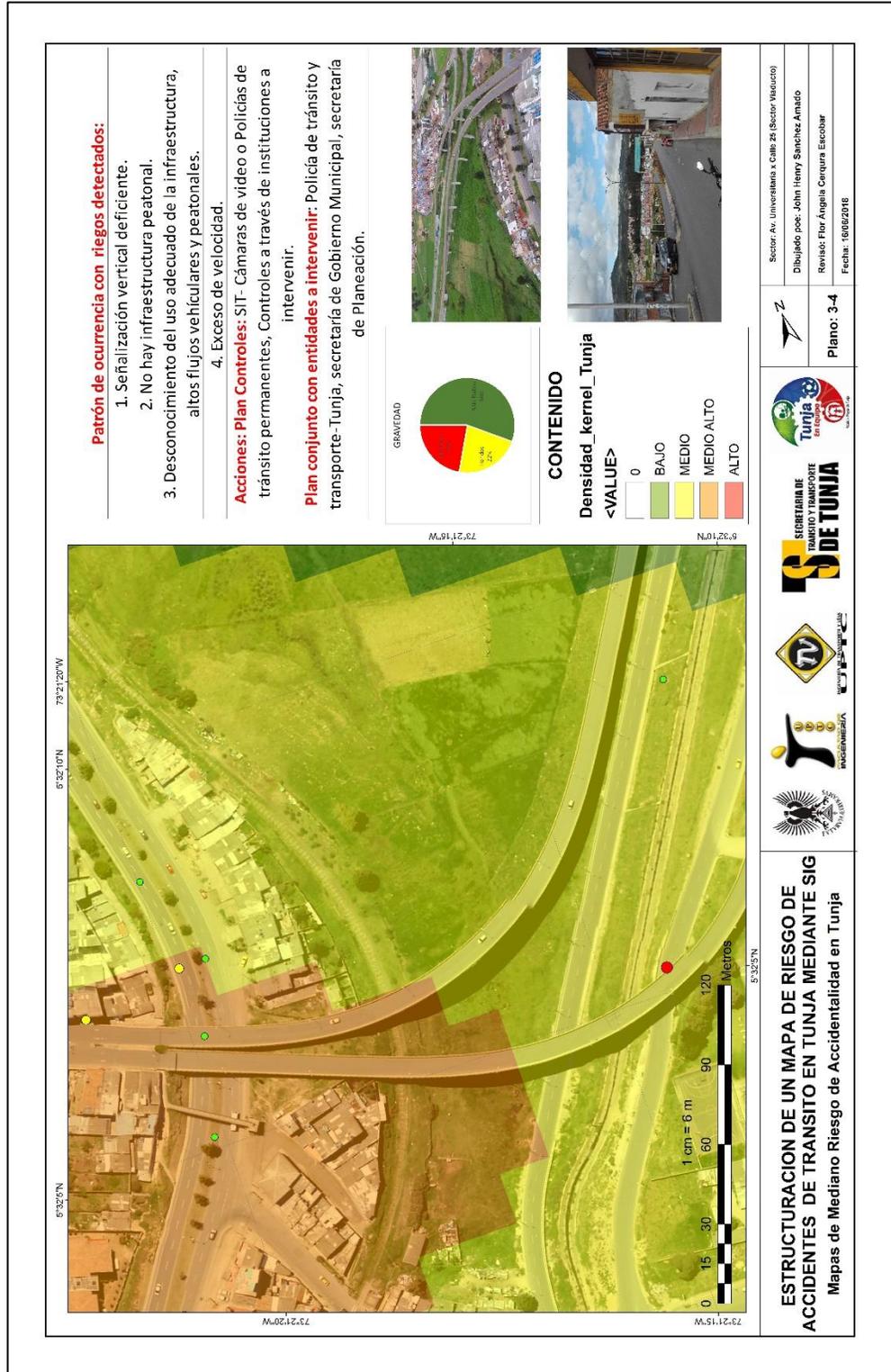
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 37.** Sector de mediano riesgo de accidentalidad av. universitaria x calle 32 (Sector Glorieta Gobernador)



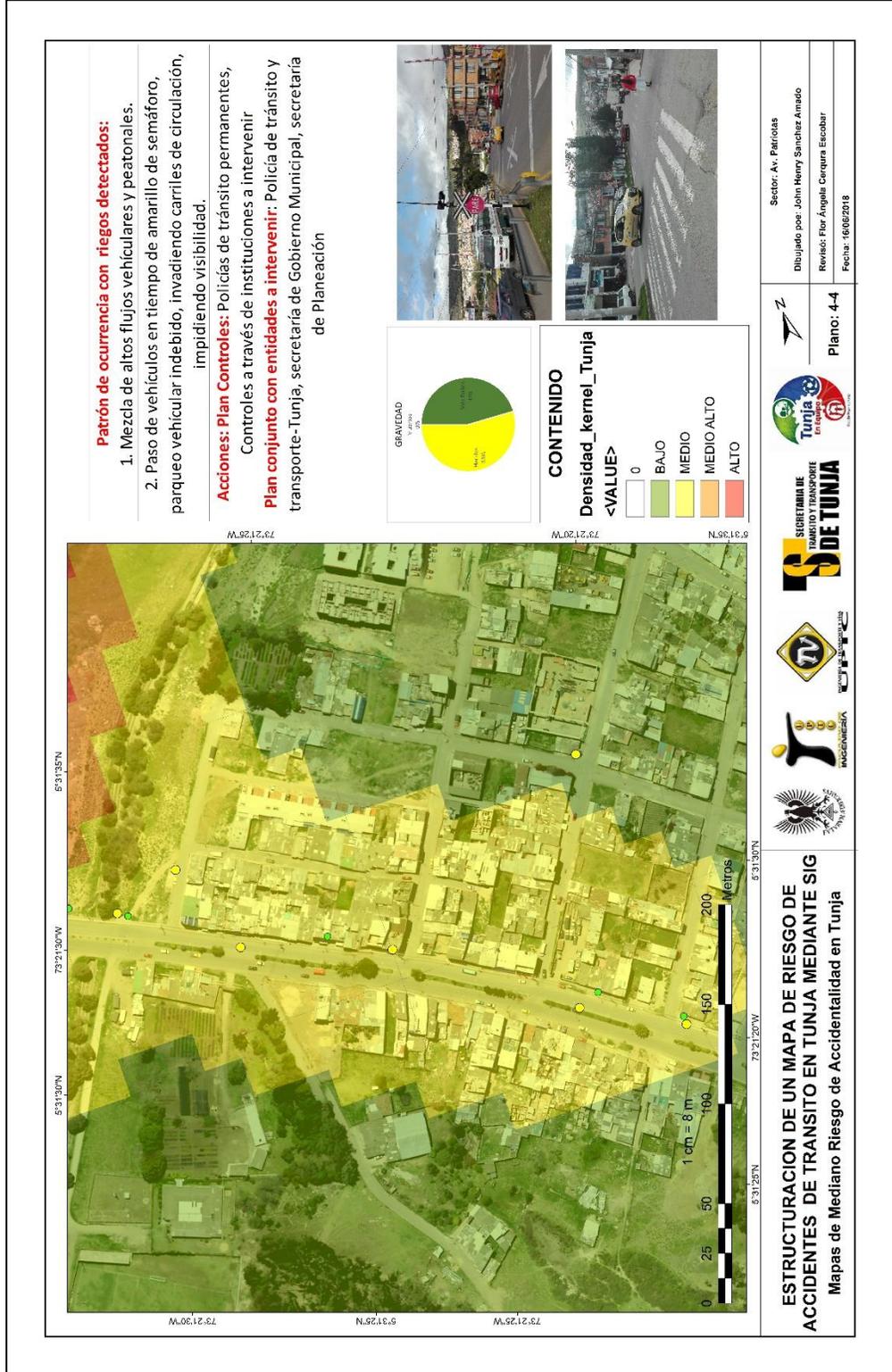
Fuente: elaboración propia.

**Mapa 38.** Sector de mediano riesgo de accidentalidad av. universitaria x calle 25 (Sector Viaducto)



Fuente: elaboración propia.

**Mapa 39.** Sector de mediano riesgo de accidentalidad calle 15 (Sector Av. Patriotas)



Fuente: elaboración propia.

## **7. ACCIDENTES DE TRÁNSITO CON MOTOCICLETA EN LA CIUDAD DE TUNJA: ANÁLISIS MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)**

Este capítulo aprecia el diseño de un método que incluye análisis espacial y la construcción de mapas de riesgo por accidentalidad vial de las motocicletas en la ciudad de Tunja. En la accidentalidad vial en el país los principales afectados son los usuarios vulnerables sea peatones, ciclistas y motociclistas, siendo el motociclista y su acompañante los más involucrado con un 48% en muertes; el diseño y construcción del método se fundamenta en la determinación de los focos de agrupamientos o clúster (Cerquera, 2013)<sup>20</sup>, caracterizados con atributos significativos de comportamientos, físicos de infraestructura y de la misma operación del tránsito de las zonas involucradas, ello determina el marco de riesgo del lugar y que genera la condición misma de vulnerabilidad. Como resultados a destacar se tiene que los sectores de mayor riesgo son las intersecciones con accesos en una calzada con carriles en dos sentidos, la invasión del carril para rebasar y la destreza en el control del vehículo. Se utiliza para la investigación las bases de datos de la Dirección de Tránsito de Tunja y de la Policía de Tránsito.

La secretaria de Tránsito y transporte de Tunja se enfoca en campañas de cultura vial, con el propósito de concientizar conductor y acompañante de la motocicleta para el uso de los elementos de protección y una conducción segura para reducir la accidentalidad

Para el año 2016 la mortalidad se redujo significativamente de 0.52, sin embargo, ese año se presentó la mayor morbilidad con 58.37, en el gráfica 24 se puede observar como se viene presentando la mortalidad y morbilidad de la ciudad en los años analizados.

En el transcurso de los años de análisis (2015, 2016, 2017) se tiene un total de 1789 accidentes en los que se vieron involucrados 322 accidentes con motocicleta siendo este un 18%, de los cuales el 68% de los accidentes dejan heridos, un 2% víctimas fatales en los que se registran en horas de la noche, gran parte causados

---

<sup>20</sup> CERQUERA Escobar F.A. Análisis espacial de los accidentes de tráfico en Bogotá D.C. Fundamentos de investigación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia. 2015.

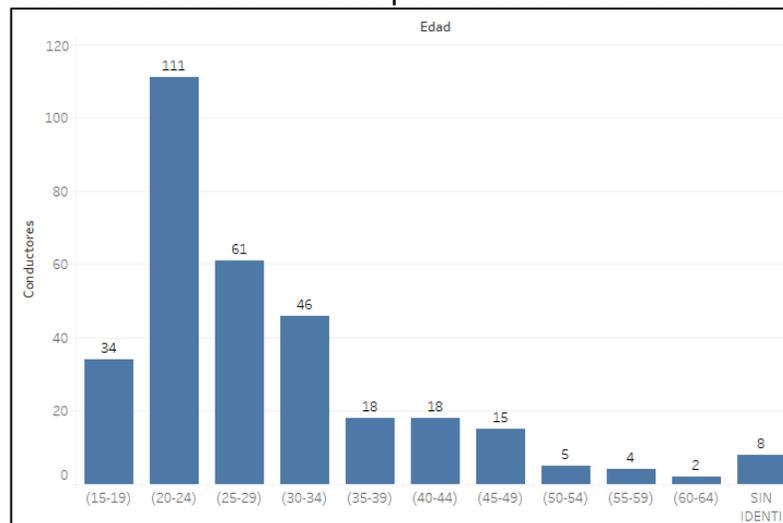
por la infraestructura actual e iluminación del sector. La población más vulnerable se encuentra en los jóvenes con edades entre (20-24) años, seguido de (25-29) años, ocupando el 53% con un total de 172 conductores (Gráfica 25).

**Gráfica 24.** Tasa de mortalidad y morbilidad de motociclistas



Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 25.** Accidentalidad discriminada por edad de motociclistas

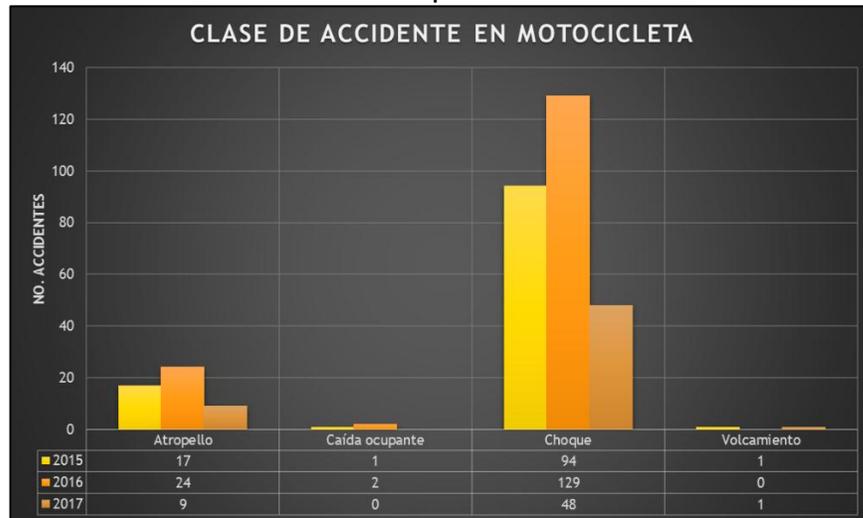


Fuente: elaboración propia.

La clase más frecuente en los accidentes con motocicleta (Gráfica 28) son los choques, seguido de los atropellos, el año 2016 muestra mayor cantidad de accidentes y choques registrados. En el transcurso del 2017 estos se han reducido

significativamente, esto puede obedecer a las campañas de seguridad vial que se han venido presentando por parte de la STT de Tunja.

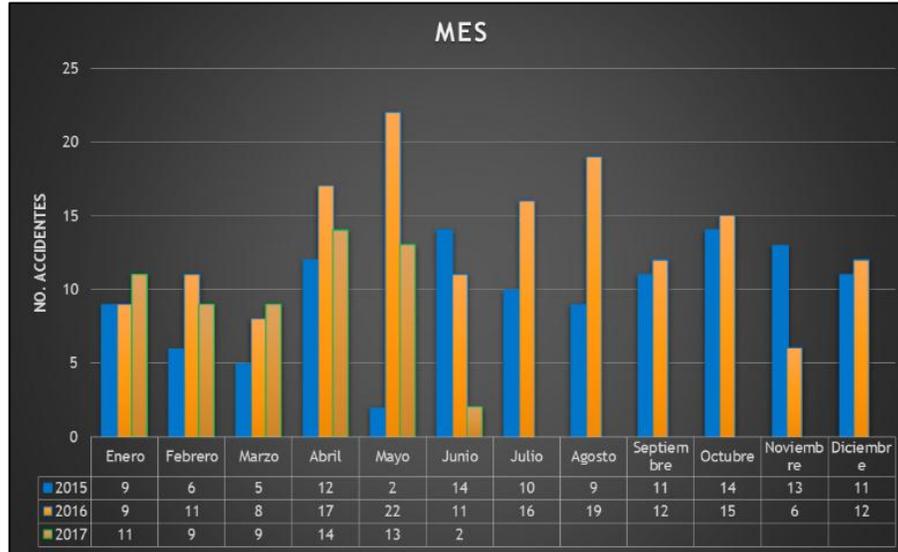
**Gráfica 26.** Accidentalidad discriminada por clase en motocicleta



Fuente: elaboración propia.

Abril es el mes que aprecia una mayor accidentalidad (Gráfica 27), esto puede ser porque en este mes se organiza una serie de eventos puesto que es semana santa, las universidades y algunos colegios se encuentran en vacaciones, haciendo que los habitantes de esta ciudad salgan a estos eventos. El mes que registra una menor accidentalidad corresponde al mes de enero una razón que aún se está evaluando, corresponde a los viajes de los habitantes por ser vacaciones por parte los habitantes.

**Gráfica 27. Accidentalidad discriminada por mes en motocicleta**

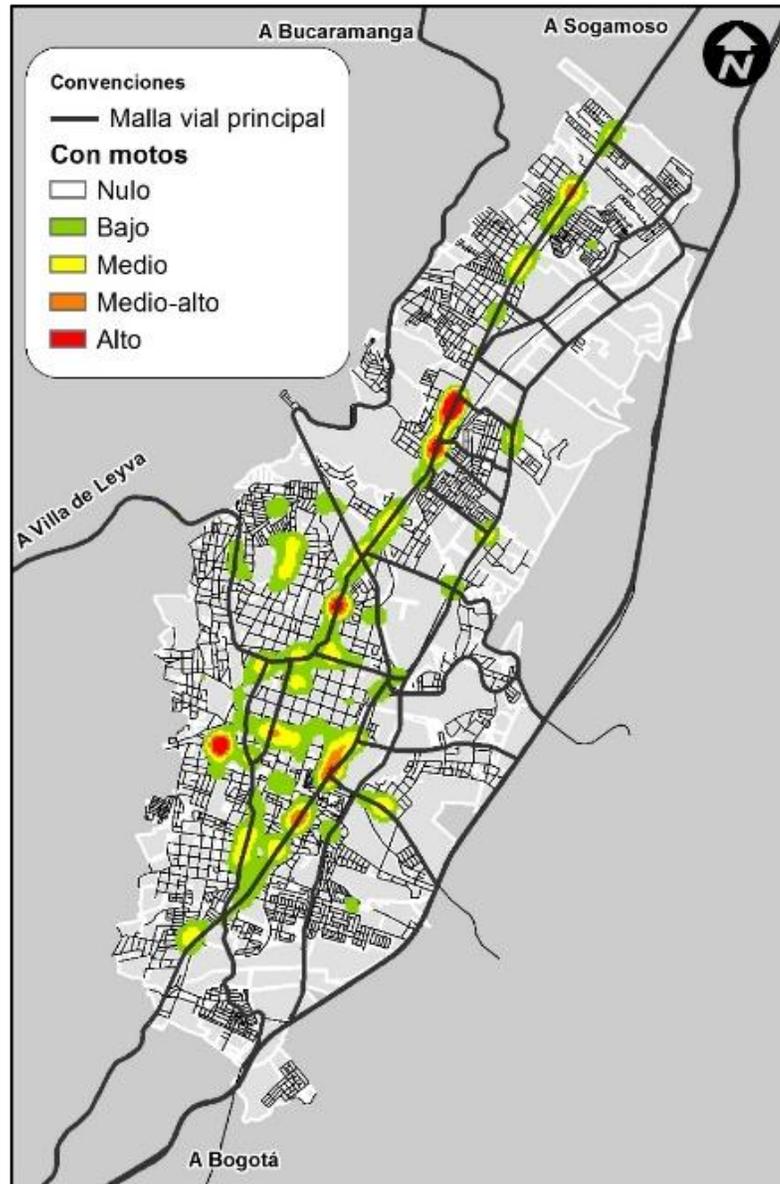


Fuente: elaboración propia.

El Plan Local de Seguridad Vial realizó un análisis previo de accidentalidad (Gráfica 28), en donde determinó 5 sectores críticos de alto riesgo, siendo: la carrera 14 con calle 17 sector conocido como los tiestos, avenida Maldonado con calle 28, avenida norte con calle 42, avenida norte con calle 49.

Sectores de riesgo medio alto: avenida oriental con calle 8, avenida oriental con calle 15 siendo el terminal de transporte, avenida norte con calle 66, entrada al barrio los muiscas.

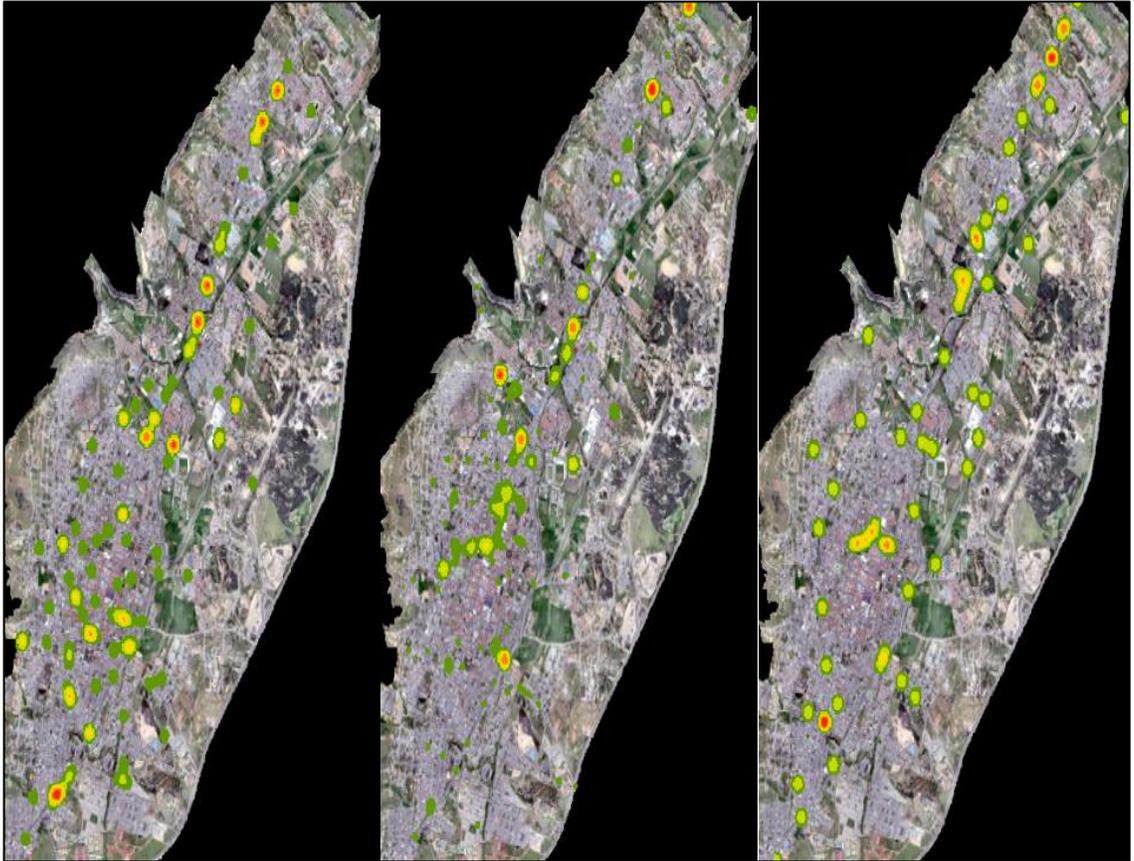
**Gráfica 28.** Sectores críticos de accidentalidad en motocicleta según el plan local de seguridad vial



Fuente: Formulación Plan Local de Seguridad Vial. 2014

Dentro del análisis de este proyecto se observa que los sectores de mayor riesgo son intersecciones que mantienen una alta demanda vehicular, vías colectoras y locales las cuales convergen en arterias principales (Gráfica 29): Av. Norte con calle 37, sector conocido como la sexta, Av. Norte con calle 57, sector conocido como centro norte, Av. Universitaria, Glorieta Norte, avenida oriental con carrera 11, entre otros.

**Gráfica 29.** Análisis multitemporal de accidentalidad en motocicleta para los años 2015, 2016 y hasta junio de 2017



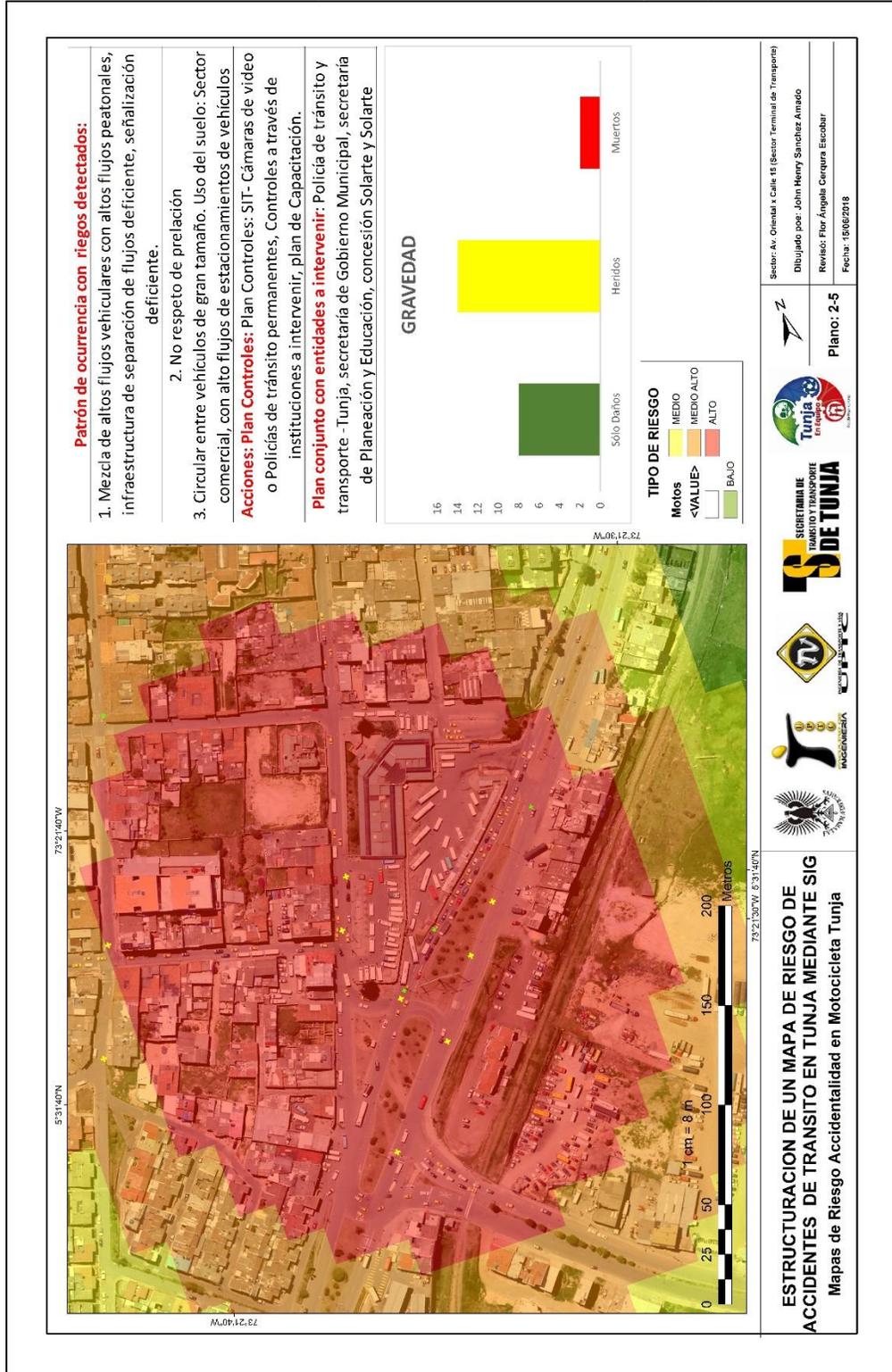
Fuente: elaboración propia.

### **7.1 MAPAS DE ALTO RIESGO DE ACCIDENTALIDAD DE MOTOCICLISTAS**

A continuación se presentan unos mapas en donde se exponen los sitios más críticos y mayor concentración de accidentes de tránsito, en donde el motociclista es el principal actor.

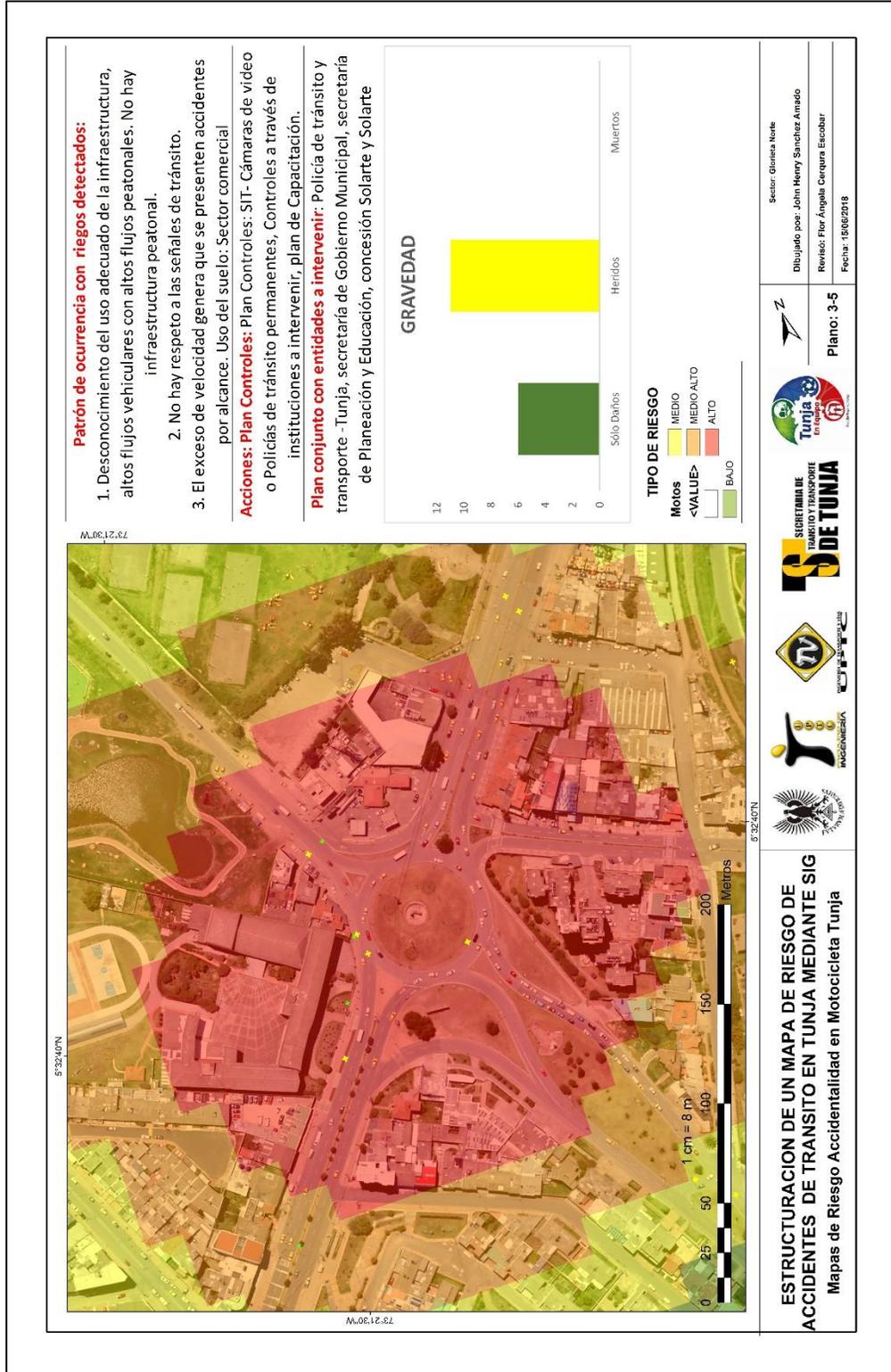


**Mapa 41. Av. Oriental – CI 15 (Sector Terminal de Transporte)**



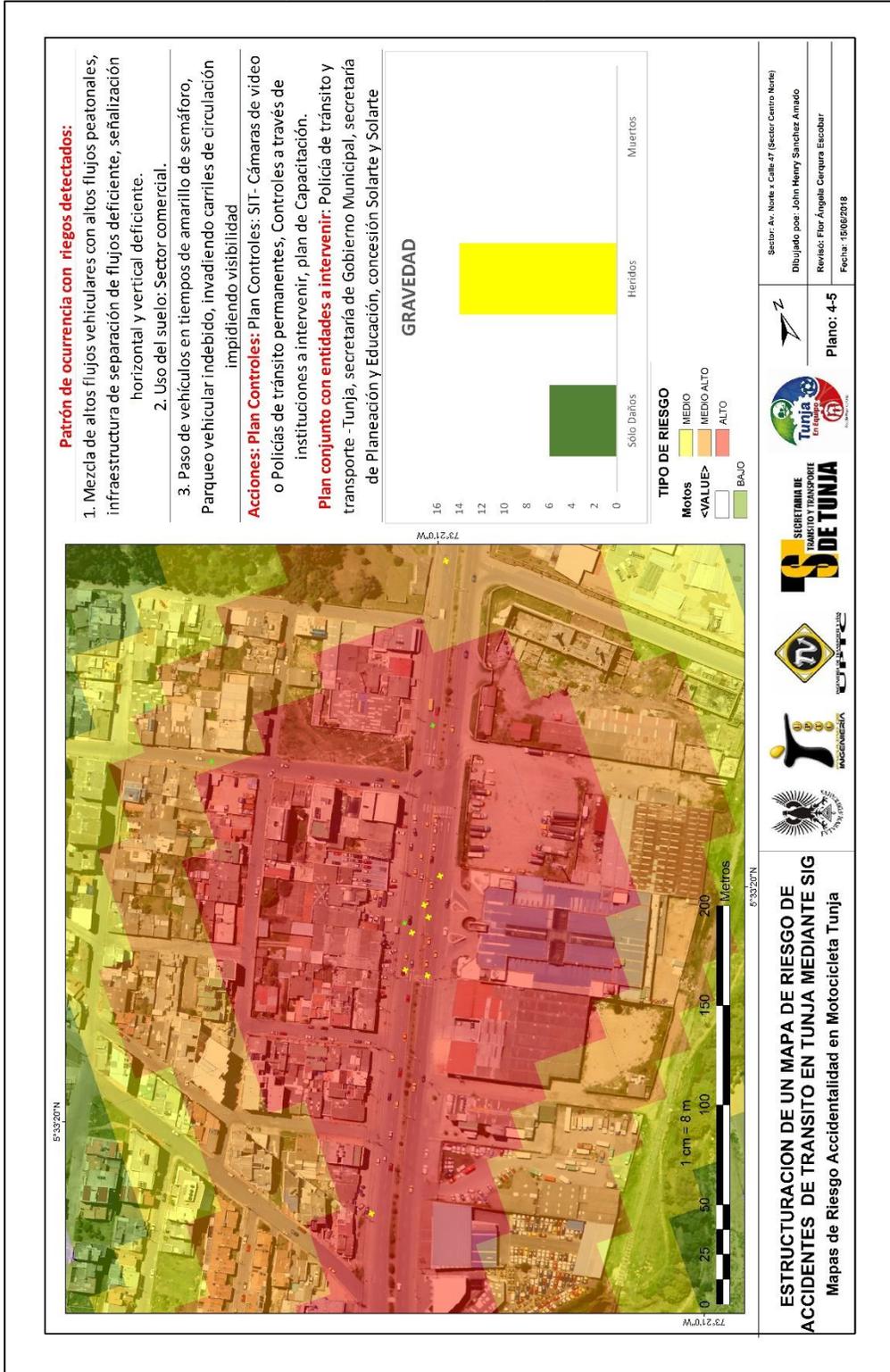
Fuente: elaboración propia.

# Mapa 42. Glorieta Norte



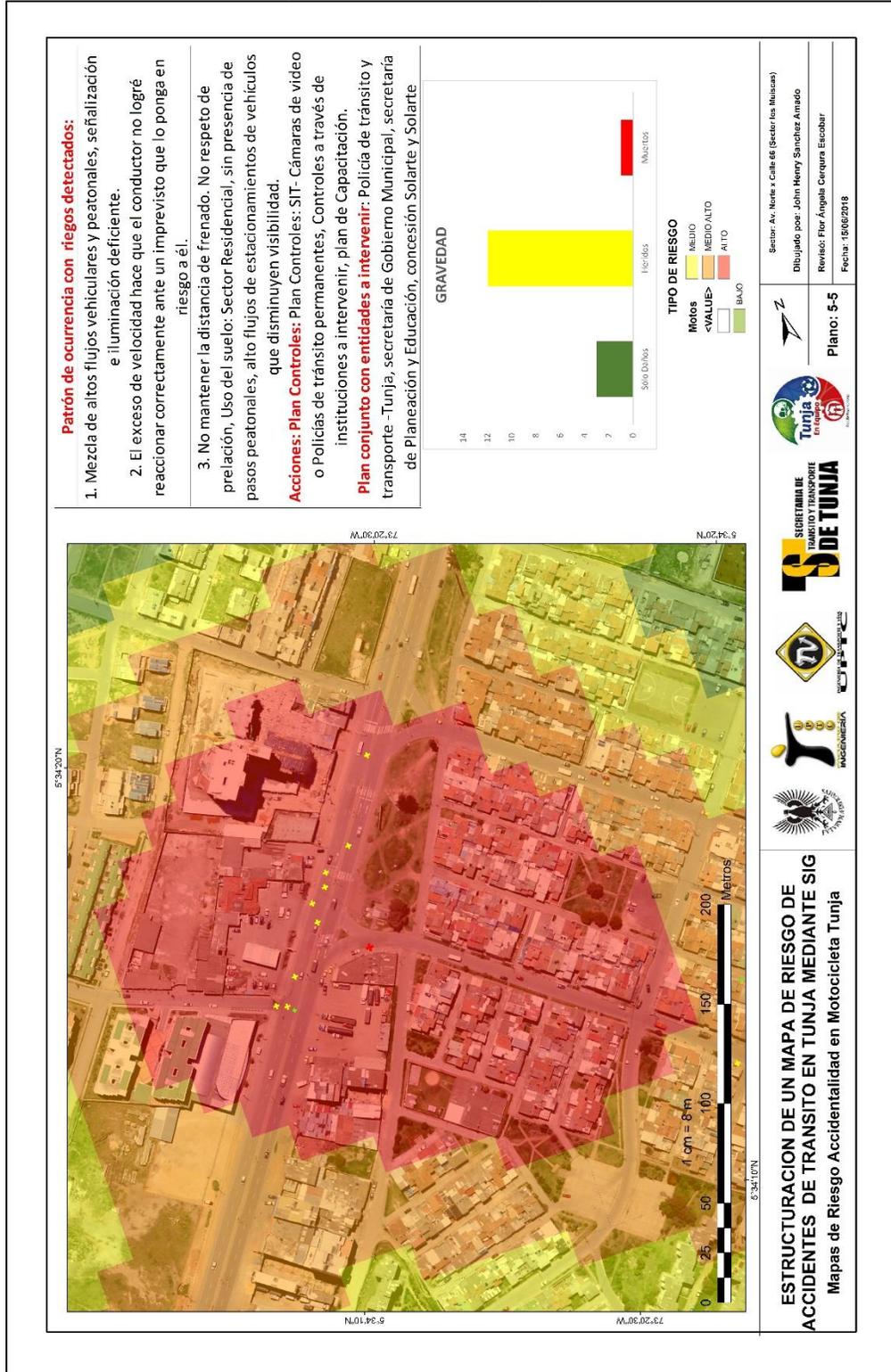
Fuente: elaboración propia.

# Mapa 43. Av. Norte – CI 47 (Sector Centro Norte)



Fuente: elaboración propia.

# Mapa 44. Av. Norte – CI 66 (Sector Los Muiscas)



Fuente: elaboración propia.

## 7.2. SOCIALIZACION DEL ANALISIS ESPACIAL DE ACCIDENTALIDAD CON MOTOCICLETA

El día dieciséis (16) de Abril del presente años, nos reunimos con los representantes de los grupos de motociclistas de la ciudad (Imagen 19) para conversar con ellos, enseñarle los mapas de alto riesgo de accidentalidad para ellos y escucharlos con la finalidad de saber que piensan sobre la movilidad y la accidentalidad desde la perspectiva del motocicleta.

**Imagen 14.** Reunión Lideres de Motociclistas en la Cuidad de Tunja



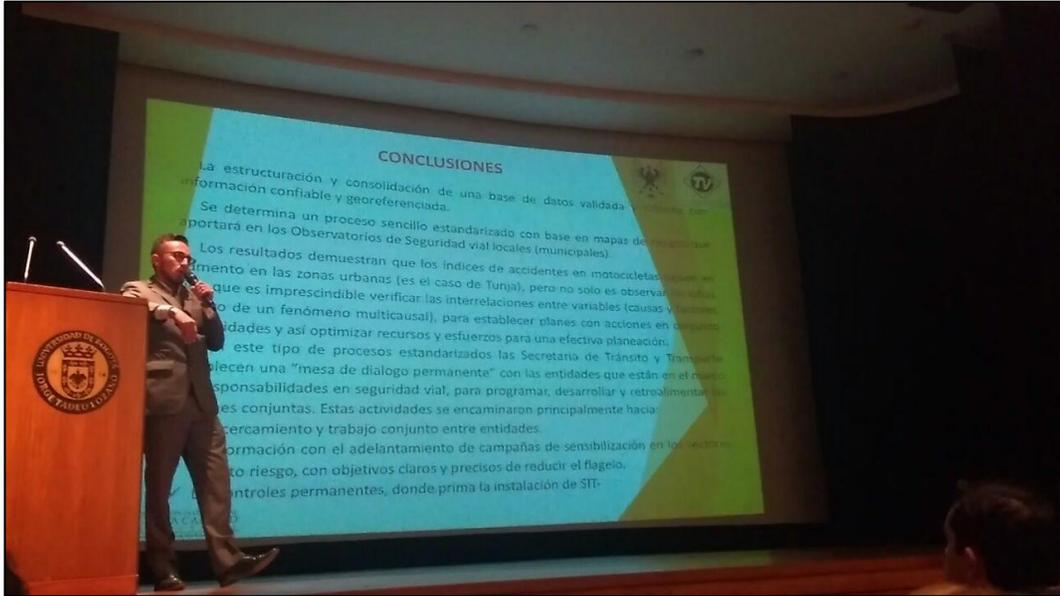
Fuente: elaboración propia

La reunión tuvo una duración de aproximadamente de tres (3) horas en donde ellos nos argumentaron los riesgos a los que se someten a diario por el uso de este vehículo.

Así mismo el día 25 de abril del presente año, se realiza una ponencia con la directora de este proyecto la ingeniera Flor Ángela Cerquera Escobar, en el foro de seguridad vial del motociclista (Imagen 20), se habló sobre los accidentes de tránsito con motocicleta en la ciudad de Tunja: análisis mediante sistemas de

información geográfica (sig). Este foro se llevó a cabo en la ciudad de Bogotá donde hubo una gran participación de entidades relacionadas con seguridad vial.

**Imagen 15.** Ponencia accidentes de tránsito con motocicleta en Tunja



Fuente: elaboración propia

## 8. CONCLUSIONES

Se logra consolidar y estructura una base de datos robusta capaz de suministrar cualquier tipo de información como los es gravedad, clase de accidente, hora, día, mes, dirección, características de la vía, vehículos involucrados, información de los conductores hipótesis, etc. De los años 2015, 2016 y lo transcurrido del 2017. Se determina un proceso sencillo estandarizado con base en mapas de riesgos que aportará en los Observatorios de Seguridad vial locales (municipales).

Mediante el uso de los SIG la secretaria de transito de Tunja cuenta con un patrón referente a la accidentalidad vial en donde se enfatiza los sitios de mayor accidentalidad clara y concisa para la manipulación de esta información.

En este momento la entidad cuenta con elementos visuales (mapas) en donde se evidencian los puntos críticos y zonas que se encuentran es riesgo de vulnerabilidad lo que permitirá tomar medidas de solución a corto, mediano y largo plazo con el fin de buscar alternativas para reducir la accidentalidad.

Se establecieron puntos críticos y de mayor accidentalidad en donde las intersecciones que mantienen una alta demanda vehicular son las principales zonas de vulnerabilidad, la Av. Norte con calle 37, sector conocido como la sexta, Av. Norte con calle 57, sector conocido como centro norte, Av. Norte con Calle 78 en la entrada del barrio Canapro. Estas cuatro intersecciones ya se analizaron y se tienen propuesta de solución.

## 9. RECOMENDACIONES

Es necesario continuar con la digitalización de los IPAT, y el cruce de información suministrada por la Dirección de Tránsito y Transportes de la Policía Nacional de Colombia para poder seguir realizando el seguimiento a los puntos críticos de la ciudad.

Se recomienda a la Secretaria de Tránsito y Transporte de Tunja, tomar medidas definitivas para reducir la accidentalidad en la ciudad, puesto que con este proyecto se conocen los sitios de mayor de accidentalidad.

Crear estrategias de seguridad vial que estén enfocadas para los jóvenes entre los 20 y 29 años puesto que ellos son la población más vulnerable a sufrir accidentes de tránsito.

Ser más estricto con el diligenciamiento de los IPAT ya que muchos de estos se encuentran con información incompleta lo que genera un conflicto al encargado de cargar estos accidentes al RUNT, puesto que él debe suponer estos datos al momento de cargarlo en el sistema, información que es utilizada por el Observatorio Nacional de Seguridad Vial.

Con la generación de clústeres se establecen puntos o zonas con conglomeraciones de accidentes. Debido que en estos lugares en un periodo de tiempo hay una gran cantidad de accidentes, es muy probable que sigan ocurriendo. El método de Kernel proporciona un alto nivel de confianza al permitir el establecimiento de un radio de búsqueda para obtener superficies continuas que describan el fenómeno.

Enfocarse en los actores más vulnerables como lo son: peatones, ciclistas y motociclistas, en el caso de estos dos ser más estrictos con los elementos de protección.

El Gobierno Nacional, debe comenzar a genera políticas que tengas exigencias mínimas para la seguridad de los vehículos en este momento Colombia se encuentra atrasada al menos 20 años con respecto a Europa.

## BIBIOGRAFIA

BARÓN PARRA, Diana Marcela. MUENEVAR PEÑA, Maddy Alejandra. CERQUERA ESCOBAR, Flor Ángela. Análisis espacial de accidentalidad vial en Boyacá utilizando SIG, Tunja, 2014. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

BUZAI. Gustavo D. Análisis espacial con sistemas de información geográfica: sus cinco conceptos fundamentales. Cap.7. p .1-17.

CASTRO SUESCUN, Katherine. ZAMBRANO AVILA Viviana. Determinación índices de seguridad vial "ISV" para la ciudad de Tunja, Tunja, 2008. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de ingeniería.

CETINA RIVERA, Julian Leonardo. QUEBRADA ROMERO, Jairo Arturo. CERQUERA ESCOBAR, Flor Ángela. Patrones territoriales de movilidad en la zona de Tunja, aplicada con SIG, Tunja, 2014. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

CERQUERA ESCOBAR, Flor Ángela. Análisis espacial de los accidentes de tráfico en Bogotá D.C. Fundamentos de investigación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia. 2013

CERQUERA ESCOBAR, Flor Ángela y CHIAS BECERRIL, LUIS. Análisis espacial de los accidentes de tránsito en áreas geográficas urbanas. Caso Bogotá. Tesis - Revisión teórica- Tesis doctoral UPTC-IGAC, Bogotá. (2010)

CERQUERA ESCOBAR, Flor Ángela y PEREZ Buitrago, Gonzalo. Accidentalidad urbana y Seguridad vial. Facultad de Ingeniería, UPTC-CEDEC. Tunja (2007)

CHIAS BECERRIL, LUIS y GONZALEZ, Luna. El uso de SIG en el análisis de la distribución de accidentes en carreteras: el caso de Tamaulipas. Investigaciones Geográficas, 40, (1999) págs. 148—162.

CHRISMAN, N. 2002. Exploring Geographic information systems, Jonh Wiley & Sons, Nueva York.

Fondo de Prevención Vial. (2011). Identificación y propuestas de solución en cinco puntos críticos de accidentalidad de peatones de cinco ciudades colombianas. Cali, Colombia.

FOTHERINGHAM, & WEGENER. (2002). O'Sullivan y Unwinn.

GETIS, A., & ORD., J. K. (1992). The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. *Geographical Analysis* 24, N° 3.

GHOLAM Ali Shafabakhsh, ASFIN Famili, MOHAMMAD Sadegh Bahadori. GIS-Based spatial analysis of urban traffic accidents: case study in Mashhad, Iran, [En línea]. Citado en 05 de julio de 2017

GOMEZ BARROSO Diana y LÓPEZ BARROSO Teresa. ANALISIS ESPACIAL DE LOS ACCIDENTES DE TRAFICO CON VICTIMAS MORTALES EN CARRETERA EN ESPAÑA (2008-2011). [En línea]. Citado de Septiembre 2015

GOMEZ DELGADO, M., & BARREDO CANO, J. I. (2005). *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio* (2 Ed ed.). RA-MA EDITORIAL.

GoogleMapsAPI. (2015). The Google Maps API. Obtenido de <https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/intro>

GUTIÉRREZ-PUEBLA, J., & Daniel-Cardozo, O. (2012). Regresión Geográficamente Ponderada y estimación de la demanda de las estaciones del Metro de Madrid. XV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica. Madrid.

HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ V. Análisis exploratorio espacial de los accidentes de tránsito en Ciudad Juárez, México. *rev panam salud pública*. 2012

HIRASAWA Masayuki and ASANO Motoki Development of traffic accident analysis system using gis. Traffic engineering division. Hokkiado 2011

L. Li , L. Zhu , DZ Sui Un enfoque bayesiano basado en el SIG para analizar los patrones espacio-temporales de los accidentes automovilísticos dentro de la ciudad J Trans Geog , 15 ( 4 ) ( 2007 ) , págs. 274 – 285

LONGLEY, P. Goodchild, M. Maguire D, Rhind, D. W. Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications, Wiley, (1999) 1100p

Modeling Our World. 1999. The ESRI Guide to Geodatabase Design [Libro] / aut. Zeiler Michael. - Redlands, California: Environmental Systems Research Institute, inc., - 1-879102-62-5.

Moviconsult – Consultores en movilidad SAS. Plan municipal de seguridad vial 2016-2021. 2015

Municipio de Tunja. Plan de Desarrollo Municipal “hechos de verdad. Por un Tunja más humana, saludable, segura y sostenible 2012-2015. 9 p.

OLAYA, Robín Alexis, Modelo espacial de muertes por accidentes de tránsito en zona urbana de Cali, Colombia. Universidad de Manizales, Manizales 2015. 22 p

PABÓN, Sergio. Identificación de puntos críticos por accidentalidad. Memorias del II Encuentro Nacional de Secretarios de Tránsito Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2.002. p. 103-112.

SAFFEET DEdogan, IBRAHIM YilmazSistema de información geográfica ayudado sistema de análisis de accidentes de tráfico estudio de caso: ciudad de Afyonkarahisar Acc Anal y Prev 2008; 40 ( 2008 ) , págs. 174 – 181

WANG Jing. A traffic accident risk mapping framework. June 2012

ZOGHI Hasan. A proposed model for determining and giving priority to accident prone zones (black spot). Computacion y tecnologia de red (iccnt), (2010) págs. 410-415