

Análisis de comportamientos en dos intersecciones con mayor accidentalidad de tránsito en las localidades de Engativá y Kennedy

Jeison David Cuervo Niño

Andres Felipe Paez Ustariz

Trabajo de grado para optar al título de:

Ingeniero Civil

Director:

M.S.C Sergio Miguel Gonzalez

Universidad Santo Tomas.

Facultad Ingeniería Civil – Sede Central.

Bogotá D.C., Colombia

2021

## Dedicatoria

Doy gracias a mis padres Mariela y Urias por dedicarme tiempo, ayudas y dedicación para lograr los objetivos que he cumplido, a mi hermano Samuel por ser mi inspiración para lograr más de lo que quería en la vida, a mis amigos por hacer parte de este logro y de igual forma le agradezco al Ingeniero Sergio Gonzalez que mediante su conocimiento nos ha dado una gran guía en este proyecto. Gracias a todos ustedes.

**David Cuervo**

Este trabajo es dedicado a mis padres y a mis hermanos que con la ayuda de ellos lo pude sacar adelante, dándome alientos y motivaciones suficientes para poder culminarlo; como también lo es el ingeniero Sergio Gonzalez que mediante su gran experiencia y conocimiento en el tema me pudo orientar y ayudar a realizar un buen trabajo del cual quedo muy satisfecho y agradecido. Así que muchas gracias a usted ingeniero y a mi familia por hacerme cumplir un sueño de poder materializar este trabajo de grado que se hizo con esfuerzo y dedicación.

**Andres Paez**

**Tabla De Contenido**

1. Introducción .....	7
2. Formulación del Problema .....	7
3. Objetivo General .....	8
3.1 Objetivos específicos .....	8
4. Justificación .....	9
5. Estado del arte .....	10
6. Metodología .....	12
7. Análisis y Resultados .....	12
7.1 Selección de las zonas de estudio .....	13
7.2 Conteo de siniestros viales .....	22
7.3 Selección de día de aforo .....	28
7.4 Tipos de vehículo .....	31
7.5 Estado de la señalización horizontal y vertical .....	33
7.6 Estado de la Vía .....	36
8. Registro Fotográfico .....	38
8.1 Localidad de Kennedy .....	38
8.2 Localidad de Engativá .....	42
9. Caracterización del estado vial .....	46
10. Soluciones y Recomendaciones .....	51
11. Referencias .....	55

### Lista de tablas

Tabla 1. Valores Del Campo Gi_Bin.....	18
Tabla 2. Selección Del Día De Aforo En Engativá .....	28
Tabla 3. Selección Del Día De Aforo En Kennedy .....	28
Tabla 4. Filtro De Horas Pico Y Valle En El Día Y En La Noche.....	29
Tabla 5. Selección De Rango De Horas Para El Aforo En Engativá.....	29
Tabla 6. Selección De Rango De Horas Para El Aforo En Kennedy .....	29
Tabla 7. Selección De Hora Para El Aforo En Engativá .....	30
Tabla 8. Selección De Hora Para El Aforo En Kennedy .....	30
Tabla 9. Tipos De Vehículos Del Aforo En Engativá .....	31
Tabla 10. Tipo De Vehículo Del Aforo En Kennedy, .....	32
Tabla 11. Estado De La Señalización Horizontal-Hotspot Engativá.....	33
Tabla 12. Señalización Horizontal-Hotspot Kennedy .....	34
Tabla 13. Estado Señalización Vertical-Hotspot Engativá.....	35
Tabla 14. Estado Señalización Vertical-Hotspot Kennedy.....	36
Tabla 15. Estado De La Calle – Hotspot Engativá .....	37
Tabla 16. Estado De La Calle - Hotspot Kennedy.....	38

### Lista de graficas

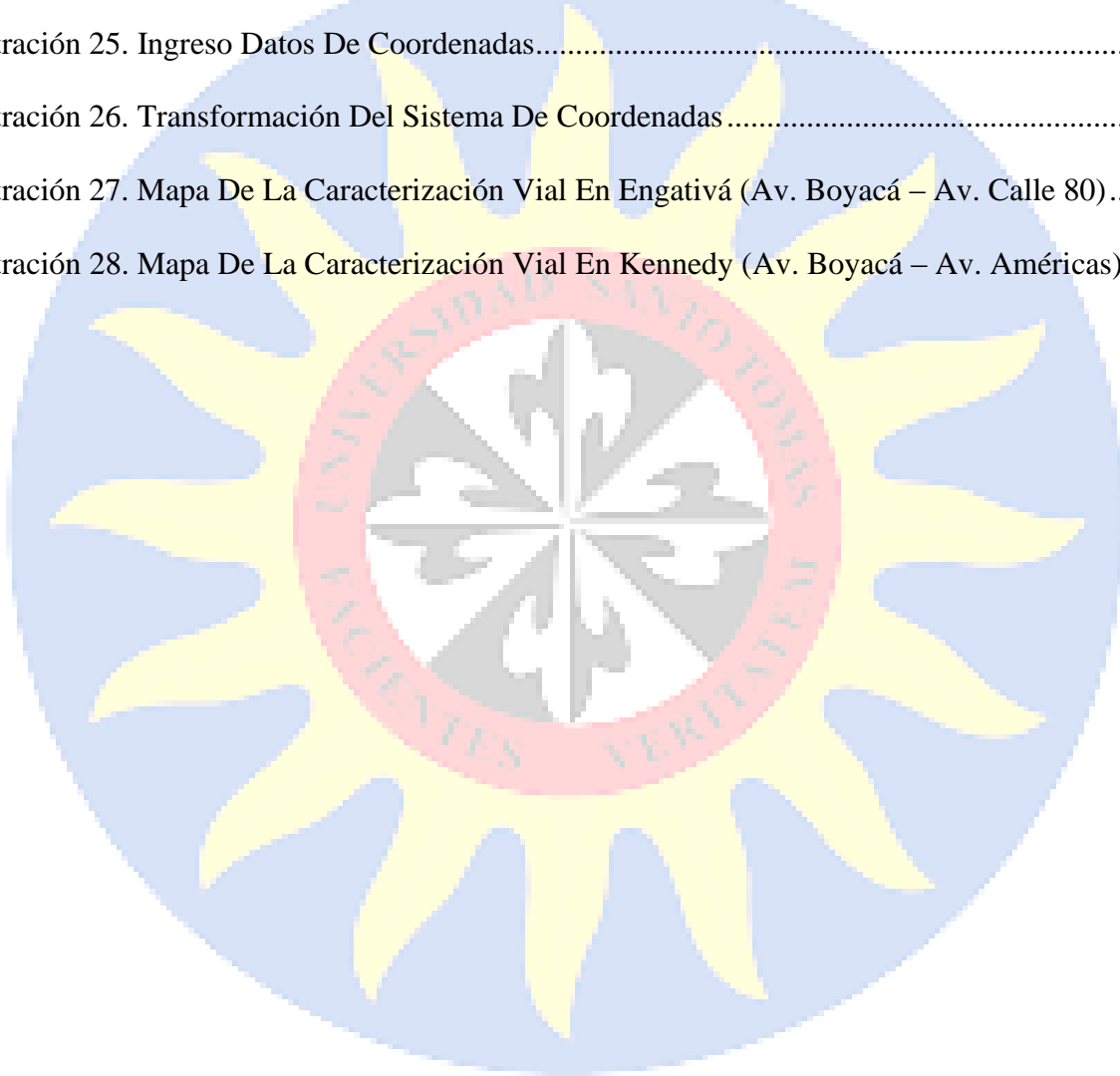
Gráfica 1. Tipo de vehículos del aforo en Engativá.....	31
Gráfica 2. Tipo de vehículo del aforo en Kennedy.....	32
Gráfica 3. Estado de la señalización horizontal, Av. Boyacá – Av. Calle 80 (Engativá).....	33
Gráfica 4. Señalización horizontal, Av. Boyacá – Av. Américas (Kennedy).....	34
Gráfica 5. Estado señalización vertical, Av. Boyacá – Av. Calle 80 (Engativá).....	35

Gráfica 6. Estado señalización vertical, Av. Boyacá – Av. Américas (Kennedy).....	36
<i>Gráfica 7. Estado de la calle, Av. Boyacá – Av. Calle 80 (Engativá) .....</i>	<i>37</i>
Gráfica 8. Estado de la calle, Av. Boyacá – Av. Américas (Kennedy) .....	38

### Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Siniestros Viales En Bogotá 2007-2019 .....	15
Ilustración 2. Siniestros Viales En Engativá Y Kennedy 2015-2019 .....	16
Ilustración 3. Análisis De Hotspots .....	18
Ilustración 4. Mapa De. Resultado De Hotspots.....	20
Ilustración 5. Mapa Hotspots Significativos.....	21
Ilustración 6. Análisis De Las Intersecciones Viales.....	23
Ilustración 7. Análisis Del Conteo De Siniestros Viales .....	24
Ilustración 8. Mapa De Analisis De La Intersecciones Viales.....	26
Ilustración 9. Mapa Conteo De Los Siniestros Viales .....	27
Ilustración 10. Estado De La Av. Boyacá – Av. Américas.....	39
Ilustración 11. Estado De La Vía De La Av. Boyacá – Av. Américas .....	39
Ilustración 12. Señal Horizontal De La Av. Boyacá – Av. Américas .....	40
Ilustración 13. Señal Horizontal De La Av. Boyacá – Av. Américas .....	40
Ilustración 14. Señal Vertical De La Av. Boyacá – Av. Américas.....	41
Ilustración 15. Señal Vertical De La Av. Boyacá – Av. Américas.....	41
Ilustración 16. Señal Vertical De La Av. Boyacá – Av. Américas.....	41
Ilustración 17. Estado De La Vía. Av. Boyacá – Calle 80.....	42
Ilustración 18. Estado De La Vía. Av. Boyacá – Calle 80.....	43
Ilustración 19. Estado De La Vía. Av. Boyacá – Calle 80.....	43

Ilustración 20. Señal Horizontal. Av. Boyacá – Calle 80 .....	44
Ilustración 21. Señal Horizontal. Av. Boyacá – Calle 80 .....	44
Ilustración 22. Señal Vertical. Av. Boyacá – Calle 80 .....	45
Ilustración 23. Señal Vertical. Av. Boyacá – Calle 80 .....	45
Ilustración 24. Señal Vertical. Av. Boyacá – Calle 80 .....	46
Ilustración 25. Ingreso Datos De Coordenadas.....	47
Ilustración 26. Transformación Del Sistema De Coordenadas.....	48
Ilustración 27. Mapa De La Caracterización Vial En Engativá (Av. Boyacá – Av. Calle 80).....	49
Ilustración 28. Mapa De La Caracterización Vial En Kennedy (Av. Boyacá – Av. Américas)...	50



## 1. Introducción

La movilidad es uno de los factores más importantes que determina el desarrollo de las comunidades y regiones en un país, dado que la infraestructura vial se comporta como uno de los factores que favorecen una ágil movilidad y marca una pauta importante en las características de medición del crecimiento económico y la comodidad de las ciudades. (Gallo Garcia & Castillo Villanueva, 2018)

Es por lo anterior, que la identificación de características, valoración de la movilidad y de la accidentalidad, determinan aspectos de gran importancia en los análisis que se realizan para determinar los riesgos que implica movilizarse por las calles y avenidas de ciudad como es el caso de Bogotá.

Teniendo en cuenta lo escrito anteriormente, este informe estará enfocado en el análisis geostadístico de las dos localidades con mayor presencia de siniestros viales en la ciudad de Bogotá, a partir de ahí se realizará un análisis por medio de conteos de las intersecciones de las zonas de estudio en el cual se presenten mayor influencia de este fenómeno.

**Palabras clave:** Movilidad, infraestructura vial, accidente de tránsito, Kennedy, Engativá, señalización, seguridad vial.

## 2. Formulación del Problema

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), los accidentes de tránsito se encuentran entre las 10 principales causas de mortalidad ocupando la séptima posición a nivel mundial y la segunda causa de muerte en Colombia y en Bogotá, dado que una de las principales causas de este fenómeno es debido a las altas velocidades ya que fomenta un fuerte impacto tanto en la integridad física del ser humano como también en términos económicos para el país y al mundo en general (ARL SURA, 2020).

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, en la ciudad de Bogotá se utilizaron los datos proporcionados por la Secretaria Distrital de Movilidad en torno al tema de siniestros viales, donde se evidencia que en los años 2015 y 2019 han ocurrido una cantidad de accidentes de tránsito de 17.411 en la localidad de Engativá y 18.445 en la localidad de Kennedy; siendo este un antecedente significativo, de los últimos 5 años de accidentalidad de tránsito en la ciudad.

Por tal motivo la principal inquietud que surge en el desarrollo del proyecto es, ¿Cuáles son los sitios con mayor accidentalidad que provocan este fenómeno de tránsito en las localidades de Engativá y Kennedy?

Con base en la pregunta planteada, este proyecto consiste en realizar un análisis geostadístico mediante una caracterización del sector y un diagnóstico de las causas de este fenómeno en las intersecciones con mayor accidentalidad que se evidencian en las localidades mencionadas.

### **3. Objetivo General**

Realizar un diagnóstico de los comportamientos que están ocasionando accidentes de tránsito en dos de los puntos con mayor frecuencia de este fenómeno en las localidades de Engativá y Kennedy, para proponer alternativas en cuanto a la señalización, infraestructura y control de cada uno de estos puntos.

#### **3.1 Objetivos específicos**

- Determinar por medio de un análisis geostadístico los puntos con mayor número de accidentes en las localidades de Kennedy y Engativá

- Analizar y caracterizar las variables de tránsito, infraestructura vial y señalización en los puntos que generan mayor accidentalidad en las localidades de Kennedy y Engativá.
- Proponer intervenciones en la infraestructura, señalización y educación vial, teniendo en cuenta los comportamientos repetitivos que ocasionan este fenómeno en los puntos seleccionados.

#### **4. Justificación**

Actualmente uno de los problemas más frecuentes en la ciudad de Bogotá D.C, es debido a la accidentalidad de tránsito, específicamente en las localidades de Engativá y Kennedy con un número de accidentes de 17.411 y 18.445 respectivamente entre los años 2015 y 2019, por lo cual es importante tener en cuenta los distintos factores y variables que se realicen en este estudio, para que así mismo se pueda encontrar cuál es su desarrollo más apropiado en cuanto a la seguridad vial y como se puede brindar una solución en este aspecto a la comunidad de estas localidades.

De tal manera, el punto de inicio será a partir de un estudio de la zona, del índice de mortalidad y de los resultados dados propiamente por los aforos; posteriormente con esos datos se dará una base de datos la cual tendrá registro audiovisual y aforos tomados in situ de los dos puntos críticos de mayor accidentalidad de las localidades estudiadas realizando intervenciones en la infraestructura, señalización y educación vial, de tal manera que pueda generar soluciones a futuro del problema de accidentalidad vial, que se ha convertido en un tema de impacto a nivel nacional y mundial.

## 5. Estado del arte

A nivel mundial los accidentes de tránsito son uno de los mayores problemas para los países en vías de desarrollo, acorde a las estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (2009), las muertes por accidentes de tránsito a nivel mundial, está en la novena posición en el año 2004 ( con 1,27 millones de víctimas por año), y el cual se proyecta a una quinta posición en el año 2030, lo cual traduciría a un total de 2,4 millones de víctimas mortales por año, si se continua con las tendencias actuales que se están llevando a cabo (ARL SURA, 2020).

Los elementos del sistema viario donde concentra el mayor número de los accidentes de tráfico son las intersecciones. De acuerdo con el estudio llevado a cabo por la Federal Highway Administration (FHWA), donde indica que en el año 2008 hubo 37.261 muertos por accidentes de tránsito en las carreteras de Estado Unidos, de los cuales 7.043, correspondiente a un 20.8% producidos en las intersecciones o tuvieron relaciones con esta locación. Es decir que, en el encuentro de dos o más vías, concentran la compleja interacción de los diferentes movimientos entre peatones, vehículos y ciclistas, generando conflictos de tráfico siendo una circunstancia originada por los accidentes de tránsito (Torres Flores, 2012).

A nivel nacional, con base en el artículo de investigación de la revista CES, titulada “Accidentes de tránsito con heridos en Colombia según fuentes de información: caracterización general y tipologías de accidentes”, muestra que, para entender el fenómeno del tráfico vial esta tan necesario, para la vida actual como impactante en el número de consecuencias fatales y lesivas que ella genera. Del cual se debe considerar varios factores, teniendo en cuenta como

primer paso conocer el nivel de accidentalidad real medido por el número de víctimas directas e indirectas que ocasiona los accidentes de tránsito (Herrera & Ruiz, 2016).

A nivel local, acorde al informe de gestión y resultados de la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM) del 2019, se logró una reducción de siniestro viales que de acuerdo al decreto 813 del 2017 en el año 2015 se registraron 15.241 víctimas (lesionados y fallecidos), a partir de este dato se fijó una meta de reducir un 35% el número de muertes y heridos causado por la accidentalidad de tránsito; Para lo cual en el año 2019 la reducción de muertes es del 3% con respecto al periodo del año 2018 y del 15% con respecto al año 2016, en la ciudad de Bogotá D.C (Secretaría Distrital de Movilidad, 2019).

Por ende, se implementó un plan de gestión de velocidad, el cual consiste en la reducción del límite de velocidad con intervalos de 60 a 50 KM/H en 10 corredores de la ciudad (Av. Boyacá, Av. las Américas, Carrera 68, Av. Ciudad de Cali, Calle 80, NQS, Primero de Mayo, Av. Suba, Villavicencio y Calle 13); como también de igual forma se adoptaron guías de auditorías de seguridad vial en vías urbanas con base en la resolución 122 del 2019.

Con la implementación del plan distrital de seguridad vial de motociclista (PDSVM), se pudo reducir la cifra de fatalidades salvando de un total de 18 vidas entre enero y diciembre del 2019, y con respecto al año 2018 se redujo el número de fatalidades en un 12% siendo 150 el número de fallecidos en ese año.

## 6. Metodología

Para este trabajo de grado, se utilizará una fuente de información, la cual ayudará a recopilar datos para el análisis y diagnóstico planteado en el objetivo general, a partir de ahí y como primer paso es indagar la base de datos de la Secretaria de Movilidad de la ciudad de Bogotá D.C, para tener una base de información certificada sobre los accidentes de tránsito de las localidades de Kennedy y Engativá.

Esta base de datos cuenta con información georreferenciada la cual recopila accidentes de tránsito en Bogotá D.C, discretizado por meses, localidades, días, horas y fatalidad. Con la base de datos se busca reconocer los dos sitios con mayor accidentalidad en la localidad de Kennedy y Engativá. Posteriormente mediante el software ArcGIS, se evidenciará los puntos calientes (Hotspot) en ambas localidades con datos referidos de la Secretaria Distrital de Movilidad.

## 7. Análisis y Resultados

Para el análisis geoestadístico de la zona de estudio en las localidades de Engativá y Kennedy, se utilizará como referencia la base de datos de siniestros viales de la Secretaria Distrital de Movilidad donde se evidenciará por meses, días, horas, fatalidad y tipo de accidente. Se idealiza que los puntos calientes (hotspots) se encuentren en las intersecciones de mayor influencia de siniestros viales.

A continuación, se ilustrarán los datos de siniestros viales adquiridos entre el año 2015 y 2019 de la Secretaria Distrital de Movilidad, donde se tendrá en cuenta:

- Código del siniestro vial
- Fecha
- Horas

- Gravedad del accidente, clasificado en: solo daños, con heridos y con muertos.
- Dirección del accidente (puntos seleccionados)
- Clase de accidente, clasificado en: atropello, autolesión, caída del ocupante, choque, incendio, volcamiento y otros.
- Localidad

### **7.1 Selección de las zonas de estudio**

Posteriormente, se evidenciará el proceso para seleccionar los puntos de mayor índice de siniestros viales en Engativá y Kennedy. Como primer paso se introducirá la base de datos de siniestros viales de la SDM del 2011 al 2019 con un total de 405348 registros en el software ArcGIS 10.5 (ver Ilustración 1).

Debido a que este análisis se planteó realizar entre los años 2015 y 2019, se procede a depurar los registros de siniestros viales entre los años 2007 y 2014 siendo un total de 231905 registros, dejando un total de 160884 registros para el análisis.

Para el inicio del análisis planteado se filtran los 160884 registros en las localidades de Engativá y Kennedy dando un total de 35856 registros de siniestros viales, después de haber depurado los datos se procede a insertar los shapefile de la malla vial y manzanas de la ciudad de Bogotá D.C. Con el fin de cruzar el shapefile de puntos de siniestros y el shapefile de polígono de la malla vial, se procede a crear un buffer en el último shapefile mencionado de un total de 50 metros para garantizar el ancho del corredor vial.

La finalidad de este último paso es eliminar aquellos puntos de siniestros viales que no coincidan en el buffer de la malla vial, del total de 35856 registros se eliminaron 3363 registros dejando un total de 32493 registros para analizar. Se obtiene el resultado evidenciado en la Ilustración 2.

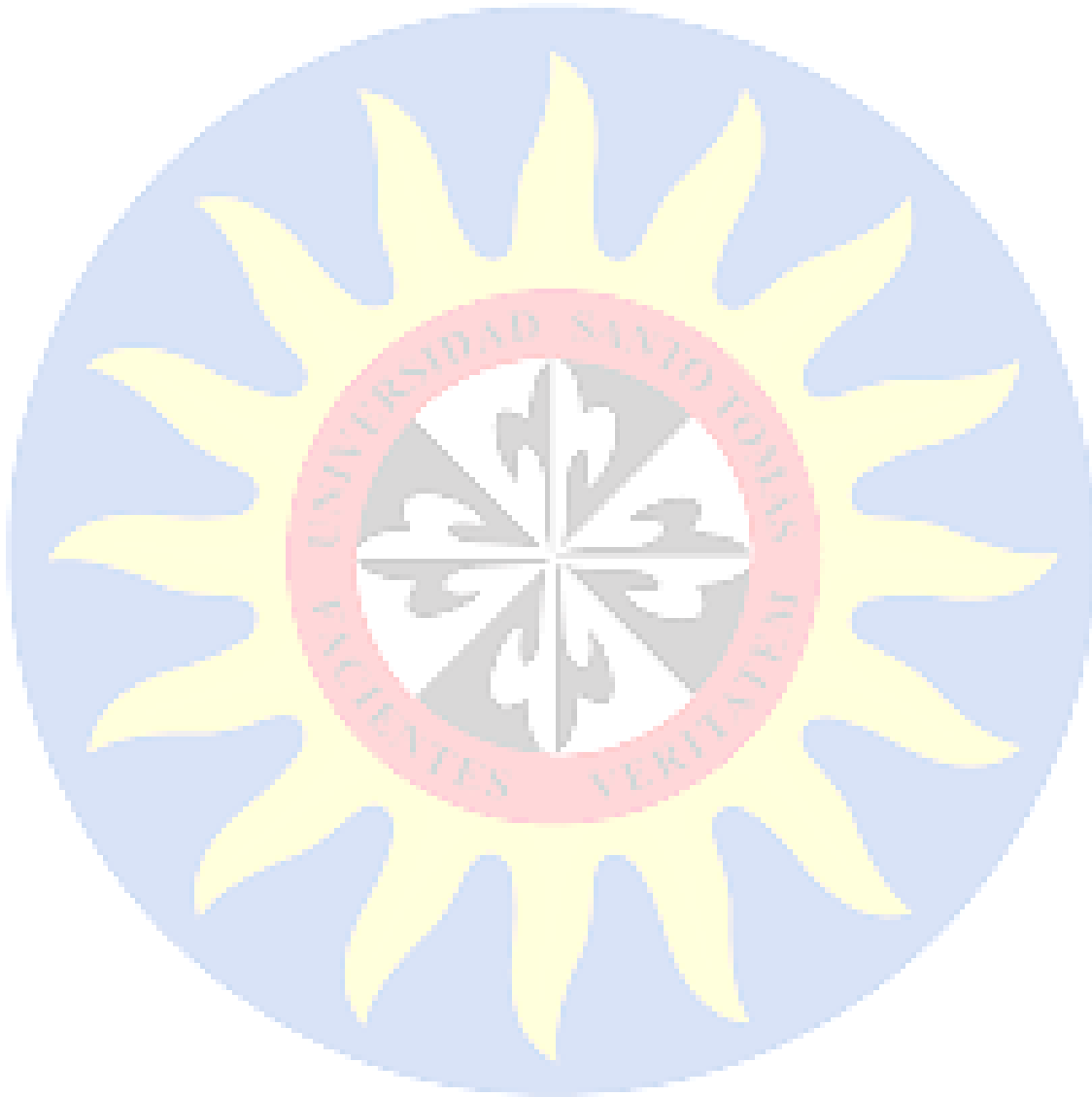
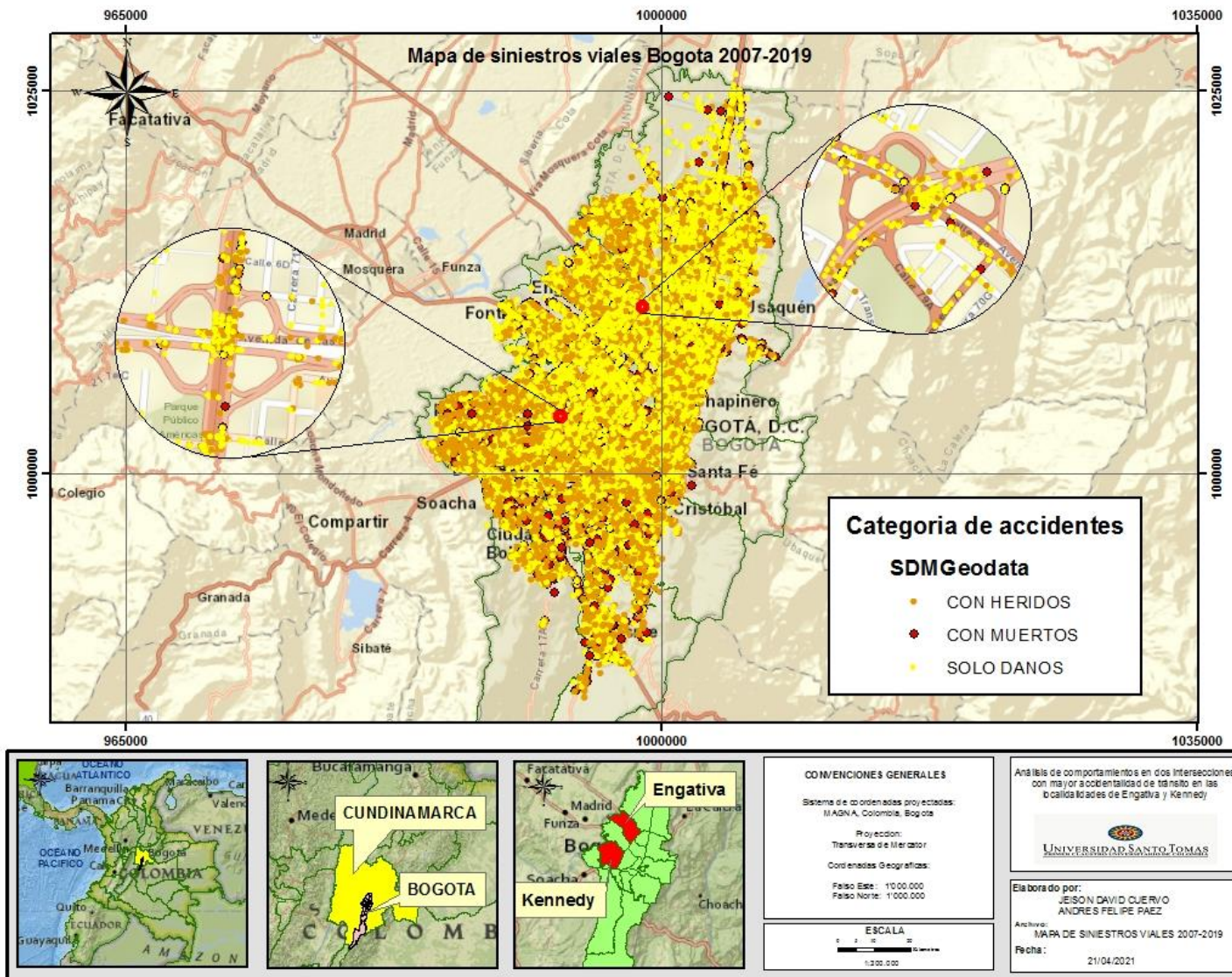
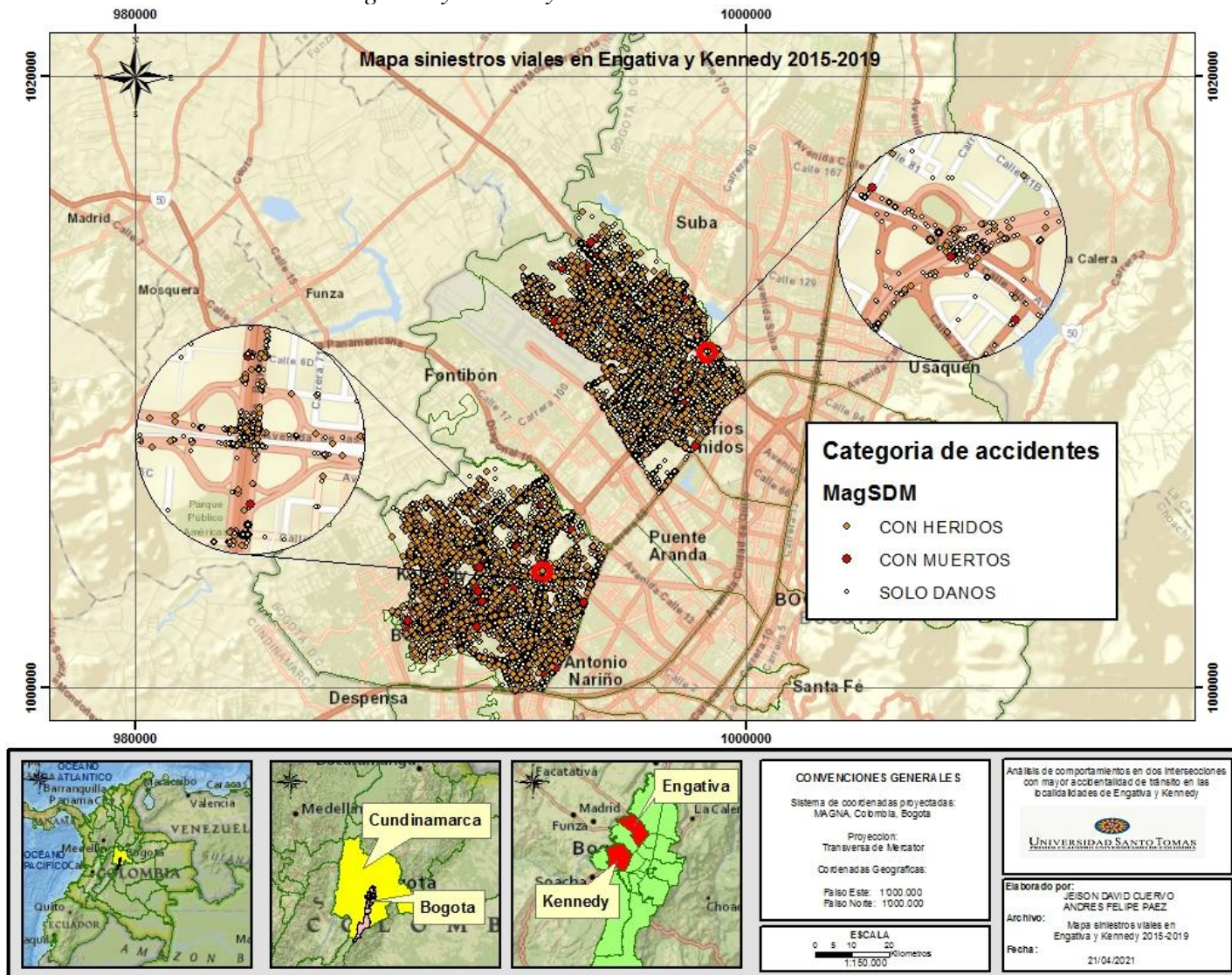


Ilustración 1. Siniestros viales en Bogotá 2007-2019



Nota: Adaptado de Siniestros Viales Bogotá 2007-2019, de Secretaria de Movilidad, 2019.

Ilustración 2. Siniestros viales en Engativá y Kennedy 2015-2019

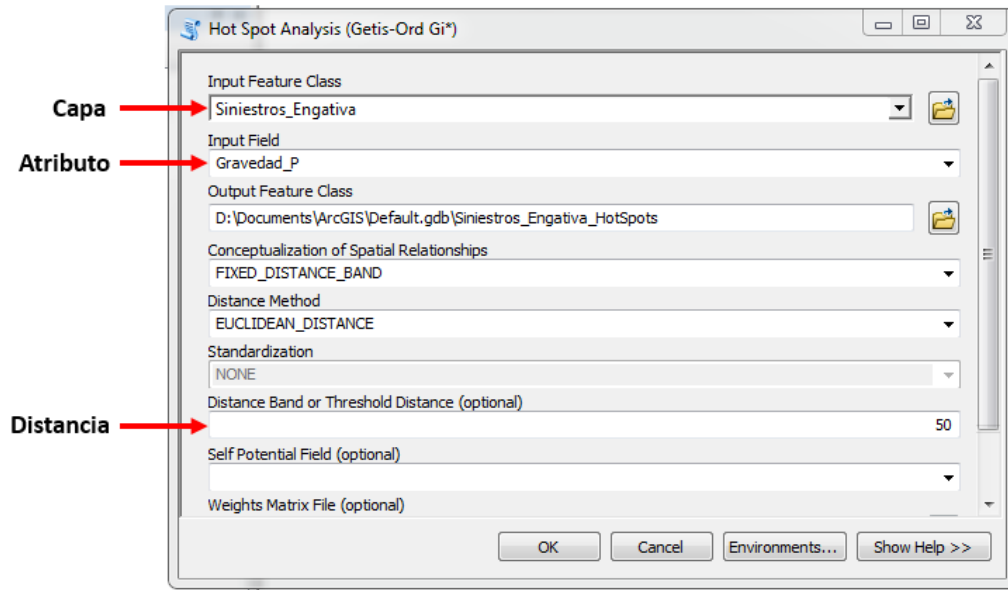


Nota: Adaptado de Siniestros Viales Bogotá 2007-2019, de Secretaria de Movilidad, 2019.

Con el shapefile de los siniestros viales depurados por las localidades, que cuenta con un total de 32493 registros, se procede a determinar las zonas con mayor concentración de los eventos mencionados anteriormente en el software ArcGIS. A continuación, se evidenciará el paso a paso de la elaboración de los hotspots, teniendo en cuenta las indicaciones presentadas en (Gonzalez & Castro, 2019).

- En el software ArcGIS 10.5 se iniciará el uso de las herramientas del programa “ArcToolbox”, posteriormente se ingresa en la opción spatial statistics tools, luego dar clic en mapping clusters y finalmente en Hotspots Analysis (Getis-Ord  $G_i^*$ ).
- En este cuadro se ingresa en primer lugar la capa a analizar de los siniestros viales denominada (Siniestros\_Engativa), se finaliza con el atributo para la creación de los hotspots, este atributo es “Gravedad\_P”, contiene la clasificación de los accidentes de la siguiente forma: solo daños (1), con heridos (2) y con muertos (3).
- Los atributos de “Conceptualization of spatial relationships” y “Distance Method” se dejan por defecto del software, en el atributo de “Distance Band or Threshold Distance” se pone una distancia de 50 metros por criterio propio, este último atributo devuelve la distancia mínima, máxima y promedio al enésimo vecino más cercano especificado, entendiendo por vecino a los puntos de la capa de siniestros viales. Posteriormente se realizará el mismo proceso con la capa (Siniestros\_Kennedy), el resultado se evidencia en la Ilustración 3.

*Ilustración 3. Análisis de Hotspots*



*Nota: Adaptado de ArcGIS, s.f.*

El resultado del paso anterior se puede evidenciar en la Ilustración 4, posteriormente el software ArcGIS genera un shapefile con una tabla de atributos que muestra los valores de: GIZScore, GiPValue y Gi\_Bin.

El campo de Gi\_Bin identifica puntos calientes y puntos fríos estadísticamente significativos con un nivel de confianza, este último es el grado de certeza de la estadística de exactitud final de una serie de datos referidos a la gravedad de los siniestros viales analizados por el software (ArcGIS) y finalmente este análisis se expresa en porcentaje ver Tabla 1.

*Tabla 1. Valores del campo Gi\_Bin*

<b>Gi_Bin</b>	<b>Nivel de confianza</b>
0	No significativo
+/- 1	90%
+/- 2	95%
+/- 3	99%

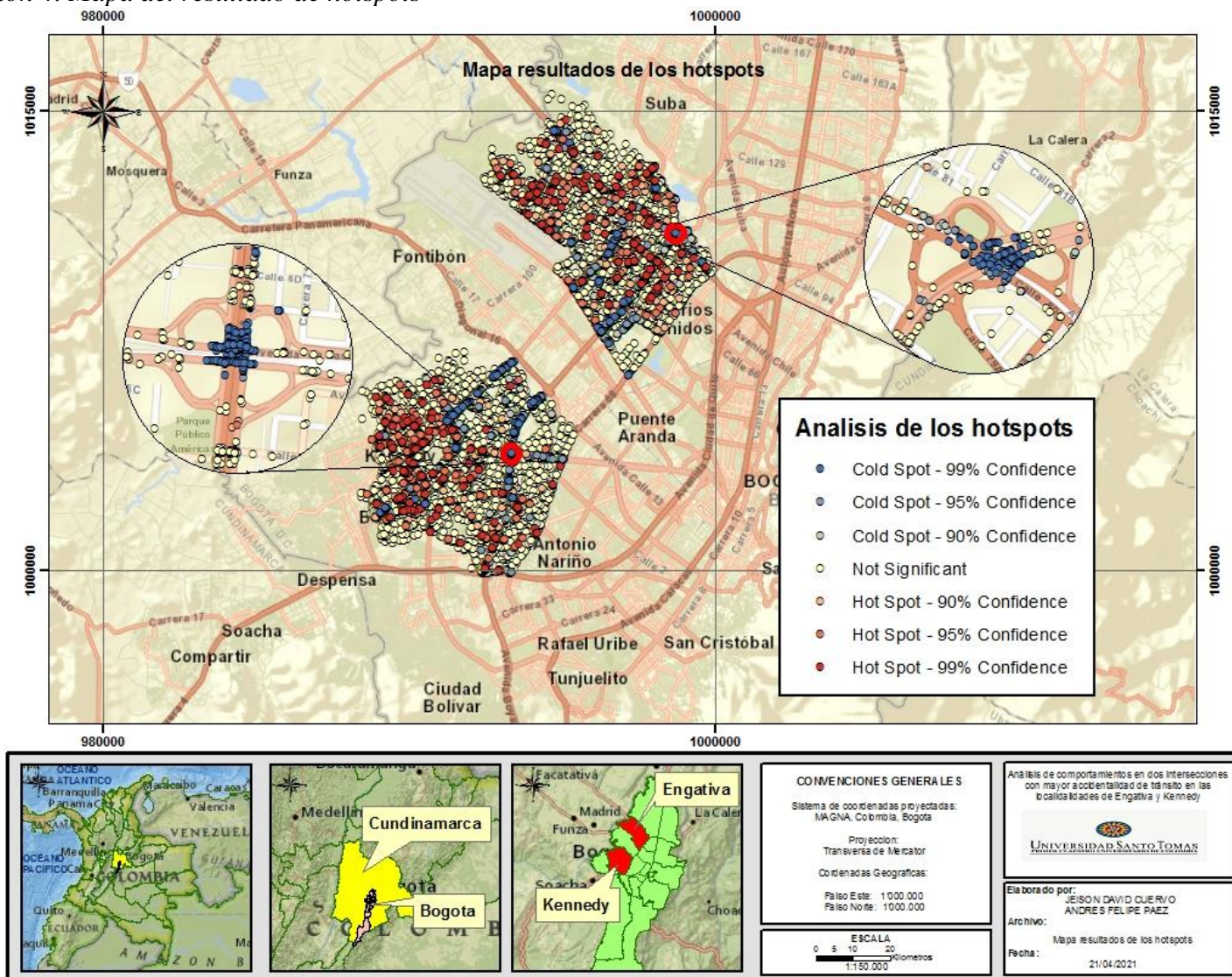
*Nota: Adaptado de ArcGIS, s.f.*

Al determinar el campo  $G_i\_Bin$ , se debe tener en cuenta el análisis de los puntos calientes (*Hotspots*), del cual se puede evidenciar que hay una composición de puntos fríos (*Coldspots*) y puntos no significativos, es decir, cuando su rango numérico corresponde a cero. Para la asignación de los puntos fríos debe corresponder a los valores de -1, -2 y -3, “para las puntuaciones  $z$  negativas (desviaciones estándar) que son estadísticamente significativa, mientras más pequeñas es la puntuación  $z$ , más intenso es el clustering o agrupaciones de los datos y corresponden a valores bajos” (ESRI, s.f.).

Finalmente, para la asignación numérica de los puntos calientes, deben ser valores de 1, 2 y 3, del cual corresponde “para las puntuaciones  $z$  positivas (desviaciones estándar) que son estadísticamente significativas, mientras más grande es la puntuación  $z$ , más intenso es el clustering o agrupaciones de datos y corresponde a valores altos” (ESRI, s.f.).

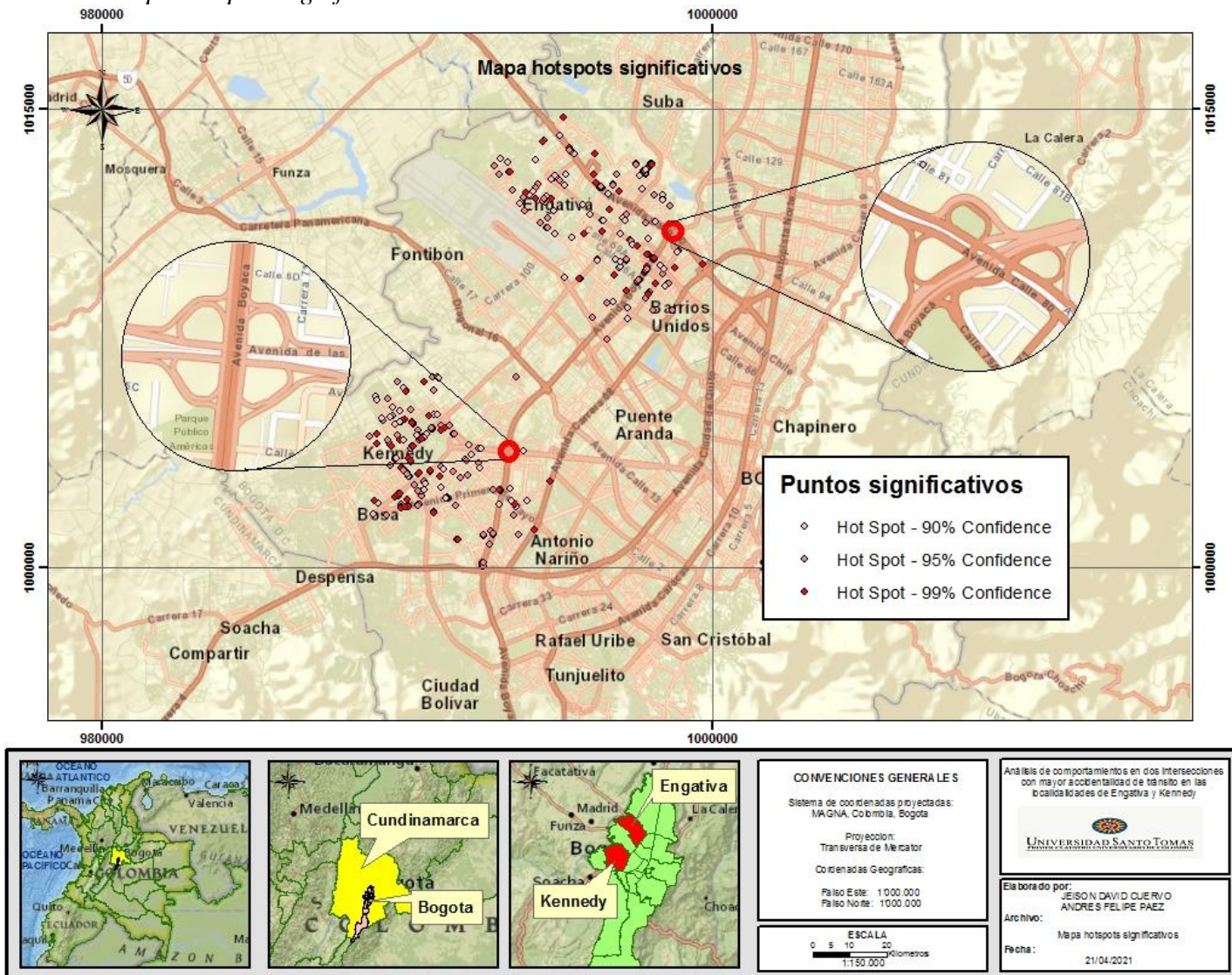
Debido a que los registros con un  $G_i\_Bin$  de valor mayor a cero se identifican como puntos calientes, se procede a depurar los registros con las características de puntos fríos (*coldspot*) y los puntos no significativos, que son los datos de  $G_i\_Bin$  entre 0 y -3, de esta forma del total de 15759 registros en la localidad de Engativá, quedan 2029 puntos calientes significativos y de 16734 registros en la localidad de Kennedy, quedan 2043 puntos calientes significativos. El resultado de este proceso se puede evidenciar en la Ilustración 5.

Ilustración 4. Mapa de resultado de hotspots



Nota: Adaptado de Siniestros Viales Bogotá 2007-2019, de Secretaria de Movilidad, 2019.

Ilustración 5. Mapa hotspots significativos



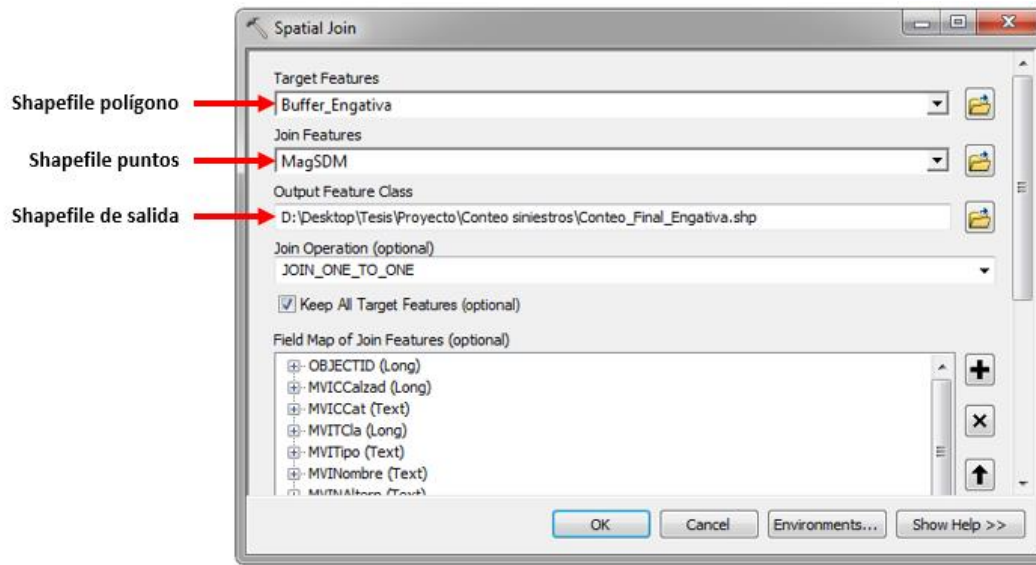
Nota: Adaptado de Siniestros Viales Bogotá 2007-2019, de Secretaria de Movilidad, 2019.

## 7.2 Conteo de siniestros viales

El conteo de siniestros viales se realiza debido a que en el análisis de hotspots se dirige por una serie de parámetros, tales como, la interpolación o predicción de datos a través de geoestadística, por lo cual, dio un resultado de puntos fríos (Coldspots) en las intersecciones con alta influencia de siniestros viales, lo cual no era lo esperado dado que en el análisis que inicialmente se había planteado se esperaba que los puntos calientes se ubicaran en las intersecciones donde se encontraban mayor influencia de este fenómeno. Por ende, se decidió realizar un conteo de siniestros viales en las intersecciones de las zonas de estudio.

Este paso inicia con la creación de un shapefile de puntos que se ubican en las intersecciones viales de las localidades de Engativá y Kennedy, en el software ArcGIS se inicia el uso de la herramienta “ArcToolbox”, posteriormente se ingresa en la opción Data Management Tools, luego dar clic en Features y finalmente en Features Vertices To Points.

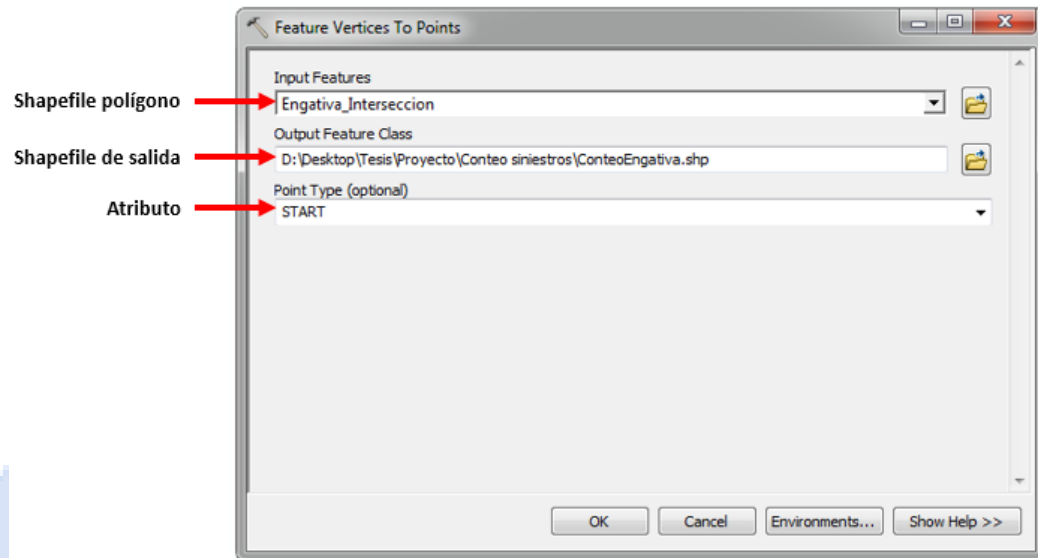
En este cuadro se ingresa en primer lugar el shapefile de polígonos de las intersecciones viales denominada (Engativa\_Interseccion), después se ingresa el shapefile de puntos de salida denominado (Conteo\_Engativá) y se finaliza con la opción “START” en la casilla de Point Type. Posteriormente se repite este paso a paso con el shapefile de polígonos (Kennedy\_Interseccion), se puede evidenciar este proceso en la Ilustración 6.

*Ilustración 6. Análisis de las intersecciones viales*

*Nota: Adaptado de ArcGIS, 2021*

Posteriormente se realiza un buffer de 50 metros en el shapefile de las intersecciones viales, esta distancia se escogió con base en la “Distance Band or Threshold Distance” del análisis de hotspots. Luego de esto, se iniciará el uso de la herramienta del programa “ArcToolbox”, posteriormente se ingresa en la opción Analysis tools, luego dar clic en Overlay y finalmente en Spatial Join.

En este cuadro se ingresa en primer lugar el shapefile de polígonos denominado (Buffer\_Engativa), después se ingresa el shapefile de puntos de los siniestros viales denominado (MagSDM) y se finaliza con el archivo de salida del conteo denominado (Conteo\_Final\_Engativa); Posteriormente se repite este paso a paso con el shapefile de polígonos (Buffer\_Kennedy), este proceso se puede evidenciar en la Ilustración 7.

*Ilustración 7. Análisis del conteo de siniestros viales*

*Nota: Adaptado de ArcGIS, 2021*

El shapefile resultado de este último proceso arroja una columna en la tabla de atributos denominada “Join\_Count”, al organizar de mayor a menor esta columna se encontró el punto con mayor conteo de siniestros viales en las localidades estudiadas. En la localidad de Engativá se evidencia un conteo de 269 siniestros viales en el buffer de 50 metros en la intersección de la Av. Boyacá con la Calle 80 y en la localidad de Kennedy se evidencia un conteo de 329 siniestros viales en el buffer de 50 metros en la intersección de la Av. Américas con la Av. Boyacá.

Los eventos repetitivos evidenciados en la localidad de Engativá por medio del conteo de siniestros viales son:

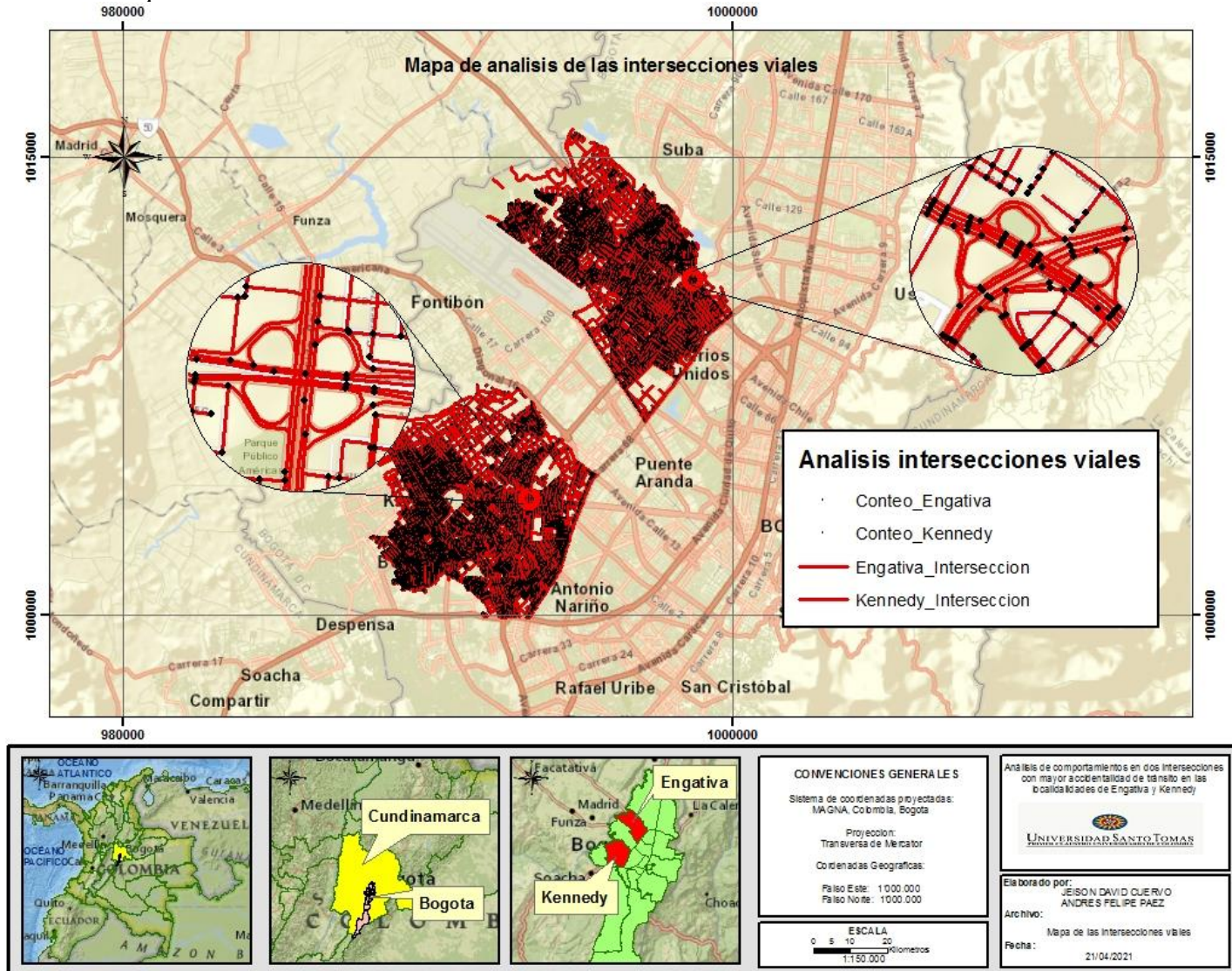
- Se evidenciaron 269 accidentes presentados en la intersección de la Av. Boyacá con Calle 80, de los cuales se presentaron 53 accidentes los días sábados en el horario de las 09:00am hasta las 05:00pm presentado en su mayoría 51 choques del cual el 79% es de solo daños vehiculares.

Los eventos repetitivos evidenciados en la localidad de Kennedy por medio del conteo de siniestros viales son:

- Se evidenciaron 329 accidentes presentados en la intersección de la Av. Boyacá con Av. Américas, de los cuales se presentaron 63 accidentes los días sábados en el horario de las 09:00am hasta las 05:00pm presentado en su mayoría 56 choques del cual el 67% es de solo daños vehiculares.

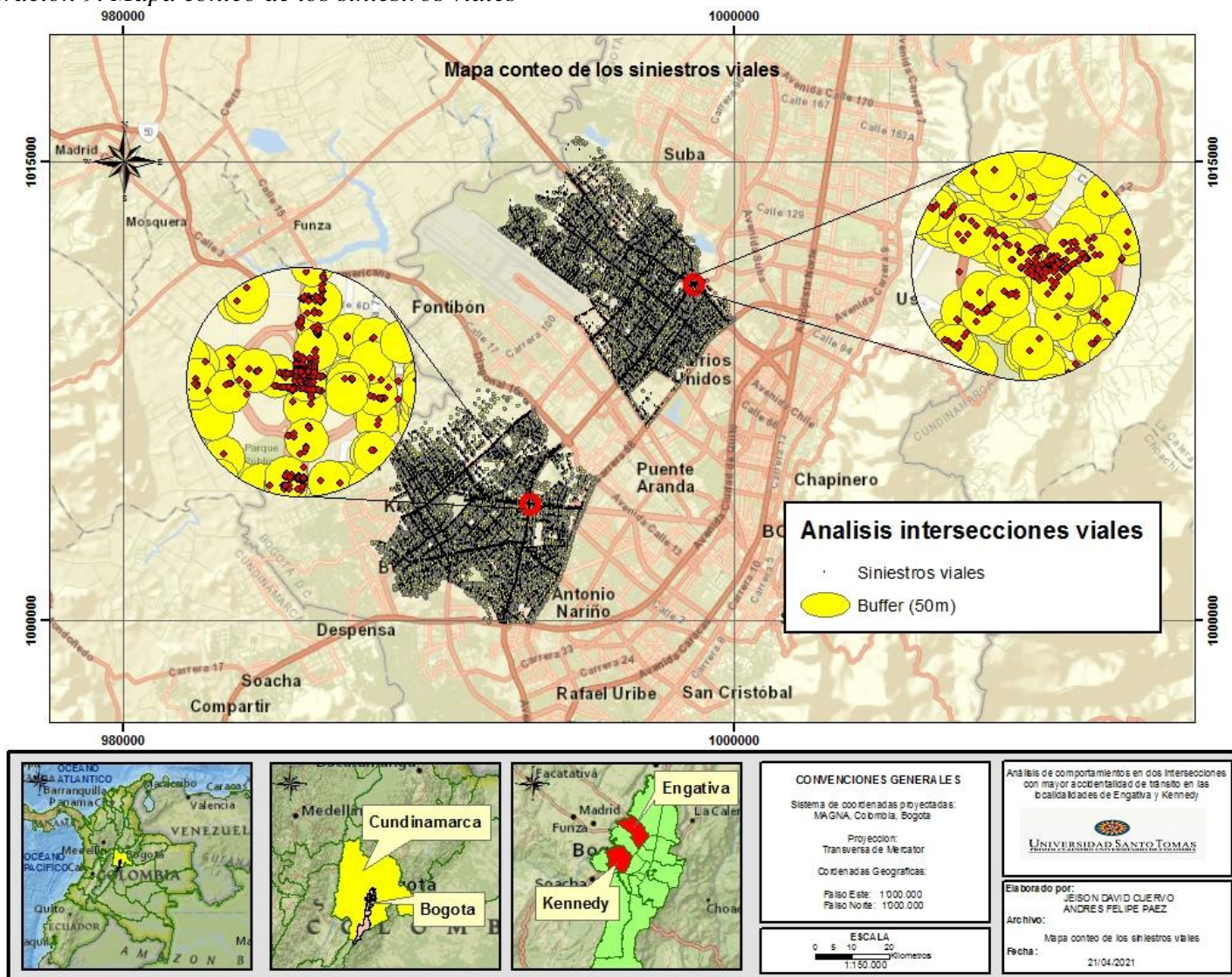
Teniendo en cuenta los datos mencionados anteriormente, cabe resaltar que, en las zonas de estudio de las localidades de Engativá y Kennedy, se determina que se están generando en su mayoría choques vehiculares lo cual involucra directamente al problema de imprudencia vial, dado que en el horario analizado (09:00am-05:00pm), donde se presenta este tipo de accidente involucra a determinadas causas tales como: distracciones por parte de los actores viales, fallas mecánicas del vehículo, fatiga de los conductores y por último el incumplimiento de las señalizaciones horizontales y verticales (Gonzalez & Juan, 2014).

Ilustración 8. Mapa de analisis de la intersecciones viales



Nota: Adaptado de Siniestros Viales Bogotá 2007-2019, de Secretaria de Movilidad, 2019.

Ilustración 9. Mapa conteo de los siniestros viales



Nota: Adaptado de Siniestros Viales Bogotá 2007-2019, de Secretaria de Movilidad, 2019.

Debido a que en el análisis de hotspots realizado inicialmente dio un resultado de puntos fríos (Coldspots) en las intersecciones con alta afluencia de siniestros viales, lo cual no era lo esperado, ya que se esperaba que en el análisis se obtuvieran los puntos calientes y se ubicaran en las intersecciones donde se encontraban mayor afluencia de este fenómeno. Finalmente, se encontraron las dos intersecciones, los cuales se evidencian a continuación:

- **Engativá:** AV AVENIDA BOYACA-CL 80 02
- **Kennedy:** AV BOYACA – AV. AMERICAS 02

Posteriormente para realizar el análisis y caracterización respectivo en cada zona de estudio se procede a encontrar el día y hora con mayor ocurrencia de siniestros viales, ese proceso se ilustrará a continuación.

**7.3 Selección de día de aforo**

Los días elegidos para la realización de los aforos de los puntos de mayor ocurrencia de siniestros viales en Engativá y Kennedy son los jueves y martes respectivamente, se evidencia en la Tabla 2 y Tabla 3.

*Tabla 2. Selección del día de aforo en Engativá*

Cuenta de DIAS								
Etiquetas de fila	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total general
AV AVENIDA BOYACA-CL 80 02	24	25	14	14	29	21	20	147

*Nota: Adaptado de Siniestros Viales Bogotá 2007-2019, de Secretaria de Movilidad, 2019*

*Tabla 3. Selección del día de aforo en Kennedy*

Cuenta de DIAS								
Etiquetas de fila	domingo	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	Total general
AV AVENIDA DE LAS AMERICAS-AV AVENIDA BOYACA 02	10	12	13	9	6	10	6	66

*Nota: Adaptado de Siniestros Viales Bogotá 2007-2019, de Secretaria de Movilidad, 2019*

Para facilitar el manejo de la base de datos en cuestión a las horas de mayor accidentalidad, se procedió a realizar un filtro de rango de horas sobre las horas pico y valle en el día y en la noche, a continuación, se evidenciará en la Tabla 4.

*Tabla 4. Filtro de horas pico y valle en el día y en la noche*

Distribucion de horas		
Tipo	Inicia	Finaliza
Hora pico Día	5:00:00 a. m.	8:59:59 a. m.
Hora valle Día	9:00:00 a. m.	4:59:59 p. m.
Hora pico noche	5:00:00 p. m.	8:59:59 p. m.
Hora valle noche	9:00:00 p. m.	4:59:59 a. m.

*Nota: Elaboración propia, 2021*

Con base en el filtro anterior se encontró que la mayoría de las ocurrencias de siniestros viales se presentan en las horas valle día en ambos puntos de estudio, se evidencian en la Tabla 5 y Tabla 6.

*Tabla 5. Selección de rango de horas para el aforo en Engativá*

Cuenta de Categoría						
Etiquetas de fila	Hora pico Día	Hora pico noche	Hora valle Día	Hora valle noche	Total general	
AV AVENIDA BOYACA-CL 80 02	18	47	57	25	147	

*Nota: Adaptado de Siniestros Viales Bogotá 2007-2019, de Secretaria de Movilidad, 2019*

*Tabla 6. Selección de rango de horas para el aforo en Kennedy*

Cuenta de Categoría						
Etiquetas de fila	Hora pico Día	Hora pico noche	Hora valle Día	Hora valle noche	Total general	
AV AVENIDA DE LAS AMERICAS-AV AVENIDA BOYACA 02	15	11	32	8	66	

*Nota: Adaptado de Siniestros Viales Bogotá 2007-2019, de Secretaria de Movilidad, 2019*

Finalmente se procede a realizar un mayor filtro en la base de datos, localidad, día de la semana y rango de horas para conocer la hora de mayor ocurrencia de siniestros viales. Las horas de los aforos son en Engativá entre las 9am y 10am (11 accidentes), en Kennedy entre las 3pm y 4pm (7 accidentes), se pueden evidenciar en la Tabla 7 y Tabla 8.

*Tabla 7. Selección de hora para el aforo en Engativá*

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Accidentes/Hora</b>
09:00:00 - 09:59:59	11
10:00:00 - 10:59:59	5
11:00:00 - 11:59:59	5
12:00:00 - 12:59:59	4
13:00:00 - 13:59:59	8
14:00:00 - 14:59:59	10
15:00:00 - 15:59:59	7
16:00:00 - 16:59:59	7
<b>Total general</b>	<b>57</b>

*Nota: Adaptado de Siniestros Viales Bogotá 2007-2019, de Secretaria de Movilidad, 2019*

*Tabla 8. Selección de hora para el aforo en Kennedy*

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Accidentes/Hora</b>
09:00:00 - 09:59:59	4
10:00:00 - 10:59:59	2
11:00:00 - 11:59:59	5
12:00:00 - 12:59:59	5
13:00:00 - 13:59:59	5
14:00:00 - 14:59:59	4
15:00:00 - 15:59:59	7
<b>Total general</b>	<b>32</b>

*Nota: Adaptado de Siniestros Viales Bogotá 2007-2019, de Secretaria de Movilidad, 2019*

Para el análisis y caracterización de la zona de estudio en las localidades de Engativá y Kennedy, se realizó los respectivos aforos de los tipos de vehículos, señalización y estado de la calle, que se evidenciara a continuación:

#### 7.4 Tipos de vehículo

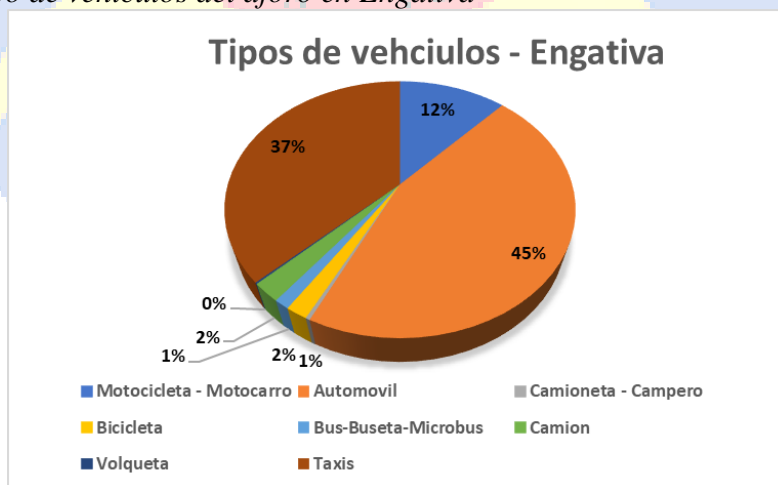
Dentro del análisis realizado en cuanto tipo de vehículo en la zona de estudio de la localidad de Engativá, se evidencia que el vehículo más predominante y que más transita por la zona son los automóviles obteniendo un 45% del total de vehículos que transitan por la zona; debido a que en las intersecciones seleccionadas son avenidas principales (Boyacá – Calle 80) y que contiene un gran volumen de tránsito de vehículos particulares propiamente como se puede observar en la Gráfica 1.

Tabla 9. Tipos de vehículos del aforo en Engativá

TIPOS DE VEHICULOS - ENGATIVA							
PARTICULAR	CANTIDAD	PUBLICO	CANTIDAD	CARGA	CANTIDAD	MOTOCICLETA Y/O BICICLETA	CANTIDAD
CAMIONETA Y/O CAMPERO	24	TAXIS	2560	CAMION	162	MOTOCICLETAS	822
AUTOMOVIL	3120	BUS Y/O BUSETAS	84	VOLQUETA	12	BICICLETAS	120

Nota: Elaboración Propia, 2021

Gráfica 1. Tipo de vehículos del aforo en Engativá



Nota: Elaboración Propia, 2021

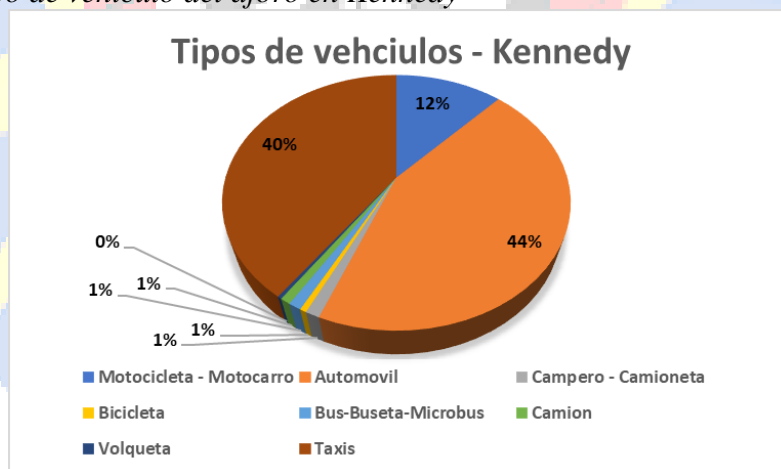
Dentro del análisis realizado en cuanto tipo de vehículo en la zona de estudio de la localidad de Kennedy, se evidencia que el vehículo más predominante y que más transita por la zona son los automóviles obteniendo un 44% del total de vehículos que transitan por la zona; debido a que en las intersecciones seleccionadas son avenidas principales (Av. Boyacá – Av. Américas) y que contiene un gran volumen de tránsito de vehículos particulares propiamente como se puede observar en la Gráfica 2.

Tabla 10. Tipo de vehículo del aforo en Kennedy,

TIPOS DE VEHICULOS - KENNEDY							
PARTICULAR	CANTIDAD	PUBLICO	CANTIDAD	CARGA	CANTIDAD	MOTOCICLETA Y/O BICICLETA	CANTIDAD
CAMIONETA Y/O CAMPERO	85	TAXIS	3050	CAMION	63	MOTOCICLETAS	910
AUTOMOVIL	3350	BUS Y/O BUSETAS	78	VOLQUETA	25	BICICLETAS	40

Nota: Elaboración Propia, 2021

Gráfica 2. Tipo de vehículo del aforo en Kennedy



Nota: Elaboración Propia, 2021

### 7.5 Estado de la señalización horizontal y vertical

Al realizar el análisis de la señalización horizontal y vertical se tuvo en cuenta la visibilidad, estado y conservación de las señalizaciones planteadas en el *Capítulo 2: Señales Verticales* y *Capítulo 3: Señales Horizontales* del *Manual de señalización vial del INVIAS* publicado en el año 2015, de igual forma su ubicación y no repetición de este.

#### **Señalización Horizontal**

En el estado de la señalización horizontal en la localidad de Engativá no hubo inconvenientes debido a que están en muy buen estado y del cual se encontraron un total de 12 señales horizontales demarcadas en el pavimento y de esta manera se puede determinar que son visibles y perceptibles para todos los actores viales que transitan por la intersección (Av. Boyacá – Calle 80).

*Tabla 11. Estado de la señalización horizontal, Av. Boyacá – Av. Calle 80 (Engativá)*

Etiquetas de fila <input type="checkbox"/> Cuenta de Características	
Visible	5

*Nota: Elaboración Propia, 2021*

*Gráfica 3. Estado de la señalización horizontal, Av. Boyacá – Av. Calle 80 (Engativá)*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

Al realizar el análisis de la señalización horizontal se tuvo en cuenta la visibilidad y el estado en el que estaba para este caso en la localidad de Kennedy no hubo inconvenientes con la señalización horizontal debido a que están en muy buen estado y su demarcación como tal es visible y perceptible para todos los actores viales que transitan por intersección (Av. Boyacá – Av. Américas).

Tabla 12. Señalización horizontal, Av. Boyacá – Av. Américas (Kennedy)

Etiquetas de fila	Cuenta de Características
Visible	12

*Nota: Elaboración Propia, 2021*

Gráfica 4. Señalización horizontal, Av. Boyacá – Av. Américas (Kennedy)



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

### **Señalización Vertical**

Al realizar el análisis del estado de la señalización vertical en la zona de estudio de la localidad de Engativá, pudimos determinar que en términos generales están en buen estado obteniendo de esta manera un 91% del estado en que se encuentra la señalización vertical pero cabe resaltar que el 9% restante es de la señalización nombrada en la (Ilustración, 24), donde se

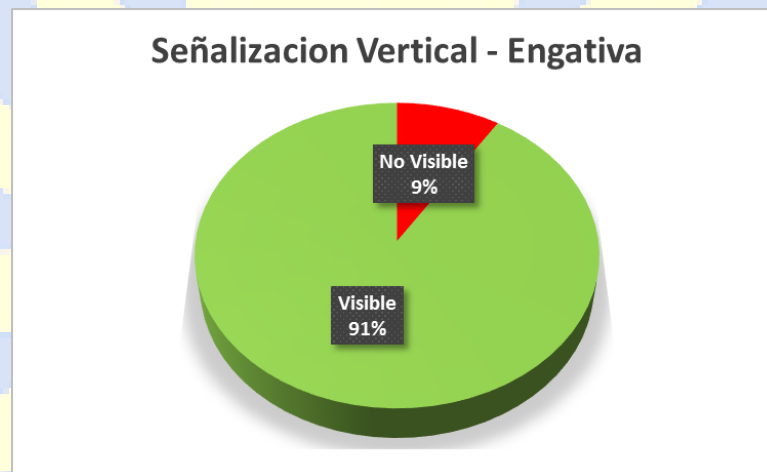
evidencia claramente que está en muy mal estado porque contienen manchas significativas que no ayudan a su identificación y lo cual no es visible para los actores viales que pasan por la zona.

*Tabla 13. Estado señalización vertical, Av. Boyacá – Av. Calle 80 (Engativá)*

<b>Etiquetas de fila</b>	<b>Cuenta de Características</b>
No Visible	1
Visible	10

*Nota: Elaboración Propia, 2021*

*Gráfica 5. Estado señalización vertical, Av. Boyacá – Av. Calle 80 (Engativá)*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

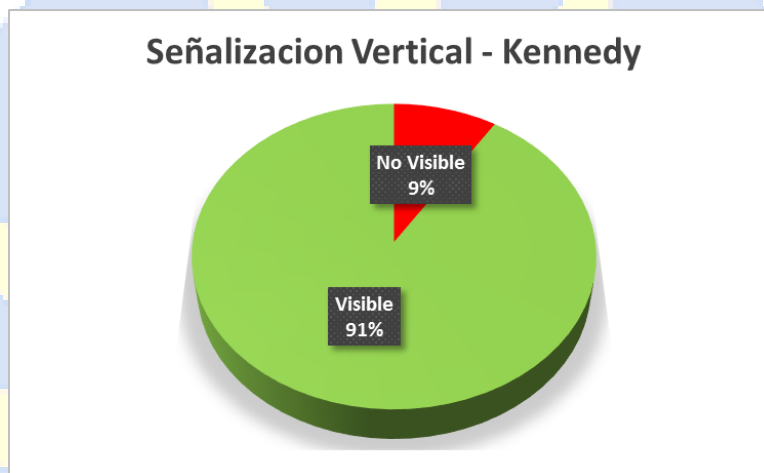
Al realizar el análisis del estado de la señalización vertical en la zona de estudio de la localidad de Kennedy, pudimos determinar que en términos generales están en buen estado obteniendo de esta manera un 91% del estado en que se encuentra la señalización vertical, pero cabe resaltar que el 9% restante es de la señalización que puede evidenciarse en la Ilustración 14, donde se evidencia que no es visible e identificable para los actores viales que pasan por la zona.

Tabla 14. Estado señalización vertical, Av. Boyacá – Av. Américas (Kennedy)

Etiquetas de fila <input type="checkbox"/> Cuenta de Características	
No Visible	1
Visible	10

*Nota: Elaboración Propia, 2021*

Gráfica 6. Estado señalización vertical, Av. Boyacá – Av. Américas (Kennedy)



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

## 7.6 Estado de la Vía

En cuanto el análisis del estado de la vía en la zona de estudio en la localidad de Engativá, se pudo determinar y evidenciar que hay dos tipos de fallas significativas en el pavimento flexible tales como **fisuras longitudinales** con una cantidad de 3 fallas encontradas y obteniendo un 60% de su afectación en general, también se encontraron otro tipo de afectación en el pavimento como el **descascaramiento** teniendo una cantidad de 2 fallas encontradas y obteniendo de esta manera un 40% del restante total de las fallas en general encontradas en la zona, por tal motivo la falla más significativa son las fisuras longitudinales y del cual se pueden

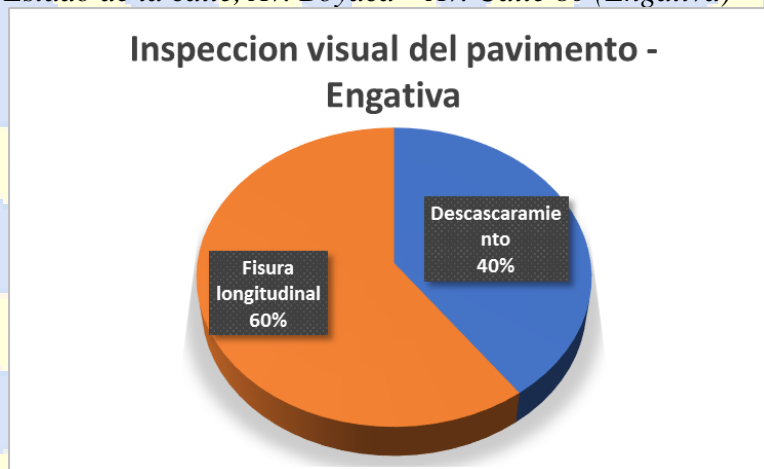
evidenciar en el registro fotográfico tomado en campo y que están ilustrados en el presente informe.

*Tabla 15. Estado de la calle, Av. Boyacá – Av. Calle 80 (Engativá)*

Etiquetas de fila	Cuenta de Características
Descascaramiento	2
Fisura longitudinal	3

*Nota: Elaboración Propia, 2021*

*Gráfica 7. Estado de la calle, Av. Boyacá – Av. Calle 80 (Engativá)*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

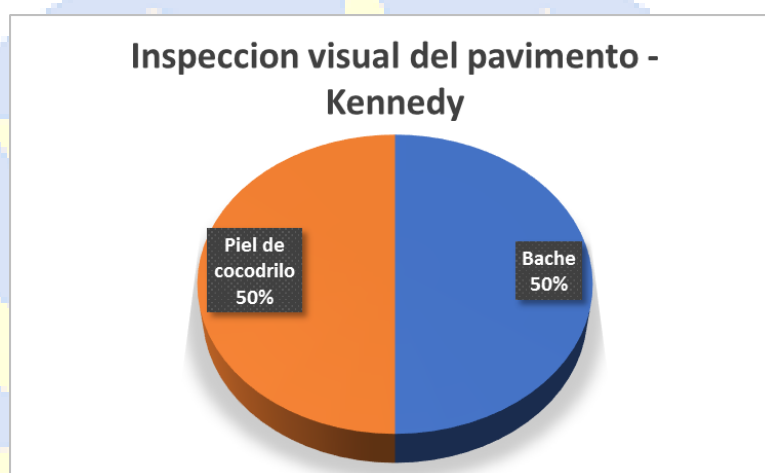
En cuanto el análisis del estado de la vía en la zona de estudio en la localidad de Kennedy, se pudo determinar y evidenciar que hay dos tipos de fallas significativas en el pavimento flexible tales como **piel de cocodrilo** con una cantidad de 2 fallas encontradas y obteniendo un 50% en la afectación total del estado de la vía, otra falla evidenciada en la zona fueron los **baches** con una cantidad de 2 fallas encontradas en el pavimento y obteniendo de esta manera un 50%, lo cual indica que ambas fallas tienen afectaciones equitativas en el pavimento.

Tabla 16. Estado de la calle, Av. Boyacá – Av. Américas (Kennedy)

Etiquetas de fila	Cuenta de Características
Bache	2
Piel de cocodrilo	2

Nota: Elaboración Propia, 2021

Gráfica 8. Estado de la calle, Av. Boyacá – Av. Américas (Kennedy)



Nota: Elaboración Propia, 2021

## 8. Registro Fotográfico

### 8.1 Localidad de Kennedy

#### Estado de la vía

Al realizar la inspección en campo se evidenció que el estado de la vía que corresponde a la intersección de la Av. Boyacá – Av. Américas, se encontraron dos patologías significativas de la carpeta asfáltica la primera de ellas es la piel de cocodrilo, que están ubicadas en el sentido suroccidente y suroriente de la intersección, la segunda son los baches que están ubicados al noroccidente y nororiente de la intersección. Se pueden evidenciar las fotos de las patologías en la Ilustración 10 y la Ilustración 11 respectivamente, de igual forma la ubicación de estas fallas se encuentran en el *Mapa de la caracterización vial en Kennedy*, ver Ilustración 28.

*Ilustración 10. Estado de la Av. Boyacá – Av. Américas*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

*Ilustración 11. Estado de la vía de la Av. Boyacá – Av. Américas*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

### ***Señalización Horizontal***

En la inspección realizada para la señalización horizontal en a la intersección de la Av. Boyacá – Av. Américas, se puede evidenciar que está en buen estado, dado que tiene buena demarcación y visibilidad tomando en cuenta los requisitos establecidos en el *Capítulo 3: Señales Horizontales del Manual de Señalización Vial del INVIAS*. A continuación, se puede observar el registro fotográfico, ver Ilustración 12 e Ilustración 13.

*Ilustración 12. Señal horizontal de la Av. Boyacá – Av. Américas*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

*Ilustración 13. Señal horizontal de la Av. Boyacá – Av. Américas*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

### ***Señalización Vertical***

En la inspección de la señalización vertical en la intersección de la Av. Boyacá – Av. Américas, se evidencia que hay dos señales verticales en mal estado por su No visibilidad y mal conservación según los requisitos que se explican en el *Capítulo 2: Señales Verticales del Manual de Señalización Vial del INVIAS*. Se pueden observar en la Ilustración 14 y la Ilustración 16 respectivamente.

*Ilustración 14. Señal vertical de la Av. Boyacá – Av. Américas*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

*Ilustración 15. Señal vertical de la Av. Boyacá – Av. Américas*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

*Ilustración 16. Señal vertical de la Av. Boyacá – Av. Américas*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

## **8.2 Localidad de Engativá**

### ***Estado de la vía***

En la inspección realizada en la intersección Av. Boyacá – Calle 80, se puede evidenciar dos patologías que predominan en el estado de la carpeta asfáltica. El primero de ellos es el descascamiento ubicado en el nororiente de la intersección, ver Ilustración 17, la segunda son fisuras longitudinales ubicadas en el nororiente de la intersección, ver Ilustración 18 e Ilustración 19, siendo estas las patologías más significativas en el análisis en campo. La ubicación de estas fallas se encuentra en el *Mapa de la caracterización vial en Engativá*, ver Ilustración 27.

*Ilustración 17. Estado de la vía. Av. Boyacá – Calle 80*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

*Ilustración 18. Estado de la vía. Av. Boyacá – Calle 80*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

*Ilustración 19. Estado de la vía. Av. Boyacá – Calle 80*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

### ***Señalización Horizontal***

En la inspección realizada para la señalización horizontal en a la intersección de la Av. Boyacá – Calle 80, se puede evidenciar que está en buen estado, dado que tiene buena demarcación y visibilidad tomando en cuenta los requisitos establecidos en el *Capítulo 3*:

*Señales Horizontales del Manual de Señalización Vial del INVIAS.* A continuación, se puede observar el registro fotográfico, ver Ilustración 20 e Ilustración 21.

*Ilustración 20. Señal horizontal. Av. Boyacá – Calle 80*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

*Ilustración 21. Señal horizontal. Av. Boyacá – Calle 80*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

### ***Señalización Vertical***

En la inspección de la señalización vertical en la intersección de la Av. Boyacá – Calle 80, se evidencia que hay una señal vertical en mal estado por su no visibilidad según los requisitos que se explican en el *Capítulo 2: Señales Verticales del Manual de Señalización Vial*

del INVIAS, ver Ilustración 24. Las demás señales verticales se encuentran en buen estado dado que cumple los requisitos de visibilidad, estado y conservación.

*Ilustración 22. Señal vertical. Av. Boyacá – Calle 80*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

*Ilustración 23. Señal vertical. Av. Boyacá – Calle 80*



*Nota: Elaboración Propia, 2021*

*Ilustración 24. Señal vertical. Av. Boyacá – Calle 80*

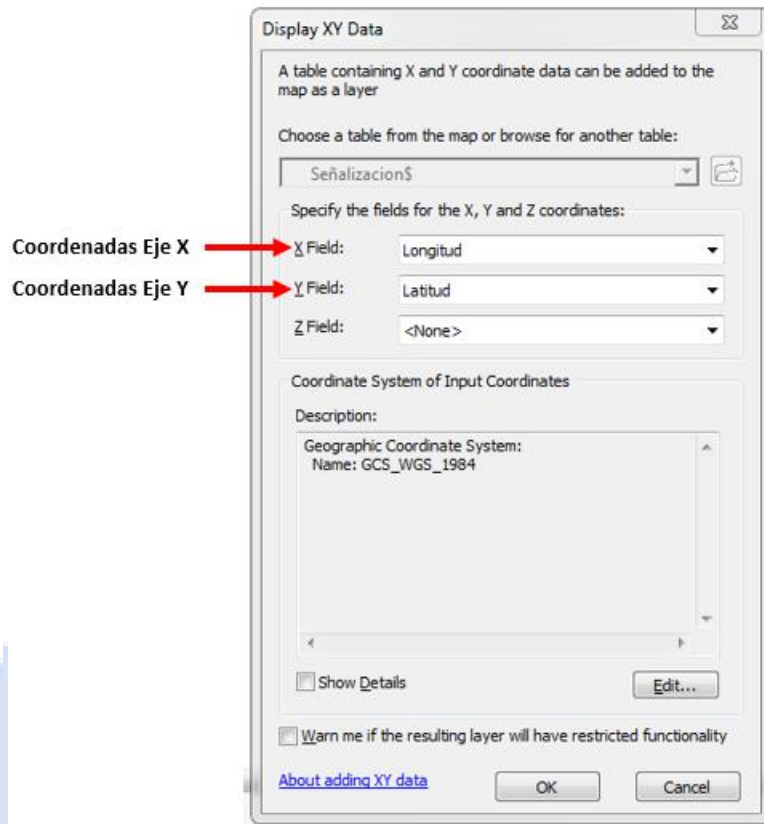


*Nota: Elaboración Propia, 2021*

### **9. Caracterización del estado vial**

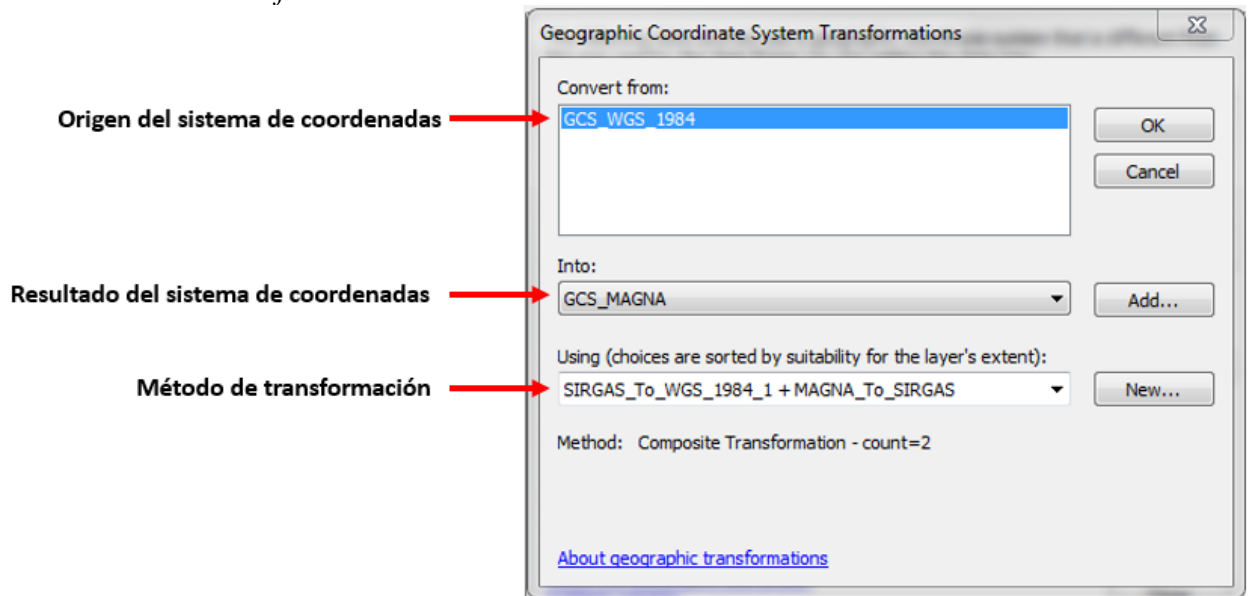
Dentro del análisis correspondiente a los puntos seleccionados en las localidades de estudio, se realizó el respectivo análisis en campo del cual se hizo una inspección del estado de la carpeta asfáltica en la vía, estado de la señalización tanto horizontal como vertical de cada una de las intersecciones y de esta manera se pudo evidenciar ciertas patologías del cual se hizo registro fotográfico georreferenciado a través de la aplicación UTM Geo Map.

Con lo cual se generó una hoja de cálculo en Office Excel, las coordenadas inicialmente tenían un sistema de coordenadas WGS 1984, posteriormente en el software ArcGIS se ingresan los datos como un tipo layer con lo cual se procede a registrar el campo de “X Filed” con la Longitud y el campo “Y Filed” con la Latitud; se puede evidenciar en la (Ilustración, 25).

*Ilustración 25. Ingreso datos de coordenadas*

*Nota: Adaptado de ArcGIS, s.f.*

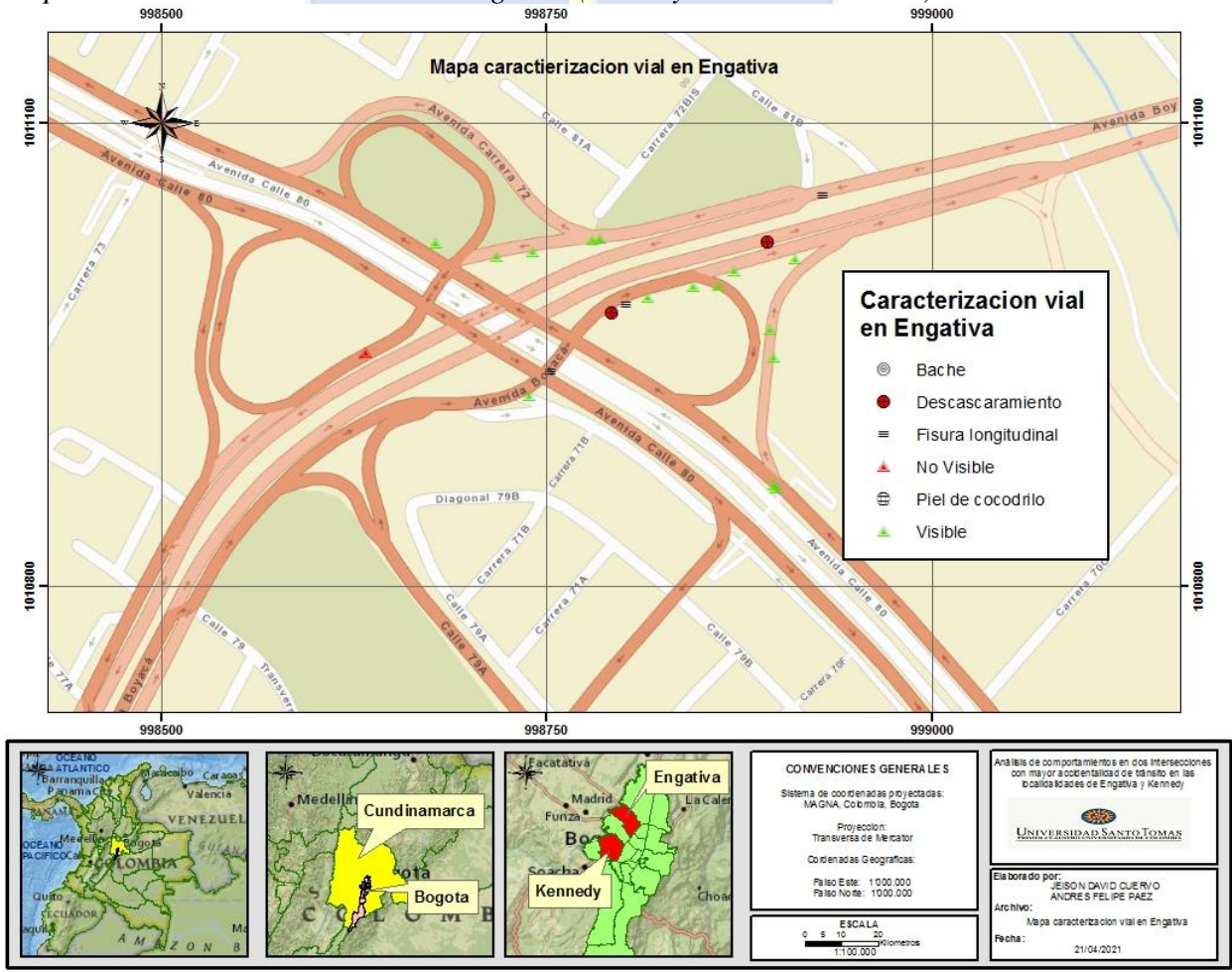
Finalmente se exportan los datos a un shapefile con un sistema coordenadas Magna Colombia Bogotá, este proceso se evidencia en la (Ilustración, 26), con este shapefile se procede a realizar los mapas de las caracterizaciones viales de Engativá y Kennedy evidenciadas en la (Ilustración, 27) y (Ilustración, 28) respectivamente.

*Ilustración 26. Transformación del sistema de coordenadas*

*Nota: Adaptado de ArcGIS, s.f.*

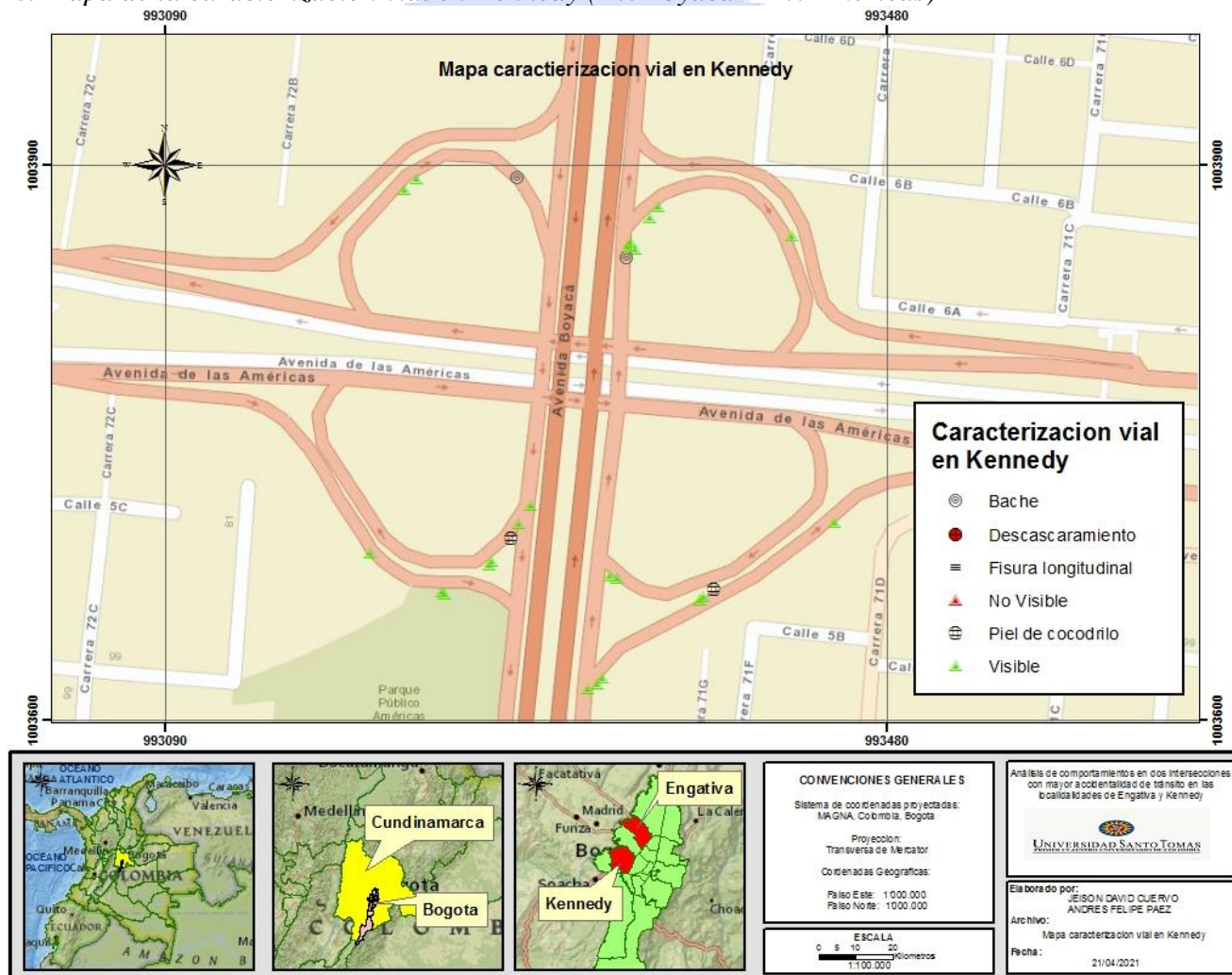


Ilustración 27. Mapa de la caracterización vial en Engativá (Av. Boyacá – Av. Calle 80)



Nota: Elaboración Propia, 2021

Ilustración 28. Mapa de la caracterización vial en Kennedy (Av. Boyacá – Av. Américas)



Nota: Elaboración Propia, 2021

## 10. Soluciones y Recomendaciones

- En el año 2016 la secretaria Distrital de Movilidad, implemento un programa internacional llamado “*Visión Cero*”, este programa entre los años 2016 y 2017 realizo un total de 945 Km/carril de demarcado de igual forma el control policial al exceso de velocidad y embriaguez resalto que los conductores que manejaban en estado de embriaguez bajaron de 0.9% en 2015 a 0.4% en mayo del 2017 según los exámenes realizados en los puestos de control.

Adicionalmente durante el análisis del conteo de siniestros viales se tuvo en cuenta los comportamientos repetitivos en las zonas de estudio de las localidades de Engativá y Kennedy, y se pudo determinar que el comportamiento más significativo en ambas zonas son los choques vehiculares, dado que estos se presentan por imprudencia de los actores viales al no respetar las señales de tránsito. Por lo cual la recomendación que se plantea es enfocada a la educación vial, por medio de las alcaldías de cada localidad para entablar una conversación con la JAL (Juntas Administradoras Locales) para enfocarnos en las JAC (Juntas de Acción Comunal) cercanas a las dos zonas de estudio, de esta forma se procede a realizar charlas informativas con las infografías evidenciadas en el (Anexo, 9) para la localidad de Engativá y en el (Anexo, 10) para la localidad de Kennedy, con estas infografías planeamos informar a las comunidades acerca de la cantidad de accidentes de tránsito, sus muertos y heridos que han ocurrido en cada intersección entre los años 2015 y 2019.

- En el ámbito del mejoramiento en la infraestructura vial en la zona de estudio (Av. Américas con Av. Boyacá) de la localidad de Kennedy, se evidenciaron dos patologías a las cuales se les dará una debida descripción de la falla según el manual de inspección y su posible solución, que se darán a conocer a continuación:

La primera de ellas es el bache, según el INVIAS este tipo de deterioro puede presentarse por la retención de agua en zonas fisuradas, que ante la acción del tránsito produce reducción de esfuerzos generando deformaciones y la falla del pavimento (INVIAS, 2006).

La solución a esta falla es la realización de un mantenimiento superficial aplicando una imprimación asfáltica del cual permite que esta capa sea impermeable para evitar filtraciones de agua, siguiendo las especificaciones técnicas del INVIAS.

La segunda falla evidenciada es conocida como piel de cocodrilo, que como tal corresponde a una serie de fisuras interconectadas y que generalmente están localizadas en zonas sujetas a repetición de cargas de acuerdo al manual de inspección del INVIAS (INVIAS, 2006).

Dicho esto, la solución a esta patología corresponde a escarificar superficialmente la zona afectada y realizarle una previa colocación de riego de adherencia o imprimación que como tal es una capa que permite mejor adherencia entre capas y su finalidad es mejorar su comportamiento estructural de la carpeta asfáltica.

- Para el ámbito del mejoramiento en la infraestructura vial en la zona de estudio (Av. Calle 80 con Av. Boyacá) de la localidad de Engativá, se pudo evidenciar 2 patologías a las cuales se les dará una debida descripción de la falla según el manual de inspección y su posible solución, que se darán a conocer a continuación:

La primera patología encontrada es por descascaramiento, del cual corresponde al desprendimiento de una parte de la carpeta asfáltica superficial y normalmente ocurre por una mala mezcla asfáltica y del cual permite ser permeable y pues por medio del tránsito continuo, esto hace

desprender en el tiempo partes de la carpeta asfáltica, para solucionar esta falla es remover el área afectada hasta una profundidad necesaria para luego rellenar con mezcla asfáltica que permita un mejor comportamiento de la estructura de pavimento.

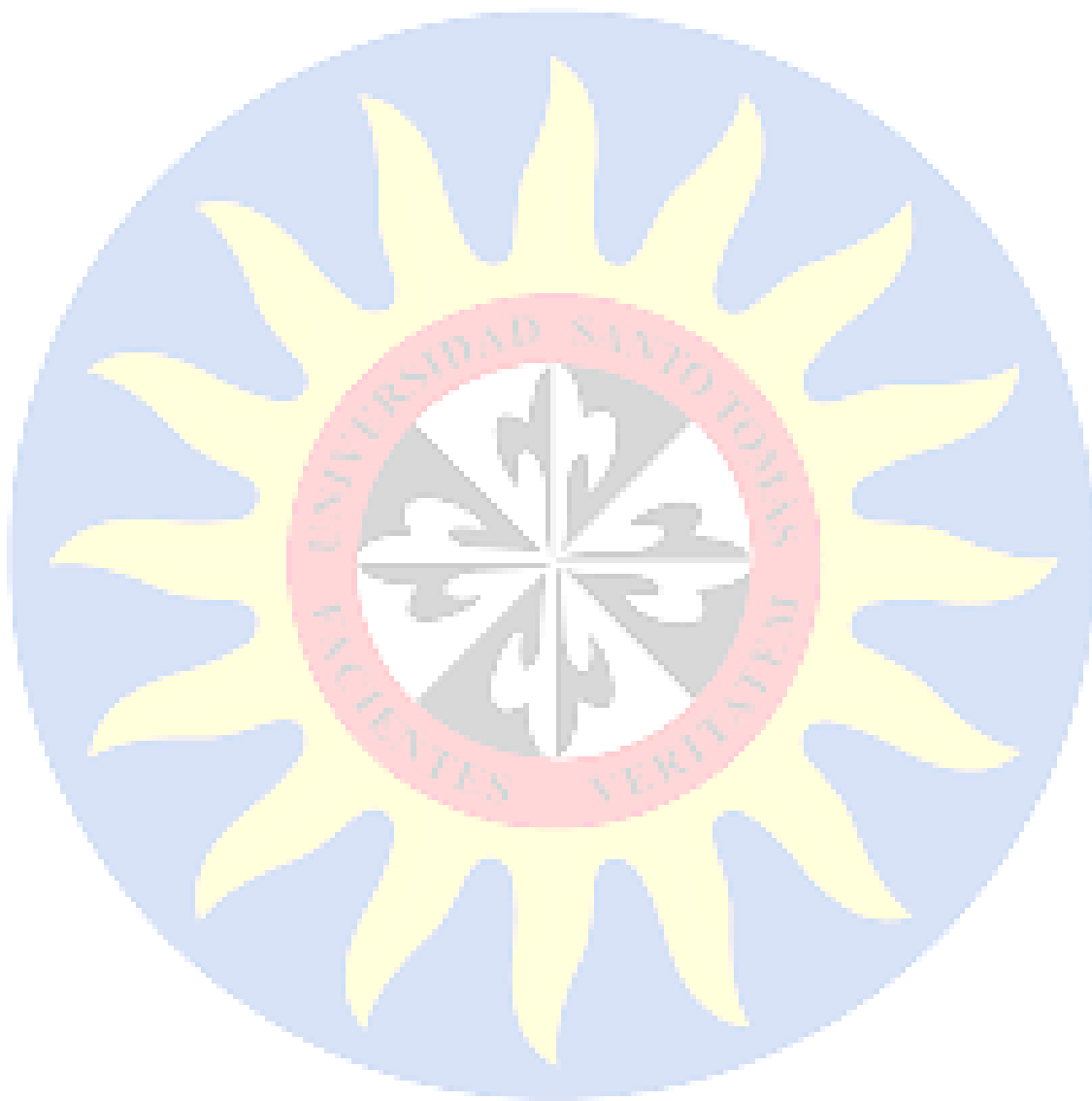
La segunda patología encontrada fueron las fisuras longitudinales que corresponden a discontinuidades en la carpeta asfáltica sobre una misma dirección; estas fallas se presentan por esfuerzos de tensión en algunas de las capas de la estructura de pavimento del cual conlleva a superar la resistencia del material, de acuerdo con el manual de inspección del INVIAS. (INVIAS, 2006).

Durante el levantamiento en campo se pudo inspeccionar que la abertura de afectación de esta patología es aproximadamente de 3mm lo cual corresponde a una afectación superficial que no involucran afectaciones estructurales en el pavimento, dicho lo anterior, la solución recomendada es hacerle una colocación de un sello o lechada asfáltica que permita impermeabilizar las capas del pavimento y no permita la filtración de agua, y de tal manera no haya afectaciones a futuro, en la superficie del pavimento.

- Durante el levantamiento en campo en la localidad de Kennedy, se evidencio que hay un buen estado y conservación de la señalización vertical y horizontal. Se recomendaría ubicar y colocar a los extremos del puente de la Av. Américas señales de tránsito verticales que sean solo uso de ciclistas, peatones y que indique a los ciclistas ir a baja velocidad cuando haya paso peatonal, dado que hay constantes imprudencias por parte de los ciclistas al intervenir en la calzada vehicular e ir a alta velocidad en el puente peatonal.

En el levantamiento en campo en la localidad de Engativá, se evidencia en general que el estado y conservación de la señalización vertical es buena, lo que falta por mejor es en cuanto a la señalización horizontal debido a que en algunos tramos de la calzada Av. Calle 80 se presenta una

demarcación vial muy desgastada. Por lo cual se recomienda una mejora en la demarcación para que de esta manera los actores viales tengan una buena visibilidad e identificación de este.



## 11. Referencias

ARL SURA. (2020). *ARL SURA - Riesgos Laborales*. Obtenido de SURA:

<https://www.arlsura.com/index.php/component/content/article?id=1474:la-accidentalidad-vial-un-problema-mundial>

ESRI . (s.f.). *ESRI - ArcGIS*. Obtenido de Cómo funciona Análisis de puntos calientes (Gi\* de

Getis-Ord): <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/how-hot-spot-analysis-getis-ord-gi-spatial-stati.htm>

Gallo Garcia, A. C., & Castillo Villanueva, G. M. (2018). *Análisis Condiciones Seg Vial Infraestructura [Tesis de pregrado, Universidad Católica]*. Obtenido de Repositorio Universidad Católica:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16847/1/AN%C3%81LISIS%20CONDICIONES%20SEG%20VIAL%20INFRAESTRUCTURA.pdf>

Gonzalez, J., & Juan, O. (2014). *Estudio de los factores que intervienen en los accidentes e infracciones de tránsito ocasionados por los buses de transporte público de pasajero tipo urbano en la ciudad de Cuenca y planteamiento de la propuesta para disminuirlo*.

Obtenido de Repositorio Universidad Politecnica Salesiana:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6633/1/UPS-CT003269.pdf>

Gonzalez, S. M., & Castro, A. M. (2019). *Caracterización de los componentes de los usuarios viales por medio del empleo de VANT en intersecciones con mayor accidentalidad en Bogotá D.C. [Tesis de maestría, Universidad Santo Tomás]*. Obtenido de Repositorio

institucional: <http://hdl.handle.net/11634/16537>

Herrera, A. N., & Ruiz, J. I. (2016). Accidentes de tránsito con heridos en Colombia. *CES Psicología*, 15.

INVIAS. (2006). *Manual Para La Inspeccion Visual De Pavimentos Flexibles*. Obtenido de

INVIAS: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/974-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles/file>

Secretaria Distrital de Movilidad. (2019). *Historico Siniestros Bogotá D.C.* Obtenido de

Secretaria Distrital de Movilidad - Datos abiertos Bogota:

<https://datosabiertos.bogota.gov.co/dataset/historico-siniestros-bogota-d-c>

Secretaria Distrital de Movilidad. (2019). *Informe de gestion y resultados - SDM*. Obtenido de

Secretaria Distrital de Movilidad:

[https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/07-02-2020/informe\\_gestion\\_y\\_resultados\\_sdm\\_2019.pdf](https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/07-02-2020/informe_gestion_y_resultados_sdm_2019.pdf)

Torres Flores, J. A. (2012). *Metodologia de evaluacion de la seguridad vial en intersecciones basada en el analisis cuantitativo de conflictos entre vehiculos*. Obtenido de Archivo

Digital UPM: [http://oa.upm.es/13743/1/Jose\\_Alejandro\\_Torres\\_Flores\\_1.pdf](http://oa.upm.es/13743/1/Jose_Alejandro_Torres_Flores_1.pdf)