



**Análisis temporal y espacial de los indicadores de siniestralidad vial en la ciudad
de Bogotá D.C**

Wilson German Agudelo Velásquez

Código: 11791925717

Carlos Andrés Muñoz León

Código: 11791924643

Universidad Antonio Nariño

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Facultad de Ingeniería Ambiental y Civil

Bogotá D.C., Colombia

2023

**Análisis temporal y espacial de los indicadores de siniestralidad vial en la ciudad
de Bogotá D.C**

Wilson German Agudelo Velásquez

Carlos Andrés Muñoz León

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Director:

Andrés Felipe Carvajal Vanegas, Dr

Universidad Antonio Nariño

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Facultad de Ingeniería Ambiental y Civil

Bogotá D.C., Colombia

2023

Contenido

Pág.

Resumen.....	7
Abstract.....	8
1. Introducción.....	9
2. Objetivos.....	11
2.1 Objetivo general	11
2.2 Objetivos específicos.....	11
3. Marco teórico y estado del conocimiento	12
3.1 Los sistemas de información geográfica como herramienta en la disminución de los siniestros viales.....	12
3.2 Seguridad vial y aplicación de los sistemas de información geográfica en el mundo.....	13
3.3 Estudio de las tasas de siniestralidad en Latinoamérica.....	15
3.4 Siniestralidad vial en Colombia	16
3.5 Estudio de la Siniestralidad vial en Bogotá.....	17
4. Metodología.....	18
4.1 Descripción del área de estudio, tipo y enfoque de investigación	18
4.2 Estructura metodológica.....	20
4.2.1 Etapa 1: Recolección de la información	21
4.2.2 Etapa 2: Creación de la File Geodatabase	24
4.2.3 Etapa 3: Análisis de indicadores de siniestralidad y generación de mapas	26
5. Resultados y Discusión	30
5.1 Análisis temporal de la Siniestralidad.....	30
5.1.1 Tasas de Morbilidad en Bogotá para los años 2015 – 2021	32
5.1.2 Tasas de Mortalidad en Bogotá para los años 2015 – 2021	35
5.2 Análisis espacial de la Siniestralidad	45
6. Conclusiones.....	53
7. Recomendaciones.....	56

8. Referencias Bibliográficas	58
--	-----------

Lista de Figuras

Figura 1	<i>Delimitación del área de estudio perteneciente a la ciudad de Bogotá D.C.</i>	19
Figura 2	<i>Formato de Informes Policiales de Siniestros de tránsito (IPAT)</i>	20
Figura 3	<i>Diseño metodológico y etapas del proyecto</i>	21
Figura 4	<i>Visor Geográfico Sistema Integrado de Información sobre Movilidad Urbana Regional -SIMUR</i>	22
Figura 5	<i>Estructura de datos GDB</i>	26
Figura 6	<i>Diagrama representativo del método de Densidad de Estimación de Kernel (KED)</i>	28
Figura 7	<i>Tasa de morbilidad en la ciudad de Bogotá D.C 2015 – 2021</i>	33
Figura 8	<i>Tasa de morbilidad en la ciudad de Bogotá D.C por localidad 2015 – 2021</i>	34
Figura 9	<i>Tasa de mortalidad en la ciudad de Bogotá D.C 2015 – 2021</i>	36
Figura 10	<i>Tasa de mortalidad en la ciudad de Bogotá D.C por localidad 2015 – 2021</i>	37
Figura 11	<i>Cantidad de siniestros viales por día de la semana de 2015 a 2020</i>	41
Figura 12	<i>Cantidad de siniestros viales por hora del día (viernes) de 2015 a 2020</i>	42
Figura 13	<i>Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2015</i>	47
Figura 14	<i>Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2016</i>	48
Figura 15	<i>Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2017</i>	49
Figura 16		50
Figura 17	<i>Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2019</i>	51
Figura 18	<i>Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2020</i>	52
Figura 19	<i>Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2021</i>	53

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Definición de los atributos de la File Geodatabase -GDB</i>	24
Tabla 2 <i>Campos y libros archivo Excel</i>	25
Tabla 3 <i>Cantidad de siniestros viales por año y localidad con al menos un herido</i>	30
Tabla 4 <i>Cantidad de siniestros viales por año y localidad con al menos un muerto</i>	31
Tabla 5 <i>Tasa de morbilidad en la ciudad de Bogotá D.C por localidad 2015 – 2021</i>	34
Tabla 6 <i>Tasa de mortalidad en la ciudad de Bogotá D.C por localidad 2015 – 2021</i>	37
Tabla 7 <i>Cantidad de siniestros viales por gravedad y clase de 2015 a 2020</i>	38
Tabla 8 <i>Cantidad de siniestros viales por lugar de ocurrencia y tipo de siniestro de 2015 a 2020</i>	39
Tabla 9 <i>Cantidad de víctimas fatales por género y edad de 2015 a 2020</i>	43
Tabla 10 <i>Cantidad de víctimas heridas por género y edad de 2015 a 2020</i>	44
Tabla 11 <i>Cantidad de víctimas fatales por actor vial y gravedad de 2015 a 2020</i>	45
Tabla 12 <i>Clasificación de zonas de densidad de Kernel</i>	46

Resumen

El presente trabajo analiza la siniestralidad vial en la ciudad de Bogotá entre los años 2015 y 2021. El objetivo del estudio es identificar la evolución de los indicadores de siniestralidad que permitan tomar decisiones para mejorar la seguridad vial. Se utilizó información secundaria y se estructuró y depuró una base de datos geográfica para analizar la ubicación, gravedad y año de los siniestros. También se utilizó una base de datos complementaria para obtener información más detallada de 2015 a 2020. Se realizaron análisis de indicadores de siniestralidad y se generaron mapas de calor. Los resultados mostraron que la mayoría de los siniestros fueron daños materiales, seguidos de heridos y muertos. Las localidades con mayor cantidad de siniestros fueron Kennedy, Engativá y Suba. Se observó que la tasa de morbilidad se redujo en 2020 debido a la pandemia de COVID-19, pero aumentó en 2021 con la reactivación económica. Los motociclistas, peatones y ciclistas fueron los más afectados en los siniestros viales.

Palabras clave: Siniestralidad vial, morbilidad, mortalidad.

Abstract

This study analyzes road accidents in the city of Bogotá between 2015 and 2021. The objective is to identify the evolution of accident indicators in order to make decisions to improve road safety. Secondary data was used, and a geospatial database was structured and refined to analyze the location, severity, and year of accidents. Additional data from 2015 to 2020 was obtained from a complementary database. Accident indicators were analyzed, and heat maps were generated. The results showed that the majority of accidents resulted in property damage, followed by injuries and fatalities. The localities with the highest number of accidents were Kennedy, Engativá, and Suba. Morbidity rates decreased in 2020 due to the COVID-19 pandemic but increased in 2021 with economic reactivation. Motorcyclists, pedestrians, and cyclists were the most affected in road accidents.

Key words: Road accidents, morbidity, mortality.

1. Introducción

La siniestralidad vial se concibe como una de las grandes problemáticas a nivel global que ha cobrado numerosas vidas año tras año, especialmente en países en donde por procesos apresurados y desorganizados de desarrollo ha primado en el desarrollo de infraestructura y reglamentación los modos de transporte motorizados por los no motorizados. De acuerdo con estimaciones de la (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022); en el mundo ocurren anualmente 1.3 millones de siniestros viales con víctimas mortales y cerca de 50 millones tienen algún tipo de lesión por la misma causa. Preocupa que esta problemática genera pérdidas en términos económicos a los países, a las personas pérdidas irreparables, y que la gran mayoría de los siniestros viales se presentan en los países de ingresos medios y bajos. De acuerdo con la (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018 como se citó en Estrada, 2019) sobre el estado mundial de la seguridad vial el 73% las defunciones por incidentes viales ocurrieron en los países de ingresos medios y 26% en los de ingresos altos; y que afecta especialmente en su población más joven.

Se estima que en América ocurren el 11% del total de las muertes por siniestros de tráfico, con casi 155.000 muertes por año (Pan American Health Organization [PAHO], 2018). En la región suramericana, con datos de 2016 se estimó que Colombia tiene una de las tasas de mortalidad por cada 100.000 habitantes más altas de la región, con 14.96, si se compara con países como Ecuador (11.9), Chile (9.21), Paraguay (14.95), Perú (8.48), y Uruguay (12.03) (Jerez, 2018). Teniendo en cuenta la cantidad de muertes anuales a nivel mundial, esta es comparada con cantidades de víctimas provocadas por cualquier enfermedad transmisible y según estudios realizados por la OMS en conjunto con el banco

mundial, se determinó que la siniestralidad vial es la séptima causa de morbilidad en el mundo, por tanto es considerada como una epidemia silenciosa (Hinojosa et al., 2019), que afecta en gran medida países en desarrollo como Colombia, por lo tanto, su análisis siempre tendrá gran valor para la mejor toma de decisiones en materia de política y salud pública que permita prevenir sus causas y efectos.

En Colombia, para el año 2019 se presentaron 7.126 muertes por siniestros de tráfico, y aunque desde 2015 se puede ver una reducción en las tasas de mortalidad; 15.7 en 2015, 14.4 en 2019 (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2021), sigue siendo alta respecto a otros países de Suramérica. Sí el problema se evalúa a nivel del territorio nacional, se encuentra que entre los años 2005 y el 2018, los departamentos de Valle del Cauca, Antioquia, Bogotá, Cundinamarca y Santander han aportado el 48% de las muertes por siniestros viales en el país. Por otro lado, en 2019 en cuatro departamentos se concentró el 53,12% de los casos de personas lesionadas a causa de los siniestros viales: Valle del Cauca 18,00% (casos: 142.983), Antioquia 15,00% (casos: 119.400), Bogotá 12,56% (casos: 99.892), y Atlántico 7,58% (casos: 60.315) (Ministerio de Salud y Protección Social y Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2019).

Es evidente que la ciudad de Bogotá tiene una alta participación en las tasas de mortalidad y morbilidad, sí bien no cuenta con los indicadores más altos entre las principales ciudades del país, es conveniente su análisis dado los esfuerzos en temas de control de velocidades, pedagogía, atención a víctimas y mejoras en infraestructura que se han hecho en los últimos años (Alcaldía mayor de Bogotá, 2017).

Este análisis pretende identificar la evolución general de los principales indicadores de siniestralidad vial para la ciudad de Bogotá respecto a su población, desde el año 2015 al 2021 con datos de la Secretaría Distrital de Movilidad. En la primera parte del documento se muestra el respectivo tratamiento a los datos para el análisis de información de tipo temporal, identificando las tasas de siniestralidad como lo son: mortalidad y morbilidad por año y por localdalidad durante este periodo, y como segunda parte la generación de mapas de calor y el cálculo del método de Densidad de Estimación de Kernel (KED).

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Determiinar el comportamiento temporal y espacial de los indicadores de Siniestralidad vial para la ciudad de Bogotá D.C., entre los años 2015 y 2021.

2.2 Objetivos específicos

- Estructurar una base de datos geográfica de los siniestros de tránsito en la ciudad de Bogotá D.C. para el periodo 2015-2021 a partir de datos oficiales proporcionados por secretaria de movilidad.
- Identificar el comportamiento temporal de los principales indicadores de siniestralidad vial en la ciudad de Bogotá D.C. entre los años 2015 y 2021.
- Analizar espacialmente los principales indicadores de siniestralidad vial en la ciudad de Bogotá D.C. entre los años 2015 y 2021.

3. Marco teórico y estado del conocimiento

3.1 Los sistemas de información geográfica como herramienta en la disminución de los siniestros viales

La afectación en la salud pública por cuenta de la siniestralidad vial, deja en evidencia estadísticas que a nivel mundial marcan una población joven involucrada entre los 5 y 29 años donde los más afectados son motociclistas, ciclistas y peatones y se prevé que, si la tendencia se mantiene, para el 2030 los siniestros serán la quinta causa de muerte, (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2013 como se citó en Córdoba y Paucar, 2014). Asimismo, el Informe sobre el estado mundial de la seguridad vial 2018, emitido por la OMS menciona que, en los países de mayor ocurrencia, es decir los que tienen ingresos medios y bajos, por lo general se debe gastar un 3% del producto interno bruto por el alto grado de incapacidad que genera la siniestralidad vial, lo que provoca una afectación económica importante para estos países (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018). Sin embargo, se resalta que esta situación es plenamente evitable si se abordan adecuadamente los diferentes factores de riesgo identificados. Es por ello que herramientas que permitan ubicar los sitios de recurrencia, pueden dar un primer acercamiento para la toma de decisiones, al igual que las nuevas tecnologías permiten centralizar, organizar y finalmente analizar la información para facilitar las acciones de mejora y mitigación de los eventos fatídicos en la vía.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son considerados como aquellos sistemas con la facultad de almacenar, manipular y analizar información geográfica que puede ser puesta a disposición y ser consultada por cualquier usuario, además de que los

datos hallados podrán ser empleados por profesionales de las distintas áreas del conocimiento y su aplicación (Korte, 2000, como se citó en Bautista, 2012). Estos SIG han tomado una relevancia importante en los últimos años, debido al conjunto de elementos y metodologías para el cumplimiento de los análisis requeridos por las agencias estatales y de otras índoles para la realización de estas tareas; por ende son herramientas que permiten la geolocalización de los sitios de concurrencia de los eventos relacionados con la siniestralidad vial al igual que facilitan la conjunción de información de fuentes diversas para la generación de análisis integrales frente a esta problemática.

3.2 Seguridad vial y aplicación de los sistemas de información geográfica en el mundo

A nivel internacional, las experiencias investigativas de siniestralidad vial comprenden autores como Galán et al., (2016, como se citó en Nieto, 2016) quienes analizaron la aplicación de los sistemas de información geográfica en carreteras con altos índices de Siniestralidad en la comunidad autónoma Extremadura, España entre los años 2010 y 2015, relacionando variables directas como la intensidad media de tráfico, e indirectas como la población y la condición física del terreno, encontrando así que los SIG son herramientas con un grado de potencialidad alto en el análisis de siniestros viales, siempre y cuando la información esté correctamente georreferenciada, además de contribuir en la mejora de la seguridad vial en esa región. Por su parte, Córdoba y Paucar (2014), realizaron el análisis de indicadores de siniestralidad a través de un SIG para lograr la disminución de siniestros de tránsito en Ecuador para los años 2010 a 2013, los cuales permitieron determinar las zonas con mayor peligrosidad y en las cuales se debe concentrar

la mayor atención con el fin de evitar siniestros y proponer medidas acordes a las características de siniestralidad evidenciadas.

Igualmente, los autores Dissanayake, et al. (2009), realizaron un estudio a partir de la relación de los distintos usos de suelo y los datos de siniestros de infantes en el distrito de Newcastle, Inglaterra, empleando sistemas de información geográfica con el fin de analizar la ocurrencia de los mismos, obteniendo como resultado que la muerte de las víctimas infantiles tiene un grado de relación considerable con el suelo residencial de baja densidad y los sitios educativos, en conclusión este estudio contribuyó en la búsqueda los hallazgos a las políticas actuales de seguridad vial en el Reino Unido.

Otros estudios han permitido identificar las zonas con mayor Siniestralidad, así como las áreas de seguridad deficiente, a través del método de Densidad de Estimación de Kernel (KED), lo cual se evidencia Soltani & Ascari, (2014) quienes realizaron un análisis espacio temporal basados en técnicas SIG de acuerdo a los datos de siniestros de tráfico en el área metropolitana de en Shiraz, Irán, para el periodo 2011-2012.

Por otra parte, en términos de reducción de Siniestralidad en países como Suecia se viene implementando un programa denominado “Visión Cero”, donde se enfatiza en el margen de violencia que un actor vial puede tolerar en cada situación específica, por tanto se tiene en cuenta el sistema vial como un todo, es decir que , sí es posible erradicar el hecho de que cualquier persona muera o quede gravemente herida, por ello temas como la velocidad vehicular, los estándares tanto de los vehículos como de las vías, claridad en el uso de la red vial, la confianza y respaldo de cada actor vial, así como el autoconocimiento de las habilidades y responsabilidades de los conductores, son de vital importancia para que

se reduzca a cero la posibilidad de Siniestralidad vial (Ministry of Enterprise and Innovation, 2016).

3.3 Estudio de las tasas de siniestralidad en Latinoamérica

Las tasas de siniestralidad en los países de las Américas poseen una variación muy grande; por ejemplo, cifras muy bajas de 6.0 por cada 100.000 habitantes en Canadá, así como las más altas ubicadas en República Dominicana con una de 29.3. Se puede evidenciar a través de un estudio realizado en nuestra región para el año 2016, denominado “el ranking de las 100 ciudades más fatales” que las ciudades principales como: San Salvador presenta una tasa de 75.0 por cada 100.000 habitantes, posicionándose como la ciudad con más fatalidad vial durante ese año. De igual forma, ciudades importantes como La Plata en Argentina ocupaba la posición N° 19 con una tasa de 13.7, Brazilia con un 13.1, La Paz con 12.8, San José de Costa Rica con 9.5, San Juan de Puerto Rico con 9.2, Quito con 9.0, Río de Janeiro y Ciudad de Panamá con 8.4. Sin embargo, es preocupante encontrar algunas ciudades de Colombia como Montería, Villavicencio, Pereira e Ibagué entre los 10 primeros puestos con tasas de 22.8, 20.6, 16.9 y 16.8 respectivamente. La Capital de nuestro país ocupaba en ese entonces, el puesto 57 con una tasa de 7.3 muertes por cada 100.000 habitantes. Es importante mencionar que la información tomada de La Network, (2017) resalta que no se cuenta con información fidedigna en países como Venezuela para realizar estas estadísticas vitales, lo que pone en evidencia que los Sistemas de información se convierten en una herramienta fundamental que permite visualizar y sustentar la realidad de las problemáticas evaluadas y facilita por ende la toma de decisiones basada en la evidencia.

3.4 Siniestralidad vial en Colombia

Colombia, según los datos procesados por el Observatorio Nacional de Seguridad Vial, reporta un total de fallecidos en siniestros viales en el periodo 2015 a 2020 de 38.004 personas, y una tasa promedio de 13.20 fallecidos por cada 100.000 habitantes, que en comparación con el panorama internacional y según la mencionada agencia, corresponde a la más alta en Latinoamérica (Agencia Nacional de Seguridad Vial, [ANSV] 2022). En consonancia, el portal “Así vamos en salud” reporta que los departamentos con alta frecuencia de Siniestralidad vial son Arauca (25.8), Casanare (28), San Andrés y providencia (20.4) Guainía (29.7), Tolima (16.4) y Valle del cauca (16.2) (Así vamos en Salud, 2022). Por otro lado, según el portal “Bogotá cómo vamos” dentro del Vigésimo tercer informe de calidad de vida en Bogotá, para el año 2020 la ciudad contaba con una tasa de mortalidad por cada 100.000 habitantes por colisiones de tránsito de 4.83, respecto al resto del país que se encuentra en 10.84 (Bogotá Cómo vamos, 2020).

Sin embargo, para el caso de Bogotá, el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses [INMLCF], (2019), realizó un total de 36.812 exámenes médicos legales a personas que resultaron lesionadas en siniestros viales en todo el país; Bogotá tuvo la mayor proporción de casos 6.971 (18,94%), seguido del departamento de Antioquia con 4.657 (12,65%) y Valle del Cauca con 4.578 (12,44%) (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2020). Desde luego, la extensión territorial, población, tasas de motorización, estado de las vías, juegan un papel importante en este consolidado; que pone a Bogotá, en el primero lugar en la participación de lesionados en siniestros de tránsito. Lo anterior está plenamente identificado e informado por las entidades distritales como la Alcaldía mayor de Bogotá, (2017) y nacionales como la Agencia Nacional de Seguridad Vial, (2020-2022).

3.5 Estudio de la Siniestralidad vial en Bogotá

A nivel académico, diversas investigaciones han abordado el problema desde el ámbito espacial como temporal para unas localidades y años específicos. En 2020, se realizó un análisis con Sistemas de información geográfico – SIG en las localidades de Bosa, Puente Aranda y Fontibón, para los años 2016, 2017 y 2018 (Bonilla y Martínez, 2020), identificando sitios críticos, tipos y gravedades de los siniestros. Por otro lado, en 2019 se realizó un análisis mediante SIG para las localidades de Kennedy, Candelaria y Teusaquillo, para los años 2016, 2017, 2018; encontrando ventanas de tiempo en las que más se presentaron siniestros, junto con sus tipologías y gravedades (Loaiza y Jiménez, 2018).

A nivel ciudad, investigaciones como la de Arias, (2018) han abordado el problema identificando zonas y corredores de alta Siniestralidad como la Carrera décima, Carrera séptima, Avenida Boyacá, Avenida de las Américas, Calle 80, Avenida ciudad de Cali, NQS, mediante estadística descriptiva y espacial. Por otro lado, también hay enfoques espacio temporales mediante al análisis de redes, incorporando variables importantes como el tráfico vehicular de los corredores o zonas de transporte (Fontecha, 2020).

Otros autores como Ospina et., al (2022), han abordado el análisis a los actores viales que más contribuyen a las tasas de mortalidad y morbilidad en Bogotá, por ejemplo, enfocándose en cifras para motociclistas, donde se encontró que los siniestros de tránsito que involucraron a motociclistas entre enero de 2013 y febrero de 2018 fueron 35.693; de los cuales el 28% corresponde a eventos con daños materiales, el 69% con heridos y el 3% con siniestros con fatalidades.

La evidencia técnica, académica y de opinión, muestran que la siniestralidad vial en Bogotá a pesar de los esfuerzos parece no tener freno, al contrario, año por año aumenta las cifras de siniestros junto con las tasas de motorización. En ese sentido, es conveniente seguir estudiando el comportamiento de la Siniestralidad vial en Bogotá tanto en sus componentes temporales como espaciales, a fin de tener de manera objetiva conclusiones que fomenten acciones que permitan alcanzar la anhelada visión cero en Bogotá.

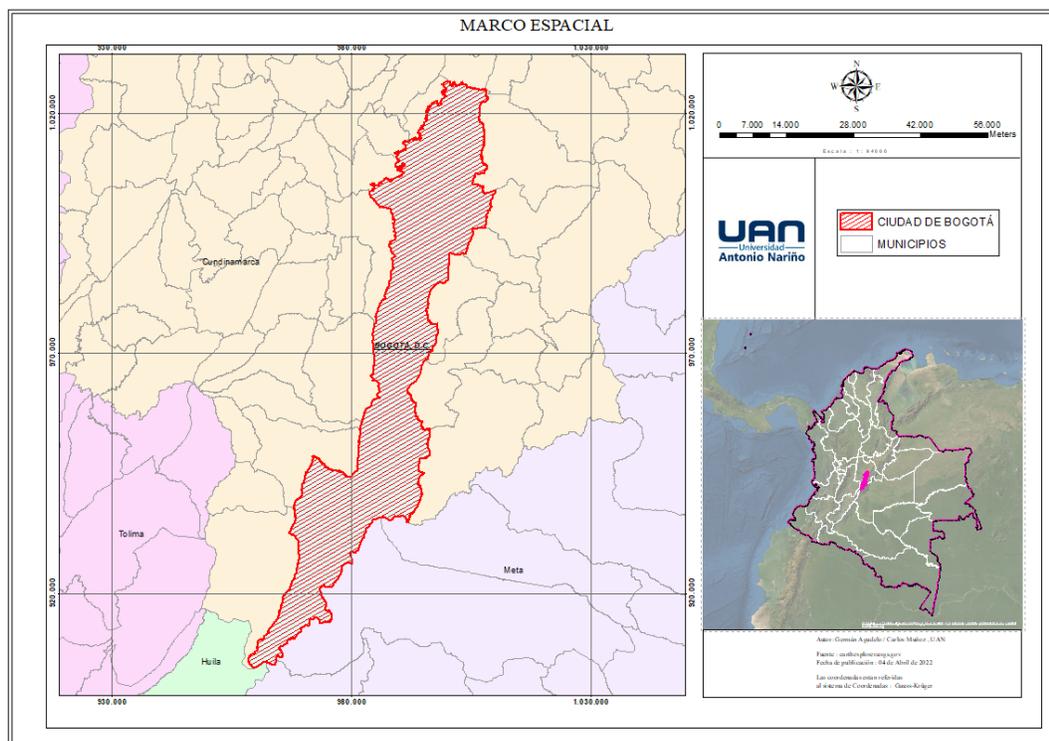
4. Metodología

4.1 Descripción del área de estudio, tipo y enfoque de investigación

El presente estudio se enfoca en el área correspondiente a la ciudad de Bogotá, que según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) está constituido por 1.775 Km². Esta investigación parte de un diseño transversal de tipo descriptiva y con enfoque cualitativo y cuantitativo. Teniendo en cuenta que la naturaleza y origen de los datos pertenecen a fuentes secundarias y oficiales se procedió a delimitar el área de estudio (Figura 1).

Figura 1

Delimitación del área de estudio perteneciente a la ciudad de Bogotá D.C.



Nota. Fuente: propia (2022).

Como población del estudio se tomó la totalidad de siniestros para el periodo comprendido entre los años 2015-2021, registrados por parte de la autoridad de tránsito en los Informes Policiales de Siniestros de Tránsito (IPAT), el cual fue adoptado bajo resolución 11268 del 6 de diciembre de 2012 (Figura 2).

Figura 2

Formato de Informes Policiales de Siniestros de tránsito (IPAT)

0011268 - 6 DIC 2012

INFORME POLICIAL DE ACCIDENTE DE TRÁNSITO

LOGO ORGANISMO DE TRÁNSITO: No. 00000000

1. ORGANISMO DE TRÁNSITO: 2. GRAVEDAD: CON MUERTOS CON HERIDOS SOLO DAÑOS

3. LUGAR O COORDENADAS GEOGRÁFICAS: Lat. ° ' " Long. ° ' " 3.1 LOCALIDAD O COMUNA:

CÓDIGO DE RUTA: VÍA Y KILOMETRO O SITIO, DIRECCIÓN Y CIUDAD:

4. FECHA Y HORA: DD MM AAAA hh:mm (FECHA Y HORA DE OCURRENCIA) DD MM AAAA hh:mm (FECHA Y HORA DE LEVANTAMIENTO)

5. CLASE DE ACCIDENTE: CHOQUE CAÍDA OCUPANTE ATROPELLO INCENDIO VOLCAMIENTO OTRO

5.1. CHOQUE CON: VEHÍCULO TREN SEMOVIENTE OBJETO FIJO 5.2. OBJETO FIJO: MURO POSTE ÁRBOL BARANDA SEMÁFORO INMUEBLE HIDRATANTE VALLA SEÑAL TARIMA, CASETA VEHÍCULO ESTACIONADO OTRO

6. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR:

6.1. ÁREA: RURAL <input type="checkbox"/> NACIONAL <input type="checkbox"/> DEPARTAMENTAL <input type="checkbox"/> MUNICIPAL <input type="checkbox"/> URBANA <input type="checkbox"/>	6.2. SECTOR: RESIDENCIAL <input type="checkbox"/> INDUSTRIAL <input type="checkbox"/> COMERCIAL <input type="checkbox"/>	6.3. ZONA: ESCOLAR <input type="checkbox"/> TURÍSTICA <input type="checkbox"/> MILITAR <input type="checkbox"/> DEPORTIVA <input type="checkbox"/> PRIVADA <input type="checkbox"/> HOSPITALARIA <input type="checkbox"/>	6.4. DISEÑO: GLORIETA <input type="checkbox"/> INTERSECCIÓN <input type="checkbox"/> LOTE O PREDIO <input type="checkbox"/> PASO A NIVEL <input type="checkbox"/> PONTÓN <input type="checkbox"/> CICLO RUTA <input type="checkbox"/> PASO ELEVADO <input type="checkbox"/> PASO INFERIOR <input type="checkbox"/> PEATONAL <input type="checkbox"/> PUENTE <input type="checkbox"/> TRAMO DE VÍA <input type="checkbox"/> TÚNEL <input type="checkbox"/>	6.5. CONDICIÓN CLIMÁTICA: GRANIZO <input type="checkbox"/> LLUVIA <input type="checkbox"/> NIEBLA <input type="checkbox"/> VIENTO <input type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/>
---	--	---	---	--

FINAL DE DOCUMENTO CON EL INFORME CONDUCTORES INVOLUCRADO

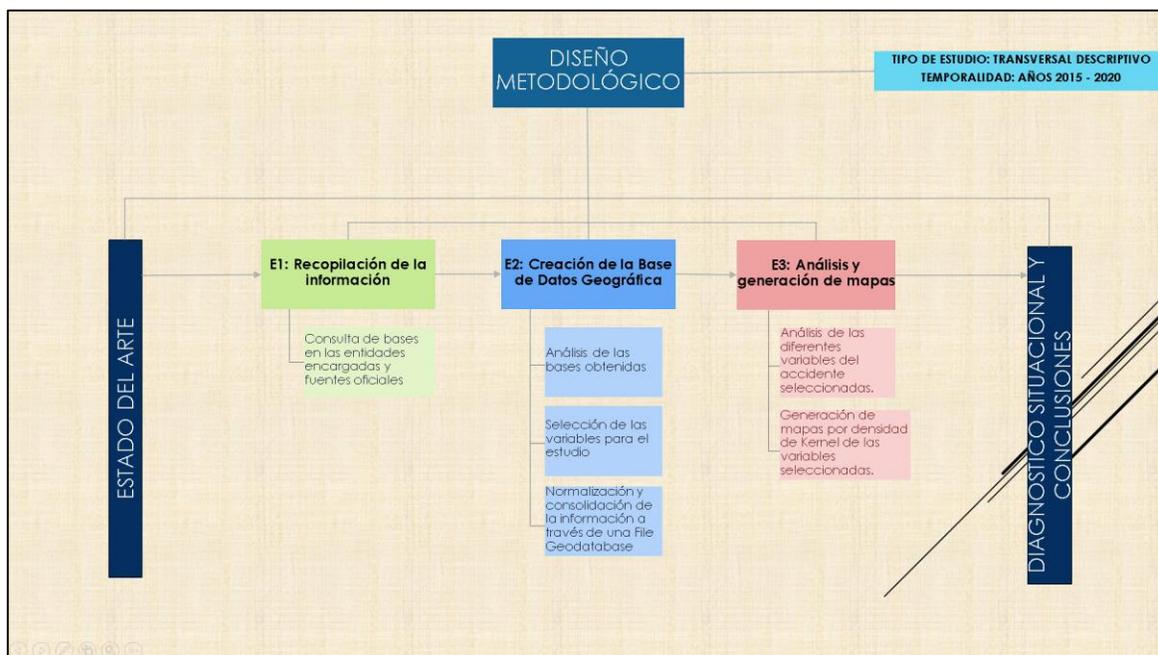
Nota. Adaptado de Resolución 0011268 de 2012. Fuente: Repositorio Digital Biblioteca del Ministerio de Transporte (<http://web.mintransporte.gov.co/jspui/handle/001/5348>).

4.2 Estructura metodológica

Para la consecución del objeto de estudio, se realizó un proceso lineal el cual se compone de tres etapas: La obtención o recopilación de los datos secundarios, la creación estructuración de la base de datos geográfica su respectivo análisis y finalmente la generación de productos cartográficos que constituyen un insumo para consulta y que permiten comprender el contexto de los sitios de la ciudad con mayor Siniestralidad y así mismo facilitar la toma de decisiones que fortalezcan todas las medidas y políticas de seguridad vial (Figura 3).

Figura 3

Diseño metodológico y etapas del proyecto



Nota. Fuente: Propia (2022).

4.2.1 Etapa 1: Recolección de la información

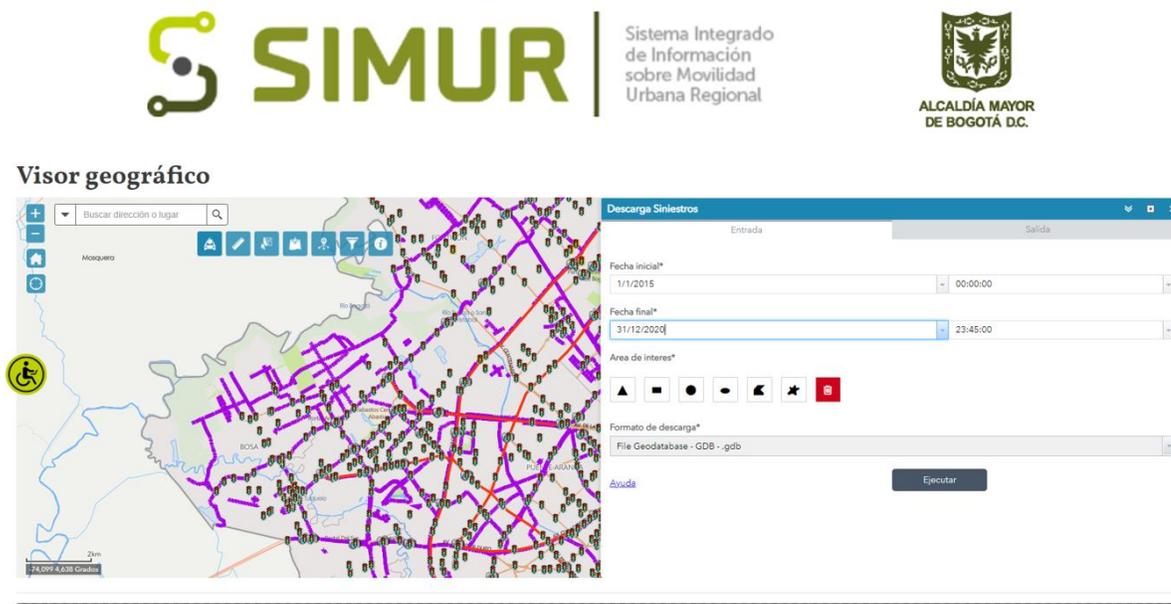
Dadas las funciones que posee la Secretaría Distrital de Movilidad en torno a las estrategias de seguridad vial, específicamente en términos de reducción de víctimas fatales en siniestros de tránsito, actualmente se cuenta con un visor geográfico, denominado “Sistema Integrado de Información Sobre Movilidad Urbana Regional” o por sus siglas “SIMUR”. Este sistema contiene capas vectoriales relativas a la malla vial, intersecciones semafóricas y otros elementos que facilitan entender toda la infraestructura que permite la movilización por la ciudad. Es importante resaltar que parte de la política de la secretaría de movilidad, se enfoca en dar a conocer los datos obtenidos de los informes policiales de

sinistros de tránsito, por tanto, este sistema posee una capa vectorial con geometría de punto, denominada “siniestralidad” la cual nos muestra el lugar, clase de siniestro, gravedad de los involucrados y la fecha del siniestro, en cual se detallan tanto dirección y localidad del suceso.

De primera mano se identificó que cada registro posee un ID denominado “Código Siniestro”, que permitió relacionar otras variables que no se encontraban en esta base geográfica.

Figura 4

Visor Geográfico Sistema Integrado de Información sobre Movilidad Urbana Regional - SIMUR



Nota. Alcaldía Mayor de Bogotá, 2022, (<https://simur.gov.co/>)

Adicional a lo anterior, a través de la página de datos abiertos de la secretaria de movilidad, se adquirió un archivo en formato de Microsoft Excel denominado “Siniestros

Viales Consolidados Bogotá D.C.”, el cual contiene registros a partir del 1 de enero de 2015 hasta el 31 de diciembre de 2020. Esta base no está georreferenciada; pero provee de información complementaria de interés como la hipótesis, los actores y detalles de vehículos involucrados en el siniestro vial. Cabe resaltar que la base geográfica contiene registros de 2015 a 2021, mientras que la de Excel de 2015 a 2020. Por lo anterior, es conveniente utilizar los datos de 2015 a 2021 para el análisis temporal y espacial, y la base de Excel para los análisis generales.

- **Análisis y Consolidación de la Información:** Partiendo de las diferentes bases de información, fue pertinente realizar un análisis exhaustivo que permitiera determinar las variables que se involucran en este caso de estudio, lo que conllevó a definir las preguntas principales del ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Por qué?, las cuales pretendían resolver cada uno de los objetivos, en este sentido la base descargada de la plataforma SIMUR de la secretaría de movilidad brinda algunos datos de importancia para este estudio, sin embargo, al examinar la tabla en formato Excel denominado “siniestros_viales_consolidados_bogota_dc.xls”, se evidenció que existe información que complementa la base inicial, campos tales como; “diseño_lugar” el cual describe las características exactas del sitio donde se produjo el siniestro, de igual forma se encontró el campo “Hipótesis” que se refiere al posible causante del choque o atropello, adicionalmente, el campo horario, brinda información importante de análisis respecto a las horas del día en que ocurrieron los hechos.

Otro aspecto importante fue limitar la información tanto espacial como temporalmente. Específicamente se realizó un filtro para el periodo correspondiente a los años 2015 y 2021, por otro lado, la base proporcionada por secretaria de movilidad a través

de su plataforma “SIMUR”, ya nos entrega la información específica para la ciudad de Bogotá, por lo que no se requiere delimitar este ítem.

4.2.2 Etapa 2: Creación de la File Geodatabase

La información no tendría ningún tipo de validez para el análisis, dado que se encontraba dispersa, por lo cual se hizo necesario consolidarla empleando las facultades que permiten los Sistemas de información Geográfica, claramente por medio de una base de datos geográfica y en este caso empleando el software ArcGis, por ello se diseñó un modelo de datos en el que se estructuró de una forma adecuada los features class y las tablas relacionadas.

Debido a que la base principal se trataba de un archivo Shapefile con sistema de coordenadas geográficas Datum WGS-1984, que presentaba los datos georreferenciados con una geometría punto, esto permitió importar los registros de manera transparente a la base de datos geográfica.

Tabla 1

Definición de los atributos de la File Geodatabase -GDB

Atributo	Tipo de Dato	Definición
Objectid	Long	Identificador numérico único para cada registro
Formulario	Text	Código único referente al informe de policía de siniestro de tránsito (IPAT)
Codigo_Acc	Double	Código único por siniestro
Fecha_Orr	Date	Fecha exacta de ocurrencia de los hechos
Ano_Ocurre	Double	Año de ocurrencia de los hechos
Direccion	Text	Dirección exacta del siniestro
Gravedad	Text	Reporta si se presentaron; Heridos, muertos o solo daños materiales
Clase_Acc	Text	Reporta la clase de siniestro; entre las más comunes: choque, atropello o volcamiento
Localidad	Text	Localidad de la ciudad de Bogotá donde se presentó el hecho
Latitud	Double	Coordenada geográfica con distancia angular medida desde la línea del ecuador hasta el sitio donde se produjo el siniestro

Longitud	Double	Coordenada geográfica con distancia angular medida entre el meridiano de Greenwich y el sitio donde se produjo el siniestro
----------	--------	---

Nota. Fuente propia 2022.

Esta base requirió un control de calidad puesto que, al verificar la información espacial, se evidenció que se presentaban inconsistencias entre la posición y la información registrada, como la dirección y la localidad, de hecho, se presentaban elementos fuera del perímetro de la ciudad de Bogotá.

Por otro lado, el archivo Excel “Siniestros Viales Consolidados Bogota D.C.”, presentaba ciertos libros y atributos que se repetían de la base localizada inicialmente, sin embargo, se realizó una depuración y normalización de la información registrada puesto que algunos atributos no eran de interés e importancia para el presente estudio.

Tabla 2

Campos y libros archivo Excel

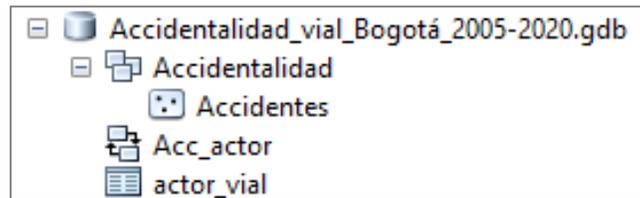
Libro	Campos		
Siniestros	Gravedad	Clase	Choque
	Objeto_Fijo	Codigo_Localidad	Diseño_Lugar
Vehículos	Clase	Servicio	Modalidad
Hipótesis	Codigo_Causa		
Diccionario	Definiciones de la codificación		

Nota. Fuente propia 2022.

A través de la creación de un nuevo elemento “Relationship class” dentro de la GDB fue posible establecer la relación uno a muchos entre el Feature Class Siniestros y la tabla “actor_vial”.

Figura 5

Estructura de datos GDB



Nota. Fuente Propia 2022.

Luego de definir las variables que debería llevar la GDB, los factores a evaluar fueron:

- Gravedad del siniestro.
- Diseño de la vía donde se presentó el siniestro.
- Hipótesis del siniestro.
- Hora.
- Actor Vial

4.2.3 Etapa 3: Análisis de indicadores de siniestralidad y generación de mapas

- Indicadores de siniestralidad vial- morbilidad y mortalidad: Un análisis preliminar que permite hacer una idea de cómo se ha comportado la siniestralidad vial en Bogotá es mediante el análisis de indicadores. Indicadores comunes pueden ser respecto a la población, en este caso se trabajó con el índice de mortalidad y morbilidad:

$$\text{Índice de mortalidad} = \frac{\text{Cantidad de muertes año} \cdot 100.000}{\text{Población}} \quad (1)$$

$$\text{Indice de morbilidad} = \frac{\text{Cantidad de heridos año} * 100.000}{\text{Población}}$$

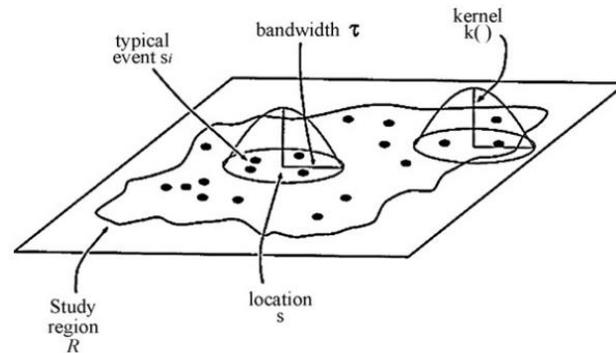
(2)

Estos indicadores muestran la cantidad de muertos (1) o heridos por cada 100.000 habitantes (2). Son útiles para comparar ciudades, o regiones. Para el cálculo de los indicadores, se trabajó con los datos de población de la Secretaria de Planeación Distrital (Secretaria de Planeación Distrital, 2020) y los datos de Siniestralidad vial de la ciudad de Bogotá, disponibles en datos abiertos (Alcaldía mayor de Bogotá, 2021).

- Generación de gráficos y mapas: Posterior a la estructuración de la Geodatabase y definidas las variables de interés, se hizo pertinente realizar un estudio de los datos existentes, lo cual arrojó un total de 209.861 registros de siniestralidad en el periodo de 2015-2021 para la ciudad de Bogotá. El análisis se realizó con el método de Densidad de Estimación de Kernel (KED).
- Método de Densidad de Estimación de Kernel (KED): Con el fin de generar mapas para cada año de estudio, que permitieran identificar patrones de concentración espacial de siniestros, se aplicó densidad de Kernel. Este método es “una herramienta de interpolación y suavizado usada para generalizar la posición de un punto a un área” (Barroso et al., 2015, p. 25). La densidad de Kernel consiste en dividir toda el área de estudio en un número predeterminado de celdas; en lugar de considerar una vecindad circular alrededor de cada celda (el método simple), el método kernel dibuja una vecindad circular alrededor de cada punto característico (el siniestro) y luego se aplica una ecuación matemática que va desde 1 en la posición del punto característico a 0 en el límite de vecindad (Figura 6).

Figura 6

Diagrama representativo del método de Densidad de Estimación de Kernel (KED)



Nota. Adaptado de “Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots” (p. 360), por T. Anderson, 2009, *Accident Analysis & Prevention*, 41 (359-364).

Matemáticamente se expresa como:

$$f(x, y) = \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{d_i}{h}\right)$$

(3)

Donde $f(x, y)$ es el valor de densidad en la posición (x, y) , n es el número de casos, h es el ancho de banda, d_i es la distancia geográfica entre el caso i y la ubicación (x, y) , y K es una función de densidad. Las unidades de $f(x, y)$ son casos por unidad de área.⁴

En este sentido, para la aplicación del método de densidad de Kernel a través de las herramientas que provee el software ArcGis, se empleó el Toolbox denominado “Kernel Density” ubicado en spatial Analyst Tools. En este caso la ventana que se despliega solicita unos parámetros puntuales, empezando por la entrada de información que puede

componerse de vectores con geometría tipo punto o lineal, por lo tanto, se cargaron los puntos georreferenciados de los casos de siniestralidad vial filtrados por cada año evaluado.

Por otra parte, no se empleó ningún campo específico para “Populación field”, puesto que cada punto representa en sí, un caso independiente de siniestralidad vial. En cuanto al tamaño de celda empleado, teniendo en cuenta el área que se quiere representar para la ciudad de Bogotá, es suficiente con un tamaño de 80 y el radio de búsqueda empleado se propuso de 1000 teniendo en cuenta que las unidades de área están representadas por las unidades de mapa que, en este caso fue definido en metros. Otro dato que se tuvo en cuenta es trabajar con el método planar, debido a que se trata de un área local que mantiene de forma precisa tanto áreas como distancias.

- Reclasificación y estandarización de los pixeles del raster: Debido a que el archivo generado por el Kernel está asociado a la cantidad de pixeles, es necesario realizar una reclasificación de los mismos para poder realizar el análisis. Por otro lado, teniendo en cuenta que la distribución de los datos (Pixels) no es uniforme, se aplicó el método de clasificación por defecto, “Natural Breaks(Jenks)”, debido a que es el más favorable para este caso en específico. Se generó una clasificación del grado de peligrosidad, según la densidad de siniestros por cada área.

- Raster to polygon, Luego de la normalización, se llevó el archivo ráster a los diferentes polígonos de riesgo según la clasificación que se realizó previamente.
- Cantidad de siniestros por zona de siniestralidad: Fue necesario intersecar los puntos georreferenciados de cada siniestro con los polígonos de riesgo, que permitió realizar el conteo de eventos por cada zona. Con la capa generada, se realizó una sumatoria o conteo de siniestros por zona, la cual dio claridad del total de eventualidades de

siniestralidad por zona de riesgo. De igual forma se obtuvieron otros datos como cantidad de siniestros por localidad y total de siniestros según el tipo.

5. Resultados y Discusión

5.1 Análisis temporal de la Siniestralidad

La base de datos geográfica estructurada arrojó un total de 209.861 registros de siniestralidad en el periodo de 2015-2021 para la ciudad de Bogotá, de los cuales, a partir de la gravedad de los hechos, el 64% se trató de daños materiales, mientras que en el 34% de los casos resultó con al menos una persona herida y finalmente un 2% de los siniestros resultaron con la muerte de un ocupante del automotor o transeúnte atropellado.

A continuación, se muestran los datos obtenidos del SIMUR, los cuales fueron empleados para este análisis temporal, con respecto a la cantidad de siniestros con al menos un herido o muerto por año, por localidad en el periodo comprendido entre 2015 y 2021, donde se evidencia que la mayor cantidad de siniestros con heridos y muertos se presentó en las localidades de Kennedy con un porcentaje del 14% respectivamente, seguido de Engativá con el 10% y 9% y Suba con el 9% y 8%, respectivamente (Tabla3) y (Tabla4).

Tabla 3

Cantidad de siniestros viales por año y localidad con al menos un herido

Localidad	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total general
Antonio Nariño	211	215	224	271	253	260	277	1711
Barríos Unidos	436	408	359	533	476	319	367	2898
Bosa	559	606	586	750	789	615	749	4654
Candelaria	45	36	39	39	62	44	57	322
Chapinero	415	443	357	473	507	270	365	2830
Ciudad Bolívar	517	567	501	563	647	502	604	3901
Engativá	1077	897	937	1181	1065	691	1012	6860

Fontibón	560	579	580	726	740	522	681	4388
Kennedy	1309	1398	1482	1547	1629	1189	1701	10255
Los Mártires	308	336	346	386	388	288	385	2437
Puente Aranda	639	691	718	759	851	602	807	5067
Rafael Uribe Uribe	371	411	390	363	451	345	500	2831
San Cristóbal	370	356	316	436	528	389	495	2890
Santa Fe	251	297	304	400	381	229	320	2182
Suba	985	934	888	1088	931	769	980	6575
Sumapaz				1		1		2
Teusaquillo	469	422	410	535	474	299	433	3042
Tunjelito	302	349	324	346	441	340	401	2503
Usaquén	651	594	596	712	724	490	548	4315
Usme	233	240	284	313	314	283	311	1978
Total General	9708	9779	9641	11422	11651	8447	10993	71646

Nota. Datos obtenidos del SIMUR de la cantidad de heridos por año y por localidad en el periodo comprendido entre 2015 y 2021. Fuente Propia.

Tabla 4

Cantidad de siniestros viales por año y localidad con al menos un muerto

Localidad	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total general
Antonio Nariño	18	14	11	17	5	12	10	87
Barrios Unidos	14	19	27	18	11	9	11	109
Bosa	31	32	34	28	37	19	30	211
Candelaria	3	1	3		4	2	3	16
Chapinero	16	13	16	18	14	9	11	97
Ciudad Bolívar	42	33	44	32	32	40	33	256
Engativá	45	58	41	48	45	34	38	309
Fontibón	31	35	34	45	39	27	35	246
Kennedy	81	81	87	59	53	54	59	474
Los Mártires	20	18	18	19	12	11	17	115
Puente Aranda	33	39	34	35	40	29	31	241
Rafael Uribe Uribe	22	19	20	21	25	13	18	138
San Cristóbal	24	18	23	16	24	12	23	140
Santa Fe	15	16	10	10	20	13	18	102
Suba	46	42	47	35	42	26	41	279
Sumapaz					2	1		3
Teusaquillo	14	15	23	21	19	6	19	117
Tunjelito	13	23	24	23	21	14	18	136
Usaquén	17	33	24	28	25	22	23	172
Usme	17	20	20	26	23	17	21	144
Total General	502	529	540	499	493	370	459	3393

Nota. Datos obtenidos del SIMUR de la cantidad de muertos por año y por localidad en el periodo comprendido entre 2015 y 2021. Fuente: Propia.

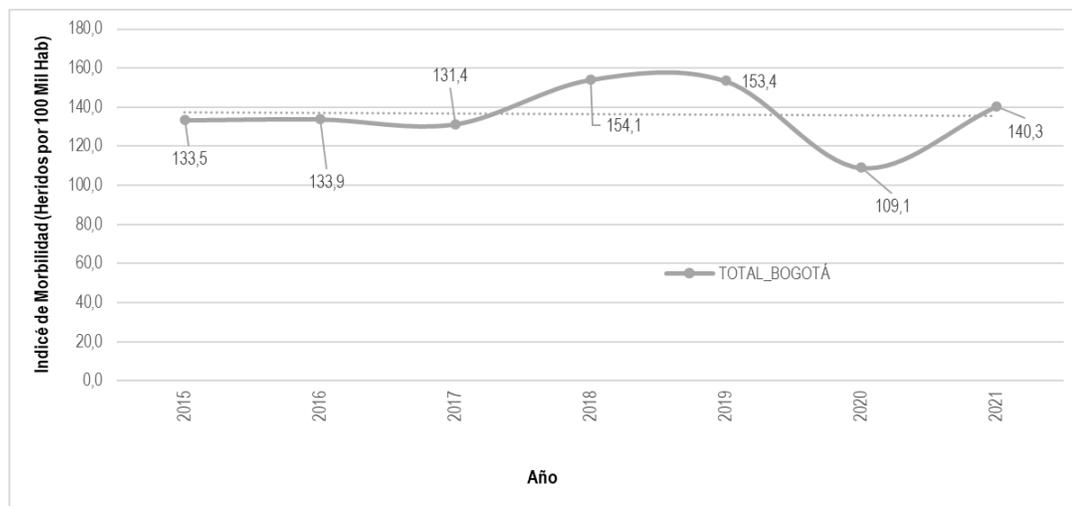
Por otro lado, los años con la mayor cantidad de siniestros viales que dejaron al menos una persona herida fueron 2018 y 2019 con 11.428 y 11.652 respectivamente, mientras que los años con la mayor cantidad de siniestros viales que dejaron al menos una persona muerta fueron 2016 y 2017 con 529 y 540 respectivamente.

5.1.1 Tasas de Morbilidad en Bogotá para los años 2015 – 2021

Las tasas de morbilidad por siniestralidad vial para la ciudad de Bogotá al igual que la de mortalidad, se reduce para 2020, y se le atribuye la misma causa asociada a la Covid – 19, sin embargo, su tendencia es estable, pero genera una alerta que, en 2021, la tasa de morbilidad es mucho más alta en comparación con otros años como 2017, 2016 y 2015. A continuación, se muestra el comportamiento de este indicador desde 2015 a 2021 (Figura 7).

Figura 7

Tasa de morbilidad en la ciudad de Bogotá D.C 2015 – 2021

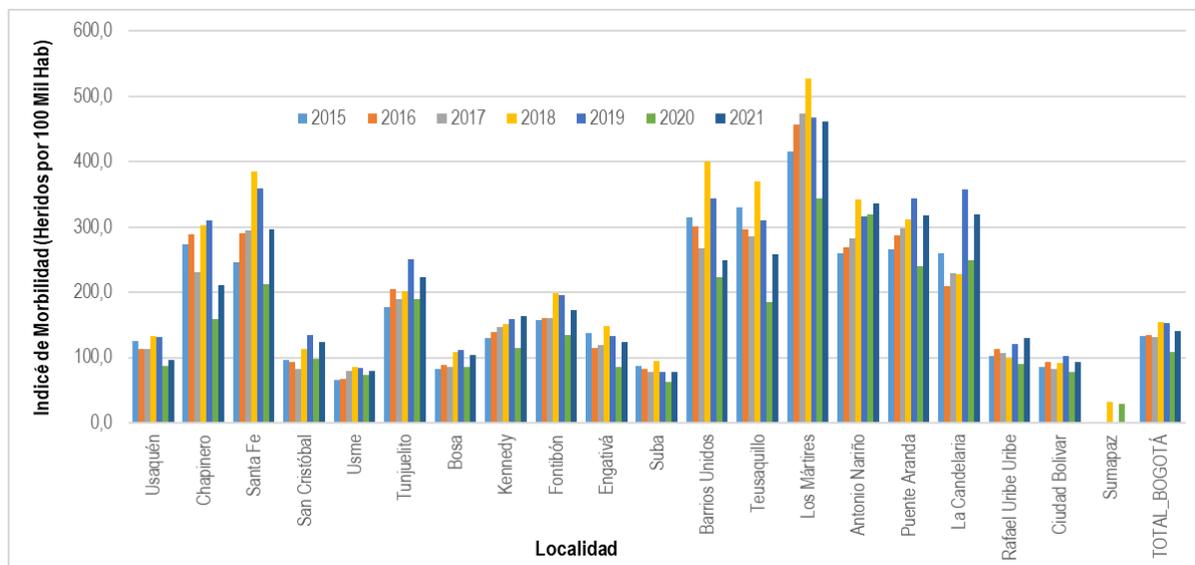


Nota. Representación gráfica del Índice de Morbilidad. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

A nivel de localidades, Los Mártires, Antonio Nariño, Barrios Unidos, Teusaquillo, Santa Fe, Chapinero, La Candelaria tiene las tasas de morbilidad más altas de la ciudad. Por otro lado, localidades como Suba, Usaquén, Ciudad Bolívar, Usme, Bosa tiene las tasas más bajas (Figura 8).

Figura 8

Tasa de morbilidad en la ciudad de Bogotá D.C por localidad 2015 – 2021



Nota. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

A continuación, se muestra el cálculo de las tasas de morbilidad para todas las localidades para los años 2015 a 2021 (Tabla 5).

Tabla 5

Tasa de morbilidad en la ciudad de Bogotá D.C por localidad 2015 – 2021

Código localidad	Nombre localidad	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	Usaquén	125.1	113.2	112.7	132.9	131.5	86.8	95.9
2	Chapinero	273.0	289.2	231.1	302.3	310.8	159.0	210.6
3	Santa Fe	245.7	289.8	295.2	384.7	359.7	213.1	296.9
4	San Cristóbal	96.8	93.2	82.6	113.1	134.6	97.9	123.4
5	Usme	65.9	67.4	79.1	86.1	83.8	73.5	79.1
6	Tunjuelito	177.2	205.0	190.1	201.6	251.3	190.3	222.6
7	Bosa	83.3	89.4	85.6	108.0	111.6	85.7	103.6
8	Kennedy	130.7	139.1	146.8	151.7	158.6	114.9	164.4
9	Fontibón	157.1	161.4	160.5	198.4	196.2	134.9	173.0
10	Engativá	137.5	114.4	119.2	149.0	132.7	85.2	124.3
11	Suba	87.9	82.7	78.0	94.4	78.1	62.6	78.2

12	Barrios Unidos	315.4	300.6	268.1	400.4	344.1	222.7	249.9
13	Teusaquillo	329.7	295.9	286.3	370.2	311.0	185.5	257.9
14	Los Mártires	416.3	457.5	473.2	526.8	467.7	344.5	461.5
15	Antonio Nariño	260.4	268.7	282.3	342.0	315.9	319.1	337.0
16	Puente Aranda	265.5	287.1	297.8	312.5	344.2	239.9	318.5
17	La Candelaria	260.3	210.0	228.8	228.4	357.5	249.8	318.8
18	Rafael Uribe Uribe	102.8	113.8	107.8	99.6	120.9	90.8	130.2
19	Ciudad Bolívar	85.9	93.9	82.6	91.8	102.9	78.3	92.9
20	Sumapaz	0.0	0.0	0.0	31.9	0.0	29.0	0.0
	TOTAL_BOGOTÁ	133.5	133.9	131.4	154.1	153.4	109.1	140.3

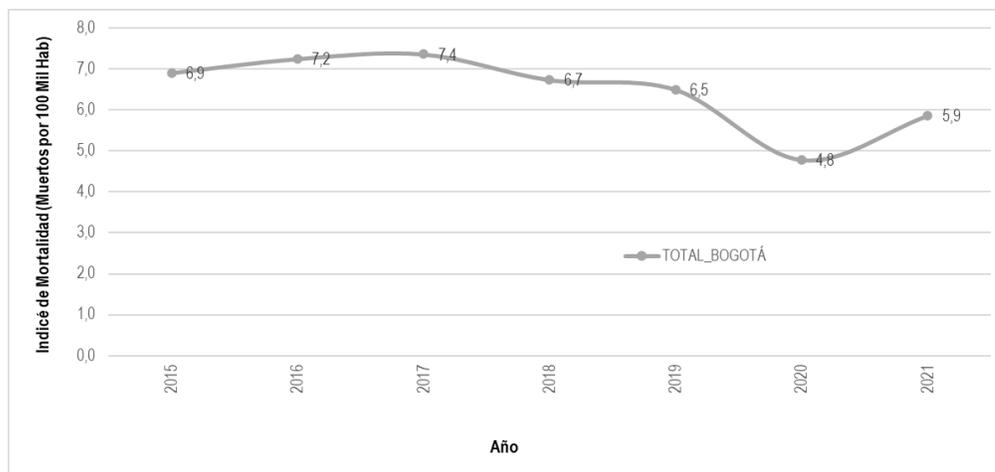
Nota. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

5.1.2 Tasas de Mortalidad en Bogotá para los años 2015 – 2021

Las tasas de mortalidad por Siniestralidad vial para la ciudad de Bogotá si bien tiene una tendencia a reducirse, preocupa que el indicador más bajo se presenta en 2020 con 4.8 muertos por cada 100.000 habitantes; que coindice con el reporte de Bogotá Como Vamos para 2020 (Bogotá Cómo Vamos, 2020), sin embargo éste pudiera estar relacionado con el inicio del confinamiento por la pandemia de la Covid 19, lo que trajo consigo reducción en las actividades cotidianas y por lo tanto en los desplazamientos. Para el año 2021, este indicador subió a 5.9, mostrando una relación clara con la reactivación económica paulatina de la ciudad (Figura 9).

Figura 9

Tasa de mortalidad en la ciudad de Bogotá D.C 2015 – 2021

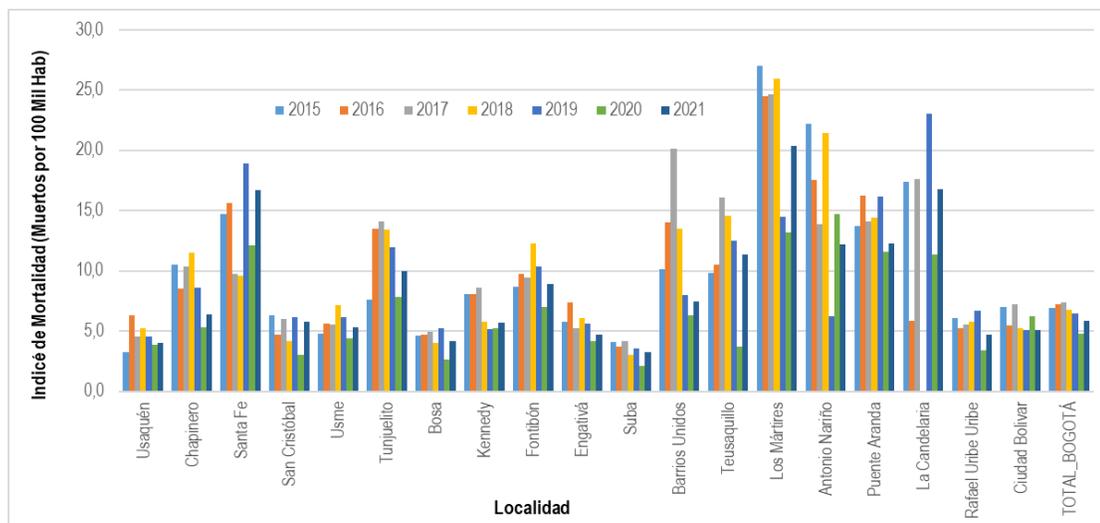


Nota. Representación gráfica del índice de Mortalidad. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

Por otro lado, estos indicadores pueden desagregarse a nivel de localidad, zona de análisis de transporte – ZAT, o cualquier otro tipo de división territorial o geográfica. El análisis a nivel de localidad muestra que las localidades de Los Mártires, Antonio Nariño, Barrios Unidos, Santa Fe, tienen las tasas de mortalidad más altas de la ciudad. Por otro lado, localidades como Suba, Usaquén, Ciudad Bolívar y Bosa tienen las tasas más bajas (Figura 10).

Figura 10

Tasa de mortalidad en la ciudad de Bogotá D.C por localidad 2015 – 2021



Nota. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

Lo anterior, se explica por la presencia de corredores que atraviesan pequeñas localidades en cuanto a su población se refiere, pero donde se concentraran grandes cantidades de siniestros viales. A continuación, se detallan las tasas de mortalidad para todas las localidades para los años 2015 a 2021 (Tabla 6).

Tabla 6

Tasa de mortalidad en la ciudad de Bogotá D.C por localidad 2015 – 2021

Código Localidad	Nombre Localidad	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1.0	Usaquén	3.3	6.3	4.5	5.2	4.5	3.9	4.0
2.0	Chapinero	10.5	8.5	10.4	11.5	8.6	5.3	6.3
3.0	Santa Fe	14.7	15.6	9.7	9.6	18.9	12.1	16.7
4.0	San Cristóbal	6.3	4.7	6.0	4.2	6.1	3.0	5.7
5.0	Usme	4.8	5.6	5.6	7.2	6.1	4.4	5.3
6.0	Tunjuelito	7.6	13.5	14.1	13.4	12.0	7.8	10.0
7.0	Bosa	4.6	4.7	5.0	4.0	5.2	2.6	4.1
8.0	Kennedy	8.1	8.1	8.6	5.8	5.2	5.2	5.7
9.0	Fontibón	8.7	9.8	9.4	12.3	10.3	7.0	8.9
10.0	Engativá	5.7	7.4	5.2	6.1	5.6	4.2	4.7

11.0	Suba	4.1	3.7	4.1	3.0	3.5	2.1	3.3
12.0	Barrios Unidos	10.1	14.0	20.2	13.5	8.0	6.3	7.5
13.0	Teusaquillo	9.8	10.5	16.1	14.5	12.5	3.7	11.3
14.0	Los Mártires	27.0	24.5	24.6	25.9	14.5	13.2	20.4
15.0	Antonio Nariño	22.2	17.5	13.9	21.5	6.2	14.7	12.2
16.0	Puente Aranda	13.7	16.2	14.1	14.4	16.2	11.6	12.2
17.0	La Candelaria	17.4	5.8	17.6	0.0	23.1	11.4	16.8
18.0	Rafael Uribe Uribe	6.1	5.3	5.5	5.8	6.7	3.4	4.7
19.0	Ciudad Bolívar	7.0	5.5	7.3	5.2	5.1	6.2	5.1
20.0	Sumapaz	0.0	0.0	0.0	0.0	60.6	29.0	0.0
	TOTAL BOGOTÁ	6.9	7.2	7.4	6.7	6.5	4.8	5.9

Nota. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

Por otro lado, si se revisan aspectos de forma compilada para los años 2015 a 2020, y sin depuración geográfica, se encontró que el 65.21% de los siniestros viales tiene como consecuencia solo daños materiales, mientras que el 33.26% dejan al menos un herido, y el 1.53% dejan víctimas fatales. El 99.5% de los siniestros que tiene como consecuencia solo daños, se presentan por siniestros de clase o tipo choque entre vehículos, objeto fijo u otro. Los siniestros viales, que dejaron al menos un herido, se presentaron por siniestros de tipo choque con un 60.2%, por atropello con un 28.6%, caída de ocupante con un 7.1%. Finalmente, los siniestros viales con víctimas fatales, ocurrieron por atropello con un 46.1%, Choque 43.9%, y volcamiento con un 8.4%. Los demás datos se muestran a continuación (Tabla 7).

Tabla 7

Cantidad de siniestros viales por gravedad y clase de 2015 a 2020

Gravedad/Clase	Cantidad Siniestros	Participación %
DAÑOS	127919	65.21%
Choque	127335	99.54%
Volcamiento	435	0.34%
Otro	77	0.06%
Atropello	30	0.02%
Incendio	21	0.02%
Caída de Ocupante	21	0.02%

HERIDO	65238	33.26%
Choque	39266	60.19%
Atropello	18690	28.65%
Caída De Ocupante	4633	7.10%
Volcamiento	1929	2.96%
Otro	702	1.08%
Autolesión	14	0.02%
Incendio	4	0.01%
MUERTO	2995	1.53%
Atropello	1381	46.11%
Choque	1314	43.87%
Volcamiento	251	8.38%
Caída De Ocupante	40	1.34%
Otro	9	0.30%
Total general	196152	100.00%

Nota. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

Así mismo, se pudo determinar que el 77% de los siniestros viales, se presenta en segmentos viales, el 19.5% en intersecciones. El choque y atropello son los tipos de siniestros más recurrentes superando el 95% del total. Los demás datos se muestran a continuación (Tabla 8).

Tabla 8

Cantidad de siniestros viales por lugar de ocurrencia y tipo de siniestro de 2015 a 2020

Etiquetas de fila	Cantidad Sinestros	Participación %
Tramo de Vía	150990	76.98%
Choque	126027	83.47%
Atropello	17569	11.64%
Caída De Ocupante	4309	2.85%
Volcamiento	2315	1.53%
Otro	736	0.49%
Incendio	23	0.02%
Autolesión	11	0.01%
Intersección	38209	19.48%
Choque	35525	92.98%
Atropello	2149	5.62%
Caída De Ocupante	298	0.78%
Volcamiento	215	0.56%
Otro	19	0.05%
Autolesión	3	0.01%
Glorieta	2105	1.07%
Choque	2027	96.29%

Atropello	41	1.95%
Caída De Ocupante	23	1.09%
Volcamiento	10	0.48%
Otro	4	0.19%
Lote o predio	1962	1.00%
Choque	1744	88.89%
Atropello	164	8.36%
Otro	24	1.22%
Caída De Ocupante	17	0.87%
Volcamiento	12	0.61%
Incendio	1	0.05%
Paso elevado	1183	0.60%
Choque	1126	95.18%
Volcamiento	26	2.20%
Atropello	17	1.44%
Caída De Ocupante	12	1.01%
Incendio	1	0.08%
Otro	1	0.08%
Paso inferior	577	0.29%
Choque	497	86.14%
Atropello	62	10.75%
Caída De Ocupante	10	1.73%
Volcamiento	6	1.04%
Otro	2	0.35%
Puente	358	0.18%
Choque	331	92.46%
Atropello	12	3.35%
Volcamiento	8	2.23%
Caída De Ocupante	7	1.96%
Ciclorruta	341	0.17%
Choque	261	76.54%
Atropello	55	16.13%
Volcamiento	15	4.40%
Caída De Ocupante	10	2.93%
Paso a nivel	302	0.15%
Choque	287	95.03%
Atropello	7	2.32%
Volcamiento	4	1.32%
Caída De Ocupante	3	0.99%
Otro	1	0.33%
Vía peatonal	83	0.04%
Choque	65	78.31%
Atropello	15	18.07%
Caída De Ocupante	2	2.41%
Volcamiento	1	1.20%
Túnel	29	0.01%
Choque	14	48.28%
Atropello	8	27.59%
Volcamiento	3	10.34%
Caída De Ocupante	3	10.34%
Otro	1	3.45%
Pontón	13	0.01%
Choque	11	84.62%

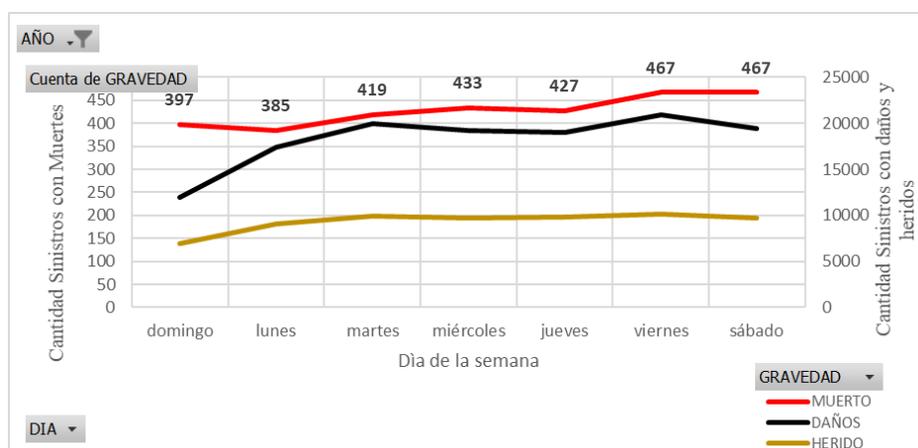
Atropello	2	15.38%
Total general	196152	100.00%

Nota. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

Respecto a los días de mayor siniestralidad, se pudo determinar que los viernes y sábados, son los días de la semana de mayores siniestros fatales, teniendo que entre 2015 y 2020, se registraron 467 siniestros que dejaron al menos una víctima fatal. A continuación, se muestra el comportamiento para los demás días de la semana (Figura 11).

Figura 11

Cantidad de siniestros viales por día de la semana de 2015 a 2020

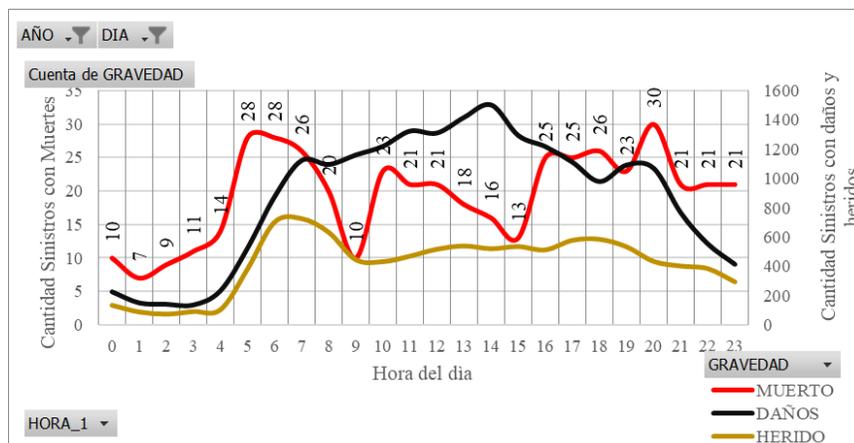


Nota. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

Respecto a las horas del día, en las que ocurrió el siniestro vial, para los días viernes, se pudo determinar que entre las 5 y 6 am, y las 19 y 20 horas, se presentaron los picos de mayor cantidad de siniestros viales, que dejaron al menos una víctima fatal. A continuación, se muestra el comportamiento para las demás horas del día (Figura 12).

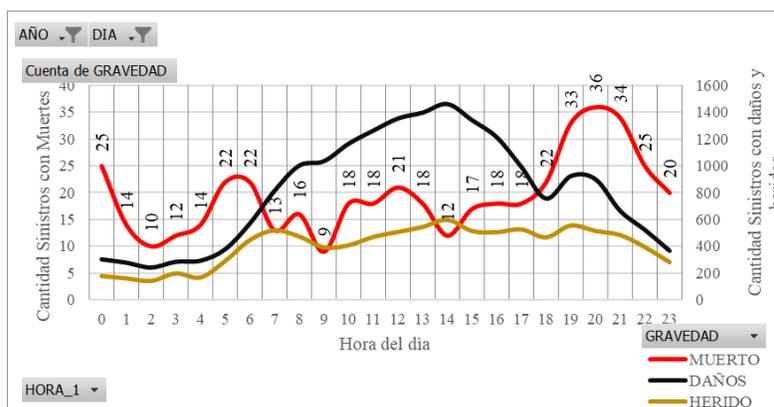
Figura 12

Cantidad de siniestros viales por hora del día (viernes) de 2015 a 2020



Nota. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

Para los días sábado, se pudo determinar que entre las 5 y 6 am, y las 19 y 21 horas, se presentaron los picos de mayor cantidad de siniestros viales, así mismos valores altos en las 23 y 24 horas. A continuación, se muestra el comportamiento para las demás horas del día (Figura 13).



Nota. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

De la misma forma, estableciendo a los datos, un rango de edad, como niños de 0 a 12 años, adolescentes de 13 a 17 años, jóvenes de 18 a 29 años, adultos de 30 a 59 años y ancianos de 60 años en adelante, se pudo determinar que, el 73.4% de las víctimas fatales entre 2015 y 2020 fueron hombres, siendo el 75% de estos jóvenes y adultos, mientras que el 19.6% fueron mujeres, de las cuales el 75% de estas fueron jóvenes y adultos también (Tabla 9).

Tabla 9

Cantidad de víctimas fatales por género y edad de 2015 a 2020

Genero/Rango edad	Cantidad Muertes	Participación %
MASCULINO	2257	73.42%
Adultos	859	38.06%
Jóvenes	831	36.82%
Ancianos	490	21.71%
Niños	40	1.77%
Adolescentes	37	1.64%
FEMENINO	602	19.58%
Adultos	217	36.05%
Jóvenes	184	30.56%
Ancianos	174	28.90%
Niños	14	2.33%
Adolescentes	13	2.16%
SIN INFORMACION	215	6.99%
Sin Información	198	92.09%
Adultos	6	2.79%
Jóvenes	6	2.79%
Ancianos	4	1.86%
Niños	1	0.47%
Total general	3074	100.00%

Nota. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

Para la cantidad de personas heridas en siniestros viales, se pudo determinar que, el 63.7% entre 2015 y 2020 fueron hombres, siendo el 87.8% de estos jóvenes y adultos,

mientras que el 35.4% fueron mujeres, de las cuales el 75% de estas fueron jóvenes y adultos también.

Tabla 10

Cantidad de víctimas heridas por género y edad de 2015 a 2020

Etiquetas de fila	Cantidad Muertes	Participación %
MASCULINO	60107	63.73%
Jóvenes	26730	44.47%
Adultos	23670	39.38%
Ancianos	4685	7.79%
Niños	2748	4.57%
Adolescentes	2233	3.72%
Sin Información	41	0.07%
FEMENINO	33348	35.36%
Adultos	13625	40.86%
Jóvenes	11698	35.08%
Ancianos	4081	12.24%
Niños	2219	6.65%
Adolescentes	1719	5.15%
Sin Información	6	0.02%
SIN INFORMACION	862	0.91%
Sin Información	501	58.12%
Jóvenes	140	16.24%
Adultos	138	16.01%
Niños	33	3.83%
Adolescentes	32	3.71%
Ancianos	18	2.09%
Total general	94317	100.00%

Nota. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

Como puede evidenciarse en las tablas anteriores, los siniestros viales están concentrados en la población productiva, en rangos de edad de jóvenes y adultos. Finalmente, de 2015 a 2020, se pudo establecer que las víctimas más vulnerables en los siniestros viales que involucran heridos son los motociclistas (38.5%), peatones (23.3%), y ciclistas (11.2%), entre los tres, abarcan más del 73% del total de los heridos. Por otro lado, las víctimas fatales en siniestros viales son los motociclistas (34.3%), peatones (46.2%), y

ciclistas (12.9%), entre los tres fueron más del 93% del total de las víctimas fatales en siniestros viales.

Tabla 11

Cantidad de víctimas fatales por actor vial y gravedad de 2015 a 2020

Actor vial	Herido	Muerto
Motocicleta	38.48%	34.29%
Peatón	23.34%	46.62%
Bicicleta	11.21%	12.91%
Automóvil	11.07%	3.35%
Bus	9.15%	1.01%
Microbús	2.25%	0.39%
Camioneta	2.17%	0.78%
Buseta	1.09%	0.20%
Camperero	0.61%	0.13%
Camión, Furgón	0.43%	0.33%
Bicitaxi	0.06%	0.00%
Volqueta	0.04%	0.00%
Tractocamión	0.04%	0.00%
Sin dato	0.03%	0.00%
Motocarro	0.02%	0.00%
Acompañante	0.02%	0.00%
Motociclo	0.00%	0.00%
Cuatrimoto	0.00%	0.00%
Total general	100.00%	100.00%

Nota. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

5.2 Análisis espacial de la Siniestralidad

Para el análisis espacial se realizó una distribución a través de la metodología de densidad de Kernel, la cual como se mencionó anteriormente señala a través del denominado “mapa de calor”, en tonalidades de color rojo la mayor densidad de siniestros presentados por localidad y en tonalidades amarillas y verdes los sitios de menor siniestralidad (Tabla 12). En todo caso y a partir de la tabla definida para la densidad de siniestros, se toman solo los valores enmarcados en las áreas de color rojo, es decir “muy alta”, con el fin de estudiar

el fenómeno en zonas que se denominaron de alta peligrosidad por siniestro de tránsito. Por ende, para una mejor comprensión de los fenómenos estudiados se discrimina la temática por año para lo cual se presenta la siguiente distribución a saber.

Tabla 12

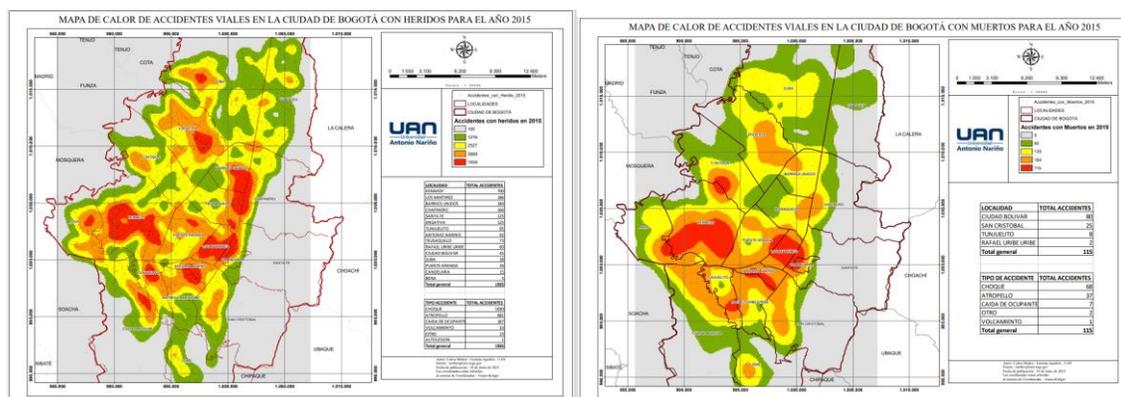
Clasificación de zonas de densidad de Kernel

Zona de densidad de Kernel	Valor	Escala cromática
Muy Baja	1	
Baja	2	
Media	3	
Alta	4	
Muy Alta	5	

Durante el año 2015, se evidenció que las localidades con mayor siniestralidad vial donde hubo heridos involucrados corresponden a la localidad de Kennedy con 33.1% (751 casos), seguido de la localidad de los Mártires con 9.43% (214 casos) y de la localidad de Chapinero con el 8.85% (171) de la totalidad de siniestros. Por otro lado, las fatalidades presentadas corresponden a un 47.32% en la localidad de Kennedy con 53 casos, seguida de la localidad de Los Mártires con 14.29 % y 16 casos (Figura 13).

Figura 13

Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2015



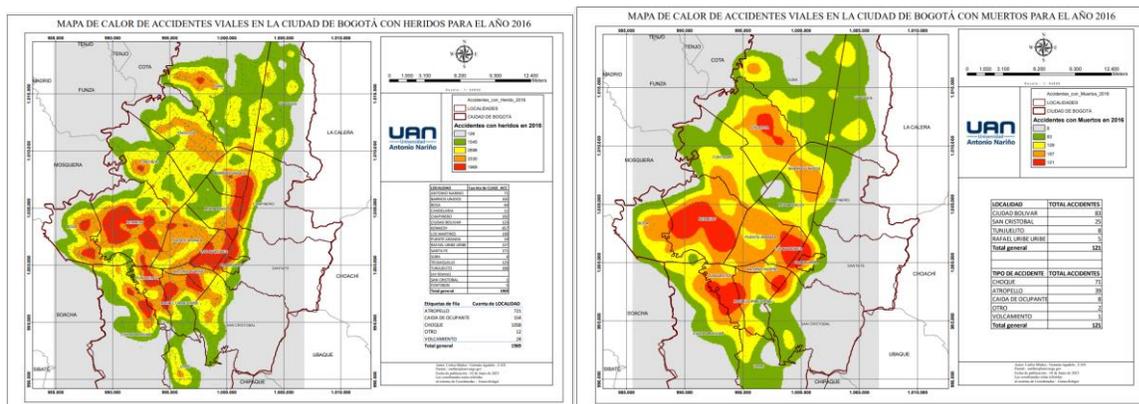
Nota. Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2015. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

En concordancia con el año inmediatamente anterior la localidad de Kennedy para el año 2016 corresponde a la localidad con mayor Siniestralidad donde hubo involucrados heridos, con un total de 649 casos, un 33.77% de la Siniestralidad total presentada en el año, seguido de la localidad de Los Mártires con un total de 196 casos y un total de 10.2% de los casos. Similarmente al año inmediatamente anterior la localidad de Chapinero presenta un porcentaje de Siniestralidad del 9.94% de la totalidad de siniestros analizados con 191 casos. Por otro lado, la localidad de Kennedy presentó el 42% de la totalidad de siniestros terminados en fatalidad con un total de 50 casos seguido de la localidad de los mártires con un total de 13 casos que corresponden al 10.92% de la totalidad de casos, para este año el tercer lugar con siniestros que presentaron fatalidad, fue en la localidad de Tunjuelito donde

se presentaron 12 muertos que corresponden al 10% del total presentado durante ese año (Figura 14).

Figura 14

Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2016

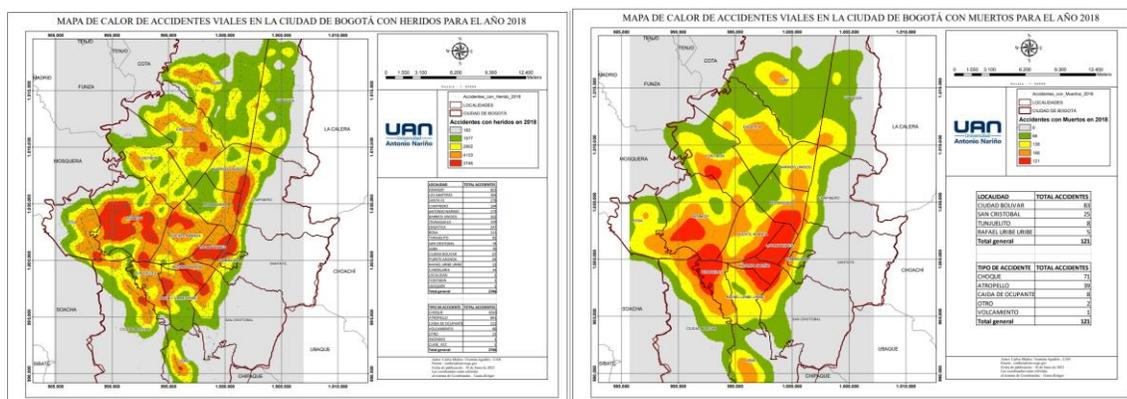


Nota. Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2016. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

panorama de muertes por siniestralidad vial no dista de años anteriores y se ve reflejado en 25 casos para la localidad de Kennedy con un total del 20.83% seguida de la localidad de los Mártires con un total de 14.17% (Figura 16).

Figura 16

Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2018



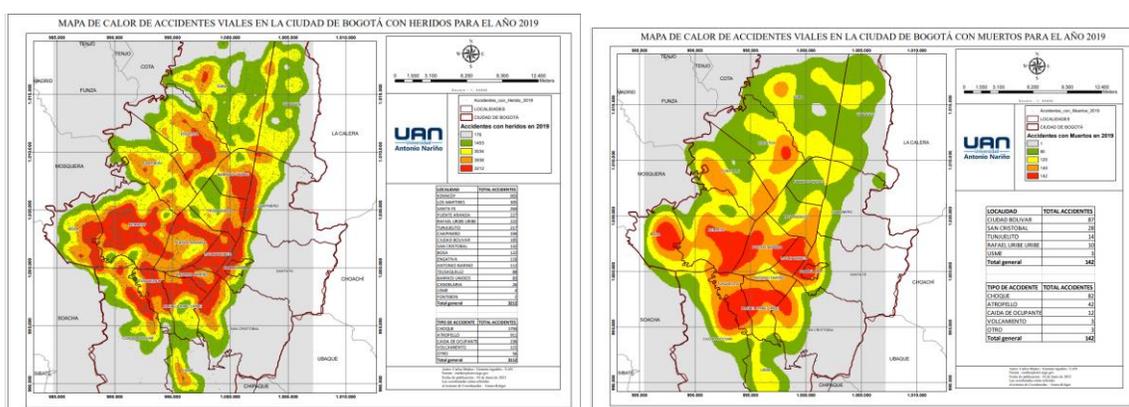
Nota. Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2018. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

Para el año 2019 se presentó un aumento de siniestralidad en la localidad de Kennedy, donde hubo como resultado personas heridas con un total de 905 casos, lo que corresponde a un 28.25%, seguido de la localidad de los mártires con 305 casos (9.52%) y la localidad de Santa Fé con un total de 272 casos y un 8.49%. En el panorama de muertes se evidencia unas cifras similares al año anterior, se evidencia que la mayor cantidad de siniestros se presentó en la localidad de Kennedy con un total de 25 casos y 17.99%, seguido

de la localidad de Bosa con un total de 18 casos y un 12.95% del total de defunciones debidas a la Siniestralidad vial (Figura17).

Figura 17

Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2019

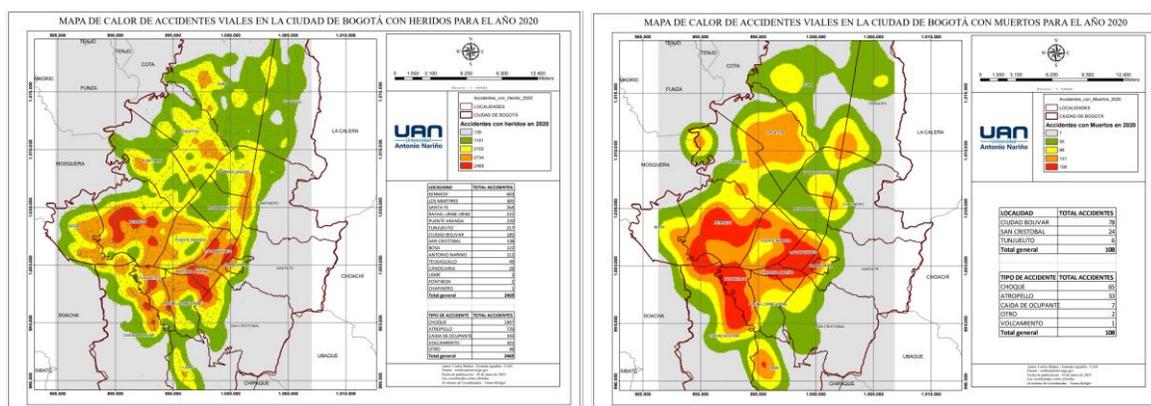


Nota. Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2019. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

El año 2020 no representó una diferencia de casos significativa con el año anterior. La localidad de Kennedy continúa siendo uno de los lugares con mayor cantidad de siniestros que involucran heridos, con un total de 732 siniestros y 30.89% seguido de la localidad de Los Mártires con 256 casos y un 10.8% de los casos. Igualmente, la cifra de defunciones a raíz de siniestros de tránsito estuvo enmarcada por choques en la localidad de Kennedy con un total de 32 siniestros y 29.91% de la distribución total de los casos seguido de la localidad de Ciudad Bolívar con 19 casos y el 17.76% (Figura 18).

Figura 18

Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2020

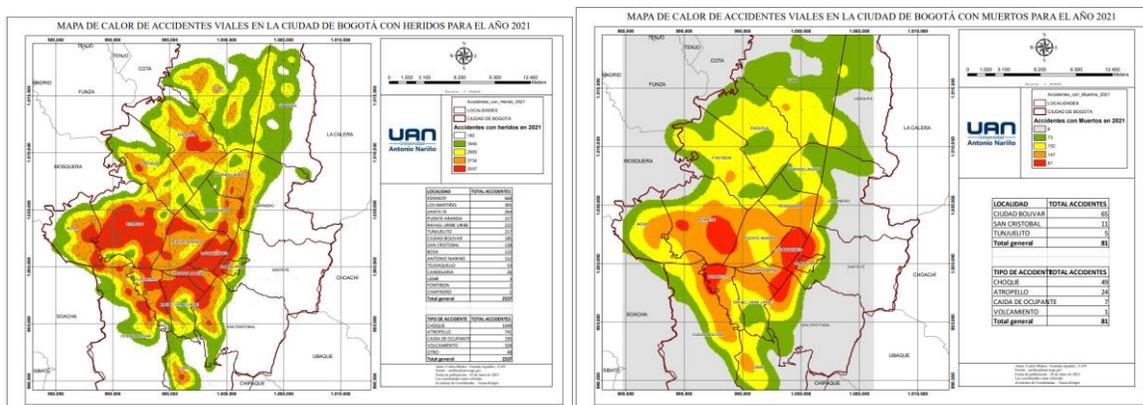


Nota. Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2020. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

Para finalizar en el año 2021 se evidenció una cifra de 1020 casos de heridos en siniestros de tránsito en la localidad de Kennedy (40.02%), y 273 casos para la localidad de los Mártires (10.71%). Por otro lado, la cantidad de muertes asociadas a Siniestralidad vial se ve reflejada al igual que en años anteriores en la localidad de Kennedy con un total de 26 casos (32.5%), seguida de la localidad de San Cristóbal con 13 casos y 16.25% (Figura 19).

Figura 19

Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2021



Nota. Mapa de calor de siniestros viales en la ciudad de Bogotá D.C. con heridos y muertos para el año 2021. Fuente: Propia con datos de Secretaría Distrital de Movilidad

6. Conclusiones

- A partir de los datos oficiales proporcionados por la secretaria de Movilidad se logró estructurar y depurar una base de datos geográfica con los siniestros de tránsito en la ciudad Bogotá D.C para los años 2015 al 2021. Esta base tiene los atributos básicos, como el tipo de accidente, año de ocurrencia, y gravedad del mismo.
- La base de datos geográfica estructurada arrojó un total de 209.861 registros de siniestralidad en el periodo de 2015-2021 para la ciudad de Bogotá, de los cuales, a partir de la gravedad de los hechos, el 64% se trató de daños materiales, mientras que en el 34% de los casos resultó con al menos una persona herida y finalmente un

2% de los siniestros resultaron con la muerte de un ocupante del automotor o transeúnte atropellado.

- Por localidad en el periodo comprendido entre 2015 y 2021, donde se evidencia que la mayor cantidad de siniestros con heridos y muertos se presentó en las localidades de Kennedy con un porcentaje del 14% respectivamente, seguido de Engativá con el 10% y 9% y Suba con el 9% y 8%.
- Los años con la mayor cantidad de siniestros viales que dejaron al menos una persona herida fueron 2018 y 2019 con 11.428 y 11.652 respectivamente, mientras que los años con la mayor cantidad de siniestros viales que dejaron al menos una persona muerta fueron 2016 y 2017 con 529 y 540 respectivamente. Lo anterior se ve reflejado en las tasas de morbilidad y mortalidad.
- Se determinó tasas de mortalidad entre 2015 y 2021 entre 4.8 para 2020, y 7.4 para 2017. Sin embargo, el valor de 2020 es atípico por el confinamiento que implicó una reducción en las actividades y por ende en los viajes de transporte. Sin embargo, para 2021 se obtuvo un valor de 5.9, que representa la reactivación paulatina de las actividades y por ende de los viajes. Respecto a las tasas de morbilidad, se determinaron valores de 109.1 para 2020 y 153.4 para 2019.
- El análisis a nivel de localidad muestra que las localidades de Los Mártires, Antonio Nariño, Barrios Unidos, Santa Fe, tienen las tasas de mortalidad más altas de la ciudad. Por otro lado, localidades como Suba, Usaquén, Ciudad Bolívar y Bosa tienen las tasas más bajas.
- Las tasas de morbilidad más altas de la ciudad a nivel de localidades se presentaron en las localidades de Los Mártires, Antonio Nariño, Barrios Unidos, Teusaquillo, Santa Fe, Chapinero y La Candelaria. Las localidades como Suba, Usaquén, Ciudad Bolívar, Usme, Bosa tienen las tasas más bajas.
- Entre 2015 y 2020, se encontró que el 65.21% de los siniestros viales tiene como consecuencia solo daños materiales, mientras que el 33.26% dejan al menos un herido, y el 1.53% dejan víctimas fatales. El 99.5% de los siniestros que tiene como

consecuencia solo daños, se presentan por siniestros de clase o tipo choque entre vehículos, objeto fijo u otro. Los siniestros viales, que dejaron al menos un herido, se presentaron por siniestros de tipo choque con un 60.2%, por atropello con un 28.6%, caída de ocupante con un 7.1%. Finalmente, los siniestros viales con víctimas fatales, ocurrieron por atropello con un 46.1%, choque 43.9%, y volcamiento con un 8.4%.

- Así mismo entre 2015 y 2020, se pudo determinar que el 77% de los siniestros viales, se presentan en segmentos viales, el 19.5% en intersecciones. El choque y atropello son los tipos de siniestros más recurrentes superando el 95% del total.
- Respecto a los días de mayor siniestralidad, entre 2015 y 2020, se pudo determinar que los viernes y sábados, son los días de la semana de mayores siniestros fatales, teniendo que entre 2015 y 2020, se registraron 467 siniestros que dejaron al menos una víctima fatal.
- Respecto a las horas del día, en las que ocurrió el siniestro vial, entre 2015 y 2020 para los días viernes, se pudo determinar que entre las 5 y 6 am, y las 19 y 20 horas, se presentaron los picos de mayor cantidad de siniestros viales, que dejaron al menos una víctima fatal. Para los días sábado, se pudo determinar que entre las 5 y 6 am, y las 19 y 21 horas, se presentaron los picos de mayor cantidad de siniestros viales, así mismos valores altos en las 23 y 24 horas.
- Se determino que, entre 2015 y 2020, el 73.4% de las víctimas fatales fueron hombres, siendo el 75% de estos jóvenes y adultos, mientras que el 19.6% fueron mujeres, de las cuales el 75% de estas fueron jóvenes y adultos también. Para la cantidad de personas heridas en siniestros viales, se pudo determinar que, el 63.7% fueron hombres, siendo el 87.8% de estos jóvenes y adultos, mientras que el 35.4% fueron mujeres, de las cuales el 75% de estas fueron jóvenes y adultos también.
- Los siniestros viales están concentrados en la población productiva, en rangos de edad de jóvenes y adultos. Finalmente, de 2015 a 2020, se pudo establecer que las víctimas más vulnerables en los siniestros viales que involucran heridos son los

motociclistas (38.5%), peatones (23.3%), y ciclistas (11.2%), entre los tres, abarcan más del 73% del total de los heridos. Por otro lado, las víctimas fatales en siniestros viales son los motociclistas (34.3%), peatones (46.2%), y ciclistas (12.9%), entre los tres fueron más del 93% del total de las víctimas fatales en siniestros viales.

- Como método de análisis espacial se empleó una distribución a través de la metodología de densidad de kernel, la cual señala a través del denominado “mapa de calor”, en tonalidades de color rojo la mayor densidad de accidentes presentados por localidad y en tonalidades amarillas y verdes los sitios de menor accidentalidad para cada uno de los años objetos del estudio.
- De acuerdo con la tabla definida para la densidad de accidentes, se tomaron solo los valores enmarcados en las áreas de color rojo, es decir “MUY ALTA”, que definen la alta peligrosidad por accidente de tránsito en cada localidad de la ciudad de Bogotá.
- En general en el análisis de las gráficas de densidad de accidentes se encontró que la mayoría los casos se concentraron en las localidades de Kennedy y los Martines como los más recurrentes en el periodo 2015 al 2021. Siendo consecuentes con los indicadores de morbilidad y mortalidad calculados.

7. Recomendaciones

- Para el análisis temporal y espacial se recomienda continuar con el estudio agregando los datos para los años 2022 y 2023, una vez las entidades del Distrito los publiquen, para evaluar sus tendencias y lugares de concentración geográficos.
- Se recomienda nuevas investigaciones que indaguen la hipótesis de causa del siniestro, que permitan diseñar medidas específicas de prevención y mitigación. Esto implica solicitar al Distrito la unificación de este atributo que permita su agrupación de los datos y su análisis de forma más adecuada.

- Se recomienda enfatizar los esfuerzos de prevención de siniestros viales, en usuarios de motocicletas, peatones y ciclistas, dado que son los más vulnerables en las vías, y en los cuales se concentran las víctimas fatales.
- Se considera de gran importancia socializar la información de las bases de datos que permita tomar decisiones que fortalezcan todas las medidas y políticas de seguridad vial.

8. Referencias Bibliográficas

- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2022). *Observatorio nacional de seguridad vial*.
<https://ansv.gov.co/es/observatorio>.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2017). *Plan distrital de seguridad vial 2017-2026*.
https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/23-09-2021/plan_distrital_de_seguridad_vial_2017-2026.pdf
- Alcaldía mayor de Bogotá. (2021). Histórico siniestros Bogotá D.C.
<https://Datosabiertos.Bogota.Gov.Co/>.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2022). *Visor Geográfico Sistema Integrado de Información Sobre Movilidad Urbana Regional -SIMUR*. <https://simur.gov.co/>.
- Anderson, T. (2009). Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots. *Accident Analysis & Prevention*, 41(3), 359-364.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.12.014>.
- Arias, J. (2019). *Identificación de puntos calientes de Siniestralidad vial en la ciudad de Bogotá para el primer semestre de 2018*. [Tesis de Posgrado, Universidad Militar Nueva Granada]. Archivo digital. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/20856/BermudezAriasJorgeEduardo2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barroso, D., López, T., Llácer, A., Palmera, R., & Fernández, R. (2015). Spatial analysis of road traffic accidents with fatalities in Spain, 2008-2011. *Gaceta Sanitaria*, 29, 24–29. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2015.02.009>

- Bautista, J. (2012). *RIMGES: Sistema de visualización del fenómeno de la Siniestralidad vial en Colombia*. [Tesis de pregrado, Universidad de Los Andes]. Archivo digital. <https://repositorio.uniandes.edu.co/flexpaper/handle/1992/11666/u615667.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=1>
- Bogotá Cómovamos. (2020). *Informe de calidad de vida en Bogotá, 2020*. www.bogotacomovamos.org Para evaluar los cambios de la calidad de vida en la ciudad.
- Bonilla, C., y Martínez, A. (2020). *Análisis de los indicadores de Siniestralidad en las localidades de Bosa, Puente Aranda y Fontibón por medio de un SIG. (sistema de información geográfica)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Distrital de Colombia]. Archivo digital. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/26312/CristianBonillaAndresMartinez2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Córdoba, L., y Paucar, F. (2014). *Análisis de los indicadores de seguridad vial para la disminución de siniestros de tránsito en el Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Archivo digital. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8927>
- Departamento Nacional de Planeación [DANE]. (2021). *Estadísticas Vitales (EEVV) Cuarto trimestre 2020pr Bogotá DC 26 de marzo de 2021 Boletín Técnico Estadísticas Vitales (EEVV)*. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/bt_estadisticasvitalas_IVtrim_2020pr.pdf
- Dissanayake, D., Aryaija, J. (2009). Priyantha Wedagama, Modelling the effects of land use and temporal factors on child pedestrian casualties. *Accident Analysis & Prevention*, 41 (5), 1016-1024. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.06.015>

- Estrada, N. (2019). *Mortalidad por siniestros de tránsito: peatones, Colombia, 1998 – 2016*. [Tesis de Maestría, Universidad Santo Tomás]. Archivo digital. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/20600/2019nelcyestrada.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Fontecha, J. (2020). *Estudio de la Siniestralidad vial en Bogotá usando Ciencia de Redes*. [Tesis de Maestría, Universidad Antonio Nariño]. Archivo digital. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/2795>
- Hinojosa, R., Varela, G., y Campos, J. (2019). Población en riesgo: análisis espacio – temporal de siniestros viales, mediante el uso de herramientas SIG en el municipio de Toluca, estado de México, 2000 - 2005. *GeoFocus Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de La Información Geográfica*, 23, 49–69. <https://doi.org/10.21138/gf.584>
- Jerez, N. (2018). *Análisis comparativo de las estadísticas de los AT ocurridos en el Ecuador, Latinoamérica y el mundo durante el 2016*. [Tesis de Maestría, Universidad Internacional SEK]. Archivo digital. <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3201>
- La Network. (2019). *Ranking Latinoamericano de ciudades fatales: Mortalidad Vial Urbana*. https://www.academia.edu/en/37886638/Mortalidad_Vial_Urbana_Primer_a_Edici
- Loaiza, P., y Jiménez, C. (2019). *Análisis de los indicadores de Siniestralidad en las localidades de Kennedy, Teusaquillo y la candelaria por medio de un SIG. (sistema de información geográfica)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Archivo digital. <http://hdl.handle.net/11349/23245>

- Ministerio de Salud y Protección Social, y Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2019). *Anuario Nacional de Siniestralidad Vial, Colombia 2019*. <https://ansv.gov.co/es/observatorio/publicaciones/anuario-nacional-de-siniestralidad-vial-colombia-2019>
- Ministerio de Transporte. (2012). *Resolución No. 0011268 de 2012. "Por la cual se adopta el nuevo Informe Policial de Siniestros de Tránsito (IPAT), su manual de diligenciamiento y se dictan otras disposiciones*. <http://web.mintransporte.gov.co/jsui/handle/001/5348>
- Ministry of Enterprise and Innovation. (2016). *Renewed Commitment to Vision Zero: Intensified efforts for transport safety in Sweden*. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/sweden-road-safety.pdf>
- Nieto, A. (2016). *Tecnologías de la información geográfica en el análisis espacial. Aplicaciones En Los Sectores Público, Empresarial y Universitario*. Dianelt. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=667265>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (20 de junio de 2022). *Traumatismos causados por el tránsito*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- Ospina, H., Berrio, S., Jiménez, L., & Salas, K. (2022). Dataset of traffic accidents in motorcyclists in Bogotá, Colombia. *Data in Brief*, 43, 1–8. <https://doi.org/10.17632/rm9m7ycp3r.1>
- Pan American Health Organization [PAHO] (2018). *Global status report on road safety 2018*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>

- Pico, M., González, R., y Noreña, O. (2011). Seguridad vial y peatonal: una aproximación teórica desde la política pública. *Hacia La Promoción de La Salud*, 16(2), 190–204. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012175772011000200014&lng=en&tlng=es.
- Secretaria de Planeación Distrital. (2020). *Visor Proyecciones de Población con base 2018*. <https://www.sdp.gov.co/Gestion-Estudios-Estrategicos/Estudios-Macro/Censo-2018/Proyecciones-de-Poblacion>.
- Soltani, A., & Askari, S. (2014). Analysis of intra-urban traffic accidents using spatiotemporal visualization techniques. *Transport and Telecommunication*, 15(3), 227–232. <https://doi.org/10.2478/ttj-2014-0020>