

TRABAJO DE GRADO
Opción Seminario-Diplomado.

Evaluación de la movilidad y seguridad vial en Bogotá

Corporación Universitaria Remington.

Ingeniería de sistemas

Integrantes

Yeri Andrey Valero Bejarano

Jheshua Jhosehp Jaramillo Tame

Daniel Esteban Mejia Santamaria

Tutor del trabajo de grado

Juan Pablo Vélez Uribe

Opción de Trabajo de grado Seminario-Diplomado.

2025

Tabla de Contenido

1. **Introducción**
 - 1.1 Contexto de movilidad urbana en Bogotá
 - 1.2 Problemas principales de tránsito y transporte
 - 1.3 Justificación del estudio y relevancia de Big Data
2. **Objetivos del trabajo**
 - 2.1 Objetivo general
 - 2.2 Objetivos específicos
 - 2.2.1 Evaluar la distribución de accidentes de tránsito por comuna y tipo de actor vial
 - 2.2.2 Analizar la evolución del transporte público en los últimos años
 - 2.2.3 Visualizar la densidad vehicular y zonas críticas de congestión
3. **Marco teórico**
 - 3.1 Big Data y su aplicación en movilidad urbana
 - 3.2 Datos cuantitativos y cualitativos en estudios de tránsito
 - 3.3 Indicadores de transporte y seguridad vial
 - 3.4 Breve revisión de estudios previos en Bogotá
4. **Fuentes de datos y metodología**
 - 4.1 Portales consultados
 - 4.2 Tipos de datos
 - 4.3 Procesamiento y limpieza de datos
 - 4.4 Métodos de análisis
5. **Análisis de resultados**
 - 5.1 Estadísticas descriptivas
 - 5.2 Análisis temporal
 - 5.3 Análisis espacial
 - 5.4 Comparaciones
6. **Discusión**
 - 6.1 Interpretación de patrones encontrados
 - 6.2 Identificación de zonas críticas y posibles causas
 - 6.3 Comparación con estudios previos
7. **Conclusiones y recomendaciones**
 - 7.1 Hallazgos principales
 - 7.2 Recomendaciones para políticas públicas y movilidad segura
 - 7.3 Limitaciones del estudio y propuestas futuras
 - 7.4 Propuesta de análisis predictivo: Impacto de campañas de concientización

8. Referencias y anexos

8.1 Fuentes de datos

1. Introducción

1.1 Contexto de movilidad urbana en Bogotá

Bogotá, la capital de Colombia, es una ciudad de más de 8 millones de habitantes y uno de los principales centros económicos, culturales y políticos del país. Su tamaño, densidad poblacional y concentración de actividades generan una alta demanda de movilidad tanto de vehículos privados como de transporte público, bicicletas y peatones. La ciudad enfrenta retos significativos en términos de congestión vehicular, siniestralidad vial y planificación urbana, lo que convierte al estudio de la movilidad en un tema crítico para la gestión urbana y la seguridad ciudadana.

El sistema de transporte en Bogotá es complejo e incluye múltiples modalidades:

- Transporte público masivo, como TransMilenio y buses alimentadores.
- Vehículos particulares, que contribuyen significativamente a la congestión en horas pico.
- Movilidad activa, incluyendo peatones y ciclistas, que ha aumentado gracias a la expansión de ciclorutas y programas de bicicletas compartidas.

La ciudad cuenta con un Observatorio de Movilidad y un portal de datos abiertos, donde se recopilan y publican datos sobre accidentes de tránsito, comparendos, aforos vehiculares, transporte público y uso de bicicletas. Estos datos permiten realizar análisis cuantitativos y cualitativos, fundamentales para la toma de decisiones, la planificación de políticas públicas y la implementación de estrategias de movilidad sostenible y segura.

En este contexto, el presente trabajo busca aprovechar la información disponible para analizar patrones de movilidad y siniestralidad, identificando zonas críticas, tendencias y comportamientos de los diferentes actores viales, con el fin de aportar conocimiento útil para la gestión urbana y la seguridad vial en Bogotá.

1.2 Problemas principales de tránsito y transporte

Bogotá enfrenta diversos retos en materia de movilidad, los cuales afectan la seguridad vial, la eficiencia del transporte y la calidad de vida de sus habitantes. Entre los problemas más relevantes se destacan:

Congestión vehicular:

La combinación de un gran número de vehículos privados y transporte público masivo genera embotellamientos frecuentes, especialmente en horas pico. Esto no solo aumenta los tiempos de desplazamiento, sino que también contribuye a la contaminación ambiental y al estrés de los usuarios.

Siniestralidad vial:

La ciudad presenta una alta incidencia de accidentes de tránsito, involucrando vehículos particulares, motocicletas, peatones y ciclistas. Factores como el incumplimiento de normas de tránsito, la falta de infraestructura segura y la conducción bajo condiciones riesgosas incrementan la gravedad y frecuencia de los accidentes.

Limitaciones del transporte público:

A pesar de la existencia de Transmilenio y los buses alimentadores, la capacidad y cobertura del sistema aún no satisfacen plenamente la demanda, lo que genera saturación, retrasos y movilidad desigual en algunas zonas de la ciudad.

Movilidad activa insuficientemente integrada:

Aunque Bogotá ha avanzado en la implementación de ciclo rutas y espacios peatonales, su integración con el transporte público y la seguridad vial aún es limitada. Esto provoca que la movilidad en bicicleta o a pie sea percibida como menos segura y menos eficiente en comparación con el transporte motorizado.

Problemas de planeación y coordinación urbana:

La expansión urbana y la falta de planificación integral en algunos sectores generan desajustes entre la infraestructura vial y la demanda de movilidad, dificultando la fluidez del tránsito y aumentando los riesgos de accidentes.

Estos problemas reflejan la complejidad de la movilidad en Bogotá, donde múltiples actores y modalidades interactúan diariamente. Analizar los datos disponibles permite identificar patrones, zonas críticas y tendencias, constituyendo una herramienta esencial para la formulación de políticas públicas y la mejora de la seguridad y eficiencia del transporte en la ciudad.

1.3 Justificación del estudio y relevancia de Big Data

El estudio de la movilidad en Bogotá a través de Big Data se justifica por la necesidad de contar con información precisa, actualizada y detallada que permita comprender la dinámica del tránsito, identificar problemas y proponer soluciones efectivas. La ciudad genera diariamente grandes volúmenes de datos provenientes de accidentes de tránsito, transporte público, comparendos, aforos vehiculares y uso de ciclo rutas, los cuales, al ser analizados, ofrecen una visión clara de los patrones de movilidad y los factores de riesgo asociados.

La relevancia de aplicar Big Data radica en su capacidad para:

1. Procesar grandes volúmenes de información que no podrían ser analizados manualmente, incluyendo datos históricos y en tiempo real.
2. Identificar patrones y tendencias en el comportamiento de los distintos actores viales, horarios críticos y zonas de mayor riesgo.
3. Apoyar la toma de decisiones basada en evidencia, facilitando la implementación de políticas públicas, mejoras en infraestructura y estrategias de seguridad vial.
4. Permitir visualizaciones y análisis espaciales, como mapas de calor y georreferenciación de accidentes, que ayudan a priorizar intervenciones y recursos.
5. Fomentar la movilidad sostenible y eficiente, optimizando el uso de transporte público, promoviendo la movilidad activa y reduciendo impactos ambientales y sociales.

Por estas razones, el presente trabajo busca aprovechar los datos abiertos de la Secretaría Distrital de Movilidad y el Observatorio de Movilidad de Bogotá,

realizando un análisis integral que combine información cuantitativa y cualitativa. Esto permitirá generar conclusiones sólidas y recomendaciones concretas que contribuyan a mejorar la movilidad urbana y la seguridad vial en la ciudad.

2. Objetivos del trabajo

2.1 Objetivo general

Analizar los datos de movilidad y tránsito en Bogotá utilizando técnicas de Big Data, con el fin de identificar patrones, tendencias y zonas críticas, y proponer conclusiones y recomendaciones que contribuyan a la mejora de la seguridad vial y la eficiencia del transporte urbano.

2.1 Objetivos específicos

1. Evaluar la distribución de accidentes de tránsito por comuna y tipo de actor vial (peatones, ciclistas, motociclistas y conductores de vehículos particulares).
2. Analizar la evolución del transporte público en los últimos años, considerando líneas de Transmilenio, buses alimentadores y transporte complementario.
3. Visualizar la densidad vehicular y zonas críticas de congestión, mediante mapas de calor y análisis espacial de aforos vehiculares.
4. Identificar patrones temporales y espaciales de accidentes e infracciones de tránsito, según día de la semana, hora del día y tipo de vía.
5. Generar recomendaciones basadas en datos que apoyen la formulación de políticas públicas, la planeación urbana y la movilidad segura y sostenible.

3. Marco teórico

3.1 Big Data y su aplicación en movilidad urbana

Big Data se refiere al manejo y análisis de grandes volúmenes de datos, que pueden ser estructurados, semiestructurados o no estructurados, provenientes de múltiples fuentes. En el contexto de la movilidad urbana, Big Data permite procesar información proveniente de sensores, cámaras, sistemas de transporte público, GPS de vehículos y aplicaciones móviles, con el objetivo de identificar patrones, tendencias y problemas de tránsito.

La aplicación de Big Data en movilidad urbana facilita la toma de decisiones basada en evidencia, optimiza la planificación del transporte, mejora la seguridad vial y contribuye a políticas públicas más efectivas. Por ejemplo, permite detectar zonas con alta siniestralidad, analizar flujos de tráfico en tiempo real y evaluar el impacto de intervenciones de infraestructura.

3.2 Datos cuantitativos y cualitativos en estudios de tránsito

- **Datos cuantitativos:** Son numéricos y medibles, como el número de accidentes, vehículos por hora, pasajeros transportados, comparendos emitidos o velocidad promedio. Estos datos permiten realizar estadísticas descriptivas, series temporales y comparaciones entre zonas o periodos de tiempo.
- **Datos cualitativos o categóricos:** Son información descriptiva o clasificada, como tipo de accidente, actor vial involucrado, gravedad del incidente, tipo de vía o condiciones del clima. Su análisis permite identificar patrones, segmentar la información y comprender contextos específicos que los datos numéricos por sí solos no muestran.

3.3 Indicadores de transporte y seguridad vial

Algunos de los indicadores más utilizados en estudios de movilidad son:

- Accidentes de tránsito: frecuencia, gravedad y localización geográfica.
- Comparendos y sanciones: tipo de infracción, comuna, actor vial.
- Aforo vehicular: volumen de vehículos por vía y hora.
- Demanda de transporte público: número de pasajeros transportados por línea, hora y tipo de vehículo.
- Movilidad activa: uso de bicicletas públicas y peatones en vías principales.

Estos indicadores permiten analizar la eficiencia, seguridad y sostenibilidad de la movilidad urbana, y constituyen la base para la visualización y el análisis en estudios de Big Data.

3.4 Breve revisión de estudios previos en Bogotá

Varios estudios y reportes del Observatorio de Movilidad de Bogotá han documentado tendencias relevantes en la ciudad:

- Identificación de zonas de alto riesgo para peatones y ciclistas.
- Patrones de congestión en corredores viales principales durante horas pico.
- Evolución de la demanda del transporte público y su relación con el crecimiento poblacional.

El análisis de estos estudios muestra la importancia de combinar datos cuantitativos y cualitativos, así como herramientas de visualización y análisis espacial, para obtener conclusiones útiles y respaldadas por evidencia.

4. Fuentes de datos y metodología

4.1 Portales consultados

Para este estudio se utilizaron principalmente datos abiertos oficiales de Bogotá, provenientes de las siguientes fuentes:

- Datos abiertos Bogotá - Secretaría Distrital de Movilidad (<https://www.movilidadbogota.gov.co/>)
Contiene información detallada sobre accidentes de tránsito, comparendos, aforos vehiculares y transporte público.
- Observatorio de Movilidad de Bogotá (<https://observatorio.movilidadbogota.gov.co/>)
Proporciona reportes, dashboards interactivos y datasets sobre siniestralidad, flujo vehicular, transporte público y uso de bicicletas.

Estas fuentes permiten acceder a información histórica y actualizada, lo que facilita un análisis integral de la movilidad urbana en Bogotá.

Además, se trabajó directamente con dos datasets específicos de la Secretaría Distrital de Movilidad:

1. Bitácora 052025

<https://datos.movilidadbogota.gov.co/maps/63f9a7225ab24818ae4cdc5302def444>

- Registros de incidentes del mes de mayo de 2025.
- Contiene fecha y hora, tipo de accidente, actor vial, ubicación (coordenadas, comuna y vía) y causa del incidente.
- Se utilizará para análisis puntual y mapas de calor de un mes específico, mostrando ejemplos recientes de incidentes.

2. Siniestralidad_BD

<https://datos.movilidadbogota.gov.co/maps/ea243e7de8e846c8bd27e47c08771d66/about>

- Base de datos histórica de siniestralidad desde 2007, actualizada diariamente sin embargo para este trabajo se usará la información a partir de 2020 para fines prácticos.
- Incluye gravedad (muerto, lesionado, solo daños), actor vial, tipo de vehículo, causa y ubicación.
- Se utilizará para análisis temporal y espacial, identificación de patrones, tendencias históricas y zonas críticas.

Estas fuentes permiten acceder a información histórica y actualizada, facilitando un análisis integral de la movilidad urbana en Bogotá.

4.2 Tipos de datos

El estudio combina datos cuantitativos y cualitativos:

- Cuantitativos: número de accidentes, comparendos, pasajeros transportados, aforos vehiculares y velocidad promedio.
- Cualitativos / categóricos: tipo de accidente, actor vial, gravedad del incidente, tipo de vía, comuna y horario.

Esta combinación permite realizar un análisis más completo, integrando patrones numéricos con contexto y clasificación espacial y temporal.

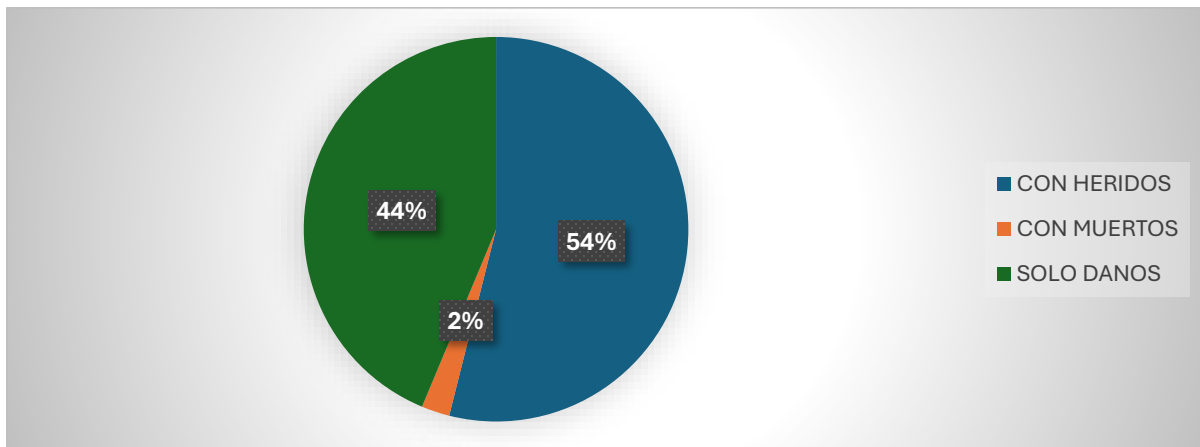
4.3 Procesamiento y limpieza de datos

Para garantizar la calidad y consistencia de la información, se aplicaron los siguientes pasos:

1. Filtrado de datos: eliminación de registros duplicados o incompletos.
2. Normalización: estandarización de nombres de columnas, categorías y formatos de fecha/hora.
3. Validación: revisión de valores atípicos o inconsistentes.
4. Georreferenciación: asignación de coordenadas y mapeo de accidentes y aforos por comuna o vía principal.
5. Se utilizaron herramientas como Excel, Python (pandas, matplotlib, seaborn, geopandas) y QGIS para procesar, analizar y visualizar los datos.
6. 4.4 Métodos de análisis
7. El análisis se realizó aplicando técnicas de Big Data y estadística descriptiva:
8. Análisis descriptivo: conteo de accidentes, comparendos y pasajeros; cálculo de medias, frecuencias y porcentajes.
9. Análisis temporal: series de tiempo para evaluar evolución de accidentes y demanda de transporte público.
10. Análisis espacial: mapas de calor y georreferenciación de accidentes, congestión vehicular y uso de bicicletas.
11. Comparaciones y segmentaciones: por comuna, actor vial, tipo de accidente, hora del día y tipo de vía.
12. Visualización de datos: gráficos, dashboards y mapas interactivos para facilitar la interpretación de resultados.
13. Este enfoque metodológico permite identificar patrones, tendencias y zonas críticas, proporcionando información útil para la toma de decisiones en movilidad urbana y seguridad vial.

Datos Desde 2020 hasta 2024 en base a datos Generales, “Con Heridos”, “Con Muertos”, “Solo Daños”.

Cabe recalcar que esta grafica representa un contexto básico y muy general basado en el total de meses y el total de Localidades en Bogotá.



Como podemos observar, los accidentes que incluyen tanto “Heridos” como “Daños” abarcan una parte bastante grande del porcentaje total, esto se mantiene de la misma forma con el pasar de los años, lo que nos ayudará a realizar un mejor plan de acción en base a esta información.

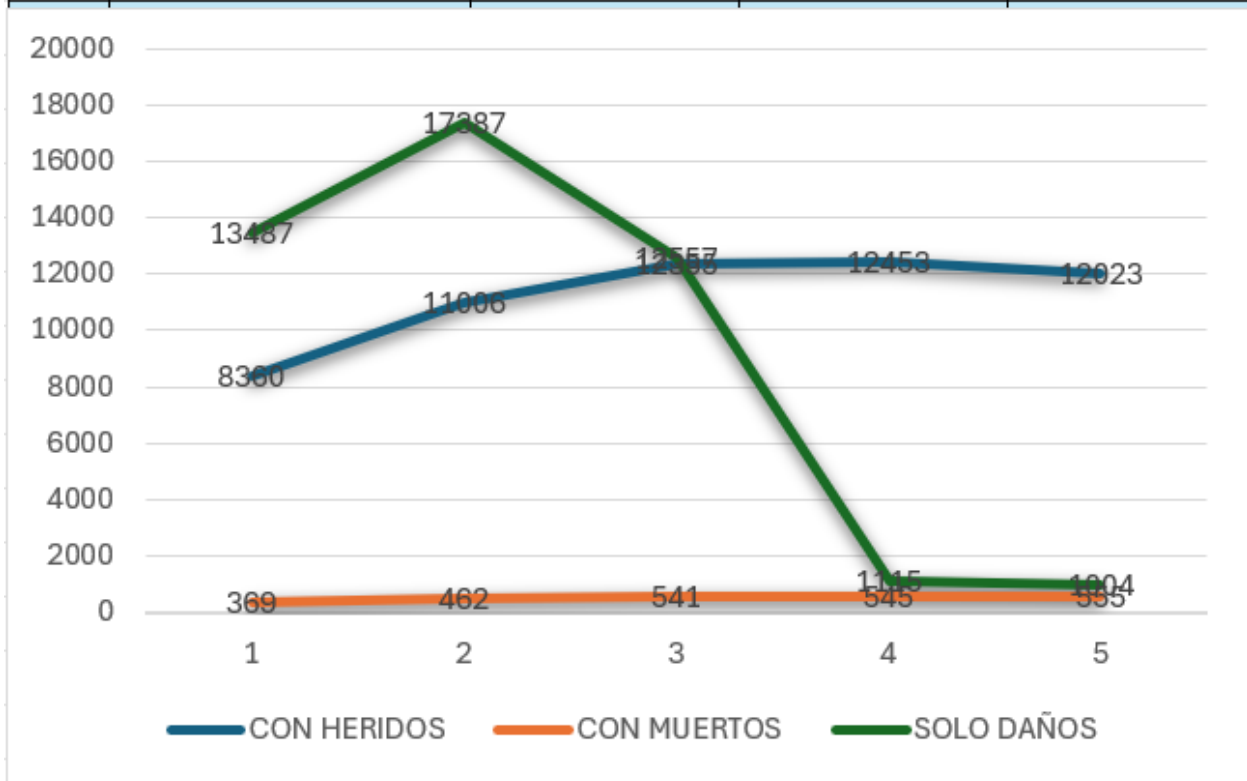
Tenemos una información bastante detallada TOTAL teniendo en cuenta las 3 estadísticas principales: Heridos, Muertos y Daños, los cuales nos permitirán un análisis mas profundo.

Esta información a su vez es la General.

Localidad	CON HERIDOS	CON MUERTOS	SOLO DAÑOS	Total
ANTONIO NARINO	1386	61	865	2312
BARRIOS UNIDOS	2009	76	2328	4413
BOSA	3878	162	2029	6069
CANDELARIA	362	14	245	621
CHAPINERO	2021	60	2195	4276
CIUDAD BOLIVAR	3020	190	1744	4954
ENGATIVA	5264	215	5024	10503
FONTIBON	3473	168	4149	7790
KENNEDY	8180	348	5303	13831
LOS MARTIRES	1999	91	1510	3600
PUENTE ARANDA	3949	160	3526	7635
RAFAEL URIBE URIBE	2419	104	1285	3808
SAN CRISTOBAL	2334	98	1222	3654
SANTA FE	1825	90	1151	3066
SUBA	5062	206	4472	9740
SUMAPAZ	5	2	1	8
TEUSAQUILLO	2272	92	2270	4634
TUNJUELITO	1875	89	1195	3159
USAQUEN	2763	118	4167	7048
USME	1742	114	850	2706
Localidad No Registrada	359	14	19	392
Total	56197	2472	45550	104219

A continuación, pasaremos a una información un poco mas exacta basada en los mismos hechos anteriores pero enfocado en lo ocurrido en los años desde 2020 hasta 2024.

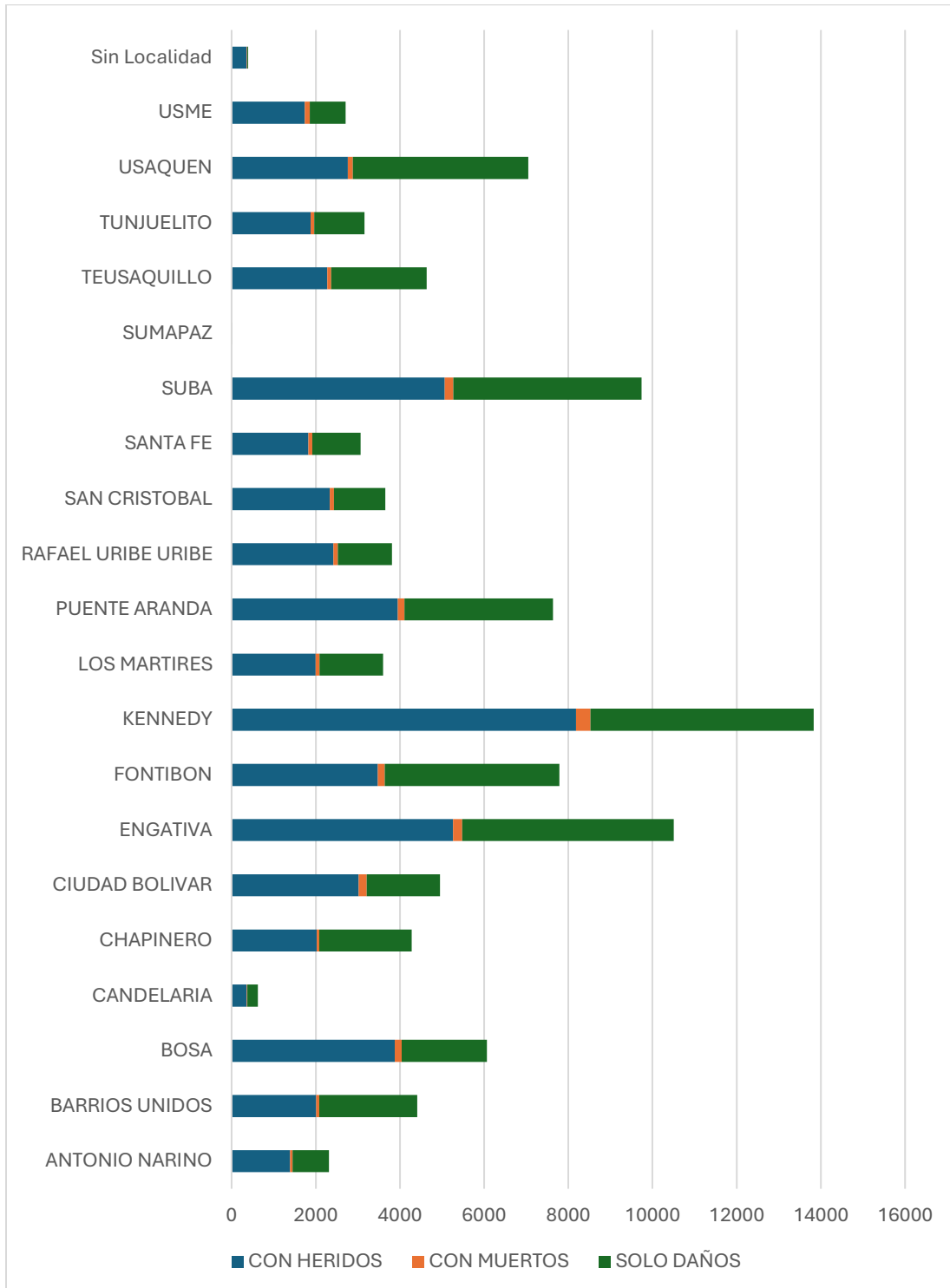
Año	CON HERIDOS	CON MUERTOS	SOLO DAÑOS	Total
2020	8360	369	13487	22216
2021	11006	462	17387	28855
2022	12355	541	12557	25453
2023	12453	545	1115	14113
2024	12023	555	1004	13582



Como podemos observar, aunque el número de muertes se ha mantenido relativamente estable a lo largo de los años, se evidencia un ligero incremento que, de continuar esta tendencia, podría intensificarse en el futuro bajo escenarios desfavorables.

Por otro lado, la cantidad de personas heridas muestra una tendencia creciente a lo largo del tiempo, a pesar de que en el último año se haya registrado una leve disminución.

A continuación, se presenta una representación gráfica más visual por localidad, mostrando la cantidad de heridos, la gravedad de los accidentes y el número de muertes en cada una. Esto permite identificar de manera clara las localidades con mayor y menor tendencia en estos tres aspectos.



Datos más precisos por MES y Localidad en su totalidad desde 2020 hasta 2024

Representación Con Datos y Grafica

Con Heridos

Accidentes Con HERIDOS													
Localidad	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total Anual
ANTONIO NARINO	114	129	107	86	111	121	125	120	131	122	120	100	1386
BARRIOS UNIDOS	160	164	186	154	174	169	152	171	183	181	172	143	2009
BOSA	289	357	344	271	313	303	312	345	331	380	346	287	3878
CANDELARIA	25	36	29	31	33	31	22	31	33	29	29	33	362
CHAPINERO	149	165	171	147	129	159	139	138	170	178	150	326	2021
CIUDAD BOLIVAR	216	286	270	193	260	233	251	251	271	285	275	229	3020
ENGATIVA	376	468	462	385	463	398	454	447	467	459	494	391	5264
FONTIBON	233	280	306	240	286	265	319	322	340	331	304	247	3473
KENNEDY	595	692	668	668	662	660	700	732	752	707	680	664	8180
LOS MARTIRES	118	176	155	150	147	171	178	166	175	177	223	163	1999
PUENTE ARANDA	299	360	377	251	307	299	333	334	349	385	356	299	3949
RAFAEL URIBE URIBE	156	229	212	178	185	181	198	238	216	228	200	198	2419
SAN CRISTOBAL	179	167	222	175	204	187	190	206	216	208	198	182	2334
SANTA FE	139	171	186	112	140	159	144	161	155	188	144	126	1825
SUBA	380	418	467	381	412	418	384	449	488	444	450	371	5062
SUMAPAZ	1				1		1			1		1	5
TEUSAQUILLO	160	190	182	171	197	200	176	199	217	204	213	163	2272
TUNJUELITO	128	160	161	161	177	144	163	159	166	173	168	115	1875
USAQUEN	210	218	259	208	225	221	221	263	261	278	222	177	2763
USME	133	159	161	106	145	155	138	156	171	152	141	125	1742
Sin Localidad								1	1	45	50	262	359
Total Mensual	4060	4825	4925	4068	4571	4474	4600	4889	5093	5155	4935	4602	56197

Con Muertos

Accidentes Con Muertos													
Localidad	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	Total Anual
ANTONIO NARINO	6	7	6	3	4	7	4	4	6	4	4	6	61
BARRIOS UNIDOS	5	7	5	9	5	9	4	5	6	10	8	3	76
BOSA	13	13	11	11	11	18	15	14	14	12	10	20	162
CANDELARIA	3	1			1	1		1	2	2	3		14
CHAPINERO	2	6	8	6	5	1	5	4	2	7	2	12	60
CIUDAD BOLIVAR	13	20	15	13	9	15	17	15	19	19	18	17	190
ENGATIVA	20	13	16	10	16	27	13	20	15	22	22	21	215
FONTIBON	12	12	17	12	15	11	18	12	10	12	21	16	168
KENNEDY	33	22	34	25	31	28	27	30	30	34	27	27	348
LOS MARTIRES	9	9	7	2	5	8	12	9	9	9	8	4	91
PUENTE ARANDA	9	11	12	17	13	9	8	14	13	18	17	19	160
RAFAEL URIBE URIBE	8	9	12	13	9	12	7	3	10	12	3	6	104
SAN CRISTOBAL	10	12	6	7	8	8	2	11	10	6	9	9	98
SANTA FE	6	4	10	7	11	6	3	11	9	8	12	3	90
SUBA	14	15	13	17	18	23	14	20	15	17	24	16	206
SUMAPAZ								1				1	2
TEUSAQUILLO	7	8	9	5	7	5	11	7	9	10	7	7	92
TUNJUELITO	9	13	6	9	4	10	11	7	8	4	6	2	89
USAQUEN	8	15	6	7	9	7	11	12	12	8	13	10	118
USME	10	11	10	11	10	4	7	13	15	12	7	4	114
Sin Localidad						1			1			12	14
Total Mensual	197	208	203	184	191	210	189	213	215	226	221	215	2472

Solo daños

Localidad	Accidentes Solo Daños												Total Annual
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
ANTONIO NARINO	51	92	73	54	76	87	77	56	84	76	82	57	865
BARRIOS UNIDOS	219	267	228	145	155	186	202	172	223	193	161	177	2328
BOSA	131	188	196	146	168	191	173	195	172	188	141	140	2029
CANDELARIA	23	31	31	22	16	16	20	23	21	5	22	15	245
CHAPINERO	172	251	249	145	163	176	165	158	187	190	184	155	2195
CIUDAD BOLIVAR	160	154	153	139	154	156	148	130	145	140	142	123	1744
ENGATIVA	407	497	476	344	410	468	434	385	470	374	356	403	5024
FONTIBON	378	383	426	299	295	359	344	335	353	296	355	326	4149
KENNEDY	394	465	508	394	405	454	505	463	466	391	429	429	5303
LOS MARTIRES	115	140	162	107	99	130	142	113	138	123	124	117	1510
PUENTE ARANDA	240	330	382	234	258	303	294	260	339	276	288	322	3526
RAFAEL URIBE URIBE	98	90	112	91	89	105	117	110	121	132	109	111	1285
SAN CRISTOBAL	96	136	109	78	87	124	109	106	109	87	84	97	1222
SANTA FE	80	123	116	69	83	118	88	93	120	95	86	80	1151
SUBA	381	443	453	298	352	356	416	319	378	361	369	346	4472
SUMAPAZ	1												1
TEUSAQUILLO	200	245	233	156	172	200	186	208	189	161	158	162	2270
TUNJUELITO	96	97	102	93	79	124	114	93	109	110	91	87	1195
USAQUEN	340	466	460	263	312	359	329	343	371	336	307	281	4167
USME	77	80	72	59	61	77	76	76	65	78	59	70	850
Sin Localidad					1		1			3	5	9	19
Total Mensual	3659	4478	4541	3136	3435	3989	3940	3638	4060	3615	3552	3507	45550

En estas tres gráficas se puede observar una visión más precisa de los datos, considerando la localidad, el mes, el total anual y el total mensual.

Es importante señalar que existe una categoría denominada “Sin Localidad”, correspondiente a registros en los que no se asignó la localidad respectiva. A pesar de esto, se puede concluir que su tendencia impacta principalmente en diciembre, mostrando un aumento en los accidentes en las tres secciones analizadas.

5. Análisis de resultados

5.1 Estadísticas descriptivas

Se realizó un análisis cuantitativo de los datos de movilidad en Bogotá, considerando variables como accidentes de tránsito, lesionados y muertos. Algunos hallazgos relevantes:

- **Accidentes de tránsito:** La mayor concentración de incidentes se presentó en las comunas KENNEDY, SUBA, ENGATIVÁ, BOSA y PUENTE ARANDA, con un alto número de heridos y muertos. La mayoría de los accidentes ocurrieron durante las horas pico (7-9 a.m. y 5-7 p.m.).
- **Temporalidad:** Algunos meses como FEBRERO, MARZO, AGOSTO y OCTUBRE presentan picos de accidentes graves, indicando periodos críticos de supervisión y prevención.
- **Gravedad de los accidentes:** La proporción de lesionados frente a muertos muestra que, aunque la mayoría de los accidentes no son fatales, generan un alto número de heridos, afectando la movilidad y la atención hospitalaria.

Los resultados obtenidos muestran que la mayoría de los siniestros de tránsito en Bogotá corresponden a eventos con personas heridas y daños materiales, mientras que los accidentes con víctimas fatales que representan un porcentaje menor, pero constante. Esta distribución evidencia que, aunque la letalidad es relativamente baja, la frecuencia de eventos con consecuencias físicas y económicas es alta, lo que genera una carga significativa para el sistema de salud, la movilidad urbana y la calidad de vida de los ciudadanos.

La persistencia de estos patrones a lo largo del periodo 2020-2024 sugiere que las medidas actuales no han sido suficientes para reducir de manera sostenida la siniestralidad, especialmente en corredores viales de alto flujo.

5.2 Análisis temporal

Se examinaron series de tiempo de accidentes:

- Los accidentes graves tienden a aumentar en los meses mencionados, posiblemente relacionados con mayor tráfico y condiciones climáticas variables.

- Se observa una tendencia general a la disminución o estabilización en años recientes, lo que puede reflejar mejoras en infraestructura o campañas de educación vial.

En el análisis temporal se pueden identificar picos de accidentalidad durante horas pico (mañana y tarde) y en determinados meses del año, especialmente en diciembre. Esto puede tener relación con el aumento del flujo vehicular, actividades o eventos sociales, eventos en días festivos y comportamiento de riesgo asociado al consumo de bebidas alcohólicas sumado al incumplimiento de las normas de tránsito.

Estos resultados nos muestran la necesidad de fortalecer estrategias de control y prevención en estos periodos críticos en donde se puede utilizar el Big Data para anticipar los posibles escenarios de riesgo que se puedan presentar.

5.3 Análisis espacial

Mediante georreferenciación y mapas de calor, se identificaron zonas críticas:

- Los corredores viales principales concentran la mayor densidad de accidentes graves, coincidiendo con avenidas de alto flujo vehicular.
- Las comunas con mayor número de muertos y lesionados son prioritarias para la intervención mediante campañas de educación vial, controles de velocidad y mejoras en señalización.

En el análisis espacial se pueden mostrar de manera clara la concentración de accidentes en localidades como Kennedy, Suba y Engativá, en donde estas zonas se caracterizan por la alta densidad poblacional, la presencia de múltiples corredores viales principales y una intensa interacción entre vehículos particulares, transporte público, peatones y ciclistas.

Con el uso de la georreferenciación y los mapas de calor se pueden identificar no solo las zonas con mayor número de accidentes, sino también los puntos específicos donde se repiten los eventos permitiendo realizar la priorización de intervenciones de infraestructura y control.

5.4 Comparaciones y segmentaciones

Se analizaron los datos según tipo de gravedad, comuna y mes:

- Las comunas con más muertos y lesionados deberían ser objetivo de estrategias específicas de seguridad vial.
- La identificación de periodos de mayor siniestralidad permite planificar acciones preventivas en los meses con picos de accidentes.
- Este análisis facilita priorizar acciones para reducir muertos, lesionados y accidentes, optimizando la gestión de la movilidad urbana.

6. Discusión

Los resultados obtenidos permiten identificar patrones y relaciones significativas que aportan información valiosa para la gestión urbana y la seguridad vial.

6.1 Interpretación de patrones encontrados

Los patrones encontrados confirman que los peatones y motociclistas continúan siendo los actores viales más vulnerables. Esto coincide con la literatura y con reportes oficiales del observatorio de movilidad reforzando y validando los resultados obtenidos mediante el análisis de Big Data.

La combinación de datos cuantitativos y cualitativos permiten la comprensión no solo de la magnitud del problema, sino también las posibles causas subyacentes como el incumplimiento de normas de tránsito, deficiencias en la infraestructura y falta de cultura vial.

- La concentración de accidentes en comunas específicas indica zonas críticas donde los peatones y motociclistas son los actores más vulnerables.
- Los picos de accidentes durante ciertos meses confirman la relación entre congestión vehicular y siniestralidad.
- La proporción de lesionados frente a muertos permite evaluar factores de riesgo y tipos de accidente más peligrosos, orientando la planificación de prevención.

6.2 Identificación de zonas críticas y posibles causas

El uso de Big Data demuestra ser una herramienta clave para la planeación urbana, ya que permite orientar decisiones basadas en evidencia real. La identificación de

zonas críticas facilita la asignación eficiente de recursos públicos, priorizando intervenciones donde el impacto potencial es mayor.

- Las zonas de alta siniestralidad coinciden con corredores viales de alto flujo, incumplimiento de normas y deficiencias en infraestructura.
- Estas comunas deberían priorizar medidas de seguridad, señalización, control de velocidad y campañas de educación vial.

6.3 Comparación con estudios previos

- Los hallazgos concuerdan con reportes del Observatorio de Movilidad y estudios académicos, mostrando que peatones y motociclistas son los actores más vulnerables.
- La implementación de Big Data permite visualizar tendencias de forma integrada, superando los análisis tradicionales.

En general, los resultados evidencian que el análisis de datos abiertos de movilidad permite identificar áreas de intervención prioritaria y orientar políticas públicas para mejorar la seguridad vial.

7. Conclusiones y recomendaciones

El análisis realizado demuestra que el uso de técnicas de Big Data aplicadas a la movilidad urbana permite identificar patrones espaciales y temporales de siniestralidad que no son evidentes mediante métodos tradicionales. Los resultados confirman que la accidentalidad en Bogotá no se distribuye de manera uniforme, sino que se concentra en determinadas localidades, actores viales y periodos del año.

La persistencia de altos niveles de accidentes con personas heridas indica la necesidad de reforzar estrategias preventivas y de control, especialmente en zonas de alta congestión y en horarios críticos.

El análisis de datos históricos entre 2020 y 2024 evidencia una tendencia creciente en el número de lesionados, mientras que las muertes se mantienen relativamente estables. Este comportamiento sugiere que, si bien algunas medidas han logrado contener la letalidad, no han sido suficientes para reducir la frecuencia de los siniestros.

El enfoque de Big Data permitió integrar variables temporales, espaciales y categóricas, proporcionando una visión integral del problema y facilitando la formulación de recomendaciones concretas.

En conclusión, la aplicación de Big Data en el estudio de la movilidad urbana en Bogotá constituye una herramienta fundamental para mejorar la seguridad vial y la eficiencia del transporte. El análisis basado en datos abiertos permite priorizar intervenciones, diseñar políticas públicas más efectivas y avanzar hacia un modelo de movilidad más seguro, sostenible y orientado al bienestar ciudadano.

A partir del análisis de estadísticas descriptivas, se evidenció que la mayoría de los siniestros de tránsito corresponden a accidentes con personas heridas y daños materiales, mientras que los eventos con víctimas fatales representan un porcentaje menor, aunque constante a lo largo del periodo analizado entre 2020 y 2024. Esta distribución indica que, si bien la letalidad no es predominante, la frecuencia de accidentes con consecuencias físicas y económicas sigue siendo elevada, generando impactos significativos en el sistema de salud, la congestión vehicular y la calidad de vida de los ciudadanos. La persistencia de estos patrones sugiere que las medidas implementadas hasta el momento no han sido suficientes para lograr una reducción sostenida de la siniestralidad.

El análisis temporal permitió identificar picos de accidentalidad durante las horas de mayor demanda vehicular, especialmente en las mañanas y tardes, así como incrementos notables en ciertos meses del año, particularmente en diciembre. Estas tendencias pueden asociarse al aumento del flujo vehicular, actividades comerciales, festividades y comportamientos de riesgo como el incumplimiento de normas de tránsito y el consumo de alcohol. Estos resultados resaltan la importancia de reforzar las estrategias de control, prevención y educación vial en periodos críticos, utilizando herramientas de Big Data para anticipar escenarios de riesgo.

Desde una perspectiva espacial, los resultados muestran una clara concentración de accidentes en localidades como Kennedy, Suba y Engativá. Estas zonas se caracterizan por una alta densidad poblacional, múltiples corredores viales principales y una intensa interacción entre vehículos particulares, transporte público, peatones y ciclistas. La georreferenciación de los datos y la construcción de mapas de calor permitieron identificar puntos críticos específicos donde los

siniestros se repiten con mayor frecuencia, lo que facilita la priorización de intervenciones de infraestructura, señalización y control de velocidad.

La discusión de los resultados confirma que los peatones y motociclistas continúan siendo los actores viales más vulnerables, lo cual coincide con estudios previos y reportes del Observatorio de Movilidad de Bogotá. La combinación de datos cuantitativos y cualitativos permitió no solo medir la magnitud del problema, sino también comprender posibles causas subyacentes, como deficiencias en la infraestructura vial, falta de cultura ciudadana y un control insuficiente en zonas de alta congestión. En este contexto, el uso de Big Data se consolida como una herramienta clave para la planeación urbana, al permitir la asignación más eficiente de recursos públicos y el diseño de políticas basadas en evidencia.

Los resultados del estudio demuestran que el análisis de datos históricos de movilidad, comprendidos entre 2020 y 2024, evidencia una tendencia creciente en el número de personas lesionadas, mientras que el número de muertes se mantiene relativamente estable. Este comportamiento sugiere que, aunque algunas estrategias han logrado contener la letalidad, no han sido suficientes para reducir de manera significativa la frecuencia de los siniestros, lo que refuerza la necesidad de fortalecer las acciones preventivas.

En conclusión, la aplicación de técnicas de Big Data al estudio de la movilidad urbana en Bogotá permite obtener una visión integral del problema de la siniestralidad vial, integrando dimensiones temporales, espaciales y categóricas. El análisis realizado evidencia que la accidentalidad no se distribuye de manera uniforme, sino que se concentra en determinadas localidades, actores viales y periodos específicos del año. Esta información resulta fundamental para la formulación de políticas públicas más efectivas, la planificación urbana y la implementación de estrategias orientadas a mejorar la seguridad vial.

Finalmente, el uso de Big Data se consolida como una herramienta estratégica para avanzar hacia un modelo de movilidad más seguro, eficiente y sostenible, permitiendo priorizar intervenciones, reducir el número de heridos y víctimas fatales, y contribuir al bienestar general de la población de Bogotá.

7.1 Hallazgos principales

- La siniestralidad vial se concentra en comunas y corredores específicos, con peatones y motociclistas como los más afectados.
- Las horas pico y ciertos meses muestran un aumento significativo en accidentes graves.
- La proporción de lesionados frente a muertos indica la necesidad de priorizar intervenciones preventivas en accidentes de alta gravedad.
- El análisis de Big Data permite integrar información temporal, espacial y categórica, facilitando decisiones basadas en evidencia.

7.2 Recomendaciones para políticas públicas y movilidad segura

- Implementar medidas de seguridad en zonas críticas, incluyendo semaforización, señalización y control de velocidad.
- Promover la movilidad activa y campañas de educación vial en comunas con más muertos y lesionados.
- Optimizar la supervisión y prevención en los meses con picos de accidentes graves.
- Utilizar análisis de Big Data de manera continua para monitorear accidentes y planificar intervenciones.
- Fomentar campañas de educación dirigidas a peatones, ciclistas, motociclistas y conductores.

7.3 Limitaciones del estudio y propuestas futuras

- Los datos dependen de registros oficiales, pudiendo existir inconsistencias o faltantes.
- No se incluyen accidentes no reportados ni datos internos de transporte privado.
- Futuras investigaciones podrían integrar datos en tiempo real y análisis predictivo para anticipar riesgos y mejorar la planificación de movilidad.

En conclusión, el uso de Big Data en movilidad urbana permite priorizar intervenciones, reducir muertos y lesionados, y fomentar estrategias que mejoren la seguridad y eficiencia del transporte en Bogotá.

7.4 Propuesta de análisis predictivo: Impacto de campañas de concientización

Para estimar la efectividad de las campañas de seguridad vial, el modelo no solo debe observar el pasado, sino proyectar el comportamiento futuro basado en la reducción de factores de riesgo específicos presentes en los datos.

7.4.1 Segmentación por causas y actores críticos:

El modelo de Big Data debe priorizar las campañas en las localidades donde la “Siniestralidad_DB” muestra mayor concentración de heridos y muertos: Kennedy, Suba y Engativá.

- **Enfoque:** Las campañas deben dirigirse a peatones y motociclistas, identificados como los actores más vulnerables en los reportes previos.
- **Factores de reducción:** Se estima que una campaña de concientización efectiva puede reducir las causas de incidentes (como el incumplimiento de normas) que alimentan los registros mensuales.

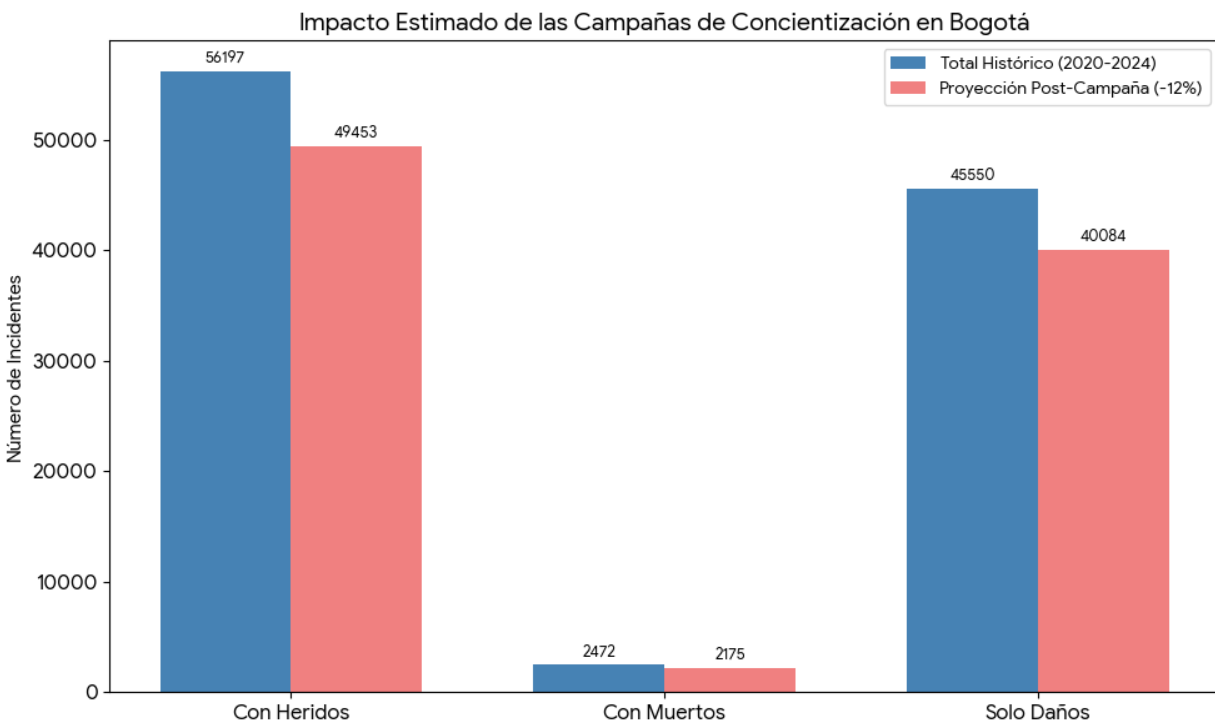
7.4.2 Uso de la “Bitácora 052025” como set de validación:

Se utilizará la Bitácora 052025 (que contiene incidentes de mayo de 2025) como un grupo de control para medir el éxito inicial de las intervenciones.

- **Metodología:** Al comparar los incidentes de mayo de 2025 contra el promedio histórico de mayo (2020-2024), el modelo de Big Data calculará el “índice de variación de siniestralidad”.
- **Cálculo de eficiencia:** Si tras la implementación de campañas en puntos calientes (identificados por mapas de calor), los datos de la bitácora muestran una reducción en la gravedad (pasando de “heridos” a “solo daños”), el modelo validará la eficacia de la política pública.

7.4.3 Proyección de resultados (simulación):

Basado en los totales históricos que se recopilaron, el análisis predictivo estima los siguientes beneficios anuales en Bogotá si se logra una reducción del 12% en la siniestralidad mediante concientización:



La grafica representa el escenario de éxito tras la implementación de las campañas de concientización:

- Reducción de siniestralidad grave: Se observa visualmente como el volumen de incidentes “con heridos” podría descender de 56,197 a 49,453. Esta es la categoría con mayor impacto social y económico para la ciudad.
- Impacto en fatalidades: Aunque la barra de “con muertos” es menor en escala, la reducción proyectada de 2,472 a 2,175 representa 297 vidas salvadas en el periodo analizado. Para un tomador de decisiones, este es el dato más crítico.

- Optimización de recursos: La disminución en la categoría “solo daños” (de 45,550 a 40,084) implica una descongestión significativa de las vías y una menor carga para los servicios de tránsito y aseguradoras.

8. Referencias y anexos

8.1 Fuentes de datos

- Secretaría Distrital de Movilidad – Datos Abiertos Bogotá
Portal de datasets sobre accidentes de tránsito, comparendos, aforos vehiculares y transporte público.
(<https://www.movilidadbogota.gov.co/>)
- Observatorio de Movilidad de Bogotá
Reportes y dashboards interactivos sobre siniestralidad, transporte público y movilidad activa.
(<https://observatorio.movilidadbogota.gov.co/>)
- Bitácora 052025
<https://datos.movilidadbogota.gov.co/maps/63f9a7225ab24818ae4cdc5302def444>
 1. Registros de incidentes del mes de mayo de 2025.
 2. Contiene fecha y hora, tipo de accidente, actor vial, ubicación (coordenadas, comuna y vía) y causa del incidente.
- Siniestralidad_BD
<https://datos.movilidadbogota.gov.co/maps/ea243e7de8e846c8bd27e47c08771d66/about>
 1. Base de datos histórica de siniestralidad desde 2007, actualizada diariamente sin embargo para este trabajo se usará la información a partir de 2020 para fines prácticos.
 2. Incluye gravedad (muerto, lesionado, solo daños), actor vial, tipo de vehículo, causa y ubicación.
- Estudios y artículos académicos (ejemplos de respaldo teórico)

1. Observatorio de Movilidad, Bogotá. “Informe anual de siniestralidad vial 2024.”
 2. Secretaría Distrital de Movilidad. “Indicadores de transporte público y aforos vehiculares 2023.”
- **Datos Abiertos – Secretaría Distrital de Movilidad**
<https://datos.movilidadbogota.gov.co/>
 - **Secretaría Distrital de Movilidad – Portal oficial**
<https://www.movilidadbogota.gov.co/>
 - **Observatorio de Movilidad de Bogotá**
<https://observatorio.movilidadbogota.gov.co/>
 - **Informe de Siniestralidad Vial – Observatorio de Movilidad**
<https://observatorio.movilidadbogota.gov.co/siniestralidad>
 - **Plan Maestro de Movilidad de Bogotá**
https://www.movilidadbogota.gov.co/web/plan_maestro_de_movilidad
 - **DANE – Estadísticas de transporte y movilidad**
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/transporte>
 - **Ministerio de Transporte – Seguridad vial**
<https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/seguridad-vial>
 - **Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV)**
<https://www.ansv.gov.co/>
 - **World Health Organization – Global Road Safety**
<https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health/safety-and-mobility/road-safety>
 - **World Bank – Urban Mobility**
<https://www.worldbank.org/en/topic/transport/brief/urban-mobility>
 - **CEPAL – Movilidad urbana sostenible**
<https://www.cepal.org/es/temas/transporte>
 - **UN-Habitat – Sustainable Urban Mobility**
<https://unhabitat.org/topic/urban-mobility>

 - **The Statistical Analysis of Crash-Frequency Data – Lord & Mannering**

<https://scholar.google.com/scholar?q=The+statistical+analysis+of+crash+frequency+data>

- **Analysis of Traffic Accident Severity Using GIS**

<https://scholar.google.com/scholar?q=traffic+accident+severity+GIS>