

ANÁLISIS DE LA SINIESTRALIDAD DE TRÁNSITO EN BICICLETA EN BOGOTÁ, COLOMBIA, 2015-2016

GERMÁN PRIETO-RODRÍGUEZ

Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia

JUAN GARCÍA-ARTEAGA

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

ROGER GARNICA BARBOSA

Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de un estudio epidemiológico descriptivo de la siniestralidad de tránsito en bicicleta en Bogotá durante 2015-2016 y un análisis de campo complementario, cuyo propósito fue estudiar las tendencias, las variables sociodemográficas, las características de los siniestros, y explorar los posibles causantes de riesgo. Los resultados muestran que estos incidentes ocasionaron 140 fallecimientos y que 3.371 ciclistas resultaron lesionados, presentando un incremento en ambas variables con respecto a los años anteriores y cambiando la tendencia de decrecimiento que se había presentado en el período 2003-2013. Las inspecciones encontraron como posibles factores de riesgo los giros a la derecha mal señalizados o no respetados por los conductores de vehículos motorizados, la presencia de bicitaxis con motor, la inadecuada o nula conexión o señalización de la ciclorruta y los conflictos en la interacción con el transporte público de carga y pasajeros.

Palabras clave: Transporte, Seguridad y Accidentalidad, Políticas públicas

Clasificaciones JEL: L91, R41, O21.

Los autores agradecen especialmente a Nicolás Rueda y Daniela Pinillos por la colaboración en la realización de esta investigación. Correo electrónico: Germán Prieto-Rodríguez, german.prieto@utadeo.edu.co. Recibido: 29 de agosto de 2019; aceptado: 9 de enero de 2020.

Economía & Región, Vol. 13, No. 2, (Cartagena, diciembre 2019), pp. 117 - 146

ABSTRACT

Bicycle accidents in Bogotá, Colombia, 2015-2016

We conducted a descriptive epidemiological study of bicycle accidents in Bogotá during 2015–2016, together with a field analysis, whose purpose was to study the data to find trends, describe some sociodemographic variables and features of accidents, and explore possible causes of the accidents. The results show that these events provoked 140 deaths and that 3,371 cyclists were injured, presenting an increase in both variables with respect to the previous years and changing the downward trend that had occurred during 2003–2013. We found that some possible causes associated with safety issues were badly-signaled or poorly-enforced right turn signs, the presence of motor-powered pedicabs, the absence or inadequate condition of connections and signs of bicycle lanes and the conflicts in the interaction with the public transport of cargo and passengers.

Key words: Transportation, Safety and Accident, Public policies

JEL Classifications: L91, R41, O21.

I. CONGESTIÓN Y MOVILIDAD EN BICICLETA EN BOGOTÁ

En las últimas décadas se ha dado un acelerado proceso de concentración de la población mundial en aglomeraciones urbanas. De hecho, mientras que en la década de 1950 regiones como Latinoamérica y el Caribe tenían tasas de urbanización cercanas al 40%, en la actualidad un 80% de sus habitantes viven en ciudades y se calcula que en un plazo de 20 años esa tasa será cercana al 90% (Banco Interamericano de Desarrollo, BID, 2014).

Uno de los mayores retos en esta transformación es el relacionado con la movilidad urbana, pues la necesidad de desplazamiento de los ciudadanos hacia los lugares donde pueden satisfacer sus requerimientos de empleo, educación, recreación y salud –entre otros– implica la necesidad de contar con sistemas de transporte para atender un gran número de viajes en condiciones de escasez en términos de espacio, infraestructura y presupuesto. Durante casi todo el siglo XX la mayor parte de las políticas de transporte urbano apuntaron a resolver este conflicto promoviendo la construcción de más infraestructura vial, tratando de responder al muy acelerado proceso de crecimiento del parque vehicular en

los ámbitos urbanos (Sagaris y Landon, 2017). Sin embargo, la construcción de infraestructura no logra alcanzar la rapidez con la que crece el número de vehículos, y además, diversos estudios demuestran que una mayor provisión de espacio vial genera mayores tasas de crecimiento del parque automotor, en un fenómeno conocido como tráfico inducido o demanda inducida (Victoria Transport Policy Institute, 2017), lo cual llevó a una creciente congestión en gran parte de las ciudades.

Estas dificultades de los sistemas de transporte caracterizan la situación en la que se encuentran las ciudades latinoamericanas, donde algunas de ellas se encuentran entre las urbes más congestionadas del mundo. Es así como el Estudio del INRIX Global Traffic Scorecard (que analiza la congestión de tráfico en más de 200 ciudades de 38 países) encontró que de las 50 ciudades con menores velocidades promedio de los vehículos automotores, 14 son latinoamericanas. Además, dentro de las 7 ciudades con mayor congestión, 4 son latinoamericanas: Río de Janeiro, Sao Paulo, Ciudad de México y Bogotá (Inrix, 2018). La capital colombiana es la ciudad latinoamericana con peor ubicación en este ranking, ocupando el tercer puesto, únicamente superada por Moscú y Estambul, siendo además la que tiene una mayor cantidad de horas perdidas en la congestión, con 272 horas al año.

Una de las características que generan estos niveles de congestión en la capital colombiana es su alta densidad, pues se calcula que los 7,2 millones de personas con los que contaba en el 2018 se ubican en un área de 307 kilómetros cuadrados, teniendo una densidad resultante de 23.500 habitantes por km². Esta concentración de habitantes es de las más altas del mundo, siendo más de 20 veces la de Atlanta y más del doble de la de Ciudad de México. En estas condiciones, en Bogotá se tienen tiempos de viaje de 56,1 minutos en promedio, duración que en localidades de bajos ingresos económicos, como Bosa y como el municipio de Soacha, sobrepasa los 70 minutos de viaje (Secretaría Distrital de Movilidad, 2016). Por modos de transporte, los que registran más altos tiempos de viaje promedio son TransMilenio (80,3 minutos), el transporte intermunicipal (78,4) y el sistema de transporte público tradicional y el SITP, con más de 70 minutos.

Esta situación de largos tiempos de desplazamiento en Bogotá ha incentivado el cambio de modos, pues los ciudadanos buscan alternativas para llegar a su destino más rápidas que el servicio de transporte colectivo y masivo de la ciudad. La motocicleta, por ejemplo, gracias a sus características de flexibilidad y potencia que le permiten tener velocidades considerablemente mayores (Urazán *et al.*, 2015), ha tenido incrementos considerables en su adquisición y uso para

viajes diarios en la ciudad. De hecho, según las Encuestas de Movilidad en Bogotá de 2011 y 2015, la cantidad de viajes en moto prácticamente se duplicó en el lapso de esos cinco años, al pasar de 412.674 a 806.930 viajes diarios en Bogotá y los municipios aledaños.

Pero la creciente congestión también contribuyó al incremento en el uso de la bicicleta como medio cotidiano de transporte, pues es un medio que permite tiempos de viaje muy competitivos y confiables, dada su flexibilidad y velocidad. De la misma manera ha sido fundamental en este crecimiento el posicionamiento que ha tenido este vehículo ambientalmente sostenible en los ciudadanos, especialmente mediante la creación de colectivos de ciclousuarios y “ciclopaseos”, que han ido mejorando el estatus de la movilidad en bicicleta, especialmente entre el público joven, y que han ejercido una importante presión política sobre la Administración distrital y nacional para priorizar a este medio de transporte no motorizado (Jensen, 2017). También se considera fundamental la construcción de una red de 410 kilómetros de corredores para bicicleta, lo cual constituye a la capital colombiana en la ciudad con mayor extensión de estos espacios exclusivos en Latinoamérica, por encima de Río de Janeiro (307 km), Sao Paulo (270 km), Santiago de Chile (236 km), Lima (141 km) y Ciudad de México (128 km) (BID, 2015).

Es así como en los últimos 20 años la cantidad de viajes en bicicleta, así como su proporción con respecto al total de viajes en la ciudad, ha mantenido un crecimiento constante. Mientras que en 1996 se calculaba que sólo el 0,58% de los viajes diarios se hacían en cicla, ese porcentaje pasó a 2,2% en 2005, 3,47% en 2011 y a 4,28% en 2015 (Verma *et al.*, 2015). En términos de viajes absolutos, mientras que en 2005 se calculaban 281.242 viajes diarios en bicicleta, esa cifra pasó a 441.135 en 2011 y a 575.356 en 2015, con un crecimiento de 7,8% anual en el período 2005–2011 y de 6,87% entre los años 2011 y 2015. Finalmente, las cifras preliminares de la Encuesta de Movilidad 2019 muestran que esta tendencia de crecimiento se mantuvo, llegando a 800.000 viajes diarios en bicicleta en Bogotá y a un total de 1,2 millones si se agregan los municipios vecinos, lo cual representa un 6,6% del total de los viajes (el porcentaje más alto de las capitales latinoamericanas) y un crecimiento anual del 8,6%, el más alto del período estudiado.

A. Características de los viajes en bicicleta en Bogotá

De acuerdo con la información suministrada por la Encuesta de Movilidad de Bogotá 2015, más de las tres cuartas partes (76,6%) de los ciclo-usuarios en

Bogotá son hombres, siendo los jóvenes entre 15 y 24 años (23,6%) y entre 25 a 34 años (20,8%) los segmentos con más usuarios, seguidos por las personas de 45 a 54 años (19,76%) y de 35 a 44 años (16,7%).

En términos de ingresos socioeconómicos, el 47% de los biciusuarios hacen parte del estrato 2 y 33,46% del estrato 3, mientras que el 9,12% corresponden al estrato 4 y el 8,03% al estrato 1. Esta proporción es muy similar a los porcentajes de distribución de la población, pero con mayores relaciones de viajes en bicicleta/ciudadano en el estrato 2 y menor relación en los estratos 5 y 6, lo cual se puede decir que está asociado al mayor uso de automóviles particulares en los estratos altos y el posible posicionamiento de la bicicleta como un vehículo para personas de bajos ingresos aún afecta el uso de este modo de transporte en los estratos más altos. Según los resultados preliminares de la Encuesta de Movilidad 2019, en promedio hay 210 bicicletas por cada 1.000 bogotanos, teniendo la mayor concentración los estratos 5 y 6, con 321 y 319, respectivamente, mientras que en el estrato 1 la tasa es de tan solo 111 ciclas por cada 1.000 habitantes.

En lo relacionado con las características del viaje, se resalta que el tiempo promedio de recorrido fue de 37 minutos, con una longitud promedio de 8,49 kms., de lo cual resulta que la velocidad promedio de recorrido en la ciudad fue de 13,76 km/h. En condiciones de máxima congestión la longitud promedio recorrida disminuye en un 25% (a 6,34 kms.), reduciendo también la velocidad promedio en un 15,7% (a 11,6 km/h), lo cual implica una reducción menor de velocidad con respecto a los medios motorizados, es decir, una mayor confiabilidad en términos de velocidad promedio.

Casi el 90% de los viajes en bicicleta en Bogotá corresponden a viajes con distancias menores a 7 kilómetros. El 79% de los viajes se realiza en menos de 30 minutos y sólo un 3,6% del total son viajes de más de 70 minutos. El 36,6% de los viajes en bicicleta son realizados por trabajadores dependientes, el 29,5% trabajadores independientes, un 17,9% son estudiantes de colegios y un 4,4% corresponde a estudiantes universitarios.

Según cálculos publicados en el *Bicycle account Bogotá 2014* (Verma *et al.*, 2015), los beneficios económicos para la ciudad debido a los viajes que se realizan diariamente en bicicleta ascendían a los 820 millones de dólares para los viajes de 2011. Es decir, el que los ciudadanos opten la bicicleta como opción de transporte en vez de usar un vehículo motorizado representa unos ahorros de más de 86.000 toneladas equivalentes de CO₂ y de aproximadamente 8 toneladas de material particulado emitidos a la atmósfera (Litman, 2014; Steer Davies Gleave, 2013; como se citan en Verma *et al.*, 2015).

B. Siniestralidad del tránsito como factor que afecta la movilidad en bicicleta en Bogotá

La Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que anualmente mueren en el mundo más de 1,24 millones de personas por causa de siniestros de tránsito (3.400 personas cada día) y aproximadamente 50 millones sufren lesiones importantes por este mismo fenómeno. La siniestralidad vial es uno de los más graves problemas de salud pública a nivel mundial y la principal causa de muerte en la población con edades comprendidas entre los 15 y 29 años, muy por encima de causas como el suicidio, el VIH/SIDA y el homicidio (World Health Organization, 2015).

Se estima que esta externalidad, causada principalmente por el transporte con vehículos de motor, repercute en la economía con entre el 1% y el 3% del PIB de cada país, además de todos los costos indirectos, relacionados con las ganancias que la sociedad deja de percibir con motivo de los fallecimientos y las incapacidades producidas (Organización de las Naciones Unidas, ONU, 2011). El mayor impacto de este problema se agrupa en los países de ingresos medios y bajos, pues allí se concentra el 90% de muertes, el 96% de los niños que mueren por estas causas y el 90% de los “años de vida ajustados por capacidad (AVAD)” relacionados con siniestros de tránsito, además de que las lesiones relacionadas con los hechos del tránsito representan entre el 30% y el 86% de todas las hospitalizaciones por traumatismo (Macías *et al.*, 2010).

Según la OMS, Colombia es uno de los 34 países de ingresos medios en el mundo donde la situación de la seguridad vial sigue desmejorando (mientras que en los otros 40 ha bajado el número de muertes por esta causa). De hecho, el 2015 se reportó como el año con mayor cantidad de víctimas fatales de los últimos 15 años, al presentar 6.884 fallecimientos por hechos del tránsito, un 7,5% más que en el 2014 y un 27% más que en el 2005. Además, 45.806 personas resultaron lesionadas por esta causa, lo cual implica un aumento de 3,7% con respecto a 2014 y 14,65% desde el 2005. Es decir, en Colombia cada vez son más las víctimas de siniestros de tránsito y sus lesiones son más graves, pues la tasa de mortalidad ha aumentado a tasas mayores que la de heridos.

El medio de transporte más afectado y con mayor tasa de crecimiento en los últimos años fue el de la motocicleta, pues los usuarios de moto o motocarro representaron el 47,36% de las muertes y el 54,92% de los heridos por estas causas. Después de ellos siguieron los peatones (26,57%) y los ciclistas, con un 5,53% de las muertes por siniestro de tránsito. Es decir, 381 colombianos perdieron la vida al estar usando su bicicleta durante el 2015, mientras que

2.631 más resultaron con lesiones por la misma causa. De esta manera, la proporción de fallecimientos de ciclistas por siniestro de tránsito con respecto al total es más alta en Colombia (5,53%) que en el promedio mundial (4% de las muertes) y que en América (3%) (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2016).

Como resultado, los ciudadanos perciben que el uso de la bicicleta como medio de transporte es inseguro, tanto desde el punto de vista de la criminalidad como de la seguridad vial. De hecho, uno de los principales obstáculos para el crecimiento más acelerado en los viajes en bicicleta en Bogotá es el relacionado con la seguridad e integridad al usar la bicicleta, tanto en términos de posibilidad de robo o atraco como en lo relacionado con la posibilidad de sufrir un siniestro de tránsito. Una encuesta aplicada a personas poseedoras de una bicicleta pero que nunca la utilizaban como medio de transporte, halló que los principales argumentos para ello era que las distancias que debían recorrer eran muy largas (46%) y que sentían que iban a sufrir de inseguridad (46%) al usar esta alternativa de transporte (Velandia, 2008).

Por su parte, el Centro de Investigación Espacio preguntó a los ciudadanos (usuarios y no usuarios) sobre los principales factores negativos de usar la bicicleta, encontrando que el 56% sentían temor de “ser atacados” (referente a agresiones por parte de delincuentes) y el 53% de “ser golpeados” (entendido principalmente como ser atropellados por un vehículo automotor), mientras que el 42% también encontraron como negativa la actitud de los carros contra los ciclistas. Es decir, tres de los cuatro principales factores negativos detectados se refieren a la sensación o percepción de inseguridad de usar una bicicleta en la ciudad (Espacio, 2014).

En este contexto, siendo la accidentalidad de tránsito en bicicleta la causante de tan altas cifras de mortalidad y morbilidad y, además, una de las principales razones que frenan el crecimiento del número de viajes no motorizados en la ciudad, esta investigación examinó las características de estos siniestros de tránsito, con el ánimo de buscar patrones que sugieran diseñar medidas que tiendan a reducir este problema y a mejorar las condiciones de seguridad vial de los ciclistas.

II. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio epidemiológico descriptivo usando información secundaria disponible y las bases de datos de los siniestros de tránsito entregadas

por la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá correspondientes a los Informes Policiales de Accidentes de Tránsito (IPAT) de los años 2015 y 2016. La información base se complementó con los datos provenientes de la Encuesta de Movilidad de Bogotá 2015 y anteriores, la información del Departamento Nacional de Estadística (DANE), la Secretaría Distrital de Planeación y otras fuentes relacionadas.

La selección de esta metodología se basó en su utilidad para buscar características de los siniestros de tránsito que involucraron personas en bicicleta y que produjeron fallecimientos, lesiones y daños materiales y realizar por lo tanto un análisis descriptivo de la situación, mas no es el alcance de este trabajo el aplicar herramientas estadísticas de estimación de la cantidad de siniestros esperada en una intersección o tramo vial, ni tampoco el evaluar medidas de intervención. Tal habría sido el caso de metodologías como la de Bayes empírica, que estima el número esperado de siniestros en un tramo vial o intersección a partir de los datos de frecuencia presentados en ese sitio y de otros sitios con características similares, usando para ello la Función de Desempeño de Seguridad Vial (Castro y Agüero-Valverde, 2015). Para aplicar ese método se requería información de número de carriles equivalentes, densidad en los accesos, volúmenes de tránsito por tramo, entre otros.

Para el caso de este estudio, no se aplicó esta metodología ni otros métodos de análisis estadístico con enfoque predictivo, como SPF o Vértices, por cuanto no se dispone de información confiable y detallada sobre temas como las características de la infraestructura existente (caracterización geométrica, tipos de acceso, carriles equivalentes y demás) ni de volúmenes de tránsito o densidad de accesos en cada intersección o tramo vial. La presente investigación se centró entonces en el análisis de los datos a *priori*, pero se recomienda realizar estudios en un futuro que apliquen metodologías predictivas para poder tener un análisis a *posteriori* y ganar precisión en los resultados para que las medidas de intervención tengan mejores relaciones de efectividad en función del costo. Estudios como el de Restrepo (2019) en intersecciones semaforizadas en Medellín, Castro y Agüero-Valverde (2015) para una vía en Costa Rica, y Pardillo (1995), pueden ser unos referentes en este aspecto, pero será importante analizar en detalle cómo se adaptan esas metodologías para el caso de los siniestros en bicicleta.

Para realizar el georeferenciamiento de los siniestros se encontraron las coordenadas (latitud y longitud) de la dirección informada mediante un algoritmo de búsqueda y completando y corrigiendo coordenadas con búsquedas manuales usando *OpenStreetMap*. Con estas coordenadas se realizó la georreferenciación usando el software QGIS, utilizando estos dos servicios de

mapeo por conveniencia y alcances de los usos de cada uno.

Para la generación de mapas de calor se usó la metodología de “siniestros equivalentes”, la cual se utiliza para comparar distintas severidades de siniestro vial, ponderándolos en función de su gravedad (CDM Smith consultores, 2013). Sin embargo, a nivel internacional diferentes estudios o metodologías muestran valores muy distintos entre eventos de tránsito que implican fatalidades, heridos graves y heridos leves (Castro y Agüero-Valverde, 2015). En Gran Bretaña (Department of Transport, 2012) se usaron valores de 926, 107 y 11, respectivamente, mientras que en Pensilvania, USA (Pennsylvania Department of Transportation, 2012) los valores eran de 2.155, 471 y 3. En Nueva Zelanda (Ministry of Transport, 2013) se aplicaron equivalencias de 1.612, 168 y 10, mientras que en Chile se usaron equivalencias de 34 y 11, siendo estos valores relativos a siniestros con heridos leves y no a siniestros de solo daños materiales. Teniendo en cuenta estas disparidades, se asumen para este estudio los valores definidos por el desaparecido Fondo de Prevención Vial, que estableció una ponderación que da mayor peso a los siniestros en función de la gravedad, según la fórmula de la Ecuación 1.

$$SE = (1,5 * \text{Número de lesionados}) + (12 * \text{Número de fallecidos}) \quad (1)$$

Sin embargo, también en algunos mapas de calor se usaron los puntos de todos los siniestros sin ponderar, de tal manera que aparecieron incluso aquellos eventos que generaron “solo daños”.

Los mapas de calor se usaron puesto que los datos de georreferenciación de los siniestros son adimensionales (poseen localización pero no ocupan un área) y suelen estar aislados entre ellos. Como sucede con otras mediciones estadísticas, los datos individuales no son interpretables, haciendo necesario usar un método de agrupamiento. En este artículo optamos por usar mapas de calor (i.e. el valor en cada punto a graficar resulta de una función de interpolación basada en la evaluación en el punto de la sumatoria de los *kernels* gaussianos de soporte finito). Esto genera una superficie continua y suave sobre el mapa con valores altos (calientes) en los sitios de concentración de siniestros y bajos (fríos) en los sitios alejados de donde ocurren o donde ocurren muy poco. La media de cada función Gaussiana coincide con las coordenadas del siniestro y la magnitud en el origen está definida por la Ecuación 1.

Para generar el mapa de calor fue necesario también definir la varianza de las funciones Gaussianas, es decir, determinar qué tan rápido decaen cuando se alejan de la media. Una varianza cercana o igual a cero resulta en puntos aislados

mientras que una varianza muy alta resulta en una única mancha demasiado homogénea para ser analizada. Para escoger la varianza se generaron mapas de calor partiendo de un valor de varianza cercano a cero que se aumentaba paulatinamente hasta tener zonas de alta concentración de siniestros y cuyo tamaño las hacía apropiadas para una inspección de seguridad vial.

Una vez generados los mapas de georreferenciación de los siniestros y los mapas de calor, se aplicaron algunos de los lineamientos de la metodología de *Tramos de Concentración de Accidentes* (García *et al.*, 2012) para definir los cuatro sectores o tramos viales con situaciones críticas de accidentalidad. Esos cuatro tramos fueron analizados en mayor detalle y se realizó una visita de inspección a cada uno de ellos, usando componentes de los análisis de Auditorías de Seguridad Vial (Mendoza *et al.*, 2009), buscando detectar posibles elementos de riesgo o hipótesis sobre las causas generadoras de siniestro.

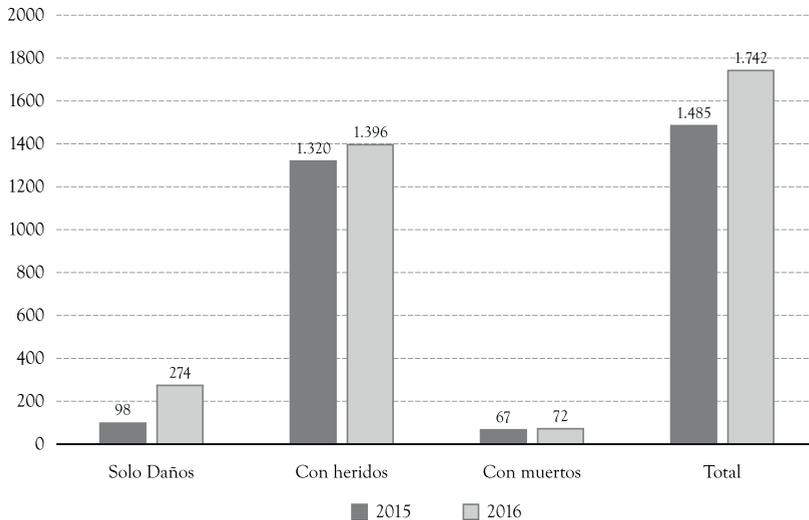
Para la elaboración de la tabla de tasas de viajes y siniestros en función de la población por localidad se realizó un cálculo ponderado de crecimiento de número de viajes por localidad, dado que no se hallaron datos confiables para 2015 o 2016. Es decir, a partir del valor de viajes por localidad para el 2011 y conociendo la tasa de crecimiento de viajes totales en bicicleta para la ciudad (33,4% entre 2011 y 2015), se supuso un crecimiento uniforme en los viajes de cada localidad para hallar los viajes en 2016. Los datos de heridos en 2015 y 2016 corresponden a la suma de “heridos valorados” y “heridos hospitalizados” de las bases de datos.

III. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA SINIESTRALIDAD, 2015-2016

A. Análisis estadístico

La siniestralidad de tránsito que involucra ciclistas se incrementó durante los años 2015 y 2016. Mientras que en el año 2012 se reportaron 33 personas fallecidas y 231 lesionadas (Cámara de Comercio de Bogotá, 2016), en 2015 se encontraron registros de 1.485 accidentes, con 67 muertos (64 de ellos ciclistas, 2 motociclistas y 2 peatones), 1.629 heridos y 98 casos de “solo daños” (Gráfico 1).

GRÁFICO 1

Siniestros que involucran ciclistas por gravedad del hecho, 2015–2016

Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad, Informe Policial de Accidente de Tránsito – IPAT.

En 2016 se incrementaron todos los casos, pues se registraron 1.742 siniestros, con 72 muertos, 1.396 casos con heridos y se reportaron 274 casos de solo daños, como se aprecia en el Gráfico 1. De los accidentes de 2015, 1.378 fueron choques (bicicleta contra vehículo o contra objeto fijo), 89 atropellos (bicicleta contra peatón), 15 volcamientos, 2 caídas del ocupante y 1 sin clasificar. En 2016 el evento que más creció fue el de los choques, al llegar a 1.634 (un incremento del 18,6%).

Con respecto al perfil de los ciclistas fallecidos, se encontró que en el 2015 murieron 5 mujeres (7,8%), 54 hombres (84,4%) y en 5 casos no fue registrado el género. El promedio de edad de las 5 mujeres fue de 29 años, en tanto que el de los hombres fue de 34 años. Para el año 2016 esa diferencia en el rango de edades se acentuó bastante, pues para los hombres se situó por encima de los 40 años y para las mujeres estuvo por debajo de los 22 años. En el Cuadro 1 se presenta un resumen de los casos de ciclistas muertos y heridos en el periodo, clasificados por género y gravedad de la lesión.

CUADRO 1

Ciclistas muertos y heridos, según género y gravedad de la lesión, 2015–2016

	Muertos 2015	Muertos 2016	Heridos valorados 2015	Heridos valorados 2016	Heridos hospitalizados 2015	Heridos hospitalizados 2016
Mujeres	5	6	171	183	20	10
Hombres	54	56	865	910	132	97
No especificado	5	1	16	19	3	1
TOTAL	64	63	1.052	1.112	155	108

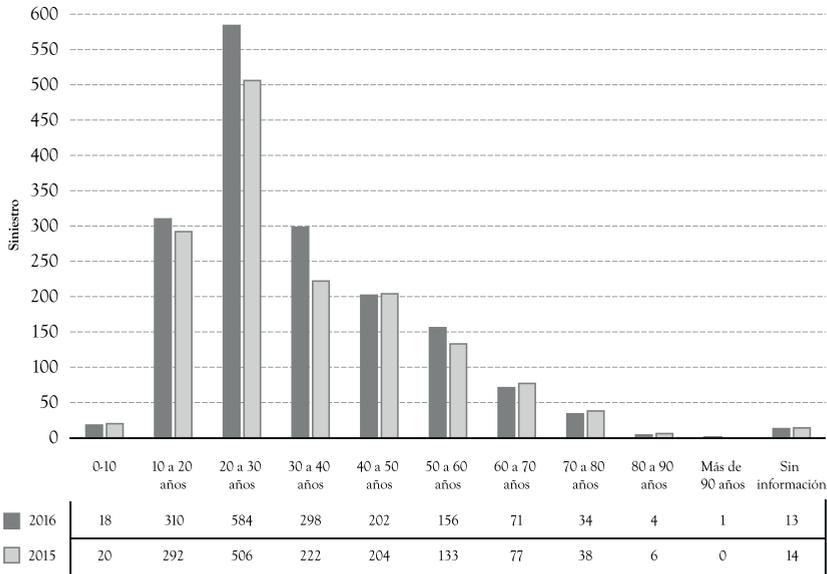
Fuente: SDM, Informe Policial de Accidente de Tránsito - IPAT.

En el Gráfico 2 se aprecia que la edad principal de los ciclistas involucrados en los eventos está en el rango de 20 a 30 años, seguido de los rangos de 10 a 20 y de 30 a 40 años, siendo además estos tres rangos de edad en donde mayor crecimiento de casos se presentó entre el 2015 y el 2016.

Por otra parte, Bogotá está desagregada en 20 localidades o entidades territoriales con algunas funciones administrativas independientes, de las cuales 19 son urbanas y 1 rural. Al desagregar los siniestros que involucran muertos por cada localidad de la ciudad, se encontró que el crecimiento principalmente se concentró en las localidades de Bosa (100%), Engativá (71,4%), Kennedy (42,8%) y Suba (33,3%). Solo estas 4 localidades presentaron 17 nuevos casos de fallecimientos por esta causa y 44 casos en total, concentrándose allí el 61% de los fallecimientos totales en la ciudad. En contraposición, algunas localidades presentaron reducción en cantidad de muertes, tales como Puente Aranda (4 casos, para un 66,6%), Rafael Uribe Uribe (5 casos, 83%), Ciudad Bolívar, Los Mártires y Fontibón (con 2 casos cada una) y Tunjuelito, Chapinero y San Cristóbal (con 1 caso) (Cuadro 2).

¹ Se encontró una inconsistencia en el informe de muertes en la base de datos de 2016, pues se registran 72 personas muertas totales (incluye ciclistas, motociclistas y peatones) pero hay 5 siniestros con muertos cuyos datos de víctimas no son registradas. Por eso, aunque se encuentran menos ciclistas muertos en 2016 (63) que en 2015 (64), es muy posible que esa cifra sea mayor.

GRÁFICO 2
Ciclistas involucrados en siniestros por edad, 2015-2016



Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad, Informe Policial de Accidente de Tránsito - IPAT.

Al realizar un análisis comparativo de tasas de siniestralidad en función de i) La cantidad de personas en la localidad; y, ii) la cantidad de viajes realizados por localidad, se hallaron valores altos de tasa de heridos en localidades como Puente Aranda, Chapinero y Teusaquillo, tal como se aprecia en el Cuadro 2. En un análisis similar para el número de muertos se hallaron altas tasas en las localidades de La Candelaria, Antonio Nariño, Puente Aranda y Chapinero. Sin embargo, esta interpretación tiene la salvedad de que varias de estas localidades son importantes zonas de paso de ciclistas y no necesariamente grandes generadoras de viaje, aspecto que puede influir en que varias de las localidades más pequeñas y ubicadas al oriente de la ciudad tengan altas tasas de heridos y muertos.

CUADRO 2
Tasas de muertos y heridos en función de población y número de viajes por localidad, 2016

Localidad	Población Total	# Viajes 2011	# Viajes 2015 (calc.)	# Viajes / 100000 Hab	# Heridos	# Heridos / 100mil Hab	# Heridos / 1000 viajes	#Muertos	# Muertos / Millón Hab	# Muertos / 100mil viajes
USAQUÉN	472.908	15825	21119	45	72	15	3	1	2	5
CHAPINERO	126.951	1370	1828	14	38	30	21	1	8	55
SANTA FE	96.534	1148	1532	16	17	18	11	0	0	0
SAN CRISTÓBAL	396.383	8609	11489	29	22	6	2	1	3	9
USME	337.152	4915	6559	19	12	4	2	2	6	30
TUNJUELITO	189.522	15178	20255	107	29	15	1	4	21	20
BOSA	709.039	67077	89515	126	112	16	1	12	17	13
KENNEDY	1.187.315	92570	123536	104	228	19	2	9	8	7
FONTIBÓN	403.519	31269	41729	103	86	21	2	3	7	7
ENGATIVÁ	873.243	64500	86076	99	186	21	2	12	14	14
SUBA	1.250.734	73397	97949	78	138	11	1	8	6	8
BARRIO UNIDOS	263.883	7261	9690	37	43	16	4	0	0	0
TEUSAQUILLO	140.767	2268	3027	22	36	26	12	1	7	33
LOS MÁRTIRES	94.130	4204	5610	60	22	23	4	0	0	0

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDM, Informe Policial de Accidente de Tránsito - IPAT, Encuesta de Movilidad.

CUADRO 2 (Continuación)
Tasas de muertos y heridos en función de población y número de viajes por localidad, 2016

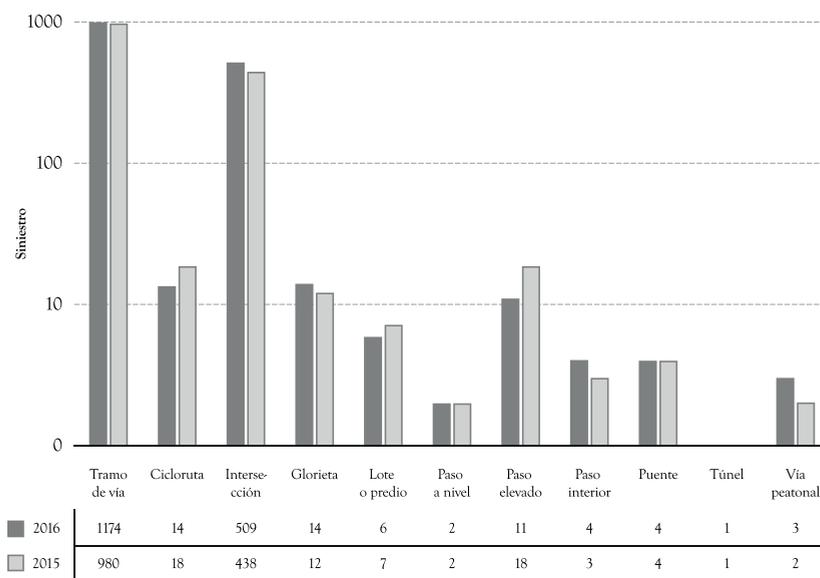
Localidad	Población Total	# Viajes 2011	# Viajes 2015 (calc.)	# Viajes / 100000 Hab	# Heridos	# Heridos / 100mil Hab	# Heridos / 1000 viajes	#Muertos	# Muertos / Millón Hab	# Muertos / 100mil viajes
ANTONI NARINO	109.277	2133	2847	26	24	22	8	2	18	70
PUENTE ARANDA	225.220	2203	2940	13	73	32	25	2	9	68
LA CANDELARIA	22.633	494	669	30	1	4	1	1	44	149
RAFAEL URIBE URIBE	353.761	11121	14841	42	32	9	2	0	0	0
CIUDA BOLÍVAR	719.700	25593	34154	47	52	7	2	4	6	12
SUMAPAZ	7.330									
TOTAL BOGOTÁ	7.980.001	431135	575365	72	1223	15	2	63	8	11

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDM, Informe Policial de Accidente de Tránsito – IPAT, Encuesta de Movilidad.

En lo referente a las características de ocurrencia del siniestro, se encontró que cerca del 67% de los eventos registrados ocurren en un tramo intermedio de la vía (1.174 casos para el 2016), el 29% en la intersección y el restante 4% se presenta en otros lugares, tales como las ciclo rutas, glorietas, puentes, pasos elevados y demás (Gráfico 3).

GRÁFICO 3

Lugar del espacio público donde ocurrió el siniestro, 2015–2016



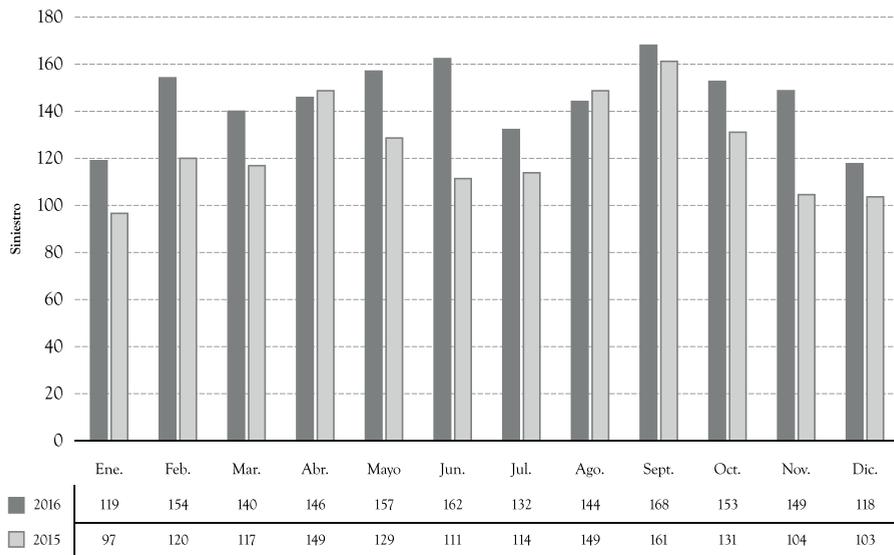
Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad, Informe Policial de Accidente de Tránsito - IPAT.

Los días de la semana en los que más se presentan siniestros de tránsito que involucran bicicletas son los martes (280) y los jueves (283), aunque con números muy similares a los lunes, miércoles y viernes. En el 2016 se presentaron además 217 siniestros los sábados y 161 los domingos. Por meses del año, es en septiembre, junio, mayo, febrero y octubre cuando ocurre mayor cantidad de siniestros, mientras que en enero y diciembre cuando menos eventos de tránsito con ciclistas se presentan. Salvo los meses de abril y agosto, en todos los meses de 2016 se presentaron incrementos en la cantidad de siniestros con respecto al año 2015 (Gráfico 4).

Con respecto a las horas de ocurrencia de los siniestros se encontró que el mayor pico estuvo a las 8:00 a.m., seguido de la franja entre 5:00 y 6:00 p.m. Al comparar las gráficas de 2015 y 2016 se aprecia que la cantidad de accidentes aumentó, especialmente entre las 6:30 y las 8:00 a.m., y en la franja de la tarde, entre la 1:00 y las 9:00 p.m (Gráfico 5).

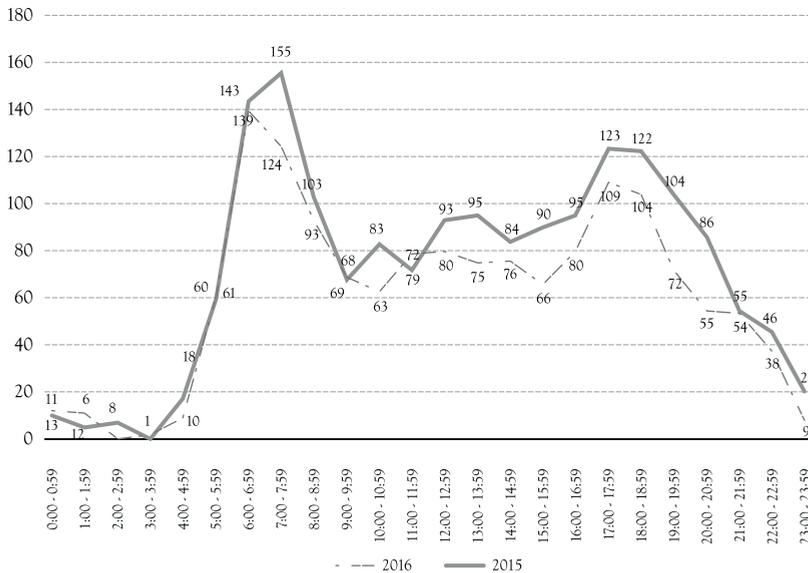
Una característica muy llamativa de los siniestros de tránsito que involucraron muertes, es que se encuentra un alto porcentaje de uso de elementos de protección como el casco y el chaleco reflector. En efecto, de los 120 fallecimientos reportados en 2015 y 2016 con información al respecto, se encuentra que en sólo el 8,33% (10 personas) no llevaban casco protector y el 18,7% no llevaba chaleco reflector. Aunque el estudio no arroja información suficiente para deducir por qué ocurre este hecho, en ambos años se encuentra amplia evidencia de que hay una alta correlación entre que el ciclista involucrado en un siniestro de tránsito lleve la indumentaria de protección y que el resultado de ese hecho sea el fallecimiento de la víctima.

GRÁFICO 4
Siniestros con ciclistas por mes del año, 2015-2016



Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad, Informe Policial de Accidente de Tránsito - IPAT.

GRÁFICO 5
Siniestros con ciclistas por hora del día, 2015–2016



Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad, Informe Policial de Accidente de Tránsito - IPAT.

B. Análisis georreferenciado

Después de corregidos los datos de ubicación y obtenidas las coordenadas correspondientes, se encuentran los mapas de calor de la siniestralidad de tránsito con ciclistas involucrados. Con este análisis se buscaron algunos puntos o zonas donde se presentan los principales problemas, para concentrar en estos sectores un análisis más detallado de las características del tránsito que pueden estar afectándolos. Se encontró una alta concentración de accidentes principalmente en ocho tramos viales:

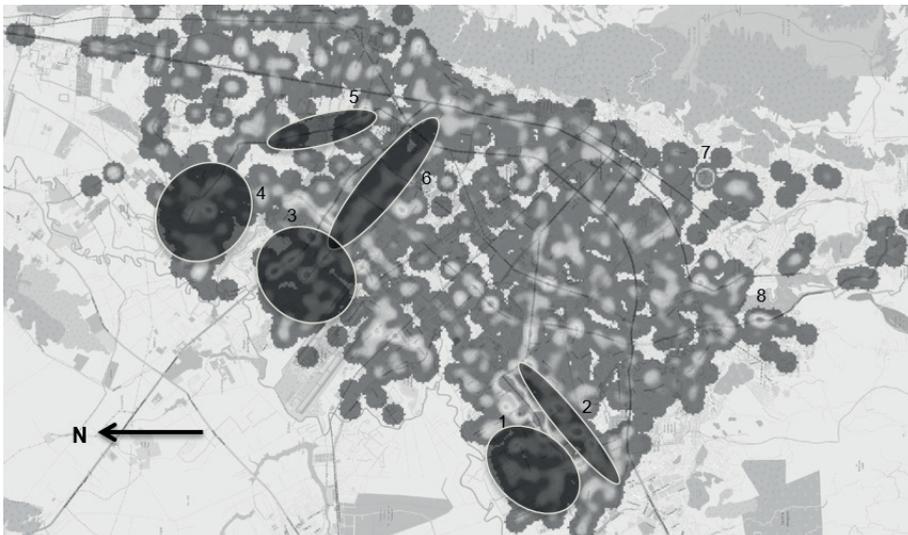
1. Avenida Ciudad de Cali, sector Patio Bonito y Tintalito, entre la Av. de Las Américas y la Trv. 79D
2. Avenida Agoberto Mejía, en el sector de Corabastos entre Av. Américas y Av. 1 de Mayo
3. Calle 80, entre la Avenida Ciudad de Cali y la salida de Bogotá

4. Avenida Suba, al occidente de la Avenida Ciudad de Cali
5. Avenida Suba con NQS
6. Calle 72, desde la NQS hasta límites occidentales de la ciudad
7. Av. 1° de Mayo, entre Kra 1 y Kra 1 Este
8. Avenida Boyacá hacia la Calle 70 Sur, sector del Barrio Lucero

El sector con mayor frecuencia de siniestralidad en bicicleta fue el occidental, lo cual coincide con una mayor cantidad de viajes diarios realizados por ciclistas en la ciudad (Mapa 1). Asimismo el corredor tuvo la mayor concentración de siniestros de tránsito con bicicletas involucradas, y fue donde más ciclistas circularon, pues en este corredor se realizan aproximadamente 40.000 viajes al día (Alfonso, 2005). Pero también en el sector occidental de la ciudad se encuentra una menor cantidad y calidad de ciclo infraestructura en relación con los viajes diarios, pues en sectores como los de la Zona Industrial y un corredor de alta velocidad y presencia de transporte de carga como el de la Calle 13 (vía de ingreso y flujo de camiones en Bogotá) existen insuficiencia en la cantidad de corredores para ciclistas.

MAPA 1

Georreferenciación de los siniestros con ciclistas, 2016



Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDM, Informe Policial de Accidente de Tránsito - IPAT.

Al hacer el análisis georreferenciado de estos hechos en función del tipo de vehículo con el que ocurrió el siniestro, se encuentra que el choque contra automóvil (Mapa 2, panel A) presenta una distribución menos concentrada o más dispersa a lo largo de la ciudad, manteniendo las zonas de Patio Bonito, Calle 80 y Suba como zonas de mayor siniestralidad, pero incorporando zonas como Engativá (1), Avenida Boyacá hacia la Calle 13 (2), Avenida Caracas entre el Centro y Chapinero (3) y la Autopista Norte (4). En el caso de choque contra motocicleta (Mapa 2, panel B), la concentración de hechos en la zona de Patio Bonito (1) es aún más alta que en los otros modos, en tanto que se encuentran otros sectores con inseguridad vial en la Avenida Cali entre calles 63 y Avenida Suba (2), en el punto de la Kra. 50 con Avenida de Las Américas en el sector de Puente Aranda (3) y en la zona del barrio El Tunal (4).

MAPA 2
Siniestros con ciclistas, 2016

Panel A: automóviles

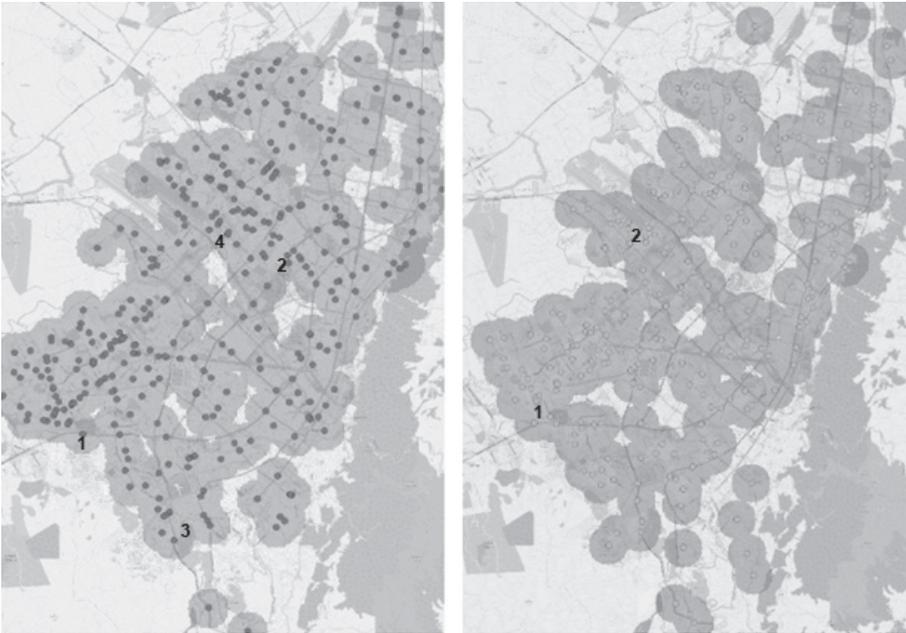


Panel B: motocicletas



Panel C: buses y busetas

Panel D: camiones



Notas: Panel A: (1) Engativá; (2) Avenida Boyacá hacia la Calle 13; (3) Avenida Caracas entre el Centro y Chapinero; (4) Autopista Norte. Panel B: (1) Patio Bonito; (2) Avenida Cali entre calles 63 y Avenida Suba; (3) Avenida de Las Américas en el sector de Puente Aranda; (4) El Tunal. Panel C: (2) corredor de la Calle 72 al occidente de la NQS; (3) Avenida Boyacá hacia la salida al Llano; (4) Calles 80 y 68. Panel D: (2) Fontibón y Engativá.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SDM - IPAT.

Al revisar la georreferenciación de siniestros con vehículos de gran tamaño (en su mayoría correspondientes al transporte público de carga y pasajeros) se encuentra una mayor concentración de accidentes en la periferia de la ciudad, con muy baja presencia en las zonas sur y oriental. Nuevamente ambos tipos de vehículo presentan alta siniestralidad en las zonas de Patio Bonito y, en menor medida, en Suba, mientras que en ambas modalidades se encuentra la particularidad de presentar altos puntos de siniestralidad en la Kra 80 hacia la entrada a los barrios Bosa y Ciudad Verde (1). En el caso de los buses (Mapa 2, panel C) también se encuentran particulares zonas de siniestralidad en el corredor de la Calle 72 al occidente de la NQS (2), en la Avenida Boyacá hacia

la salida al Llano (3) y en las calles 80 y 68 (4). En el caso de la carga (Mapa 2, panel D) se encuentra otra zona de alta accidentalidad, correspondiente a los sectores de Fontibón y Engativá, a cada lado del Aeropuerto El Dorado (2).

C. Selección de área e inspección técnica

Se seleccionaron tres áreas con alta concentración de incidentes: Patio Bonito-Tintalito, Avenida Suba y Avenida 1° de Mayo. En esta última se inspeccionó la seguridad vial porque tuvo una concentración muy alta de incidentes en un tramo corto de la carretera (200 mts). Tras la inspección al sector se encontró que la circulación de bicicletas era muy baja, que no existen intersecciones peligrosas y que las posibilidades de interacción entre ciclistas y transporte público son bastante bajas, por lo cual se consideró que no hubo riesgos evidentes que corresponderían a una concentración de incidentes tan alta. Las direcciones se verificaron individualmente usando dos servicios de mapeo (e.g. *Open Street Maps* y *Google Maps*). Se estableció que el servicio de georreferenciación estaba concentrando incorrectamente las direcciones de incidentes en este lugar. Debido a esto, las auditorías de seguridad solo se realizaron en las dos primeras áreas.

1. Sector Abastos-Patio Bonito

Características: concentración de viajes y siniestros de tránsito en dos corredores principales. Segmentos de vía con los más altos niveles de viajes / hora de la ciudad.

Factores de riesgo: muy alta concentración de bicicletas que interactúan con el tráfico motorizado; insuficiencia de carriles y espacios de cruce para ciclistas; interacción permanente con “bici-taxis” (vehículos con carrocería adaptada para transportar pasajeros, que muchas veces tiene motores adaptados) que circulan a alta velocidad en los bici-carriles; los vehículos de motor no dan prioridad a las bicicletas en las intersecciones y giros a la derecha; carriles para bicicletas desconectados, y señales deficientes o inexistentes en algunos tramos (Gráfico 6).

GRÁFICO 6
Inspección del sector Abastos-Patio Bonito



Fuente: elaboración propia

2. Sector Suba

Características: solo 5,6 km (52%) de la Avenida Suba (casi la única avenida de acceso a este sector) tiene carriles para bicicleta. La topografía es muy montañosa, lo cual limita el número de viajes en bicicleta.

Factores de riesgo: alta concentración de bicicletas que interactúan con el tráfico motorizado en un área donde los bici-carriles cambian constantemente de lado de la avenida; el terreno montañoso agrega un riesgo adicional debido a la alta velocidad de los vehículos motorizados y en algunos casos de la bicicleta; infraestructura con muy poca prelación para el ciclista, señalización casi inexistente en muchos tramos, pasos angostos sin espacio exclusivo (Gráfico 7).

GRÁFICO 7
Inspección del sector Suba



Fuente: elaboración propia.

IV. CONCLUSIONES

El análisis de las estadísticas muestra que la siniestralidad de tránsito que involucra ciclistas en Bogotá se incrementó durante los años 2015 y 2016, al pasar de 33 personas fallecidas y 231 lesionadas en el año 2012 a 64 fallecidos y 1.629 heridos en 2015 y 72 muertos y 1.396 casos con heridos en 2016, lo cual implica un crecimiento promedio anual cercano al 21% en fallecimientos y del 60% en heridos, revertiendo la tendencia de decrecimiento que se había presentado en el período 2003–2013. Los siniestros con ciclistas fallecidos involucran principalmente a hombres (entre 84 y 89%), con un promedio de edad para las mujeres fallecidas de 22 años y para hombres de 40 años en 2016. La edad principal de los ciclistas involucrados en los eventos está en el rango de 20 a 30 años, seguido de los rangos de 10 a 20 y de 30 a 40 años, siendo también estos segmentos los que mayor crecimiento presentaron entre 2015 y 2016.

Las inspecciones encontraron como posibles factores de riesgo los giros a la derecha mal señalizados o no respetados por los conductores de vehículos motorizados, la presencia de bicitaxis con motor, la inadecuada o nula conexión o señalización de la ciclo ruta y los conflictos en la interacción con el transporte público de carga y pasajeros.

En el sector visitado en Patio Bonito se encuentra una muy alta concentración de viajes y siniestros de tránsito en dos corredores principales que interactúan con el tráfico motorizado, convivencia en los corredores con bici-taxis, inadecuado comportamiento de conductores de vehículos motorizados para dar prioridad en giros a la derecha e inadecuada conectividad en la infraestructura y mala señalización en los cruces, como posibles elementos generadores de riesgo de siniestro. En la zona de Suba se encuentra una reducida existencia de infraestructura segregada, donde el principal corredor de acceso solo cuenta con 5,6 km de carriles para bicicleta. Ello, sumado a la topografía montañosa del sector y la interacción constante con tráfico motorizado que circula a alta velocidad, fueron detectados como los principales causantes de riesgo en las zonas analizadas.

V. DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES

La combinación de análisis estadístico, demográfico, georreferenciado y mediante visitas de campo arroja resultados interesantes para comprender los fenómenos que están generando la siniestralidad de tránsito en bicicleta y para

definir cuáles pueden ser las mejores estrategias de mitigación de riesgo en cada caso.

Los resultados mostrarían la necesidad de que la política pública se encamine a brindar mejores condiciones de circulación en las zonas que, en general, corresponden a los ciudadanos de menores ingresos económicos, pues es allí donde se concentra la gran mayoría de los viajes diarios y, a su vez, donde más complicaciones del tránsito se presentan para los ciclistas. Mediante este tipo de análisis, los esfuerzos del Estado se pueden concentrar en puntos, corredores y zonas específicas, de tal manera que la inversión de recursos públicos en estos temas sea muy eficiente y enfocada.

La realización de esta investigación se enfrentó con algunas deficiencias en la calidad y accesibilidad de la información disponible en el Informe Policial de Accidentes de Tránsito – IPAT. Algunos de ellos son la poca precisión de la ubicación del siniestro, la inexistente relación entre el tipo de usuario afectado y el siniestro (por ejemplo, para realizar análisis de siniestralidad dependiendo del nivel socioeconómico del afectado) y la alta presencia de casos en que no se reporta una causa probable o no hay elementos claros para realizar un análisis de causalidad. También encontramos que existe un subregistro muy alto de incidentes de baja gravedad que involucran bicicletas, es decir, aquellos con lesiones menores o solo daños materiales. En este sentido, sugerimos:

- Mejorar y automatizar la recopilación de datos geográficos por parte de la Policía de Tránsito. Esto podría hacerse registrando digitalmente las coordenadas usando un teléfono inteligente equipado con un GPS o un dispositivo de navegación GPS.
- Auditar rutinariamente la calidad de los datos cargados en la base de datos, ya que se encontraron inconsistencias de registro fácilmente identificables.
- Establecer un protocolo, posiblemente aleatorio, en el cual se realicen análisis de causalidad *in situ*. Es decir, que en algunos casos (si no se cuentan con suficientes recursos técnicos y humanos para realizarlo en la totalidad) se despliegue un protocolo que permita conocer más a fondo las causas reales de los siniestros, con acciones como entrevistas, reconstrucción del hecho, simulación computarizada del evento, entre otros.
- Liberar los datos y facilitar su disponibilidad al público mediante los servicios web. Para el presente artículo, los datos tuvieron que ser solicitados personalmente en la Secretaría Distrital de Movilidad y se realizó una extensa limpieza de datos y procesamiento posterior.

En cuanto al análisis de los siniestros, los resultados permiten recomendar la concentración de esfuerzos y recursos de seguridad en las áreas y corredores con una mayor concentración de incidentes, lo cual podría dar como resultado un mayor impacto en la reducción de muertes y lesiones. De manera específica para las autoridades locales se formulan las siguientes recomendaciones:

- Priorizar las áreas de Patio Bonito, Tintalito y Bosa, donde se concentra la mayor cantidad de accidentes.
- Ampliar y mejorar los bici-carriles actuales (que hoy están sobre la acera) a lo largo de la Avenida Ciudad de Cali, especialmente entre la Avenida Américas y Autopista Sur. Además, se deben implementar carriles para bicicletas en el nivel de la calle para mejorar la seguridad de los ciclistas en las intersecciones.
- Mejorar las condiciones de cicloinfraestructura de sectores como Suba, que actualmente se encuentran con pocas o nulas opciones de hacer viajes en condiciones seguras.
- Adecuar la infraestructura de corredores bici para que reduzca la posibilidad de caída por piso liso, pues en condiciones de lluvia o humedad el riesgo de derrapamiento para vehículos como la bicicleta o la motocicleta es bastante alto y puede generar siniestros graves. Esto es especialmente importante en las localidades de mayores niveles de lluvia, tales como las que se ubican en la zona oriental de la ciudad.
- Cambiar el enfoque actual de las campañas de seguridad en bicicleta. En lugar de centrarse en el uso de equipo de seguridad por parte de los ciclistas (especialmente los cascos), enfocarse en el cuidado personal y la protección de los peatones, a través de la reducción de velocidad.
- Promover una mejor conciencia del conductor hacia los ciclistas y peatones con énfasis en los conductores de motocicletas y el transporte público de carga y pasajeros.
- Aumentar la cantidad de dispositivos para calmar el tráfico, como los reductores de velocidad cerca y en las intersecciones con los carriles para bicicletas, especialmente en los giros a la derecha.

En cuanto a la metodología seguida en la investigación, se concluye que sería conveniente aplicar análisis complementarios, tales como los de análisis estadístico con enfoque predictivo, combinando la información presentada en este estudio con datos de infraestructura, con información complementaria de los siniestros obtenida por otros métodos (i.e. aplicaciones móviles, grupos

focales con involucrados, entrevistas con agentes de tránsito o cuerpos de emergencia), así como ampliar el período de observación. El uso de sistemas de georreferenciación ha sido valioso, aunque puede profundizarse más. La aplicación de la fórmula de siniestros equivalentes establecida por el Fondo de Prevención Vial permite visualizar mejor la situación resultante, combinada, de diferentes tramos viales, aunque sería más valiosa en caso de aplicar auditorías de seguridad vial más completas y puntuales por cada sector.

REFERENCIAS

- Alfonso, Carlos (2005), "Evaluación operativa de la actual red de ciclorrutas de Bogotá DC", *Tekhné*, No. 4.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (2014), *Los desafíos urbanos en América Latina y el Caribe*. Washington D.C.: BID.
- BID (2015), *Ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe*. Washington D.C.: BID.
- Cámara de Comercio de Bogotá (2016), Observatorio de Movilidad, Reporte Anual de Movilidad 2015. Bogotá: CCB.
- Castro, Esteban y Agüero-Valverde, Jonathan (2015), "Aplicación del Método de Bayes empírico en análisis de seguridad vial: El caso de la Ruta 32 en Costa Rica", *Ingeniería* Vol. 25, No. 1 DOI: 10.15517/ri.v25i1.17304
- CDM Smith consultores (2013), Plan de Seguridad Vial de Palmira, Valle del Cauca. Recuperado el 6 de Abril de 2017, de página web Alcaldía de Palmira: <https://www.palmira.gov.co/attachments/article/868/2.%20PLSV%20Entregable%202- Palmira-Ver%203%20final%20aj.pdf>
- Department for Transport (2012), *Reported road casualties in Great Britain: 2011 annual report*. Londres: Department for Transport.
- Despacio (2014), *Conocer para promover la bicicleta*, Bogotá. Bogotá: Despacio.
- García, Rene., Delgado, Domingo., Díaz, Eduardo., y García, Rene (2012), "Characterization of vehicular accidents and analysis of causes in the providence of Villa Clara, Cuba", *Dyna*, Vol. 79, No. 175.
- Inrix (2017), *INRIX Global Traffic Scorecard*. Inrix.
- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (2016), Informe FORENSIS 2015, Comportamiento de muertes y lesiones por accidente de transporte. Bogotá: INMLCF.
- Jensen, Joe (2017), *The role of ciclocolectivos in realising long term cycling planning in Bogotá*. Bogotá: Fundación Despacio.

- Litman, Todd (2014), *Evaluating active transport benefits and costs. Guide to valuing walking and cycling improvements and encouragements programs*. Recuperado el 28 de agosto de 2019, del sitio web del Victoria Transport Policy Institute: <https://www.vtpi.org/nmt-tdm.pdf>.
- Macías, Guillermo., Almeida, Naomar., y Alazraqui, Marcio (2010), "Análisis de las muertes por accidentes de tránsito en el municipio de Lanús, Argentina, 1998-2004", *Salud Colectiva*, No. 6.
- Mendoza, Alberto., Abarca, Emilio., y Centeno, Agustín (2009), "Auditorías de seguridad vial de carreteras en operación", *RIIT*, Vol. 10, No. 2.
- Ministry of Transport, transport.govt.nz (2013), *Road crash statistics*. Recuperado de <https://www.transport.govt.nz/mot-resources/road-safety-resources/roadcrashstatistics/>
- Mora, Juan David (2010), *Manual de Políticas Amables con La Bicicleta*. Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2011), *Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial*. Washington D.C.: ONU.
- Pardillo, José (1995), *Desarrollo de una metodología de planificación y evaluación de actuaciones de mejora de la seguridad en la circulación con aplicación de las técnicas de análisis estadístico bayesiano*. Disertación doctoral no publicada, Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Pardo, Carlos Felipe., y Quiñónez, Lina Marcela (2018), "Caracterización del uso de la bicicleta como modo de transporte urbano en Cartagena con información de aplicaciones tecnológicas móviles", *Economía & Región*, Vol. 12, No. 2.
- Pennsylvania Department of Transportation (2012), *Pennsylvania crash facts & statistics*. Harrisburg, PA: PDOT.
- Restrepo, Basilio (2019), *Aproximación a modelos de seguridad vial en intersecciones semaforizadas de Medellín*. Tesis de Maestría Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Consultada en: <http://bdigital.unal.edu.co/71184/1/1035831424.2018.pdf>
- Sagaris, Lake y Landon, Paulette (2017), "Autopistas, ciudadanía y democratización: la Costanera Norte y el Acceso Sur, Santiago de Chile (1997-2007)", *EURE (Santiago)*, Vol. 43, No. 128.
- Secretaría Distrital de Movilidad (2016), *Encuesta de Movilidad de Bogotá 2015*. Bogotá: Secretaría Distrital de Movilidad.
- Secretaría Distrital de Movilidad (2017), *Sondeo revela preferencias de bicisuarios en Bogotá*. [Disponible en <http://www.movilidadbogota.gov.co/web/node/2035>].

- Steer Davies Gleave (2013), *Formulación y estructuración de un plan estratégico para promover el uso de la bicicleta como medio de transporte cotidiano en grupos: informe poblacional específico*. Bogotá.
- Urazán, Carlos Felipe., Velandia, Edder Alexander., y Prieto, Germán Alfonso (2015), "La ventaja de la motocicleta en su velocidad media de recorrido", *Épsilon*, No. 24.
- Velandia, Edder Alexander (2008), "La movilidad en bicicleta como respuesta a la insostenibilidad del sector transporte. Realidad y desafíos en Bogotá", *Épsilon*, No. 40.
- Verma, Philip., López, José Segundo., y Pardo, Carlos Felipe (2015), *Bicycle Account Bogotá 2014*. Bogotá: Fundación Despacio.
- Victoria Transport Policy Institute (2017), *Generated Traffic and Induced Travel, Implications for Transport Planning*. Victoria, Canadá: VTPI.
- World Health Organization (WHO) (2015), *Global status report on road safety 2015*. París: WHO.