

ANÁLISIS DE LAS FATALIDADES POR ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN COLOMBIA ACONTECIDOS EN EL PERIODO 2011-2015

ANALYSIS OF FATALITIES FOR CRASH ACCIDENTS IN COLOMBIA BETWEEN 2011-2015.

WILSON ARIAS ROJAS
SAIETH BAUDILIO CHAVES PABON

Resumen

Haciendo un análisis estadístico, este artículo muestra cómo se han aumentado las fatalidades por accidentes de tránsito en Colombia, reflejando un incremento año tras año. Se puede verificar que la población más vulnerable se encuentra en el rango de los 21 a los 30 años, tanto de hombres como de mujeres. Es importante analizar estas estadísticas para buscar una solución y lograr una disminución de fatalidades que actualmente tienen un costo muy alto para la sociedad y la economía colombiana. En los resultados analizados se ha evidenciado el aumento de la accidentalidad y fallecimiento de personas, lo que conduce a concluir que posiblemente no han sido efectivas las políticas gubernamentales para tratar de mitigar los elevados índices en cuestión.

Palabras clave:

Accidentalidad, Seguridad Vial, Tránsito.

Abstract

Through a detailed statistical analysis, this article show how is increasing the fatalities due to traffic accidents in Colombia. The loss of life, both men and women is reflected year after year and the most vulnerable population is in the range of 21 to 30 years. It is important to analyze these statistics to find the decrease in fatalities that currently have a very high cost for society and the Colombian economy. The results showed an increase in accidents and deaths, leading to the conclusion that government policies may have been ineffective in trying to mitigate the high rates in question.

Key words:

Accidentality; Road safety; Transit.

Introducción

En desarrollo de lo dispuesto por el artículo 24 de la Constitución Política, todo colombiano tiene derecho a circular libremente por el territorio nacional, pero está sujeto a la intervención y reglamentación de las autoridades para garantía de la seguridad y comodidad de los habitantes, especialmente de los peatones y de los discapacitados físicos y mentales, para la preservación de un ambiente sano y la protección del uso común del espacio público.

Teniendo en cuenta la Ley 769 del 6 de agosto de 2002 por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan las normas que rigen en todo el territorio nacional y regulan la circulación de los peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, agentes de tránsito, y vehículos por las vías públicas o privadas que están en servicio, o en las vías privadas, que internamente circulen vehículos; así como la actuación y procedimientos de las autoridades de tránsito, siendo el ministerio de transporte el organismo del Gobierno Nacional encargado de formular y adoptar las políticas, planes, programas, proyectos y regulación económica del transporte, el tránsito y la infraestructura, en los modos carretero, marítimo, fluvial, férreo y aéreo del país y siendo su misión “Garantizar el desarrollo y mejoramiento del transporte, tránsito y su infraestructura, de manera integral, competitiva y segura”.

El estado dentro de sus funciones tiene Fijar y adoptar la política, planes y programas en materia de seguridad en los diferentes modos de transporte y de construcción y conservación de su infraestructura. Los principios rectores de este código son: seguridad de los usuarios, calidad, oportunidad, cubrimiento, libertad de acceso, plena identificación, libre circulación, educación y descentralización. Así mismo y dados los altos índices de accidentalidad, el gobierno nacional a través de la Ley 1702 del 27 de diciembre de 2013,

crea la AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL, entidad descentralizada adscrita al ministerio de transporte, entidad que desarrollará el Plan Nacional de Seguridad Vial – (PNSV 2011-2016) y el cual se ajustó mediante resolución 2273 del 6 de agosto de 2014, por medio del cual establece la seguridad vial como prioridad y política de estado, con un único fin y es el de reducir en un 50% las mortalidades derivadas de accidentes de tránsito, mediante la aplicación de planes estratégicos locales y territoriales que armonicen en los fundamentos y políticas establecidas en PNSV 2011-2021.

Cada año, de acuerdo con las estadísticas del extinto Fondo de Prevención Vial de Colombia, reemplazado por la Agencia Nacional de Seguridad Vial, en un promedio de 2 minutos y medio ocurre un accidente de tránsito, cada 10 minutos hay un herido y cada hora hay una víctima fatal, debido a la pobre seguridad vial que se presenta en el país. Los grupos de la población (especialmente vulnerables) son: los jóvenes de 15 a 30 años, los peatones, los ciclistas y en los últimos 5 años, los motociclistas. Para Ferrer et al., (2013) no coinciden las cifras de accidentes y fatalidades que se manejan en Colombia por parte de la Policía Nacional, el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística), y el Instituto de Medicina Legal. El exceso de velocidad, es la principal causa en la accidentalidad vial. El 89% de los accidentes de tránsito ocurren por falla humana, el 11% restante, ocurren por problemas mecánicos, factores climáticos y defectos en la carretera entre otros (Arias, 2006). La mayoría de accidentes de conductores, ocurren en un promedio de 5 minutos antes de llegar a su destino, ya que el conductor se relaja y por ende, disminuye la atención en la conducción del vehículo. (Arias, W., Colucci B. 2006).

En este contexto, la presente publicación pretende presentar de manera clara y organizada los resultados de la accidentalidad acaecida en Colombia entre los años 2011 y 2015, de esta forma se busca que la información analizada pueda ser adoptada y usada por diferentes entidades académicas y públicas para su reflexión y posible desarrollo e implementación de políticas que conduzcan, en un futuro cercano, a reducir los índices de accidentalidad y de fallecimientos de las redes viales colombianas.

Desarrollo de la Investigación

En los últimos 5 años, los datos de fatalidades por accidentes de tránsito en Colombia se mantienen por encima de los 5200 muertos de acuerdo a las cifras suministradas por la Dirección de Tránsito (DITRA) de la Policía Nacional. Estas cifras continúan incrementándose año a año, lo cual es un problema de salud pública para el país.

El año en que más fallecieron personas fue en el 2015 y el que menos falleció fue el 2011 (Como se evidencia en la Figura 1). El comportamiento es creciente en este rango de años, a excepción del 2014 que presentó una disminución con relación al 2013 de 154 personas fallecidas para un total en 2014, de 5782 fatalidades.

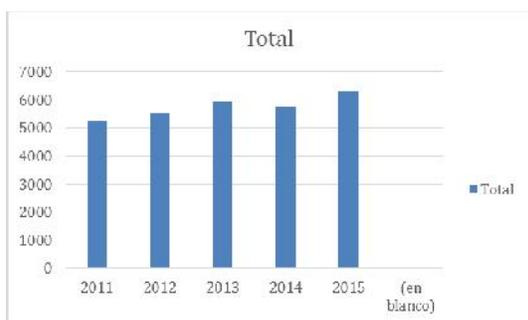


Figura 1. Fatalidades entre los años 2011-2015.

Fuente: Autores con base en información suministrada por DITRA

Para Ferrer et al., (2013) no coinciden las cifras de accidentes y fatalidades que se manejan en Colombia por parte de la Policía Nacional, el

Dane, y el Instituto de Medicina Legal. El exceso de velocidad, es la principal causa en la accidentalidad vial. El 89% de los accidentes de tránsito ocurren por falla humana, el 11% restante, ocurren por problemas mecánicos, factores climáticos y defectos en la carretera entre otros. (Arias, 2006). La mayoría de accidentes de conductores, ocurren en un promedio de 5 minutos antes de llegar a su destino debido a que el conductor se relaja, y en consecuencia disminuye la atención en la conducción del vehículo. (Arias, W., Colucci B. 2006).

La severidad de un accidente puede estar relacionada con cambios repentinos en la velocidad límite de un segmento de carretera que podrían pasar desapercibidos por los conductores si la geometría o las características generales del segmento no varían considerablemente. Esta situación puede ser más definitiva en un segmento de carretera donde la velocidad límite no es cónsona con las expectativas de los conductores de acuerdo a las características del segmento. Además, se deben tener en cuenta factores como la educación, la ingeniería, el manejo de incidentes en las carreteras y la ejecución de planes en las mismas para analizar las causas por las cuales ocurren accidentes sobre el corredor vial seleccionado.

Se puede considerar que un conductor que esté en la zona urbana, donde la velocidad máxima permitida es de 60 kilómetros por hora, y cambia a una zona rural donde aumenta la velocidad a 100 kilómetros por hora, y se encuentra con una zona de construcción temporal, donde se debe disminuir la velocidad de 30 kilómetros por hora, puede no reaccionar adecuadamente a este cambio y perder el control del vehículo ocasionando un accidente, ya sean de índole severo o fatal.

Las fatalidades que ocurren en las carreteras por la ausencia o falta de mantenimiento de los

dispositivos de control de tráfico y de seguridad instalados, como la demarcación inadecuada y la señalización en las vías, posiblemente sean la causa del aumento del número de los accidentes fatales que tienen un muy alto costo para la sociedad y para la economía de un país.

El fuerte aumento en el precio de la gasolina puede tener un efecto reductor en los viajes durante períodos de tiempo, aumentando o disminuyendo la accidentalidad. El efecto de una vigilancia policíaca intensiva resulta en una modificación fugaz en el comportamiento de los conductores en la carretera debido al aumento en la percepción del riesgo de ser multado. Shinar y Stiebel (1986) y Benekohal et al. (1992) demostraron el efecto reductor fugaz en las velocidades de los conductores debido a un aumento en la presencia policíaca en la carretera. Vaa (1997) demostró que el efecto de una vigilancia policíaca intensiva en un segmento de carretera tiene una duración máxima de 8 meses en las velocidades de los conductores.

En términos de las muertes asociadas a la velocidad, el 54 por ciento de estos choques ocurrieron en segmentos de carretera con una velocidad límite rotulada de 56 Km/h o menos (NCSA, 2006b). AASHTO (2004) recomienda que la velocidad de diseño de una carretera sea consistente con la velocidad que los usuarios esperan con base en las características geométricas de la carretera. Cabe preguntarse cuál es la relación existente entre la velocidad de diseño, los componentes geométricos y la velocidad límite rotulada en estos segmentos que pueda ser un factor contribuyente a estos choques fatales. Es necesario analizar cuál es la relación entre el diseño geométrico de la carretera y la percepción del riesgo de choque de los conductores en estos segmentos.

Una investigación realizada en el Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico demostró que el 70 por ciento de los choques con peatones ocurren en zonas urbanas, el 98.5 por ciento ocurren en lugares fuera de las intersecciones y el 73 por ciento ocurre en segmentos de carretera rectos y llanos (Alicea, 2004). Este trabajo de investigación presentó varias recomendaciones a corto, mediano y largo plazo para mitigar el problema de seguridad de los peatones en Puerto Rico. Algunas de estas medidas son el establecimiento de estrategias de educación, instalación de barreras a peatones, instalación de señales de tránsito para peatones en selectos segmentos de carretera, enmiendas a la ley de tránsito y el uso de técnicas de ingeniería (“traffic calming”) para reducir las velocidades de los vehículos.

“En tasas comparativas por población, la Unión Europea alcanzó en 2014 la cifra más baja hasta el momento en cualquier región del mundo de 51 muertes por millón de habitantes, 12 menos que en 2010. Los países con tasas más bajas son Suecia, Holanda, Reino Unido y Malta, por debajo de los 30 muertos por millón de habitantes. Mientras otros como Lituania, Bulgaria, Rumanía y Latvia superan los 90 muertos por millón de habitantes” (Alonso 2016).

La tasa de choques y la tasa de mortalidad son indicadores útiles para conocer la escala del problema y para realizar comparaciones en seguridad vial. La frecuencia de choques está asociada al volumen de tráfico en la carretera por lo que cualquier evaluación estaría indebidamente influenciada por la cantidad de vehículos en la carretera. La tasa de choques o de mortalidad por vehículo-Km recorridos (VKR) normaliza la frecuencia de los eventos por su exposición al riesgo de choque o muerte, respectivamente.

En varios países, se han establecido Sistemas de Gerencia en Seguridad Vial (Safety Management Systems o SMS por sus siglas en inglés) que implantan procesos sistemáticos e integrados en la planificación, el diseño y la construcción de carreteras con el propósito de reducir la cantidad de muertes. Además, estos sistemas incorporan procesos integrados en el manejo de datos de choques, la evaluación y análisis de los problemas de seguridad y la administración de un sistema de carreteras, entre otros procesos, que están enfocados en cuatro áreas esenciales: la educación y entrenamiento al conductor y otros usuarios del sistema de carretera; la ingeniería; el cumplimiento de las leyes (“enforcement”), y los servicios médicos de emergencia (en inglés este concepto se conoce las Cuatro E’s: “Engineering”, “Education”, “Enforcement” y “Emergency Services”).

Relación entre la carretera, el conductor, el vehículo y la seguridad vial

La práctica histórica en la investigación de los choques de tránsito es asignar a la policía las tareas de recolección de los datos básicos de los choques como parte de sus funciones de hacer cumplir las leyes (Johnston, 2006). El propósito primordial de estas investigaciones policíacas es determinar cuál de los conductores involucrados en el choque tiene la “culpa” y de verificar cuáles leyes han sido violentadas para efectos administrativos, judiciales o de seguro. En la mayoría de los casos, el policía a cargo de la recolección de los datos del choque no tiene el conocimiento técnico, el mandato o la oportunidad de atribuir “culpas” a otros factores externos al factor humano.

Las investigaciones en seguridad vial han ido modificándose para proveer un análisis científico y sistemático en la identificación y análisis de las causas y los factores contribuyentes a la ocurrencia de los choques que lo aparten de la práctica de

simplemente atribuir toda la culpa a fallas o errores humanos. Johnston y Shinar (2006) concluyeron en estudios separados que los choques de tránsito son la consecuencia de una cadena de eventos y circunstancias, y que de poder removerse algún elemento de la cadena podría conllevar a que el evento no hubiese ocurrido. Los choques de tránsito son eventos causados por múltiples y diferentes factores donde interactúan principalmente el diseño geométrico y el entorno de la carretera; el comportamiento de los conductores; las características de los vehículos; el volumen de tráfico, y las condiciones del tiempo y de la carretera. La relación entre estos factores y los choques de tránsito es sumamente compleja y requiere de un proceso metódico de análisis y evaluación debidamente estructurado.

En términos generales, estudios han demostrado que el factor humano es la causa de los choques en 57 a 67 por ciento de los eventos, mientras que el factor carretera es el responsable en 3 al 4 por ciento y el factor vehículo es el responsable en 2 al 4 por ciento. Cuando se considera la interacción entre los tres factores, el factor humano es uno de los factores contribuyentes a la colisión en el 93 al 95 por ciento de los sucesos, mientras que el factor carretera contribuye en el 28 al 34 por ciento y el factor vehículo contribuye en el 8 al 12 por ciento (Rumar, 1985 y Johnston, 2006). En la Figura 2 se presenta un diagrama de Venn con los resultados de la investigación de Rumar donde se refleja la participación de cada factor contribuyente a las colisiones vehiculares de tránsito.

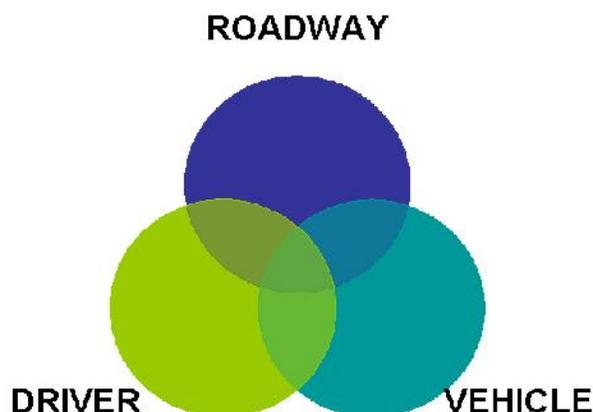


Figura 2. Interacción entre los factores principales contribuyentes a los accidentes de tránsito.

Fuente: Figueroa et al, 2016.

Los conductores, en promedio, pueden percibir el riesgo real de choque en la carretera mediante las características de la carretera, y por ende, ajustar su conducta utilizando esa percepción. La relación entre la selección de velocidades y la percepción de riesgo de choque fue demostrada por Figueroa et al. (2005). El estudio de percepción de riesgo mostró que los conductores, aun sin conocer información acerca de la cantidad de choques en un segmento de carretera, perciben, en promedio, menor riesgo en segmentos de carretera con tasas menores de choque. El riesgo real de choque (representado con la tasa de choques) interactúa recíprocamente con la percepción de riesgo de los conductores cambiando su comportamiento en la carretera demostrando que al aumentar la percepción de riesgo de choque en la carretera, los conductores compensan reduciendo sus velocidades y estando más atentos a las condiciones de la carretera.

Figueroa et al. (2005) usaron una muestra de conductores autorizados del estado de Indiana para identificar las características de los conductores que afectan su percepción del riesgo de choque en segmentos de carretera de cuatro carriles. Se encontró que las mujeres y las personas con menor exposición a las condiciones de la carretera (e.g.,

menos millas recorridas anualmente) tienden a percibir mayor riesgo en los mismos segmentos que los otros conductores en la muestra. Por el contrario, las personas con menos años conduciendo tienden a percibir menor riesgo de choque en los mismos segmentos que los otros conductores.

Las mujeres tienden a percibir mayor riesgo que sus contrapartes varones debido a que los riesgos son introducidos social y culturalmente a los dos géneros de manera diferente, y por consecuencia, los hombres y mujeres están expuestos a riesgos diferentes, perciben los riesgos diferentemente y manejan los riesgos de manera diferente (Gustafson, 1998). DeJoy (1992) concluye que los jóvenes varones y mujeres no poseen diferencias en su percepción general de la carretera, pero que difieren en cuanto a la seriedad y el nivel de riesgo asociado a los patrones de conducta arriesgada al conducir.

La experiencia del conductor es un factor influyente en la percepción de riesgo de choque. Algunos investigadores entienden que la experiencia es un factor más importante que la edad del conductor (Jonah, 1986; DeJoy, 1992). Los conductores inexpertos podrían no identificar apropiadamente los peligros en la carretera o podrían reaccionar inadecuadamente al identificar un peligro en la misma.

Figueroa estableció las relaciones entre las características geométricas de carreteras de cuatro carriles, las velocidades libres de los conductores y la tasa de choques usando una muestra de segmentos de carretera del estado de Indiana. Factores como la densidad de intersecciones y de los puntos de acceso en un segmento de carretera, la velocidad límite rotulada, el ancho de la vía de rodaje, la distancia desde los carriles hasta los objetos fijos a la orilla de la carretera, la curvatura horizontal y la distancia de la visibilidad fueron

identificados como elementos geométricos de la carretera que tienen un efecto significativo en la selección de velocidades libres de los conductores y la tasa de choques en la carretera.(Figueroa ,2005)

Hauer (1990) sugiere tres estrategias de ingeniería para mejorar la seguridad en las carreteras: 1) reducir la oportunidad de que ocurra un choque al controlar los puntos de conflicto entre vehículos (e.g., puntos de acceso en un segmento de carretera o en una intersección), 2) reducir la probabilidad de que ocurra un choque mediante el diseño y la incorporación adecuada de aditamentos de control de tráfico en la carretera, y 3) reducir la transferencia de energía cuando un choque ocurre usando aditamentos de amortiguamiento de choques en la carretera para mitigar impactos con objetos rígidos.

Análisis de Resultados

De acuerdo con la información suministrada por la Dirección de Tránsito (DITRA) de la Policía Nacional de Colombia, se procedió a analizar la misma para determinar tendencias en la accidentalidad del país.

Según la Figura 3, se puede apreciar que la tendencia en fatalidades durante los meses es estable, presentándose la mayor cantidad de fatalidades en el mes de diciembre con un promedio de 2.694 fallecidos, y el mes de febrero, el que menos fatalidades ocurren, con 2.206 fallecidos.

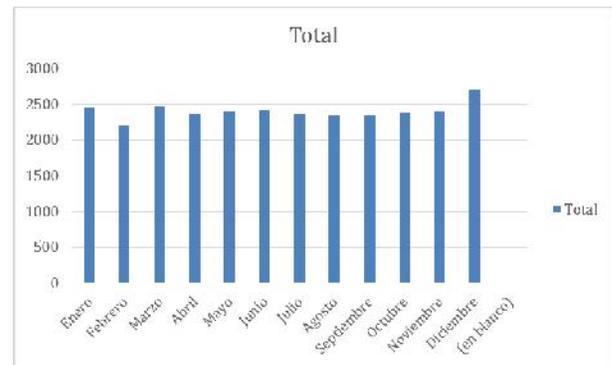


Figura 3. Fatalidades por meses, entre los años 2011-2015.

Fuente: Autores

El día de la semana, que más muertes ocurren por accidentes de tránsito es el domingo (como se puede observar en la Figura 4), con 6.270 muertes, mientras que el día con menores fallecidos es el miércoles, con 3.168 personas.

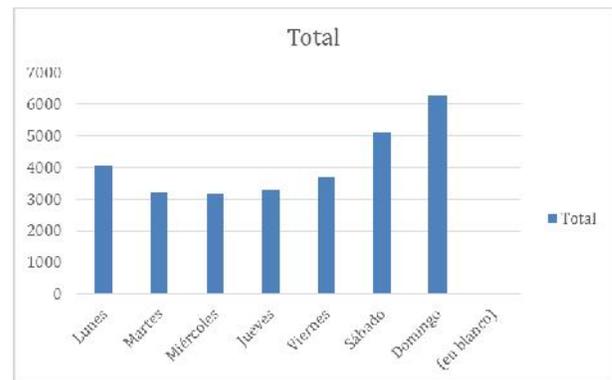


Figura 4. Fatalidades por días de la semana, entre los años 2011-2015.

Fuente: Autores

De la Figura 5 se puede deducir que la hora del día que se presentan más personas fallecidas por accidentes de tránsito son las 7:00 p.m., con un promedio de 1.820 personas y la de menor número de fatalidades es las 2:00 a.m., con 706 personas.

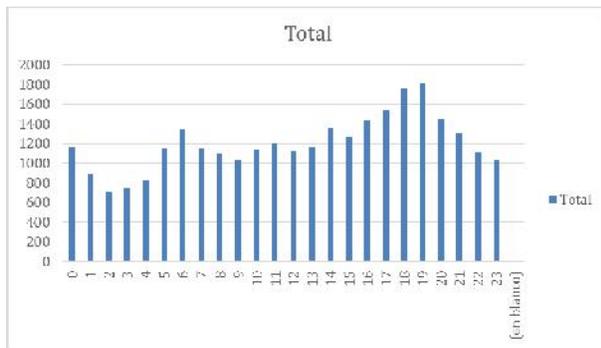


Figura 5. Fatalidades por horas del día, entre los años 2011-2015.

Fuente: Autores

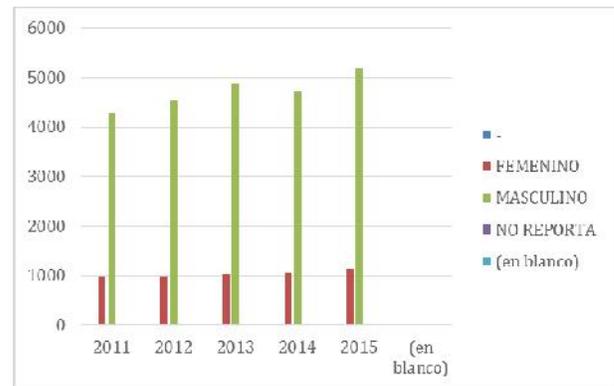


Figura 7. Fatalidades de hombre y mujeres entre los años 2011-2015.

Fuente: Autores

En Colombia, de acuerdo a la base de datos suministrada por la Dirección de Tránsito (DITRA) de la Policía Nacional, el número de fatalidades por accidentes de tránsito desde el 1 de enero de 2011 hasta el 31 de diciembre de 2015 fueron 28.850 personas (según se puede observar en la Figura 6). El número de fatalidades en zona rural corresponde a 13.547 personas, equivalente a un 47% y en zona urbana 15.297 personas para un 53%.

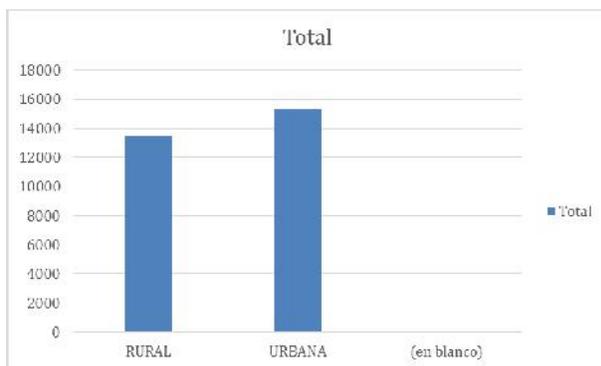


Figura 6. Fatalidades en zonas rurales y urbanas, entre los años 2011-2015.

Fuente: Autores

De este número, según la Figura 7, los fallecidos por género han sido 5.185 mujeres y 23.644 hombres, lo cual equivale a un 18% y un 82% de fatalidades respectivamente. No se reportó el género en 13 fallecidos.

De acuerdo a las cifras suministradas, el rango de edad donde más se presentan fatalidades, oscila entre los 21 y 30 años y va disminuyendo paulatinamente a medida que envejece la población colombiana. La figura 8 muestra los rangos de edad y fatalidades por género en el país.

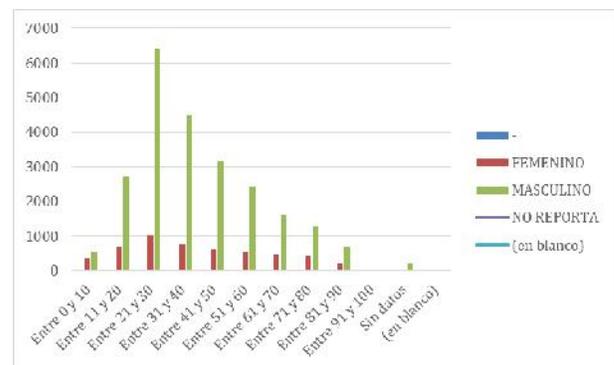


Figura 8. Fatalidades por rango de edad entre los años 2011-2015.

Fuente: Autores

En las zonas rurales de Colombia y como se aprecia en la Figura 9, fallecieron 2.331 mujeres, equivalente al 17% y 11.213 hombres, equivalente al 83%, mientras en las zonas urbanas, fallecieron 2.854 mujeres, equivalente al 19% y 12.341 hombres, equivalente al 81% de esta población.

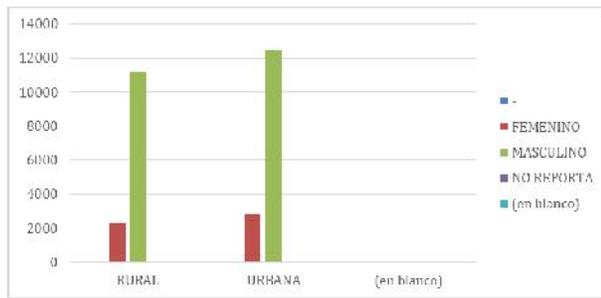


Figura 9. Fatalidades en zonas rurales y urbanas, por género, entre los años 2011-2015.

Fuente: Autores

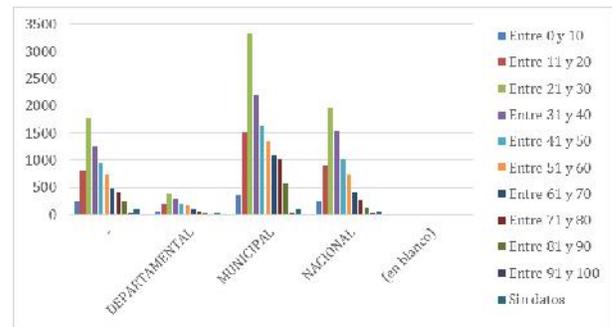


Figura 11. Fatalidades por tipo de carretera, por rango de edad, entre los años 2011-2015.

Fuente: Autores

Tal y como se puede observar en la Figura 10, el comportamiento por rangos de edad y género, tanto en zona rural, como en zona urbana, muestra la misma tendencia, siendo la población más afectada la que se encuentra entre los 21 y los 30 años edad. En zonas rurales, han muerto 3.564 personas y 3.872 perdieron la vida en zonas urbanas para personas en este intervalo de edad.

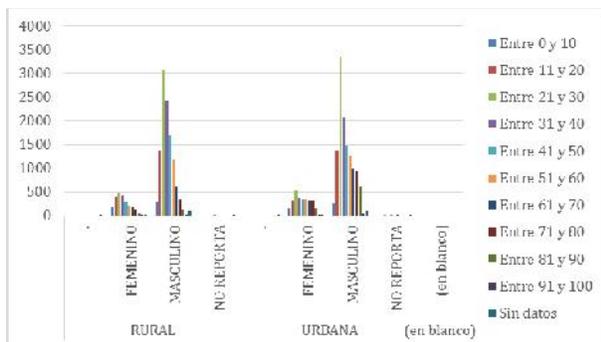


Figura 10. Fatalidades en zonas rurales y urbanas, por rango de edad y género, entre los años 2011-2015.

Fuente: Autores

Según la Figura 12, la mayor tasa de fatalidades por género, se encuentran en las tres (3) ciudades más importantes del país, a saber, Bogotá, Medellín y Cali. En Bogotá han fallecido 2.681 personas, en Medellín fueron 2.234 personas y en Cali 1.841 personas respectivamente.

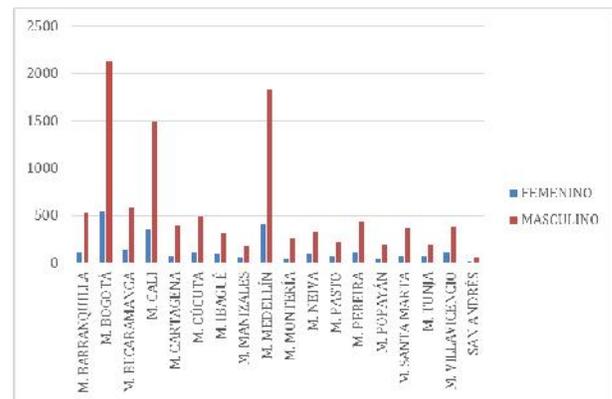


Figura 12. Fatalidades por ciudad, por género, entre los años 2011-2015.

Fuente: Autores

En la Figura 11 se puede evidenciar que 7.260 personas han perdido la vida en carreteras del orden nacional, 13.153 personas en carreteras de orden municipal y 1.449 personas en carreteras departamentales. No se tiene información del tipo de carretera en que fallecieron 6.982 personas.

Conclusiones

Se debe prestar particular atención a las tendencias de accidentalidad que se presentan en el país. La población más vulnerable se encuentra entre los 21 y 30 años y una de las causas puede ser la imprudencia al conducir, el exceso de velocidad y la sobre confianza de los conductores.

Las fatalidades en zonas urbanas y zonas rurales se encuentran con un pequeño margen de diferencia,

lo cual es una evidencia de la problemática en seguridad vial que tiene el país.

Se observan tendencias de fatalidades por género; esto significa que a pesar, que los accidentes con consecuencias fatales son menores en mujeres, al compararlo en diferentes ciudades y por rango de edad, se presentan las mismas tendencias que las fatalidades en hombres.

El mes con mayor fatalidades es diciembre; puede influir las fiestas de fin de año, el alcohol y que la gente se encuentra relajada en las vacaciones de fin de año. Lo mismo se observa cuando el domingo, a las 7 p.m., ocurrieron el mayor número de fatalidades.

Dados los resultados obtenidos, sería conveniente que se hicieran estudios específicos donde se pudieran comprobar las tendencias que se han presentado en el presente estudio, en especial, en las principales ciudades del país donde se concentra la mayor población y los mayores problemas de accidentalidad.

Referencias

1. AASHTO. 2004. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C., USA.
2. Af Wählberg, A.E., 2012. Changes in driver celeration behaviour over time: Do drivers learn from collisions? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 15(5), pp.471–479.
3. Alicea, L. 2004. Analysis and Evaluation of Crashes Involving Pedestrians in Puerto Rico. Tesis de Maestría en Ingeniería Civil, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.
4. Alonso, M., 2016. La integración del factor humano en el ámbito técnico de la gestión de las carreteras y la seguridad vial: Un enfoque investigativo. Available at: <http://roderic.uv.es/handle/10550/51943>.
5. Arias, W., Colucci, B., 2006. Road Safety Audit. , 19(3), p.28.
6. Arasan, V. & Dhivya, G. (2008). Measuring Heterogeneous Traffic Density. Proceedings of international conference on sustainable urban transport and environment (pp. 342-346) Bangkok: World Academy of Science.
7. Arasan, V. & Dhivya, G. (2010). Simulation of Highly heterogeneous traffic flow characteristics. Proceedings of the 24th european conference on modelling and simulation (pp. 81-87). Kuala Lumpur, Malaysia.
8. Arasan, V. & Koshy, R.Z. (2005). Methodology for medelling highly heterogeneous traffic flow. *Journal of Transportation Engineering*, 131(7), 544-551.
9. Bella, F., 2014. Effects of Combined Curves on Driver's Speed Behavior: Driving Simulator Study. *Transportation Research Procedia*, 3, pp.100–108.
10. Ben-Bassat, T. & Shinar, D., 2011. Effect of shoulder width, guardrail and roadway geometry on driver perception and behavior. *Accident Analysis and Prevention*, 43(6), pp.2142–2152. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457511001709> [Accessed April 5, 2016].
11. Boyce, T.E. & Geller E.S. (2001). A technology to measure multiple driving behaviors without sefl-report or participant reactivity. *Journal of applied Behavior*

- Analisis, 34(1), 39-35
12. Brackstone, M. & McDonald, M. (1999). Car-following: a historical review. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behavior*, 2(4), 181-196.
 13. Camacho, J., Medina, S., Terán, O (2012). Simulación del tráfico de autos en una intersección: desde la perspectiva de una plataforma multiagente. *Revista Ciencia e Ingeniería*, 33(2), 85-94.
 14. Cherri, C., Nodari, E., Toffetti, A. (2004). AIDE Subproject 2: Review of existing tools and methods (Tech. Inf.), Information Society Technologies Programme "Adaptive integrated driver-vehicle interface" (AIDE)
 15. Chowdhury, D. Wolf, D.E., Schreckenberg, M., (1997), Particle hopping models for two-lane traffic with two kinds of vehicle: Effects of lane-changing rules. *Physica A*, 235, 417-439.
 16. Cobos, C. Modelo de un meta buscador que realiza agrupación de documentos web, enriquecido con una taxonomía, ontologías e información del usuario, tesis doctoral Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia, 2013.
 17. Daganzo, C.F. (1994), the cell transmission model: A dynamic representation of highway traffic consistent with the hydrodynamic theory. *Transportation Research Part B: Methodological*, 28(4), 269-287.
 18. Daganzo, C.F. (1995), the cell transmission model part II: Network traffic. *Transportation Research Part B: Methodological*, 29(2), 79-93.
 19. Daganzo, C.F. (1997), Fundamentals of transportation and traffic operations, (E. Science Ed.) Oxford.
 20. Dans, E. Disponible en: <http://www.enriquedans.com/2011/10/big-data-una-pequena-introduccion.html>, 2011.
 21. Ellison, A.B., Greaves, S.P. & Bliemer, M.C.J., 2015. Driver behaviour profiles for road safety analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 76, pp.118–132.
 22. Ferrer, A., Smith, R. & Cuellar, M., 2013. Análisis de la Capacidad de Gestión de la Seguridad Vial. *Banco Muncial*, pp.92–93.
 23. Figueroa, A., 2005. *Note To Users*. Purdue University.
 24. Fire, M. et al., 2012. Data mining opportunities in geosocial networks for improving road safety. *2012 IEEE 27th Convention of Electrical and Electronics Engineers in Israel, IEEEI 2012*.
 25. Georgiou, T. et al., 2015. Mining Complaints for Traffic-Jam Estimation. *Proceedings of the 2015 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining 2015 - ASONAM '15*, pp.330–335. Available at: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2808797.2809404>.
 26. Gipps, P.G., (1986), A model for the structure of lane-changing decisions, *Transportation Research Part B: Methodological*, 20(5), 107-120.
 27. Gu, Y., Qian, Z. (Sean) & Chen, F., 2016. From Twitter to detector: Real-time traffic incident detection using social media data. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 67, pp.321–342. Available at:

- <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X16000644>.
28. Gurupackiam, S., Jones, S., Turner, D. (2010), Characterization of arterial traffic congestion through analysis of operational parameters (gap acceptance and lane changing) (Inf. Tech. No. UTCA 07112). University Transportation Center for Alabama [UTCA].
29. Hamdar, S.H. & Schorr, J., 2013. Interrupted versus uninterrupted flow: a safety propensity index for driver behavior. *Accident; analysis and prevention*, 55, pp.22–33. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457513000420> [Accessed March 11, 2016].
30. Hassan, H.M. & Abdel-Aty, M.A., 2013. Exploring the safety implications of young drivers' behavior, attitudes and perceptions. *Accident Analysis and Prevention*, 50, pp.361–370. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457512001558> [Accessed March 11, 2016].
31. Iversen, H.H. & Rundmo, T., 2012. Changes in Norwegian drivers' attitudes towards traffic safety and driver behaviour from 2000 to 2008. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 15(2), pp.95–100.
32. Jacobson, D. Brail G. Woods, D., 2012. *APIs: A Strategy Guide* First Rele, Sebastopol, CA. O'Reilly Media Inc. Available at: www.oreilly.com.
33. Jiang, S. et al., 2016. The TimeGeo modeling framework for urban motility without travel surveys. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, (August), p.201524261. Available at: <http://www.pnas.org/lookup/doi/10.1073/pnas.1524261113>.
34. Kesting, A., Trieber, M. Helbing, D. (2009). Agents for traffic Simulation. in Uhrmacher A. & Weyns, D. (Ed.), *Multi-agent systems. Simulation and applications* (pp. 325-356), Crc Press. Available at <http://arxiv.org/abs/0805.0300>.
35. Khoo, H.L. & Asitha, K.S., 2016. Quantifying impact of traffic images applications (APPS) on travel choices. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 20(2), pp.899–912.
36. Lang, L. W, & Chang, C.-W., (2003), Motorbike's moving behavior in mixed traffic: Particle hopping model with cellular automata. *Journal of the Eastern ASIA Society for Transportation Studies*, 5, 23-27.
37. Lang, L. W, & Chang, C.-W., (2005), Inhomogeneous Cellular Automata Modeling for Mixed Traffic with Cars and Motorcycles. *Journal of Advance Transportation*, 39(3), 323-349.
38. Lang, L. W, Chioiu, Y-C., Lin, Z., S., Hsu, C.-C., (2010)___Cellular automaton simulations for mixed traffic with erratic motorcycles behaviours. *Physica A: Stitistical Mechanics and its applications*, 389 (10), 2077-2089.
39. Lee, H.C., Cameron, D., Lee, A. H., (2003). Assessing the driving performance of older adult drivers: on-road versus simulated driving. *Accident Analysis & Prevention*, 35(5), 797-803.
40. Lee, T.-C., (2007), An Agent based Model of Simulated Motorcycle Behaviour in Mixed Traffic Flow. Tesis Dcotoral no

- publicada. Imperial College. London UK.
41. Lee, X.-G., GAO, Z.-Y., Jiang, R. (2006), A realistic two-lane cellular automata traffic model considering aggressive lane-changing behavior of fast vehicle. *Physica A*, 367, 479-486
 42. Liu, H. (2008), Travel time prediction for urban network: PhD Thesis, Delft University of Technology.
 43. Mallikarjuna, C., Rao, K.R. (2009), Cellular Automata Model for Heterogeneous Traffic, *Journal of Advance Transportation*, 43 (3), 321-345.
 44. University of Technology.
 45. Mallikarjuna, C., Rao, K.R. (2011), Heterogeneous traffic flow modelling: a complete methodology, *Transportmetrica*, 7(5), 321-345
 46. Mu, R., Yamamoto, T., (2013) An Analysis on Mixed Traffic Flow of Conventional Passenger cars and Microcars Using a Cellular Automata Model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 43(0), 457-465
 47. Musicant, O., Lotan, T. & Albert, G., 2015. Do we really need to use our smartphones while driving? *Accident; analysis and prevention*, 85, pp.13–21. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457515300555> [Accessed April 16, 2016].
 48. Nagel, K., Schreckenberg, M (1992), A cellular automaton model for freeway traffic. *Journal of Physique I*, 2(12), 2221-2229.
 49. Norza, E. Useche, S. Moreno, J. Granados, E. Romero, M., 2014. Componentes descriptivos y explicativos de la accidentalidad vial en Colombia: incidencia del factor humano. *Revista Criminalidad*, 56(1), pp.157–187.
 50. Ram, T. & Chand, K., 2016. Effect of drivers' risk perception and perception of driving tasks on road safety attitude. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*.
 51. Roman, G.D. et al., 2015. Novice drivers' individual trajectories of driver behavior over the first three years of driving. *Accident Analysis & Prevention*, 82, pp.61–69.
 52. Salgado, M. Oracle apuesta por Big Data con tecnología y proyectos. Disponible en: <http://www.computerworld.es/big-data/oracle-apuesta-por-big-data-con-tecnologia-y-proyectos>, 2014
 53. Scialfa, C.T. et al., 2011. A hazard perception test for novice drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 43(1), pp.204–208.
 54. Smith, P.M. et al., 2015. The development of a conceptual model and self-reported measure of occupational health and safety vulnerability. *Accident; analysis and prevention*, 82, pp.234–43. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457515002286> [Accessed September 19, 2015].
 55. Tang, T.-O., Huang, H.-J., Shang, H.-Y., (2010), A dynamic model for the heterogeneous traffic flow consisting of car, bicycle and pedestrian. *International Journal of Modern Physics C*, 21(02), 159-176.
 56. Vasic, J., Rukin, H.J., (2012), A CA-Based Model for City Traffic Including Bicycles. in S. Polyzos (Ed.) *Urban development* (pp. 79-92) In Tech. Available at

<http://intechopen.com/books/urban-development/a-ca-based-model-for-city-traffic-including-bicycles>.

57. Vasic, J., Rukin, H.J., (2012) Cellular automata simulation of traffic including cars and bicycles, *Physica A*, 391(8), 2720-2729.
58. Viola, P. Jones, M. (2001) Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. In Proceedings of the 20014 ieeec computer society conference on computer vision and pattern recognition, (Vol 1, pp. I-511)
59. Warner, H.W. & Åberg, L., 2014. Drivers' tendency to commit different aberrant driving behaviours in comparison with their perception of how often other drivers commit the same behaviours. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 27, pp.37-43.
60. Wu, X., Zhu, X., Wu, G.-Q., Ding, W., Data mining with big data, *IEEE transactions on knowledge and data engineering*, Vol. 26, No 1, 2014.
61. Zamith, M. et al., 2015. A new stochastic cellular automata model for traffic flow simulation with drivers' behavior prediction. *Journal of Computational Science*, 9, pp.51-56.
62. Zheng, F. (2011) Modelling Urban Travel Times. PhD Thesis, Deftl University of Technology.

Investigador Doctoral – Universidad Nacional – Colombia
wiarasro@unal.edu.co y wariasr@gmail.com

Saieth Baudilio Chaves Pabón: Ingeniero Civil – Universidad Francisco de Paula Santander – Colombia. Doctor en Ingeniería Geodésica y Cartografía – Universidad de Salamanca – España. Profesor de Cátedra – Universidad Militar Nueva Granada – Colombia –
saieth.chaves@unimilitar.edu.co y
saieth.chaves@gmail.com

INFORMACIÓN DE LOS AUTORES

Wilson Arias Rojas: Ingeniero Civil – Pontificia Universidad Javeriana – Colombia. MSc in Civil Engineering– University of Puerto Rico at Mayagüez – Estados Unidos.