

## **Crítica a la metodología utilizada para el registro de accidentes según la gravedad en la ciudad de Riobamba**

### *Criticism of the methodology used to record accidents according to severity in the city of Riobamba*

Ángel Paredes<sup>ID</sup>\*, Tito Castillo<sup>ID</sup>

*Carrera de Civil, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 060108; [tcastillo@unach.edu.ec](mailto:tcastillo@unach.edu.ec)*

\* Correspondencia: [aparedes@unach.edu.ec](mailto:aparedes@unach.edu.ec)

*Recibido 14 septiembre 2019; Aceptado 26 noviembre 2019; Publicado 10 diciembre 2019*

**Resumen:** Un estudio de la UNACH con datos del año 2016 identificó cuatro intersecciones críticas en la ciudad de Riobamba. Aplicando el mismo método de dicho estudio con datos del 2017 y 2018 se identificaron nuevas intersecciones. Con datos del año 2019, la empresa consultora del Plan de Movilidad de Riobamba identifica otras distintas a las anteriormente mencionadas. Considerando que no se han hecho modificaciones a las condiciones de las intersecciones durante el periodo indicado, resulta evidente que existe una inconsistencia en los resultados obtenidos con un método común, pues no se aprecia un patrón en la ocurrencia de los accidentes, configurando una aleatoriedad aparente de estos sucesos. Por tal motivo, el objetivo de esta investigación fue analizar la metodología y los resultados de accidentabilidad en la ciudad de Riobamba, obtenidos en el periodo comprendido entre los años 2016 hasta inicios del 2019, para establecer el origen de las inconsistencias detectadas. Para el efecto se realizó un análisis estadístico de los datos obtenidos. Se encontró que el método aplicado al ser muy básico asigna un valor a la intersección en función de la gravedad del accidente, lo que no se correlaciona con las condiciones del sitio como la de una señalética adecuada ni con otros factores que podrían estar favoreciendo la ocurrencia de los mismos. Esta información debería ser considerada por los entes reguladores y consultores de tráfico para la aplicación de métodos que incluyan la complejidad del funcionamiento del tránsito vehicular en la ocurrencia de accidentes.

**Palabras clave:** Accidentes, análisis, intersecciones críticas, tránsito.

**Abstract:** *A UNACH study with data from 2016 identified four critical intersections in the city of Riobamba. Applying the same method of such study with data from 2017 and 2018, new intersections were identified. By using data from year 2019, the consulting company of the Mobility Plan of Riobamba identified other different that those mentioned above. Considering that no modifications have been made to the conditions of the intersections during the indicated period, it is evident that there is an inconsistency in the results obtained with a common method, since there is no pattern in the occurrence of accidents, setting an apparent randomness of these events. For that reason, the objective of this research was to analyze the methodology and the results of accidents in the city of Riobamba, obtained in the period 2016 at the beginning of 2019, to establish the origin of the inconsistencies detected. With that purpose, statistical analysis was applied to data series. It was found that the method applied by being very basic assigns a value to the intersection based on the severity of the accident, which does not correlate with the conditions of the site or with other factors that could be favoring their occurrence. This information should be considered by regulators and traffic consultants for the application of methods that include the complexity of the vehicular traffic in the occurrence of accidents.*

**Keywords:** *Accidents, analysis, critical Intersections, transit.*



## 1 Introducción

La circulación viaria siempre va a estar acompañada de un cierto riesgo. Una de las características de las sociedades modernas es la elevada movilidad de personas y mercancías, lo cual, junto con el predominio del transporte por carretera en el medio terrestre, hace que la exposición al riesgo del conjunto de usuarios de la carretera sea cada vez mayor. Esto último trae como consecuencia que el número de accidentes de tráfico tienda a ser cada vez mayor si no se adoptan medidas que mejoren los niveles de seguridad de la circulación (Pardillo, 2004). Para Baker (1975), del Northwestern University Traffic Institute de los Estados Unidos, el accidente de tráfico es un suceso eventual, producido como ocasión del tráfico, en el que interviene algún vehículo automotor y como resultado del cual se produce muerte o lesiones en las personas o daños en las cosas.

En general, los accidentes son el resultado de la combinación de varios factores humanos que influyen en la ocurrencia de eventos adversos para la seguridad de las personas. Estos incluyen: actos inseguros de los operadores (por ejemplo, conductor), condiciones previas para actos inseguros, supervisión inadecuada e influencias organizacionales (Shappell & Wiegmann, 2000). Las condiciones inseguras del lugar en que se desarrolla la actividad humana también son determinantes en la aparición de accidentes. Pero el fenómeno de la accidentabilidad no solo incluye el sitio y las personas, también involucra la actividad que desarrollan y las condiciones en que esta se desarrolla. Se considera que los accidentes son el producto del funcionamiento de un sistema complejo en el que interactúan múltiples factores con resultados diversos ante la variación de condiciones (Dekker, 2012).

El accidente de tránsito en particular es un suceso eventual, en el cual no existe voluntad de ocasionarlo. Se produce con ocasión del tráfico de vehículos en una vía pública o privada, lo que se asocia al concepto de exposición al riesgo, en el que interviene un vehículo en movimiento. Este, produce muerte o lesiones en las personas o daño en las cosas, lo cual se puede asociar a la gravedad del accidente. La clasificación más común en la mayoría de los países, con relación a la gravedad del accidente es: accidentes mortales, accidentes con resultado de lesiones graves, accidentes con resultado de lesiones leves y accidentes con resultado de daños materiales (Torres, 2012).

La causa principal de una proporción muy alta de accidentes es el error humano. También se incluyen las condiciones del sitio, de los equipos en operación (máquinas y vehículos), el volumen de tráfico, y el comportamiento de los peatones y las condiciones ambientales (Bao, Sun, & He, 2010).

La mejora en las características y tecnologías de los vehículos y de la infraestructura pueden ayudar a reducir las situaciones de conflicto y, de esta manera, reducir la frecuencia y/o la gravedad de los accidentes de circulación; asunto muy necesario debido al constante incremento de las tasas de accidentes de tránsito, sobre todo en los países en vías de desarrollo (ISAGS-UNASUR, 2019).

Según la ANT (Agencia Nacional de Tránsito) en el 2017 se produjeron 2 8967 accidentes de tránsito en el país por las siguientes causas: (Agencia Nacional de Tránsito, 2017)

- Uso del celular 17.66%
- Exceso de Velocidad 14.32%
- No respetar señales de tránsito 13.69%
- Conducir bajo influencia de alcohol y drogas 7.23%.

Las medidas que se toman en temas de tráfico suelen ser de tipo reactivo, luego de producidos los sucesos y con aplicaciones puntuales. Cuando se trata de accidentes, las acciones se toman sobre la base de los reportes del hecho, convirtiendo la gestión del tráfico y la accidentabilidad en una respuesta tardía y reactiva. Más aún, algunos métodos de estudio de la accidentabilidad de tránsito se basan en la valoración de los sitios en que ocurren los percances, la búsqueda de culpables y la valoración de sus consecuencias. En estos casos el accidente se considera el resultado de una acumulación lineal de eventos. Estos modelos han probado ser insuficientes para gestionar adecuadamente la seguridad de los involucrados (Rolison, Regev, Moutari, & Feeney, 2018). Se hace imperativo pasar de los estudios de accidentalidad con otros estudios del tipo preventivo, esto es, no esperar a la ocurrencia de un accidente y sus consecuencias como para establecer si una sección o zona de la vía es segura o no; además, los estudios de accidentabilidad o las investigaciones basadas en modelos de predicción de accidentes, necesitan bases de datos lo suficientemente representativas como para llegar a resultados cercanos a la realidad, generalmente este tipo de estudios requieren destinar muchos recursos humanos, económico y de tiempo (Torres, 2012).

En el Ecuador, el Consejo de la Judicatura realiza una valoración por la gravedad de la contravención y le clasifican por: a) Daños Materiales, valor 1; b) Lesiones causadas por accidentes de tránsito, valor 2 y c) Muerte culposa, valor 3. Esta escala fue aplicada en los estudios analizados en el presente trabajo, la misma es acumulativa para calificar la accidentabilidad. En otras palabras, de existir varios accidentes en un mismo sitio los puntajes se suman.

Con esta valoración y los datos proporcionados por la Jefatura Subzonal de Accidentología Vial Chimborazo No. 06 de los años 2017 y 2018 se

calificaron las intersecciones y se identificaron aquellas que tienen mayor puntaje en base al número de muertos, lesionados o daños materiales. Estos se contrastaron con estudios anteriores realizados con datos del año 2016 y los datos que presenta la consultora del Plan de Movilidad a inicios del año 2019 (A&V, 2019). A partir de la revisión de todos los datos se observa que solamente en una intersección se repite un incidente en el año 2016 y en el año 2018, esto hace pensar en una inconsistencia de los métodos empleados para establecer la accidentabilidad en Riobamba. Por lo que, el objetivo de esta investigación fue analizar los resultados obtenidos con la metodología utilizada según la gravedad de la contravención.

Los análisis estadísticos de seguridad en carreteras se fundamentan en dos pilares: la metodología de análisis y las bases de datos disponibles. Las dificultades que se puedan encontrar en aplicar una metodología, no es ajena a los problemas que puedan ocasionar las bases de datos, debido a que, si se cuenta con registros de datos deficientes, cualquier metodología que se utilice será de difícil aplicación. Por lo tanto, la base de los análisis de seguridad en carreteras está en un buen registro de datos en campo (NCHRP Synthesis 295 Statistical Methods In Highway Safety Analysis, 2001).

Los resultados de varios estudios indican que, los problemas con las bases de datos son el principal obstáculo para llevar a cabo un estudio de seguridad en carreteras. Dentro de todos los datos necesarios para llevar una investigación de este tipo, los registros de accidentes son muy importantes, sin embargo, estos son tomados en campo por las policías, y las agencias o administraciones de carreteras dedicadas a desarrollar estas investigaciones tienen muy poco o ninguna participación en esta primera etapa. El resultado de este proceso es que los datos que son importantes para la policía, a veces no lo son para los investigadores, y aquellos que, si tienen importancia, son de mala calidad (Rolison et al., 2018). Además, y para empeorar el problema, las bases de datos a menudo son muy pequeñas y hay que dejar pasar mucho tiempo para obtener un tamaño de muestras estadísticamente significativo. Otro problema de base es la diferencia en los reportes de accidentes entre distintas localidades y también a través del tiempo, ya que los criterios van cambiando; esto se refiere por ejemplo a cuántos accidentes con daños materiales son reportados o incluso cuál es la diferencia en la definición de accidentes con heridos leves o graves (Torres, 2012).

La misma conclusión registra en su estudio (Iglesias, 2017), en el cual menciona que Riobamba carece de un organismo que lidere la gestión de datos en seguridad vial, lo cual es indispensable para la

elaboración de cuadros estadísticos con información de primera mano, que nos permitan tomar mejores decisiones con evidencia científica, esto implica un trabajo colaborativo entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil. Donde entidades como el Sistema Integrado de Seguridad ECU911, la Agencia Nacional de Tránsito, la Fiscalía y el Consejo de la Judicatura, registran datos diferentes según cada institución y las funciones que realiza, pero ninguna genera una base de datos completa como para poder generar una investigación a fondo sobre los accidentes de tránsito en las diferentes intersecciones de la ciudad de Riobamba.

Además, se encontró que el método aplicado al ser muy elemental asigna un valor a la intersección en función de la gravedad del accidente, lo que no se correlaciona con las condiciones del sitio ni con otros factores que podrían estar favoreciendo la ocurrencia de los mismos. Esta información debería ser considerada por los entes reguladores y consultores de tráfico para la aplicación de métodos que incluyan la complejidad del funcionamiento del tránsito vehicular en la ocurrencia de accidentes (Rolison et al., 2018).

## 2 Metodología

Al contrastar las normas establecidas en la literatura respecto de la valoración de intersecciones peligrosas con los datos de accidentabilidad obtenidos en el periodo 2016 – 2019, para esta investigación se aplicó el método inductivo, analizando elementos emergentes dentro de los datos de accidentabilidad registrados en estudios previos. Detectando temas clave identificados en los datos mediante una comparación descriptiva entre los conjuntos estudiados (Guest, Namey, & Mitchell, 2013). El primer paso de esta investigación consistió en la búsqueda documental y bibliográfica sobre la evaluación de la accidentabilidad de tráfico en la ciudad de Riobamba. Para el efecto se usaron los buscadores Scopus y Google Scholar, además se utilizó estadísticas locales y estudios realizados por universidades del Ecuador con tesis y trabajos de investigación. El período de búsqueda fue desde el 2010 hasta el 2019.

Una vez obtenidos los datos de accidentes de los años 2017 y 2018, se calificaron las intersecciones según la gravedad de las contravenciones y con los resultados del estudio con datos del 2016 y los presentados por la consultora con datos del inicio del 2019 se ordenaron las intersecciones según el puntaje obtenido. Se identificaron en total 66 intersecciones en las cuales ocurrió un accidente durante el período de estudio. Para poder analizar más a fondo las intersecciones se eliminaron las que tenían puntaje menor a 7,

excepción de aquella que repite un incidente en los años 2016 y 2018.

Luego de la puntuación se tomaron para el análisis 11 intersecciones de la ciudad en las que ocurrieron accidentes graves. Para verificar las condiciones del sitio se realizaron visitas de inspección. Dos de las intersecciones reportadas no registran bien su dirección, por lo que, no se pudo realizar in situ el análisis de las mismas. Entonces, se aplicó una lista de chequeo de las nueve intersecciones con los mayores puntajes revisando las condiciones de las mismas y observando si estas tenían semáforos, señales verticales y horizontales, pasos peatonales, canalización, el número de accesos y las condiciones actuales de la intersección (Fan, 2018). Se elaboró una tabla que registra los accidentes que ocurrieron indistintamente tanto en intersecciones que no cuentan con buena señalética como con las que sí cuentan con las mismas.

Para el análisis estadístico de la accidentabilidad en la ciudad se asumió que la ocurrencia de accidentes en las intersecciones de la ciudad puede ser representado por una variable aleatoria discreta. El espacio muestral de esta variable aleatoria se asocia al número de intersecciones de la zona urbana de la ciudad de Riobamba, durante el período 2016 a 2019. El número de intersecciones se tomó del estudio de (A&V, 2019).

La probabilidad de que ocurra un accidente en una intersección cualquiera de la ciudad es el cociente de 1 entre el número de intersecciones. La probabilidad de un accidente grave en el período de análisis incluye las intersecciones con mayor puntaje de valoración de accidentes, se obtiene al dividir dicho número entre el número de intersecciones. Finalmente, la probabilidad de que se repita un accidente en la única intersección que los reporta, se calculó dividiendo 1 entre el número de intersecciones. De este modo, se estableció la función de probabilidad de accidentabilidad con los datos obtenidos para el período entre los años 2016 a 2019, en toda la ciudad.

Por otra parte, se separó la zona central y periférica de la ciudad. Se delimitó la zona del centro histórico como un área que contiene 60 intersecciones que es la zona comercial y administrativa de la ciudad, en la que se produce la mayor congestión de tráfico. Las otras 4 117 intersecciones corresponderían a la zona periférica.

Por lo que, la peligrosidad de una intersección en la zona central está definida por la probabilidad de ocurrencia de accidentes de una intersección siendo esta igual al número de accidentes en esa intersección entre el número total de accidentes ocurridos en el período de análisis.

### 3 Resultados y Discusión

La búsqueda bibliográfica y documental arrojó como resultados dos documentos que se ocupan de la accidentabilidad en la ciudad: Iglesias (2017) y el reporte del Plan de Movilidad para la ciudad de Riobamba en la Fase 1 (A&V, 2019).

Según la consultora del Plan de Movilidad para la ciudad de Riobamba en la Fase 1, en la ciudad se identificaron 46 puntos conflictivos, cinco intersecciones con mayores problemas de tráfico. En el último período se registraron 722 accidentes y se determinaron 11 intersecciones con un puntaje de 9 a 6 según la gravedad del accidente.

Al comparar estas intersecciones, con las reportadas por Iglesias (2017), observamos que solamente en una se repite un accidente en el 2016 y en el 2018, las demás tienen diferentes locaciones y fechas de ocurrencia. En la tabla 1, se presentan las intersecciones que obtuvieron puntaje mayor a 6, no se incluye las intersecciones del 2016 porque solo obtuvieron un puntaje de 3, además, se detectó que una víctima del año 2018 no aparece en las estadísticas registradas en la intersección que se repite.

Como se observa en la tabla 1 existe sólo una intersección en donde se repitió un accidente durante el período de análisis y se encuentra ubicada en la zona periférica de la ciudad, a la que hemos llamado la intersección de mayor peligrosidad.

El cálculo de la probabilidad de la ocurrencia de un accidente es:  $P_{x_1} = 10/4\ 177 = 0.0024$ , y la probabilidad de la ocurrencia de dos accidentes es  $P_{x_2} = 1/4\ 177 = 0.0002$ , la cual es similar a la probabilidad de ocurrencia en cualquiera de las intersecciones, por lo tanto, la probabilidad de ocurrencia de dos accidentes en una misma intersección es menor a la ocurrencia de un accidente en distintas intersecciones. La función de probabilidad se muestra en la Figura 1, con la probabilidad en ordenadas y el número de accidentes en abscisas.

Además, se puede visualizar que los accidentes registrados no ocurren en la zona céntrica de la ciudad, como lo muestra la Figura 2, en la cual se destaca con línea azul el centro histórico de la ciudad, que concentra la mayor parte de servicios públicos y financieros. Se puede ver las intersecciones con mayor probabilidad de ocurrencia de accidente, según la Figura 2 se encuentran fuera de la zona centro. Esto sugiere que en la zona centro de la ciudad los vehículos circulan a menor velocidad y los conductores tienen mayor precaución debido a que la zona tiene mayor vigilancia policiaca. En cambio, las zonas periféricas al tener una menor densidad de tráfico propician que los conductores manejen a mayor velocidad y con menor cuidado, lo que podría



estar ocasionando una mayor accidentabilidad. Además, los accidentes que se producen en la periferia registran una mayor gravedad según el puntaje asignado.

Por otra parte, el método con el que se calificó la peligrosidad de la intersección aporta información que se basa únicamente en los resultados de los accidentes, pero no reporta las condiciones que podrían estar produciéndolos. Por ejemplo, si en una intersección cualquiera, semaforizada, con señales horizontales y verticales claras se produce un accidente y resultan cinco fallecidos, según la valoración del método tendría un puntaje de 15 lo que la convierte en una intersección peligrosa en la ciudad, sin importar que tiene todos los elementos antes mencionados y aun cuando nunca antes se hayan producido accidentes en el lugar, sin considerar que el origen del accidente pudo estar en las condiciones de las personas que lo ocasionaron.

Esta forma de valoración de las intersecciones pondría temporalmente, por causa de este accidente, a esta intersección ubicarle como la de más alta peligrosidad en la ciudad no obstante que no se vuelva a producir un accidente en dicho lugar en muy largo tiempo.

El no contar con una base estadística confiable y suficiente para establecer las tendencias de accidentabilidad en la ciudad (Iglesias, 2017), hace que el método usado en el período de estudio tenga un aporte poco significativo para la predicción de nuevos accidentes. En consecuencia, no aportan elementos que permitan mejorar la seguridad de los actores del tráfico: conductores y peatones.

En la tabla 2, se observa que de las nueve intersecciones estudiadas algunas tienen su estructura completa con las señaléticas en buen estado e incluso sus intersecciones canalizadas, sin embargo, ocurren accidentes al igual que en las intersecciones que no cuentan con ninguna señalética ni semáforo. Lo que se contradice con el informe de la consultora del Plan de Movilidad de la ciudad de Riobamba que menciona: “Los accidentes de tránsito que generan lesiones y ocurren en un lugar determinado no se producen de manera aleatoria. Por esta razón, es necesario estudiar las causas de los accidentes de manera detenida. Una vez que se estudian los accidentes, se puede detectar el patrón común y determinar las potenciales medidas que ayuden a prevenir una nueva ocurrencia” (A&V, 2019).

El resultado de las inspecciones al sitio de los accidentes se muestra en la tabla 2. En ella se detallan los parámetros de comparación con una escala de medición de las condiciones de los mismos. Los parámetros mostrados son los que se consideran como mínimos necesarios en las normativas de tráfico para

la seguridad peatonal y vehicular en las intersecciones (MAPFRE, 2004).

Las puntuaciones de cada una de las intersecciones permiten valorar cuales presentan mejores condiciones de seguridad. La intersección de la Av. 11 de Noviembre y Canónigo Ramos cumple con todas las señales en buenas condiciones en cambio la intersección de las calles José de Orozco y Juan Montalvo según la inspección no cuenta con ninguna señalética, así como la intersección de las Av. Antonio José de Sucre y Av. De los Héroes su señalética está en mal estado.

Pese a que como observamos en la inspección la intersección de la Av. 11 de Noviembre y Canónigo Ramos cumple con todas las señaléticas, es la única intersección que, en los datos obtenidos, registran en dos años distintos accidentes de tránsito.

Tabla 1: Intersecciones que obtuvieron puntaje mayor a 6.

Año	Dirección	Puntaje
2019	Av. Lizarzaburu y Monseñor Leonidas Proaño	9
2019	Argentinos y Carabobo	8
2019	Av. Canónigo ramos y Joaquín Pinto	7
2019	Panamericana sur y av. Monseñor Leonidas Proaño	7
2019	Av. Antonio José de Sucre y av. de los héroes	7
2019	Av. Pedro Vicente Maldonado y av. 11 de noviembre	7
2019	Av. Edelberto Bonilla y Araujo Chiriboga	7
2018	Av. 11 de noviembre y Canónigo Ramos	2
2016	Av. 11 de noviembre y Canónigo Ramos	3
2018	José de Orozco y Juan Montalvo	8
2017	Av. Alfonso Chávez calle s/n	8
2017	Av. Sergio Quirola y calle s/n	12

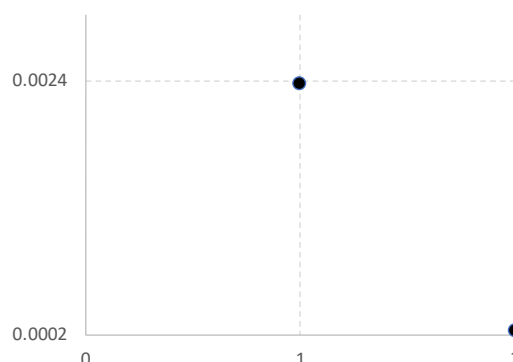


Figura 1: Función de probabilidad de accidentes peligrosos.

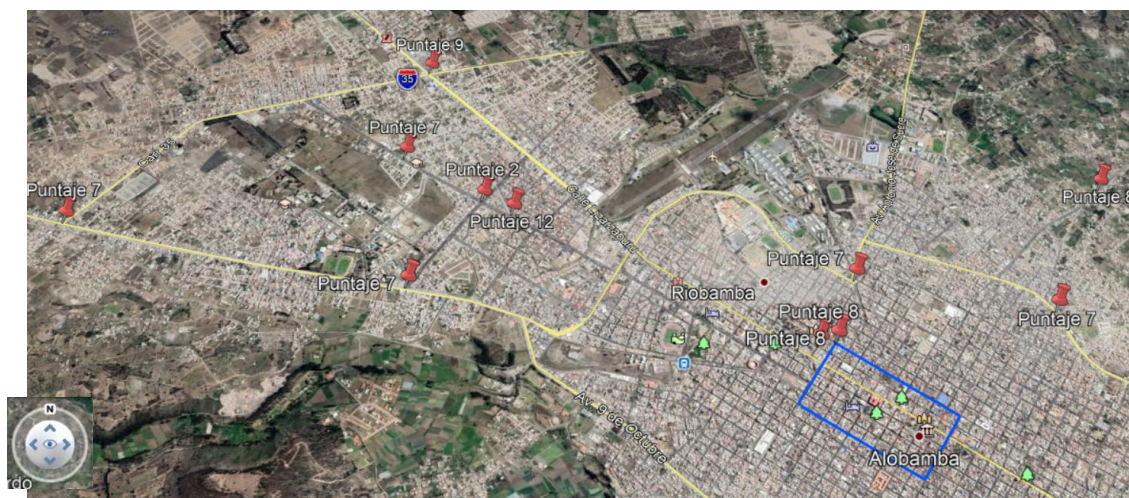


Figura 2: Intersecciones críticas por accidentes.

Tabla 2: Parámetros observados en las intersecciones con mayor puntaje en la valoración de accidentes.

Intersección	semáforo	señal horizontal	señal vertical	canalización	cruce peatón	núm.de accesos
Av. Lizarzaburu y Av. Monseñor Leonidas Proaño	1	1	1	1	0	4
Argentinos y Carabobo	1	0,5	0	0	1	2
Av. Canónigo Ramos y Joaquín Pinto	0	0,5	0,5	1	1	4
Panamericana Sur y Av. Monseñor Leonidas Proaño	1	1	1	0	1	3
Av. Antonio José de Sucre y Av. de Los Héroes	0	0,5	0,5	1	0,5	4
Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. 11 de Noviembre	1	1	1	1	0,5	4
Av. Edelberto Bonilla y Araujo Chiriboga	1	1	1	0	0,5	5
Av. 11 de Noviembre y Canónigo Ramos	1	1	1	1	1	4
José de Orozco y Juan Montalvo	0	0	0	0	0	2

Como se puede ver en la tabla 2 y en la figura 1, no existe un patrón estadístico claro de ocurrencia de los accidentes, pues la aparición de una nueva intersección con más de un accidente alteraría la distribución de probabilidad actual. Esto hace difícil estimar cual intersección de la ciudad es la más peligrosa o dónde se podrían producir nuevos accidentes.

Quizás la ocurrencia de accidentes está definida por factores externos a la intersección como la pericia del conductor, el exceso de confianza, el consumo de alcohol y la velocidad empleada que son los factores que causan el mayor índice de accidentes en el mundo (Fan, 2018), pues la única intersección con dos registros fatales presenta buenas condiciones de señalética. Estos son factores que deberán

incorporarse en el estudio de la accidentabilidad de la ciudad.

Por otra parte, la inexistencia de un patrón entre los datos presentados en este estudio además de las causas indicadas puede obedecer a deficiencias de la información utilizada que fue reportada por las entidades de control de tránsito y registro de la accidentabilidad. También puede ser atribuible a deficiencias del método empleado pues la implementación o evaluación de la seguridad en carreteras o en sectores puntuales de ésta, como las intersecciones, está basada en el uso de criterios técnicos cualificados, de prevención antes del accidente, o de investigación, evaluación de los daños producidos y las causas que lo originaron, después del accidente (Kaub & Kaub, 2000). Incluso cuando estas decisiones se basan en criterios técnicos cualificados,

la ausencia de metodologías que cuantifiquen adecuadamente el riesgo de una intersección, así como las normativas deficientes que rigen su diseño y operación, pueden generar evaluaciones técnicas deficientes e inconsistentes.

Lo antes descrito, evidencia la necesidad de desarrollar metodologías de evaluación del riesgo o modelos de predicción de accidentes que sirvan como información complementaria a los expertos en gestión de tránsito de modo que sus evaluaciones técnicas permitan escoger la mejor opción para la intervención en la seguridad del tráfico.

Por otra parte, en el National Cooperative Highway Research Program (NCHRP), Synthesis of Highway Practice 192, (O'Day, 1993) refiere que existen muchas diferencias entre los registros de accidentes y aquellos recopilados para estudios científicos. Este punto cobra relevancia para los modelos estadísticos de predicción de accidentes, ya que los métodos estadísticos tradicionales tienden a estar orientados para trabajar con datos recopilados en investigaciones científicas. Fundamentalmente se trata de que los datos utilizados son previos a los estudios (la mayor parte de las investigaciones son retrospectivas) y no son registrados en función de los estudios que se harán a futuro, es decir, el registro de datos no se planifica con antelación al “experimento”. Por lo general, el resultado es que en las bases de datos hay muchos registros perdidos, y estos datos faltantes redundan en un sesgo en los resultados de la investigación, asunto que afecta la calidad de los informes y su aplicación pierde validez a través del tiempo o si se desea aplicar en otro lugar (Torres, 2012).

## 4 Conclusiones

El método utilizado en la valoración de las intersecciones estimadas como peligrosas en la ciudad de Riobamba, deja muchas dudas sobre la calidad de sus resultados, pues la asignación de puntajes dependiente solo del número de incidentes y la gravedad de la contravención no considera múltiples factores que han sido reportados como determinantes en varias investigaciones sobre el tema. Pues, se limita al reporte de las consecuencias del accidente.

Los datos reportados por dichos estudios son de escasa utilidad para la toma de decisiones de los encargados de la seguridad vial. En las condiciones actuales la información disponible deja abierta la posibilidad de que cualquier intersección de la ciudad sea peligrosa sin que pueda ser advertido por los usuarios de las vías y tampoco por los entes reguladores de la ciudad. Lo que limita su respuesta a acciones correctivas luego de la ocurrencia del evento, sin posibilidad de implementar acciones preventivas. Además, los resultados representan escasamente la realidad debido

a la deficiencia de la información proporcionada por las agencias encargadas del registro de accidentes y sus consecuencias.

Para reducir la frecuencia y la gravedad de los accidentes se necesita implementar mayor control policial en la zona periferia de la ciudad y desmotivar el exceso de confianza de los conductores en zonas de poco tráfico.

Una de las principales limitantes del presente estudio es que fue realizado con pocos datos. Sin embargo, permite evidenciar la realidad de los informes de accidentabilidad y los métodos empleados para su desarrollo. Así como la necesidad de incluir varios factores en el análisis de las intersecciones riesgosas o de alta accidentabilidad, pues los accidentes no dependen solo de las condiciones de sitio sino también de comportamientos humanos riesgosos, que deben analizarse y relacionarse en los accidentes.

Queda abierta la necesidad del desarrollo de métodos que consideren la complejidad del tráfico y la accidentabilidad en las ciudades, que incluyan las condiciones de sitio (como el clima y el estado del pavimento), los comportamientos humanos y los factores externos que condicionan dicho comportamiento, los que pueden ser determinantes en la ocurrencia de accidentes de tránsito. De este modo, se podría ofrecer una herramienta para la acción preventiva de los accidentes en las ciudades.

## Conflicto de Interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés de naturaleza alguna en la presente investigación.

## Agradecimiento

Un agradecimiento especial a la Dirección de Gestión de Movilidad, Tránsito y Transporte del Municipio GADM Riobamba en la persona del gerente Cnel. Ángel Astudillo, quién nos facilitó los datos estadísticos de accidentes de tránsito de los años 2017, 2018 y los resultados de la Fase 1 del Plan de Movilidad de la ciudad de Riobamba.

## Referencias

- A&V. (2019). Plan de Movilidad del cantón Riobamba. Informe fase 1. Riobamba.
- Agencia Nacional de Tránsito. (2017). Dirección de Estudios y Proyectos siniestros por provincia a nivel nacional mayo-2015 Comparativo Mensual Mayo 2014 - 2015 Número de Siniestros Probables por Provincia Siniestros por causas probables a nivel nacional a mayo-2015. Dirección de Estudios y Proyectos, 1, 1-12.

Universidad Politécnica de Madrid.

- Backer, J. (1975). *Traffic accident investigation manual*. Evanston, USA: Traffic Institute, Northwestern University.
- Bao, X., Sun, X., & He, Y. (2010). A comparative analysis of characteristics of traffic accidents of first class road. In ICLEM 2010: Logistics for Sustained Economic Development - Infrastructure, Information, Integration - Proceedings of the 2010 International Conference of Logistics Engineering and Management (Vol. 387, pp. 1933–1938). [https://doi.org/10.1061/41139\(387\)268](https://doi.org/10.1061/41139(387)268)
- Dekker, S. (2012). *Drift into Failure: From Hunting Broken Components to Understanding Complex Systems*. Farham, England: Ashgate Publishing Ltd.
- Fan, F. (2018). Study on the Cause of Car Accidents at Intersections. *Open Access Library Journal*, 5(5), 1–11. <https://doi.org/10.4236/oalib.1104578>
- Guest, G. S., Namey, E. E., & Mitchell, M. L. (2013). *Collecting Qualitative Data*. Thousand Oaks, California, USA: SAGE Publications Inc.
- Iglesias, E. (2017). Identificación de los puntos críticos de accidentes de tránsito en la ciudad de Riobamba. Universidad Nacional de Chimborazo.
- ISAGS-UNASUR. (2019). Accidentes de tránsito en América del Sur, radiografía de una epidemia ignorada - ISAGS.
- Kaub, A., & Kaub, J. (2000). Predicting Annual Intersection Accidents with Conflict Opportunities.
- MAPFRE. (2004). Identificación de problemas de seguridad vial y propuesta de catálogo de soluciones en urbanizaciones privadas.
- O'Day, J. (1993). Accident Data Quality. In *Transportation Research Board (National R, p. 48)*. Washington, D.C.
- Pardillo, J. (2004). Procedimientos de estudio, diseño y gestión de medidas de seguridad vial en las infraestructuras. Madrid. Retrieved from [https://scholar.google.es/citations?user=t2BpraAAAAAJ&hl=es#d=gs\\_md\\_cita-d&u=%2Fcitations%3Fview\\_op%3Dview\\_citation%26hl%3Des%26user%3Dt2BpraAAAAAJ%26citation\\_for\\_view%3Dt2BpraAAAAAJ%3AR3hNpaxXUHUC%26tzm%3D300](https://scholar.google.es/citations?user=t2BpraAAAAAJ&hl=es#d=gs_md_cita-d&u=%2Fcitations%3Fview_op%3Dview_citation%26hl%3Des%26user%3Dt2BpraAAAAAJ%26citation_for_view%3Dt2BpraAAAAAJ%3AR3hNpaxXUHUC%26tzm%3D300)
- Rolison, J. J., Regev, S., Moutari, S., & Feeney, A. (2018). What are the factors that contribute to road accidents? An assessment of law enforcement views, ordinary drivers' opinions, and road accident records. *Accident Analysis and Prevention*, 115(August 2017), 11–24. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.02.025>
- Shappell, S. a, & Wiegmann, D. a. (2000). The Human Factors Analysis and Classification System – HFACS. USDOT/FAA/AM-00/7 Office of Aviation Medicine, 19. <https://doi.org/10.1177/1062860613491623>
- Torres, J. (2012). Metodología de evaluación de la seguridad vial en intersecciones basada en el análisis cuantitativo de conflictos entre vehículos.