

## Conference Paper

# Determinación De Las Principales Causas De Accidentes De Tránsito En El Ecuador Desde El 2016 Hasta 2018

## Determination of the Main Causes of Transit Accidents in Ecuador Since 2016 Until 2018

Erick Barrera-Sánchez and Rubén Pazmiño-Maji

Grupo de Investigación Ciencia de Datos CIDED, Carrera de Estadística Informática. Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Riobamba-Ecuador

### Resumen

Los accidentes de tránsito en el Ecuador han causado muchos problemas en el ámbito social, ocupa el segundo lugar en mortandad por accidentes de tránsito en Latinoamérica. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define un accidente de tránsito como un problema para la salud pública mundial y pueden causar graves consecuencias en las personas y generar altos costos económicos para el país, de allí la necesidad de realizar este estudio. El objetivo de ésta investigación es determinar cuáles son las principales causas que ocasionan los accidentes de tránsito, los datos fueron proporcionados por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) durante los años 2016, 2017 y 2018. La investigación es de tipo cuantitativo, de corte transversal y además un estudio descriptivo, exploratorio e inferencial no experimental. Se realizó inicialmente un estudio de normalidad de las variables de, luego se procedió a emplear pruebas estadísticas no paramétricas tales como Kruskal-Wallis (H-test) y Wilcoxon. Como parte de los resultados se encontró que la causa principal que provocó la mayor cantidad de fallecidos en accidentes de tránsito fue la de conducir desatento a las condiciones de tránsito.

**Abstract:** Traffic accidents in Ecuador have had many problems in the social field, occupies the second place in death and traffic accidents in Latin America. The World Health Organization (WHO) defines a traffic accident as a problem for world public health and can cause severe consequences for people and generate high economic costs for the country, hence the need to carry out this study. The objective of this research is to determine which are the leading causes that cause traffic accidents, and the data was provided by the National Traffic Agency (ANT) during the years 2016, 2017 and 2018. The research is quantitative, cross-sectional and also descriptive, exploratory and non-experimental inferential study. Initially, a normality study of the variables was carried out, then nonparametric statistical tests such as Kruskal-Wallis (H-test) and Wilcoxon were used. As part of the results, it was found that the leading cause that caused the most significant number of deaths in traffic accidents was driving inattentive to traffic conditions.

Corresponding Author:

Erick Barrera-Sánchez  
erick.barrera@esPOCH.edu.ec

Received: 10 January 2020  
Accepted: 17 January 2020  
Published: 26 January 2020

Publishing services provided by  
Knowledge E

© Erick Barrera-Sánchez and  
Rubén Pazmiño-Maji. This article  
is distributed under the terms of  
the Creative Commons

Attribution License, which  
permits unrestricted use and  
redistribution provided that the  
original author and source are  
credited.

Selection and Peer-review under  
the responsibility of the VI  
Congreso Internacional Sectei  
2019 Conference Committee.

### OPEN ACCESS

**Palabras Claves:** accidentes de tránsito, Ecuador, causas, mortalidad, consecuencias serias.

**Keywords:** traffic accidents, Ecuador, causes, mortality, serious consequences.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación hace referencia a la comparación de los accidentes de tránsito en los últimos tres años (2016, 2017 y 2018) en el Ecuador. Se puede definir como accidente de tránsito a "un problema para la salud pública mundial que puede causar graves consecuencias en las personas y generar altos costos económicos para el país" (García-García, Vera-Giraldo, & Zuluaga-Ramírez, 2011). Con este estudio se pretende determinar las principales causas de accidentes de tránsito, para así poder sugerir acciones en beneficio de la población ecuatoriana. Los accidentes de tránsito en el Ecuador han sido una de las causas más altas de las tasas de mortalidad. Según la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) las causas de estos siniestros han ido aumentando con el pasar del tiempo (Algora-Buenafé, Russo-Puga, Suasnavas-Bermúdez, Merino-Salazar, & Gómez-García, 2017). De acuerdo a las estadísticas básicas proporcionadas por la ANT menciona lo siguiente: "El tipo de accidente más frecuente es el arrollamiento-atropello a peatones y choques frontales entre vehículos en las principales provincias del país". Las causas de los fallecimientos por AT son atribuidas a la imprudencia del conductor y peatón. Por cada 100 lesionados por arrollamiento en AT fallecieron 61 personas. («Vista de Caracterización de la Mortalidad por Accidentes de Tránsito en Ecuador, 2015», s. f). Según la Organización Mundial de la Salud, el 90% de muertes por accidentes de tránsito ocurre en países de población de bajos o ingresos medios. Hablemos de tres países que año tras año tienen cifras y casos sobre accidentes de carretera: Bolivia, Perú y Ecuador. De acuerdo a las cifras y reportes presentados por la OMS, estas tres naciones se encuentran en los primeros lugares de mayor tasa de accidentes en las vías.

Ecuador, ocupa el segundo lugar en mortandad por accidentes de tránsito en Latinoamérica. Según el Director de Justicia Vial, Guillermo Abad, la situación no ha mejorado a pesar de la reforma de la ley de tránsito, ya que se ha presentado un 50% en el incumplimiento por parte de los mandatarios: "la autoridad encargada no tiene la voluntad de hacerla cumplir, cuando es completamente aplicable" (Gutiérrez, s. f). La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que cada año mueren en el mundo cerca de 1,3 millones de personas a causa de accidentes de tránsito y hasta 50

millones sufren traumatismos no mortales en estos siniestros. En Ecuador, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), ha situado los accidentes de tránsito como la sexta causa de mortalidad, detrás de enfermedades como la diabetes y afecciones cardíacas.

Las causas generales de los accidentes de tránsito propuestas por la Agencia Nacional de Tránsito son las siguientes<sup>1</sup>:

- Adelantar o rebasar a otro vehículo en movimiento en zonas o sitios peligrosos tales como: curvas, puentes, túneles, pendientes, etc.
- Bajarse o subirse de vehículos en movimiento sin tomar las precauciones debidas.
- Caso fortuito o fuerza mayor (explosión de neumático nuevo, derrumbe, inundación, caída de puente, árbol, presencia intempestiva e imprevista de semovientes en la vía, etc.).
- Condiciones ambientales y/o atmosféricas (niebla, neblina, granizo, lluvia).
- Conduce bajo la influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.
- Conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor).
- Conducir en estado de somnolencia o malas condiciones físicas (sueño, cansancio y fatiga).
- Conducir en sentido contrario a la vía normal de circulación.
- Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.
- Daños mecánicos previsibles.
- Dejar o recoger pasajeros en lugares no permitidos.
- Falla mecánica en los sistemas y/o neumáticos (sistema de frenos, dirección, electrónico o mecánico).
- Mal estacionado- el conductor que detenga o estacione vehículos en sitios o zonas que entrañen peligro, tales como zona de seguridad, curvas, puentes, túneles, pendientes.
- Malas condiciones de la vía y/o configuración. (iluminación y diseño).
- No ceder el derecho de vía o preferencia de paso a vehículos.
- No ceder el derecho de vía o preferencia de paso al peatón.
- No guardar la distancia lateral mínima de seguridad entre vehículos.

- No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede.
- No respetar las señales manuales del agente de tránsito.
- No respetar las señales reglamentarias de tránsito. (pare, ceda el paso, luz roja del semáforo, etc.).
- No transitar por las aceras o zonas de seguridad destinadas para el efecto.
- Peatón que cruza la calzada sin respetar la señalización existente (semáforos o señales manuales).
- Peatón transita bajo influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.
- Peso y volumen-no cumplir con las normas de seguridad necesarias al transportar cargas.
- Presencia de agentes externos en la vía (agua, aceite, piedra, lastre, escombros, maderos, etc.).
- Realizar cambio brusco o indebido de carril.

Para la determinación de las principales causas, se han aplicado varios análisis estadísticos: se realizó el test de normalidad, para ello se analizó el número de observaciones y se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Luego, se aplicaron pruebas no paramétricas tales como los test de Kruskal-Wallis (o H-test) y Wilcoxon. Los softwares estadísticos utilizados fueron Minitab, Microsoft Excel, Google Docs y R con el entorno de desarrollo RStudio.

## 2. METODOLOGÍA

El estudio es de tipo cuantitativo con observaciones reales de los años 2016, 2017 y 2018, se realizó una investigación de corte transversal ya que no se realizan proyecciones, además un estudio descriptivo, exploratorio e inferencial no experimental. No todos los accidentes de tránsito a nivel nacional son registrados, es por ello que se utilizó un muestreo aleatorio simple para inferir sobre toda la población de accidentes producidos en todo el Ecuador. La fórmula para el cálculo del tamaño de muestra con parámetro de interés la media y tamaño de población desconocido fue  $n = \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \cdot s^2}{E^2}$ , donde  $n$  es el tamaño de la muestra,  $z$  es el margen de confiabilidad,  $E$  es el error y  $s$  es la desviación estándar.

La recopilación de los datos de los años de estudio considerados estuvo a cargo de los integrantes de la ANT (<https://ant.gob.ec/>), que al momento de ocasionarse un

accidente de tránsito los encargados del control sean éstos policía o agentes metropolitanos levantan la información como por ejemplo la fecha que se suscitó el percance, la provincia, el cantón, cual fue la causa y el número de fallecidos o lesionados. A partir de la información anterior se crean informes que el ente regulador del tránsito en el país lo actualiza periódicamente. Para analizar normalidad en las observaciones se usó el software Minitab 18 el cual ofrece muchos análisis estadísticos, tales como pruebas paramétricas y no paramétricas. Las gráficas incorporadas le ayudan a visualizar los datos y validar sus resultados («Introducción a Minitab 18», s. f). Una vez que se conoció el test de normalidad se procedió a realizar el contraste de Kruskal-Wallis el cual nos revelará si los accidentes de tránsito por año tienen diferencia entre las medianas; a partir de esto se hará una análisis con la prueba de Wilcoxon la cual es una prueba no paramétrica para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas. (Zúñiga, s. f), para ello usaremos el hoja electrónica Excel versión 2016 y el entorno de programación estadístico R versión 3.6.0.

### 3. RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados de los análisis estadísticos realizados:

#### 3.1. Cálculo del tamaño de muestra

Para la aplicación de la fórmula de muestreo  $n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot s^2}{E^2}$ , se utilizaron los siguientes parámetros:

TABLE 1: Parámetros utilizados en el cálculo del tamaño de muestra

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| Desviación estandar (s) =     | 122,21       |
| Nivel de confianza (α) =      | 5%           |
| Margen de confiabilidad (z) = | 1,959963985  |
| Error Maximo permitido (E) =  | 0,845        |
| Tamaño de la muestra (n) ≥    | 80351,91883  |
| Aproximadamente =             | <b>80352</b> |

El tamaño de muestra debe ser mayor o igual a 80352, se trabajó con una muestra de 80655 datos (26158 en 2016, 28967 en 2017 y 25530 en 2018).

### 3.2. Análisis Descriptivo

A continuación, se muestra las causas de accidentes de tránsito en los años 2016, 2017 y 2018. Se puede observar en el Gráfico 1 de la muestra analizada, que la causa conducir desatento a las condiciones de tránsito es aquella con mayor frecuencia absoluta 2016 (con un número de 575), 2017 (con un número de 494) y 2018 (con un número de 668), en total 1737 causas.

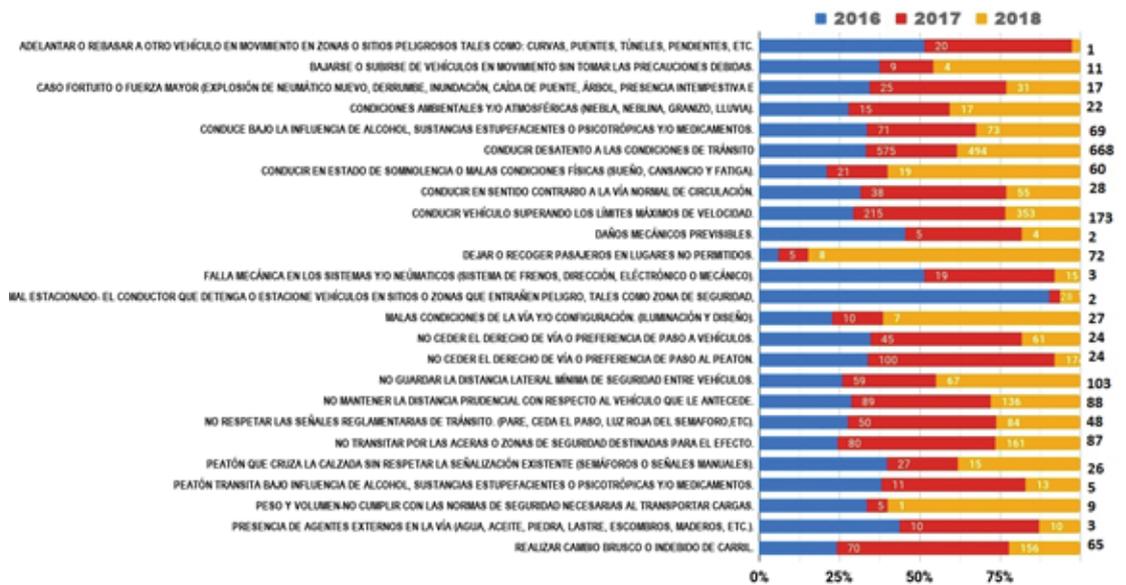


Figure 1: Barras apiladas comparativas de las causas en los 3 años

En el Gráfico 1 además se puede observar que las causas totales en el año 2016 (son de 1602), 2017 (son de 1977) y 2018 (son de 1637), en total 5216 causas.

En el gráfico 2 se puede observar que la causa CONDUCCIÓN DESATENTO A LAS CONDICIONES DE TRÁNSITO, es la más frecuente y con muy alto valor 33.3%. Las dos causas principales, la anterior sumada a CONDUCCIÓN VEHÍCULO SUPERANDO LOS LÍMITES MÁXIMOS DE VELOCIDAD suman el 47.5% de las causas. Causas de bajo impacto son PRESENCIA DE AGENTES EXTERNOS EN LA VÍA (AGUA, ACEITE, PIEDRA, LASTRE, ESCOMBROS, MADEROS, ETC.), PESO Y VOLUMEN-NO CUMPLIR CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD NECESARIAS AL TRANSPORTAR CARGAS y DAÑOS MECÁNICOS PREVISIBLES que juntas solo son un 1%.

Si se considera únicamente las causas en el año 2017 se obtiene el Gráfico 2

El gráfico 3, muestra que en año 2017 la principal causa es también conducir desatento a las condiciones de tránsito. El gráfico 4 muestra las causas en porcentaje en el año 2017 en las principales ciudades del Ecuador, nótese en las barras comparativas al costado derecho que las causas difieren por provincia.



Figure 2: Barras porcentuales de las causas en los 3 años

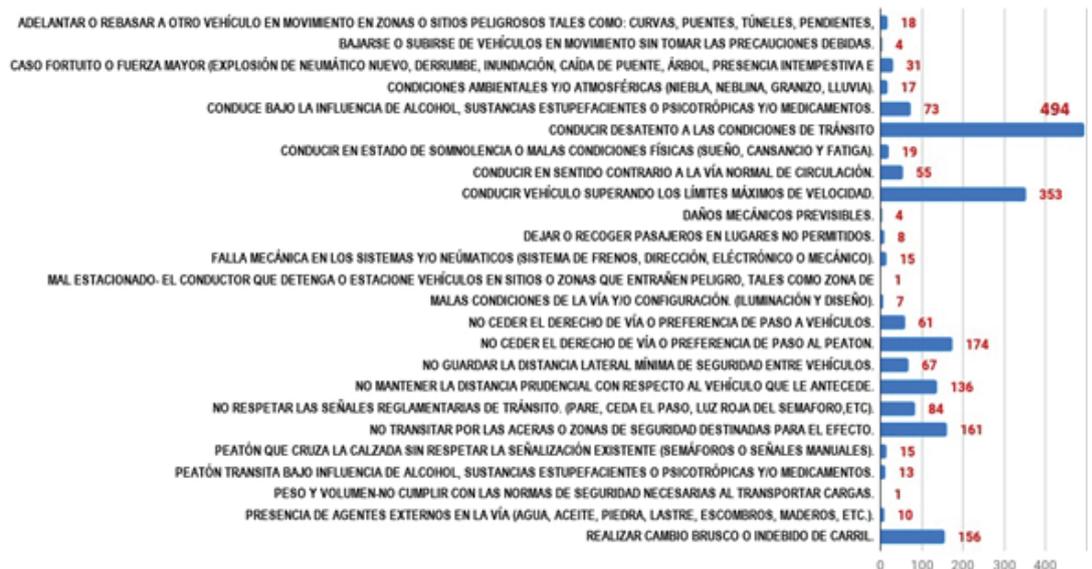


Figure 3: Barras apiladas comparativas de las causas en el año 21017

### 3.3. Análisis de Normalidad aplicando el test de Kolmogorov-Smirnov

Se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors debido a que esta es robusta por la cantidad de observaciones a utilizar, es una modificación de la prueba de Kolmogorov-Smirnov y es apropiada en una situación en la que los parámetros de la distribución hipotética son completamente conocidos ( Razali & Wah, s. f). En el Gráfico 3 se muestra la curva y los resultados del test de Normalidad de Kolmogorov para los fallecidos en los años 2016, 2017 y 2018

Observando tanto la gráfica de normalidad, así como los valores  $p$  se concluye que las muestras no han sido extraídas de una población normal, es por ello que se deberá aplicar pruebas no paramétricas para su análisis.

| CAUSAS   | AZUAY | CHIMBORAZO | GUAYAS | PICHINCHA | BARRAS |
|--|-------|------------|--------|-----------|--------|
| ADELANTAR O REBASAR A OTRO VEHÍCULO EN MOVIMIENTO EN ZONAS O SITIOS PELIGROSOS TALES COMO: CURVAS, PUENTES, TÚNELES, PENDIENTES, ETC.  | 0,33  | 0,51       | 0,01   | 0,01      |        |
| BAJARSE O SUBIRSE DE VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO SIN TOMAR LAS PRECAUCIONES DEBIDAS.   | 0,33  | 0          | 1,26   | 1,26      |        |
| CASO FORTUITO O FUERZA MAYOR (EXPLOSIÓN DE NEUMÁTICO NUEVO, DERRUMBE, INUNDACIÓN, CAÍDA DE PUENTE, ÁRBOL, PRESENCIA INTEMPESTIVA E IMPREVISTA DE SEMOVIENTES EN LA VÍA, ETC.). | 0,33  | 0,76       | 0,68   | 0,68      |        |
| CONDICIONES AMBIENTALES Y/O ATMOSFÉRICAS (NIEBLA, NEBLINA, GRANIZO, LLUVIA).   | 0     | 0,25       | 0,02   | 0,02      |        |
| CONDUCE BAJO LA INFLUENCIA DE ALCOHOL, SUSTANCIAS ESTUPEFACIENTES O PSICOTRÓPICAS Y/O MEDICAMENTOS.  | 9,82  | 4,94       | 5,07   | 5,07      |        |
| CONDUCCIÓN DESATENTO A LAS CONDICIONES DE TRÁNSITO (CELULAR, PANTALLAS DE VIDEO, COMIDA, MAQUILLAJE O CUALQUIER OTRO ELEMENTO DISTRACTOR).                                     | 25,32 | 36,88      | 18,26  | 18,26     |        |
| CONDUCCIÓN EN ESTADO DE SOMNOLENCIA O MALAS CONDICIONES FÍSICAS (SUEÑO, CANSANCIO Y FATIGA).   | 0,27  | 0          | 0,06   | 0,06      |        |
| CONDUCCIÓN EN SENTIDO CONTRARIO A LA VÍA NORMAL DE CIRCULACIÓN.  | 3,21  | 0,51       | 1,97   | 1,97      |        |
| CONDUCCIÓN VEHÍCULO SUPERANDO LOS LÍMITES MÁXIMOS DE VELOCIDAD.  | 1,67  | 4,56       | 27,68  | 27,68     |        |
| DAÑOS MECÁNICOS PREVISIBLES.   | 0,13  | 0,13       | 0      | 0         |        |
| DEJAR O RECOGER PASAJEROS EN LUGARES NO PERMITIDOS.  | 0,27  | 0,51       | 0,74   | 0,74      |        |
| FALLA MECÁNICA EN LOS SISTEMAS Y/O NEUMÁTICOS (SISTEMA DE FRENOS, DIRECCIÓN, ELÉCTRÓNICO O MECÁNICO).  | 0,4   | 0          | 0,2    | 0,2       |        |
| MAL ESTACIONADO- EL CONDUCTOR QUE DETENGA O ESTACIONE VEHÍCULOS EN SITIOS O ZONAS QUE ENTRAÑEN PELIGRO, TALES COMO ZONA DE SEGURIDAD, CURVAS, PUENTES, TÚNELES, PENDIENTES.    | 0,47  | 0          | 0,02   | 0,02      |        |
| MALAS CONDICIONES DE LA VÍA Y/O CONFIGURACIÓN. (ILUMINACIÓN Y DISEÑO).   | 0,47  | 0,13       | 0,02   | 0,02      |        |
| NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO A VEHÍCULOS.  | 6,81  | 5,2        | 1,44   | 1,44      |        |
| NO CEDER EL DERECHO DE VÍA O PREFERENCIA DE PASO AL PEATÓN.  | 5,21  | 4,18       | 4,08   | 4,08      |        |
| NO GUARDAR LA DISTANCIA LATERAL MÍNIMA DE SEGURIDAD ENTRE VEHÍCULOS.   | 4,34  | 18,76      | 6,2    | 6,2       |        |
| NO MANTENER LA DISTANCIA PRUDENCIAL CON RESPECTO AL VEHÍCULO QUE LE ANTECEDE.  | 8,15  | 12,29      | 7,03   | 7,03      |        |
| NO RESPETAR LAS SEÑALES MANUALES DEL AGENTE DE TRÁNSITO.   | 0,07  | 0          | 0,04   | 0,04      |        |
| NO RESPETAR LAS SEÑALES REGLAMENTARIAS DE TRÁNSITO. (PARE, CEDA EL PASO, LUZ ROJA DEL SEMAFORO, ETC.).   | 17,84 | 4,56       | 14,31  | 14,31     |        |
| NO TRANSITAR POR LAS ACERAS O ZONAS DE SEGURIDAD DESTINADAS PARA EL EFECTO.  | 1,8   | 2,79       | 0,4    | 0,4       |        |
| PEATÓN QUE CRUZA LA CALZADA SIN RESPETAR LA SEÑALIZACIÓN EXISTENTE (SEMAFOS O SEÑALES MANUALES).   | 2,94  | 0,13       | 0,04   | 0,04      |        |
| PEATÓN TRANSITA BAJO INFLUENCIA DE ALCOHOL, SUSTANCIAS ESTUPEFACIENTES O PSICOTRÓPICAS Y/O MEDICAMENTOS.   | 0,6   | 0          | 0,07   | 0,07      |        |
| PESO Y VOLUMEN-NO CUMPLIR CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD NECESARIAS AL TRANSPORTAR CARGAS.  | 0,13  | 0,13       | 0,05   | 0,05      |        |
| PRESENCIA DE AGENTES EXTERNOS EN LA VÍA (AGUA, ACEITE, PIEDRA, LASTRE, ESCOMBROS, MADEROS, ETC.).  | 1,27  | 0          | 0,06   | 0,06      |        |
| REALIZAR CAMBIO BRUSCO O INDEBIDO DE CARRIL.   | 7,82  | 2,79       | 10,29  | 10,29     |        |

Figure 4: Barras porcentuales comparativas sobre las causas para cuatro ciudades en los tres años de estudio

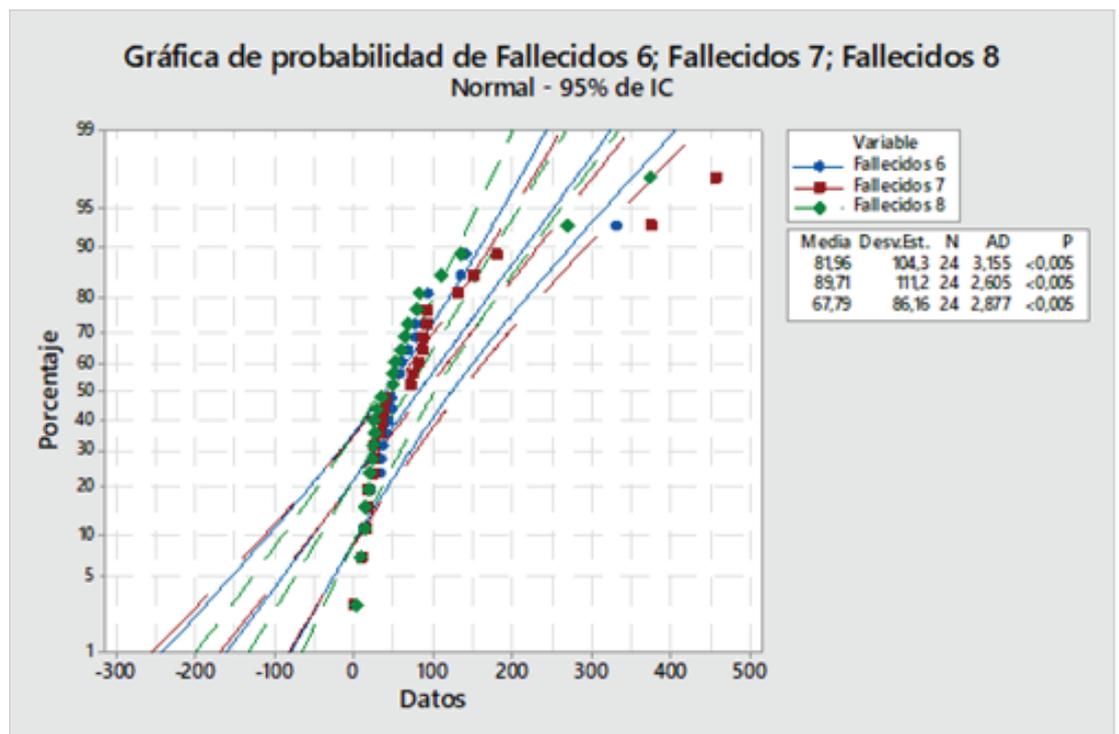


Figure 5: Gráfica y resultados de test de Normalidad de Kolmogorov

### 3.4. Prueba de Kruskal-Wallis (o H-test) para los años 2016, 2017, 2018

La prueba de Kruskal-Wallis (o H-test) aplicada a una muestra grande (>20, desde el punto de vista no paramétrico), la hipótesis nula afirma que no existe una tendencia a que el número de accidentes sean diferentes en los tres años. La hipótesis de investigación establece que hay diferencia entre el número de accidentes en los tres años.

TABLE 2: Resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis

| Años | Mediana | Clasificación de medias | Valor Z |
|------|---------|-------------------------|---------|
| 2016 | 47,5    | 37,7                    | 0,33    |
| 2017 | 56      | 38,6                    | 0,61    |
| 2018 | 41,5    | 33,5                    | -0,94   |

Existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, lo que sugiere que existe una diferencia real entre un par los tres años. Por lo tanto, se necesitan contrastes post-pruebas, que se realizan a continuación

### 3.5. Post-prueba de Wilcoxon para los años 2016 y 2017

El planteamiento de hipótesis se muestra a continuación  $\begin{cases} H_0 : \mu_D = 0 \\ H_1 : \mu_D \neq 0 \end{cases}$ . El estadístico de prueba es  $T = \text{minimo entre } \sum R_+ \text{ y } \sum R_-$ ,  $T_c=111$  y  $T_i= 81$ ,  $T_c > T_i$  por tanto  $H_0$  no se rechaza, es decir no existe diferencia significativa entre los fallecidos durante accidentes de tránsito en el año 2016 con respecto a los fallecidos durante accidentes de tránsito en el año 2017.

$$ES = \frac{|z|}{\sqrt{n}}, ES= 0.2274526 \text{ por tanto el tamaño del efecto es mediano.}$$

### 3.6. Post-prueba de Wilcoxon para los años 2017 y 2018

El planteamiento de hipótesis se muestra a continuación  $\begin{cases} H_0 : \mu_D = 0 \\ H_1 : \mu_D \neq 0 \end{cases}$ . El estadístico de prueba es  $T = \text{minimo entre } \sum R_+ \text{ y } \sum R_-$ ,  $T_c=27,5$  y  $T_i= 81$ ,  $T_c < T_i$  por tanto  $H_0$  se rechaza, es decir si existe diferencia significativa entre los fallecidos durante un accidente de tránsito en el año 2017 con respecto a los fallecidos durante un accidente de tránsito en el año 2018.

$ES = \frac{|z|}{\sqrt{n}}$ ,  $ES = 0.7144345$  por tanto el tamaño del efecto es alto o fuerte.

### 3.7. Post-prueba de Wilcoxon para los años 2016 y 2018

El planteamiento de hipótesis se muestra a continuación  $\begin{cases} H_0 : \mu_D = 0 \\ H_1 : \mu_D \neq 0 \end{cases}$ . El estadístico

de prueba es  $T = \text{minimo entre } \sum R_+ \text{ y } \sum R_-$ ,  $T_c = 87,7$  y  $T_i = 81$ ,  $T_c > T_i$  por tanto  $H_0$  no se rechaza, es decir no existe diferencia significativa entre los fallecidos durante un accidente de tránsito en el año 2016 con respecto a los fallecidos durante un accidente de tránsito en el año 2018.

$ES = \frac{|z|}{\sqrt{n}}$ ,  $ES = 0.36334098$  por tanto el tamaño del efecto es mediano.

### 3.8. Prueba Kruskal-Wallis (o H-test) del año 2017

Prueba Kruskal Wallis- Comparando 25 grupos por el número de fallecidos y el número de accidentes de tránsito en Ecuador en el año 2017.

1 Planteamiento de hipótesis  $\begin{cases} H_0 : \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \dots = \theta_{25} \\ H_1 : \exists i, j \in \mathbb{N} / \theta_i \neq \theta_j \end{cases}$

2 Nivel de significancia:  $\alpha = 0,05$

3 Estadístico de prueba: Test Kruskal Wallis  $H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$ ,  $H = 25,63$ , Realizando la Corrección de vínculos  $C_H = 1 - \frac{\sum(T^3 - T)}{N^3 - N}$ , es decir  $C_H = 0,998$ . Corrección de H:  $H_{corr} = \frac{H}{C_H}$ , es decir  $H_{corr} = 25,67$

4 Regla de decisión: Si  $H_{crit} \leq H_{corr}$  entonces  $H_0$  se rechaza, Como  $3,84 \leq 25,67$  entonces  $H_0$  se rechaza

5 Toma de decisión: Existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y concluir que al menos un par de las 25 causas de accidentes de tránsito, analizadas conjuntamente con el número de fallecidos y el número de accidentes de tránsito registrados en el año 2017 en Ecuador; son diferentes estadísticamente. Podemos ayudarnos a determinar cuál es la causa que más afecta en el año 2017 analizando la Gráfica 2.

### 3.9. Prueba Kruskal-Wallis (o H-test) de los años 2015, 2016 y 2017

Se realiza un estudio inferencial del número de fallecidos por causa de muerte en los años 2016, 2017 y 2018, registrados en el Ecuador.

$$1 \text{ Planteamiento de hipótesis } \begin{cases} H_0 : \theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \dots = \theta_{25} \\ H_1 : \exists i, j \in \mathbb{N} / \theta_i \neq \theta_j \end{cases}$$

2 Nivel de significancia:  $\alpha = 0,05$

3 Estadístico de prueba: Test Kruskal Wallis  $H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$ ,  $H = 72,36$ , Realizando la Corrección de vínculos  $C_H = 1 - \frac{\sum(T^3 - T)}{N^3 - N}$ , es decir  $C_H = 0,915$ . Corrección de H:  $H_{corr} = \frac{H}{C_H}$ , es decir  $H_{corr} = 79,09$

4 Regla de decisión: Si  $H_{crit} \leq H_{corr}$  entonces  $H_0$  se rechaza, Como  $5,99 \leq 79,09$  entonces  $H_0$  se rechaza

5 Toma de decisión: Existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y concluir que al menos un par de las 25 causas de accidentes de tránsito más frecuentes registradas en el Ecuador, durante un período comprendido entre los años 2016 a 2018; son diferentes estadísticamente. Podemos ayudarnos a determinar cuál es la causa que más afecta en los últimos 3 años analizando la Gráfica 1.

## 4. CONCLUSIONES

El número total de accidentes de tránsito en el Ecuador es desconocido, únicamente se tienen como referencia los que se logran registrar en la Agencia Nacional de Tránsito. Considerando una muestra significativa de 80655 registros y las pruebas de hipótesis de Kolmogorov-Smirnov, Prueba de Kruskal-Wallis (o H-test) y Post-prueba de Wilcoxon se pudieron llegar a las siguientes conclusiones: Que en los años 2016 y 2018 no existió diferencias significativas; en cambio en el 2017 existió variación con relación al resto de los años. A nivel nacional la causa que provocó la mayor cantidad de fallecidos en accidentes de tránsito fue conducir desatento a las condiciones de tránsito (celular, pantallas de video, comida, maquillaje o cualquier otro elemento distractor) con un 33.3%. A nivel nacional la segunda y tercera causas fueron **conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad y no transitar por las aceras o zonas de seguridad destinadas para el efecto** con porcentajes del 14.2 y 6.3% respectivamente. Las causas de accidentes dependen de la ubicación geográfica como puede ser la provincia, por lo que para determinar causa contextualizadas al medio geográfico se sugiere que se haga un estudio por provincia de tal forma que las estrategias sean más efectivas, esto puede conducir a una nueva investigación más local. Se sugiere se definan las acciones a tomar y el diseño del seguimiento estadístico a seguir para determinar el éxito o fracaso de las mismas y además que las entidades responsables

tomen acciones sobre la causa conducir "desatento a las condiciones de tránsito" ya que es la que más accidentes de tránsito generan.

## References

- [1] Algora-Buenafé, A. F., Russo-Puga, M., Suasnavas-Bermúdez, P. R., Merino-Salazar, P., & Gómez-García, A. R. (2017). Trends in traffic accidents in Ecuador: 2000-2015 [Tendencias de los accidentes de tránsito en Ecuador: 2000-2015]. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 16(33), 52-58. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps16-33.tate>
- [2] García-García, H. I., Vera-Giraldo, C. Y., & Zuluaga-Ramírez, L. M. (2011). Characteristics of traffic accidents with injured persons treated at a third level hospital in Medellín, 1999-2008 [Características de los accidentes de tránsito con personas lesionadas atendidas en un hospital de tercer nivel de Medellín, 1999-2008]. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 10(21), 101-111.
- [3] Gutiérrez, J. (s. f.). Accidentes Viales en América Latina - LatinAmerican Post. Recuperado 3 de diciembre de 2018, de <https://www.latinamericanpost.com/es/18978-accidentes-viales-en-america-latina>
- [4] Introducción a Minitab 18. (s. f.), 74.
- [5] Razali, N. M., & Wah, Y. B. (s. f.). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests, 14.
- [6] Vista de Caracterización de la Mortalidad por Accidentes de Tránsito en Ecuador, 2015. (s. f.). Recuperado 5 de noviembre de 2018, de <http://www.cienciamerica.us/openjournal/index.php/uti/article/view/49/37>
- [7] Zúñiga, R. (s. f.). Estadística No Paramétrica, 32.