



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA
CARRERA DE ECONOMÍA

Proyecto de Investigación, previo a la obtención del Título de Economista

Tema:

**“Los factores predictores de la gravedad en los accidentes de tránsito en la
provincia de Tungurahua.”**

Autora: Torres Criollo, Jessica Estefanía

Tutor: Dr. Herrera García, Edwin Fernando

Ambato - Ecuador

2022

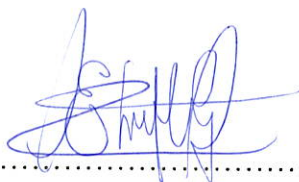
APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Dr. Edwin Fernando Herrera García, con cédula de ciudadanía N°. 1714293113, en mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el tema: **“LOS FACTORES PREDICTORES DE LA GRAVEDAD EN LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”** Desarrollado por Jessica Estefanía Torres Criollo estudiante de la carrera de Economía, modalidad presencial, considero que el mencionado proyecto de investigación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y que corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Graduación de Pregrado, de la Universidad Técnica de Ambato y en el normativo para la presentación de Trabajos de graduación de la Facultad de Contabilidad y Auditoría.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente, para que sea sometido a evaluación por los profesores calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad.

Ambato, septiembre 2022

TUTOR



.....
Dr. Edwin Fernando Herrera García

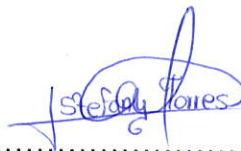
C.C.: 1714293113

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Jessica Estefanía Torres Criollo, con cédula de ciudadanía No. 1805077656, tengo a bien indicar que los criterios emitidos en el proyecto de investigación, bajo el tema: **“LOS FACTORES PREDICTORES DE LA GRAVEDAD EN LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los contenidos presentados, ideas, análisis, síntesis de datos conclusiones, son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este Proyecto de Investigación.

Ambato, septiembre 2022

AUTORA



.....
Jessica Estefanía Torres Criollo

C.C.: 1805077656

CESIÓN DE DERECHOS

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto de investigación con fines de discusión pública; además apruebo la reproducción de este proyecto de investigación, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial; y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, septiembre 2022

AUTORA


.....
Jessica Estefanía Torres Criollo
C.C.: 1805077656

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El Tribunal de Grado, aprueba el Proyecto de Investigación con el tema: **“LOS FACTORES PREDICTORES DE LA GRAVEDAD EN LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**, elaborado por Jessica Estefanía Torres Criollo, estudiante de la carrera de Economía, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad de Contabilidad y Auditoría de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, septiembre 2022



.....
Dra. Mg. Tatiana Valle

PRESIDENTE



.....
Eco. Jaime Fernando Andrade
MIEMBRO CALIFICADOR



.....
Ing. Ana Córdova
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

A mi Padre Dios por ser el pilar fundamental de mi vida, por brindarme salud y guiarme por el camino correcto para lograr los objetivos que me he propuesto. A mis padres Fredy Torres y Claudia Criollo, porque han sido mi motor y mi inspiración para alcanzar mis sueños, quienes estuvieron siempre a mi lado en mis triunfos y en los momentos más difíciles de mi carrera, gracias a su esfuerzo y sacrificio para que pudiera cumplir este gran sueño. Para ellos es este logro que siempre anhelaron. A mi hermano Kevin Torres y Daniela Cordero por ser la mejor compañía y especialmente a Heiler Torres por ser mi mayor inspiración y motivo de superación. Gracias a ustedes este logro es totalmente suyo.

Estefanía Torres

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su gran amor, que permitió guiar mis pasos y no abandonarme nunca, por permitir que mis padres se llenen de orgullo al verme realizada como profesional.

A mi Familia por ser el motor de mi vida y motivo de superación.

Quiero agradecerle al Doctor Fernando Herrera por haberme dedicado su tiempo y guiarme en el desarrollo de esta tesis, gracias por su paciencia y en aclarar cualquier duda que me surgiera.

A la prestigiada Universidad Técnica de Ambato, que la consideró como mi segundo hogar, que hizo de mí una gran profesional

Agradezco a mis queridos Docentes de toda la carrera por los conocimientos impartidos y motivación que me brindaron.

Estefanía Torres

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA
CARRERA DE ECONOMÍA

TEMA: “LOS FACTORES PREDICTORES DE LA GRAVEDAD EN LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

AUTORA: Jessica Estefanía Torres Criollo
TUTOR: Dr. Edwin Fernando Herrera García
FECHA: Septiembre 2022

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente estudio se plantea como principal objetivo analizar los factores que influyen en el nivel de gravedad en los accidentes de tránsito ocurridos en la provincia de Tungurahua, utilizando datos pertenecientes a la provincia de Tungurahua durante el año 2021 cuya fuente corresponde a la Agencia Nacional de Tránsito. El desarrollo del proyecto presenta un análisis descriptivo haciendo uso de tablas cruzadas para el análisis de variables como; género, edad, hora del día, zona, posible causa del accidente, feriado y condición. Como principales resultados se identificó un mayor número de hombres involucrados en accidentes de tránsito comparado con su contraparte del género femenino. El grupo etario que se integra entre los 18 a 29 años se encuentra más involucrados en accidentes de tránsito a comparación de personas entre los 30 a 50 años. Mientras que, para determinar que probabilidades que existe ante un cambio en ciertos factores que se relacionan en la fatalidad con los accidentes de tránsito se utilizó una regresión logística multinivel considerando como categorías las opciones; ileso, lesionado y fallecido. Una vez obtenido los resultados se puede identificar que las variables edad, tipo de vehículo, hora del día y conducir bajo los efectos del alcohol son variables significativas en la presencia de fatalidad en un accidente de tránsito.

PALABRAS DESCRIPTORAS: FACTOR, PREDICTOR, GRAVEDAD, ACCIDENTE, TRÁNSITO.

TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO
FACULTY OF ACCOUNTING AND AUDITING
ECONOMICS CAREER

TOPIC: “PREDICTORS OF SEVERITY IN TRAFFIC ACCIDENTS IN THE PROVINCE OF TUNGURAHUA”

AUTHOR: Jessica Estefanía Torres Criollo
TUTOR: Dr. Edwin Fernando Herrera García
DATE: September 2022

ABSTRACT

The main objective of this study is to analyze the factors that influence the level of severity of traffic accidents in the province of Tungurahua, using data pertaining to the province of Tungurahua during the year 2021, whose source corresponds to the National Traffic Agency. The development of the project presents a descriptive analysis using cross tables for the analysis of variables such as; gender, age, time of day, area, possible cause of the accident, holiday and condition. The main results identified a greater number of men involved in traffic accidents compared to their female counterparts. The age group between 18 and 29 years old is more involved in traffic accidents compared to people between 30 and 50 years old. In order to determine the probability of a change in certain factors that are related to traffic accident fatalities, a multilevel logistic regression was used, considering as categories the options: uninjured, injured and deceased. Once the results were obtained, it can be identified that the variables age, type of vehicle, time of day and driving under the influence of alcohol are significant variables in the presence of fatality in a traffic accident.

KEYWORDS: FACTOR, PREDICTOR, SEVERITY, ACCIDENT, TRAFFIC.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
PÁGINAS PRELIMINARES	
PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
CESIÓN DE DERECHOS.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación.....	1
1.1.1 Justificación teórica.....	1
1.1.2 Justificación metodología.....	2
1.1.3 Justificación práctica.....	2
1.1.4 Formulación del problema de investigación.....	3
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO II.....	4

MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Revisión de la literatura	4
2.1.1 Antecedentes de investigación	4
2.1.2 Fundamentos teóricos	11
2.2 Hipótesis y/o preguntas de investigación.....	20
CAPÍTULO III.....	21
METODOLOGÍA.....	21
3.1 Recolección de la información.....	21
3.1.1 Población, muestra o unidad de análisis	21
3.1.2 Enfoque de investigación	21
3.1.3 Fuentes de información	22
3.2 Tratamiento de la información	23
3.2.1 Descriptivo	23
3.2.2 Modelo econométrico logit	23
3.3 Operacionalización de las variables	26
3.3.1 Operacionalización de la variable dependiente.....	26
3.3.2 Operacionalización de la variable independiente.....	27
CAPÍTULO IV	29
RESULTADOS.....	29
4.1 Resultados y discusiones.....	29
4.2 Modelo econométrico	43
4.3 Verificación de la hipótesis	46
CAPÍTULO V.....	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
5.1 Conclusiones	47
5.2 Limitaciones	48
5.3 Próximas líneas de investigación.	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 1: Accidentes de tránsito	21
Tabla 2: Variables	22
Tabla 3: Operacionalización de la variable dependiente	26
Tabla 4: Operacionalización de la variable independiente	27
Tabla 5: Sexo	29
Tabla 6: Gravedad del accidente por género.....	30
Tabla 7: Género y zona del accidente	31
Tabla 8: Edad	32
Tabla 9: Causa probable del accidente según el rango de edad	34
Tabla 10: Sector	37
Tabla 11: Sector de ocurrencia y gravedad.....	37
Tabla 12: Tipo de vehículo involucrado	39
Tabla 13: Fatalidad	40
Tabla 14: Uso de cinturón de seguridad o casco.....	41
Tabla 15: Modelo logit multinomial	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	PÁGINA
Gráfico 1: Sexo	30
Gráfico 2: Gravedad del accidente por género.....	31
Gráfico 3: Género y zona del accidente	32
Gráfico 4: Edad	33
Gráfico 5: Hora del accidente	36
Gráfico 4: Sector	37
Gráfico 7: Sector de ocurrencia y gravedad.....	38
Gráfico 8: Tipo de vehículo involucrado	39
Gráfico 9: Fatalidad	40

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

1.1.1 Justificación teórica

Es lamentable que el número de accidentes de tráfico siga aumentando, en gran parte debido al rápido crecimiento urbano y a la densidad cada vez mayor de vehículos en las ciudades y sus alrededores (Das et al., 2021). Acorde a lo mencionado por la Organización Mundial de la Salud, cada año aproximadamente 1,25 millones personas pierden la vida en accidentes de tránsito en todo el mundo, es decir, una persona fallece cada 25 segundos (Barrera & Pazmiño, 2020). Muchos países han presentado estrategias y políticas para frenar los accidentes de tránsito para ayudar a prevenir muertes y lesiones (Fisa et al., 2022). En los países desarrollados, las tasas de mortalidad por accidentes de tránsito han disminuido desde la década de 1960, debido a intervenciones exitosas como las leyes de uso del cinturón de seguridad, el cumplimiento de los límites de velocidad, las advertencias sobre los peligros de mezclar el consumo de alcohol con la conducción, el diseño y uso más seguro de las carreteras (Akbari et al., 2020). Los costos y las consecuencias de estas pérdidas son significativos, pues tres cuartas partes de todas las familias pobres que perdieron a un miembro en un accidente de tránsito, las cuales, presentan una disminución en su nivel de vida, y alrededor del 61% informaron perder dinero prestado para cubrir los gastos posteriores a su pérdida (Al-Marafi & Somasundaraswaran, 2018).

El Banco Mundial estima que los traumatismos causados por el tránsito cuestan entre el 2% y el 3% del Producto Nacional Bruto de los países en desarrollo, o el doble de la cantidad total de ayuda para el desarrollo recibida en todo el mundo para los países en vías de desarrollo (CEPAL, 2020). Aunque las agencias de transporte a menudo intentan identificar los sitios más peligrosos y ponen grandes esfuerzos en medidas preventivas, como: iluminación, el cumplimiento de políticas, la cantidad anual de accidentes de tránsito aún no ha disminuido significativamente en aquellos países en vías de desarrollo (Rashidi et al., 2022). Un accidente de tránsito puede tener muchos factores contribuyentes, como el comportamiento del conductor, la geometría de la

carretera, el volumen de tráfico, el vehículo y el entorno. En cuanto a países latinoamericanos, uno de los entes encargados de cuantificar o analizar los efectos causados por accidentes de tránsito corresponden a la CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe, utilizando metodologías internacionales mencionan que por cada 100.000 habitantes 17 personas pierden la vida por accidentes de tránsito, mientras que, Ecuador presenta una valoración superior a las 23 personas (CEPAL, 2020).

1.1.2 Justificación metodológica

En el desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizan los datos existentes sobre los accidentes de tránsito en el año 2021 obtenidos de la Agencia Nacional de Tránsito en el Ecuador. A nivel nacional se registraron 21.352 accidentes. Sin embargo, se analizará únicamente la provincia de Tungurahua, a la que le corresponde 1.076 accidentes. Esta base de datos es compilada de las instituciones encargadas de brindar ayuda médica (hospitales) y partes policiales, considerando los diferentes tipos de vehículos utilizados (automóvil, bicicleta, bus, camión, furgoneta, entre otros). Se utilizará un modelo de regresión logística multivariante que permitirá explorar los diferentes factores que diferencian a los accidentes, entre las variables más comunes en estudios similares se han destacan el género, la edad, la fatalidad del accidente, entre otras.

1.1.3 Justificación práctica

El propósito del estudio es identificar las variables que afectan la gravedad de los accidentes con lesiones o fatalidades en los cantones de la provincia de Tungurahua en el Ecuador. Por tal razón, el principal benefactor del desarrollo del presente trabajo de investigación es el gobierno de la provincia, que tendrá a su disposición el conocimiento de los diferentes factores que afecten la gravedad de los accidentes y de esta manera podrá plantear estrategias y políticas de concientización enfocadas en la disminución de los accidentes de tránsito. Los resultados obtenidos pueden apoyar a las autoridades de seguridad pública y encargadas de la aplicación de la ley de tránsito en la realización de acciones preventivas, y también puede ser útil para dar forma a la

estrategia general sobre seguridad vial. además, el beneficio que obtiene la población es considerar que la ocurrencia de ciertos factores genera una mayor probabilidad de sufrir un accidente de tránsito, lo que impulsa a tomar medidas correctivas, en cuanto a la organización familiar, donde el propósito central es evitar pérdidas humanas.

Además, se presenta una gran oportunidad para el desarrollo de las habilidades técnicas, teóricas y de investigación que se han adquirido en el proceso de formación profesional dentro de la Facultad de Contabilidad y Auditoría perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato.

1.1.4 Formulación del problema de investigación

¿Cuáles son los factores con mayor incidencia en la gravedad de un accidente de tránsito?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Analizar los factores que influyen en el nivel de gravedad en los accidentes de tránsito ocurridos en la provincia de Tungurahua.

1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el fenómeno social de los accidentes de tránsito en la provincia de Tungurahua, con el propósito de encontrar patrones de ocurrencia.
- Determinar el efecto de las variables pertenecientes al factor humano en los accidentes de tránsito ocurridos en la provincia de Tungurahua, con el propósito de categorizar las causas probables del accidente por las condiciones del conductor.
- Determinar los factores que incrementan la probabilidad de accidentes fatales ocurridos en la provincia de Tungurahua en el año 2021, con el propósito de medir el riesgo relativo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión de la literatura

En el siguiente apartado se describe diversos trabajos de investigación, a través de los cuales, se busca identificar los factores más comunes que se presentan en la fatalidad en los accidentes de tránsito, y que han sido identificados con regresiones binarias y logísticas. Adicionalmente, se detallan los fundamentos teóricos utilizados en el desarrollo del estudio, con el propósito de presentar las teorías, conceptos y variables usadas, facilitando la comprensión del presente trabajo.

2.1.1 Antecedentes de investigación

En la investigación realizada por Hosseinzadeh et al. (2021) se buscó identificar los factores que aumentan el riesgo de lesiones graves y muerte en accidentes de tránsito. Estas son: sexo y edad del conductor del vehículo, conducción bajo los efectos del alcohol, exceso de velocidad por parte del conductor del vehículo, tipo de vehículo, lugar del incidente, hora del día y tipo de incidente. Se utilizó un modelo logit binario de parámetros aleatorios, dando como resultado una variedad de factores contribuyentes a la severidad de las lesiones en choques. Entre ellos resaltan las desviaciones hacia la izquierda (rebasar), que aumentan la probabilidad de un accidente fatal en 21%. Además, la fatiga es un factor contribuyente que incrementa en 27% la ocurrencia de los accidentes fatales. Los autores finalmente sugieren que algunos rasgos personales (el nivel de prudencia de los conductores) podrían haber provocado variaciones entre las observaciones.

En base al estudio anterior se identificaron los posibles indicadores que se utilizarán en el modelo, además, se identifica que el mejor modelo que estima este comportamiento corresponde a los modelos de respuesta binaria, estos modelos son, logit, proxit, tobit y regresiones logísticas. Estas variables identificadas como el género de conductos, edad, tipo de vehículo, entre otros, se tomarán en consideración para el desarrollo del presente trabajo de investigación

En la investigación denominada “Investigación de los factores que contribuyen a la gravedad de los choques de autobús con base en un modelo probit ordenado jerárquico extendido con heterocedasticidad”, elaborada por Shen et al. (2021) se analizó una base de datos sobre los accidentes de autobús que ocurrieron en los años 2017-2019 en el Reino Unido. El estudio construye un modelo probit ordenado jerárquico extendido con heteroscedasticidad para investigar los factores que influyen en los niveles de gravedad de los accidentes de autobús. Usando los criterios AIC y BIC, se consideró como variables de interés la colisión de impacto frontal, calzada mojada y límite de velocidad moderado, los cuales, producen heterocedasticidad y afectan significativamente el nivel de severidad de la colisión. Además, se utilizó otras variables como la colisión volcada, colisión de varios vehículos y colisión matutina. Con base en el efecto marginal del modelo se confirmó que las variables sección de camino, choque de impacto frontal, camino mojado, salida de cruce y camino principal producen un aumento de la probabilidad de lesiones graves. Finalmente, la probabilidad de lesiones leves es influida especialmente por las variables límite inferior de velocidad, rotonda, colisión urbana, colisión de estacionamiento y límite de velocidad moderada. Los autores recomiendan considerar cuidadosamente la heterogeneidad y las especificidades de los factores en la gravedad de los choques de autobús y formular políticas específicas apropiadas.

El modelo anterior permite brindar observaciones importantes a los datos disponibles que existe actualmente en el sistema de estadísticas de accidentes de tránsito en el Ecuador. Esto debido a que no existe una especificación a detalle sobre las condiciones del accidente, tales como; impacto frontal, calzada mojada, límite de velocidad moderado, entre otros. Estos detalles se pierden al ser generalizados por categorías que no muestran a detalle de varias características. El estudio anterior muestra una heterocedasticidad que en el presente estudio resulta inobservable debido a las consideraciones antes mencionadas. Sin embargo, muestra un panorama en cuanto a los posibles resultados que se lograron generar.

El estudio de Kardar & Davoodi (2020) tiene como objetivo investigar los factores que se supone están asociados con la gravedad de las lesiones del conductor en choques

frontales. Utilizando un modelo probit ordenado generalizado (GOP) con datos que almacenan la información de accidentes de tránsito por un periodo de 4 años en Malasia. Los resultados muestran que los factores condición de oscuridad, curvatura horizontal, porcentaje de vehículos pesados, tránsito de vehículos livianos, límite de velocidad señalado, terreno ondulado, maniobras de adelantamiento inadecuadas, no usar cinturón de seguridad y antigüedad del vehículo contribuyeron a generar lesiones más graves, mientras que las condiciones climáticas era el único factor asociado con un resultado menos severo.

Al igual que en el estudio anterior, se observan más indicadores de importancia como lo es el grado de oscuridad en la carretera, cuya variable no es cuantificada en la Agencia Nacional de Tránsito en el Ecuador. Además, se muestran modelo más detallados en el estudio anterior se utiliza un modelo probit ordenado que posteriormente en el presente estudio permitió seleccionar un modelo lógit categórico para la correcta estimación entre accidentes fatales, accidentes con lesionados y accidentes sin lesionados ni fallecidos.

En la investigación de Ghandour et al. (2020), denominada *Analyzing Factors Associated with Fatal Road Crashes: A Machine Learning Approach*, se propone un modelo que adopta un clasificador de aprendizaje automático de conjunto híbrido estructurado a partir de árboles de decisión y optimización mínima secuencial para identificar los factores de riesgo que contribuyen a las lesiones fatales en la carretera. Utiliza una base de datos de la Plataforma Libanesa de Accidentes de Carretera (LRAP) de 8482 incidentes de tráfico, con la ocurrencia de muertes como variable de resultado. Los resultados muestran que siete de las nueve variables independientes seleccionadas se asociaron significativamente con la ocurrencia de muertes, a saber, el tipo de choque, la gravedad de las lesiones, la identificación espacial del grupo y el tiempo de choque. Mientras que, otras variables como mes, día de la semana parecen no tener relación.

En base al estudio anterior se puede identificar que los modelos de aprendizaje y arboles de decisión parten desde un modelo de regresión logística cuya metodología

poseen características similares, sin embargo, la base de datos utilizada es mucho más grande a comparación de la utilizada en el presente trabajo de investigación.

En el estudio desarrollado por Rolison y Moutari (2020), los autores analizan las combinaciones de factores involucradas en accidentes de tránsito, empleando un estudio longitudinal retrospectivo sobre los accidentes de uno y dos automóviles en toda la población en Gran Bretaña durante los años 2005-2012, considerando las variables: edad del conductor (17-20, 21-29, 30-39, 40-49), sexo, condiciones de manejo desafiantes, los comportamientos de toma de riesgos y la inexperiencia. Identifican que las carreteras resbaladizas, debido al mal tiempo, representan un mayor riesgo para los conductores jóvenes que no tienen experiencia y es probable que excedan la velocidad adecuada. Las condiciones médicas y la mala vista generaron con mayor frecuencia accidentes de tránsito, al igual que la hora del día de las colisiones influyó en los factores generados en los escenarios de accidentes. Finalmente, los autores mencionan que estos hallazgos deben motivar la generación de nuevas recomendaciones de políticas, como educar a los conductores jóvenes sobre la importancia de ajustar su velocidad a las condiciones de la carretera.

El estudio anterior permitió considerar el agrupamiento de edades para la ejecución del modelo econométrico. El estudio antes señalado muestra 4 categorías utilizadas para agrupar las diferentes edades de aquellas personas involucradas en accidentes de tránsito en el transcurso de 7 años, para el desarrollo del presente trabajo de investigación se considera 3 categorías para el rango de edad, en los cuales, se ha obtenido los mejores estimadores.

Rolison et al. (2018) centran su objetivo de investigación al estudio de las características que mejor describen los choques utilizando un modelo probit ordenado de parámetros aleatorios. Este enfoque tiene en cuenta los efectos no observados que pueden estar asociados con las características de la carretera, el medio ambiente, el vehículo, el choque y el conductor. Utilizaron una data de 15 años de accidentes de los Estados de Alabama e Illinois. Posteriormente, los autores determinan una serie de factores que contribuyen a la presencia de fatalidad en los accidentes de tránsito, entre las cuales, están: las características del conductor responsable, las variables temporales, las características del vehículo, las variables del choque, y se exploran sus

impactos en la gravedad de las lesiones. Adicionalmente, en el trabajo de investigación se analizó la elasticidad para cuantificar con precisión el efecto de variables significativas en los resultados de la gravedad de la lesión. De acuerdo con los resultados obtenidos, factores como la edad del conductor, la condición del conductor, las condiciones de la superficie de la carretera y las condiciones de iluminación contribuyen significativamente a la gravedad de las lesiones en los choques.

La búsqueda de antecedentes muestra el uso de información acumulada entre 7 a 15 años, sin embargo, en el caso de Ecuador solo se muestra la base de datos completa del último año (2021), mientras que, para los años anteriores se presenta el resumen de la información bruta expresada en tabulaciones, gráficos y otros estadísticos. Si se desea obtener un estimado de la información de accidentes de tránsito de años anteriores se debe ingresar a cada uno de los ministerios encargado del levantamiento de información en accidentes de tránsito y recopilar los datos de forma separada. La accesibilidad de datos en el Ecuador aun presenta retrasos por lo que el desarrollo de investigación científica se vuelve más complejo al elaborar bases de datos estructuradas y organizadas.

En la investigación denominada “¿Cuáles son los principales factores que contribuyen a los accidentes de tráfico?”, elaborada por Jalayer et al. (2018), se analizan variables como la inexperiencia, falta de habilidad y los comportamientos arriesgados asociados con las colisiones de los conductores jóvenes. Por el contrario, el deterioro visual, cognitivo y de movilidad se ha asociado con las colisiones de los conductores mayores. Se investigó las principales causas de los accidentes de tráfico recurriendo a múltiples fuentes: opiniones de expertos, como, agentes de policía, conductores y acceso a los registros oficiales de accidentes de tránsito. Se preguntó a los agentes de policía y al público sobre las causas típicas de los accidentes de tráfico utilizando escenarios hipotéticos. Los resultados muestran que tanto las opiniones de los expertos policiales como las opiniones de los conductores se aproximaron mucho a los factores típicos asociados con las colisiones de conductores jóvenes y mayores, según lo determinado a partir de los registros oficiales de accidentes. Los resultados también revelan las posibles inconsistencias en los registros de accidentes existentes, lo que identifica

posibles deficiencias en las prácticas de aplicación de la ley para investigar la distracción del conductor, el consumo de droga, alcohol y la vista defectuosa.

Los investigadores Quddus et al. (2010) analizan la relación entre la gravedad de los accidentes de tráfico y el nivel de congestión del tráfico utilizando registros de accidentes desagregados. Se utilizan modelos de respuesta como modelos logit ordenados, modelos de elección heterogénea y modelos logit ordenados generalizados (parcialmente restringidos), para variables dependientes ordinales. Los datos analizados pertenecen a los accidentes de tráfico entre los años 2003 y 2016. Los resultados alcanzados sugieren que el nivel de congestión del tráfico no afecta a la gravedad de los accidentes de tráfico en la autopista. Sin embargo, el impacto del flujo de tránsito en la gravedad de los choques muestra un resultado interesante.

En países latinoamericanos existe un servicio de transporte conocidos como mototaxis, y es analizado en el estudio elaborado por Maza et al. (2022), en donde se plantean como objetivo determinar la incidencia en las percepciones de traumatismo causados por el tránsito. Se utiliza como metodología el uso de fuentes primarias, es decir, el levantamiento de información mediante un cuestionario, direccionado a 403 personas que ejercen el oficio de mototaxi, aplicando un modelo logit ordenado. Se obteniendo como resultados que la exposición al viento, velocidad, falta de mantenimiento vial, señalización, estado del pavimento y finalmente la exposición a malas posturas durante el ejercicio del oficio, fueron las variables de mayor influencia en la fatalidad de los accidentes de tránsito. Los autores finalmente mencionan la importancia de la intervención de las autoridades de tránsito, disponer de las acciones que consideren oportunas para garantizar el seguimiento y control de la seguridad vial de la ciudad de Cartagena.

En la investigación elaborada por Bolívar & Sierra (2018) buscaron identificar los factores que inciden en los accidentes de tránsito, específicamente en el sector rural perteneciente al departamento del Atlántico-Colombia. Utilizando datos pertenecientes a los años 2014, 2015 y 2016, se emplea un modelo de regresión logística binaria, mostrando como resultados que la presencia de árboles, postes parters, ciclistas y especialmente personas mayores a 60 años están involucrados en

accidentes de tránsito, incrementando la probabilidad de fatalidad. Los autores finalmente mencionan que los peatones son los usuarios viales con mayor riesgo de lesiones.

Estudios realizados en Ecuador destaca la investigación elaborada por Agustín et al., (2017) en donde fijan su objetivo en analizar los efectos que causan los accidentes de tránsito de los vehículos motorizados. Utilizando fuentes primarias, es decir, el levantamiento de información a través del trabajo de campo y posteriormente se elabora un modelo logit. Los autores obtiene como resultados que los días sábados y domingos representan un 3% de peligro de muerte en los usuarios de motociclistas, y que los accidentes su citados entre los días sábados y domingos tienen un 2.26% más probabilidades que el accidente sea fatal, mientras que, la edad comprendida entre los 29 años tienen mayor probabilidades de morir, sin embargo, es llama la atención es el rango de edad entre los 65 a 75 años, quienes disminuyen sus probabilidad de muerte en el caso de un accidente de tránsito.

Estudios similares que emplean técnica de data science es la investigación desarrollada por León, et al. (2019), analizan las causas fundamentales en los accidentes de tránsito en el Ecuador, empleando minería de datos. En la investigación se realizó a través del método Knowledge Discovery in Databases y posteriormente se aplican arboles de decisiones a partir de los datos mediante participaciones realizadas recursivamente. Los autores mencionan como resultados que existen relación entre los accidentes con variables como el día y horas generalmente superiores a las 18:00 horas, en un tipo de carrera asfaltada. Para aquellos accidentes ocurridos por estado de embriaguez generalmente son de tipología de choque lateral o estrellamientos.

En la investigación desarrollada por Mujica et al. (2018), denominada por Patrones de accidentabilidad a nivel terrestre en el Ecuador, se analiza una base de datos de 30.269 registros sobre las características de los accidentes de tránsito. Utilizando estadística descriptiva de las variables consideradas en el estudio (Provincia, mes, día, hora del accidente, clases de accidente, causa), posteriormente, se utiliza un modelo Logit en donde se evidencia relación estadística entre variables clase de accidente, mes, día, causa probable en un nivel de significancia del 5%. Además, se registra el mayor porcentaje de accidentes en las provincias de Pichincha, Guayas e Imbabura, mientras

que, los meses de mayor accidentabilidad son; Enero y diciembre. Finalmente, los autores mencionada que no existió relación estadísticamente significativa con respecto a los días de la semana.

Lo resultados obtenidos en los últimos antecedentes presenta resultados de interés ya que son evaluados en el territorio nacional, el cual, permite obtener una idea de los resultados esperados en la provincia de Tungurahua. Además, se establece el modelo logit como el más adecuado para la ejecución del análisis estadístico.

2.1.2 Fundamentos teóricos

Los accidentes de tránsito

Los datos históricos muestran que los accidentes de tránsito constituyen un gran problema de salud en el mundo, acorde a lo mencionado por la Organización Mundial de la Salud existe alrededor de 1.3 millones de muertes relacionadas con los accidentes de tránsito (OMS, 2021). En el Ecuador, los accidentes de tránsito son considerados la sexta causa de muerte (Pineda-Jaramillo et al., 2022). Mientras que, en un rango de edad entre 15 a 29 años los accidentes de tránsito corresponden a la principal causa de muerte, considerando la muerte de ciclistas, peatones, y motocicletas (CEPAL, 2018). En base a lo mencionado por la Dirección Nacional de Tránsito y Seguridad Vial se reporta un total de 10.329 víctimas en accidentes de tránsito durante el año 2018 (ANT, 2020).

Si se compara con la tasa promedio de fallecidos en accidentes de tránsito a nivel mundial, el Ecuador presenta una tasa de mortalidad de 20.4 fallecidos por semana, mientras que, el promedio mundial es de 18 personas (INEC, 2021). El comportamiento de los accidentes de tránsito en la última década a incrementado considerablemente, entre los primeros tres años (2010-2013) se contabilizan 25.588 accidentes promedio, mientras que, ya para el año 2014 se suscitaron 38.658 accidentes (Barrera & Pazmiño, 2020). En el Ecuador, durante el año 2020 de la totalidad de accidentes ocurridos, el 45% fueron colisiones entre vehículos, el 17% atropellos, 13.6% colisiones, 11% pérdida de pista y otros tipos de accidentes (Sunkel,

2006). Los países de ingresos bajos y medianos fueron los que más sufrieron, con tasas de mortalidad dos veces más altas que las de los países de ingresos altos (CEPAL, 2018). Según la OMS (2015), el 90 % de estas muertes por accidentes de tráfico ocurrieron en países de ingresos bajos y medios, sorprendentemente, si bien estos países representan el 82% de la población total del mundo, soportan una cantidad desproporcionada de muertes, considerando que solo tienen el 54% del número total de vehículos registrados en el mundo. (Maza et al., 2022).

Los estándares y regulaciones de seguridad vehicular son desiguales entre los países de América Latina y el Caribe, esto debido a que la mayoría de los países del cono sur y las regiones andinas cuentan con políticas nacionales que promueven la inversión o el uso del transporte público (OMS, 2021). De manera similar, la mayoría de los países tienen políticas nacionales que promueven modos de transporte no motorizados, como caminar y andar en bicicleta. Además, todos los países de estas dos subregiones cuentan con una agencia gubernamental responsable de coordinar la seguridad vial. Sin embargo, a nivel regional, el 50% de los países aún necesitan una estrategia nacional de seguridad vial que establezca los principios fundamentales, defina metas y objetivos, priorice acciones y coordine mecanismos para prevenir las lesiones por accidentes de tránsito y reducir sus consecuencias (Wu et al., 2020).

Acorde a lo mencionado por García et al. (2007) la primera teoría que estudiaba las causas de los accidentes de tráfico se puede catalogar como una teoría de la propensión a los accidentes, donde el factor humano es la principal variable explicativa, desarrollada en 1926. La teoría considera que ciertos individuos tienen más probabilidades que otros de verse involucrados en accidentes de tránsito, aunque no existen diferencias en la exposición al riesgo y se examinaron muchas variables del estilo de vida que podrían afectar la conducción, como, por ejemplo, un hogar marcado por el divorcio de los padres y la inestabilidad. La principal crítica a esta teoría fue la pequeña evidencia estadística para probar estos argumentos. Otros estudios teóricos se concentraron en los factores humanos que contribuyen a los accidentes de tránsito. Algunos estudios atribuyeron los accidentes a una cadena de eventos causados en última instancia por errores humanos.

Actualmente, en estudios más recientes introducen un enfoque teórico diferente al proponer una teoría del sistema en la que los accidentes de tránsito ocurren debido a una falla de todo el sistema de tránsito en lugar de solo una falla del conductor como postulan los estudios anteriores (Castillo et al., 2020). Por tanto, esta teoría contempla que los sistemas deben diseñarse para reducir la complejidad, ayudando así a evitar que se produzcan errores. Los modelos basados en la psicología presentados anteriormente ayudan a proporcionar una mayor comprensión de los procesos mentales y el comportamiento de los conductores, mientras que, los modelos basados en la economía del comportamiento individual del conductor asumen un comportamiento racional, es decir, generalmente se considera que representa el comportamiento agregado de los conductores. Cuando se comparan con los enfoques psicológicos, un beneficio de los enfoques económicos es que son más manejables y es más fácil desarrollar pruebas de hipótesis para ellos.

En lo que respecta a las causas de los accidentes de tránsito, el 63 % se debe a la falta de atención de los conductores Castillo et al. (2020) se ha demostrado que las condiciones climáticas tienen un impacto significativo en la seguridad de las autopistas. Sin embargo, cuando se emplea un modelo econométrico para examinar la gravedad de las lesiones por choques en las autopistas, la mayoría de los estudios existentes tienden a categorizar varias condiciones climáticas diferentes, como: condiciones lluviosas, nevadas y ventosas, como una sola opción como “clima adverso”, lo que podría conducir a una gran cantidad de pérdida de información y sesgo de estimación. Además, en el caso de accidentes de tránsito hay que considerar otros factores externos, como, por ejemplo: el alumbrado público mantenimiento y limpieza de carreteras, mecanismos para el control de velocidad.

Accidentes de tránsito desde una perspectiva económica

Se considera a las políticas de seguridad vial como una tarea entre las múltiples a obligaciones públicas, es decir, los gobiernos son a menudo responsables de regular el consumo de alcohol, el uso de cinturones de seguridad y el uso de cascos. Los gobiernos y autoridades locales juegan un papel tremendo en el mantenimiento de las carreteras y aplicación directa de la ley. Aunque la literatura es abundante en el

impacto de las medidas generales de seguridad en accidentes de tráfico y muertes. Mientras que, la evidencia sobre el papel de los gobiernos locales es escasa y se basa principalmente en el canal de la corrupción en los países en desarrollo (Bertoli & Grembi, 2019).

Derivadas desde una óptica, en donde, se menciona que los recursos deben ser asignados de manera óptima, obteniendo el mayor beneficio marginal. En el mundo ideal de la teoría económica neoclásica, que se caracteriza por la competencia perfecta, la ausencia de externalidades y bienes públicos, la asignación óptima de recursos se logra automáticamente, aunque estas condiciones casi nunca se pueden lograr. Sin embargo, el criterio demuestra ser útil en situaciones más realistas (Hosseinzadeh et al., 2021). En este caso el análisis costo beneficio, el cual, se basa en esta rama de la teoría económica y trata de imitar las condiciones ideales, intentando corregir las imperfecciones del mercado evaluando intangibles (vidas de los ciudadanos) para obtener las medidas correctas, que posteriormente se comparan los costos y beneficios sobre alguna inversión propuesta.

En base a lo mencionado anteriormente, no hay duda de que las muertes y lesiones son un gran impacto negativo del transporte. el aspecto más difícil de evaluar los beneficios de una mayor seguridad consiste en imputar un valor a los efectos sobre la vida humana. Medir los impactos en los bienes físicos puede hacerse simplemente usando algún sistema de precios, pero cuando se trata de muertes humanas, los analistas se enfrentan al problema de asignar un valor a un bien que no es de mercado.

Factores de mortalidad

Lesiones por accidentes de transporte, la mayoría de las cuales se deben al tráfico rodado – son un importante problema de salud pública en la OCDE países más de 5 millones de personas resultaron heridas en carretera accidentes. Los costos financieros directos e indirectos de los accidentes de transporte son sustanciales, con estimaciones que van desde 1 a 3% del PIB anual (OECD, 2019). A continuación, se mencionan 13 factores que pueden incidir en la fatalidad en accidentes de tránsito (Hosseinzadeh et al., 2021).

Edad

Los conductores mayores de 55 años tienen accidentes significativamente más intensos que los grupos más jóvenes. el riesgo de fatalidad en personas mayores de 54 años fue el más alto y 2,5 veces menor que el grupo de edad de 25 años. Por un lado, Según informe de la OMS, el 48% de las muertes en accidentes está relacionada con grupos de edad de 44 años. Por otro lado, conductores más jóvenes, suelen conducir más rápido que las personas mayores y su poca experiencia y habilidades en la conducción aumenta el riesgo de accidentes, mientras que, las personas mayores se enfrentan a resultados más severos de accidentes debido a la visión limitada del ojo, más débil estructura física, reflejos lentos y menor flexibilidad. Basado en informes y mencionado razones por las que se puede expresar que el riesgo de fatalidad causada por accidentes es mayor en las personas mayores (Bertoli & Grembi, 2019).

Género

Existe mayor evidencia que a menudo el riesgo de muerte sobre los accidentes de tráfico es mayor en los hombres que mujeres. La razón puede ser por diferencia funcional entre hombres y mujeres en la conducción. En otras palabras, las mujeres tienen menos atención, experiencia y habilidad que los hombres, pero los hombres corren más riesgo de sufrir más accidentes por exceso de velocidad y multiplicidad de conducción por la noche (Castillo et al., 2020).

Educación

Aunque existen estudios limitados que relacionan la educación con los accidentes de tránsito, se mencionan que el riesgo de mortalidad en personas con educación básica es mayor que en personas con educación superior, es decir, un nivel educativo más bajo aumenta el riesgo de muerte en los hombres, pero no hubo asociación en las mujeres. Además, existe evidencia de personas que tenían menos el nivel de educación se preocupó menos por abrocharse el cinturón de seguridad y consumir más bebidas

alcohólicas mientras conducía que otras personas. En conclusión, se puede decir que las personas que tienen un nivel educativo más bajo se adhirieron menos a las normas de seguridad que los demás mientras conducían (Hosseinzadeh et al., 2021).

Alcohol

La teoría señala fuertemente la relación de dirección del consumo de alcohol y la mortalidad en el tráfico accidentes. En países europeos se reportó que el alcohol es la causa 20 al 48% de las muertes por accidentes de tránsito, incluso se ha llegado a identificar que conducir con el uso de bebidas alcohólicas aumenta el riesgo de muerte por accidentes casi 3 veces. La evidencia muestra que las personas con un alto nivel de alcohol en la sangre corren un mayor riesgo de muerte que las personas con un nivel más bajo de alcohol en la sangre (Castillo et al., 2020).

Drogas

Las sustancias estupefacientes se encuentran entre las drogas más importantes relacionadas con los accidentes de tránsito y su fatalidad, incluso. Los estudios de laboratorio demostraron que la marihuana puede debilitar fuertemente la habilidad de conducción (Bertoli & Grembi, 2019).

Somnolencia

Conducir con sueño es muy peligroso y asociado con accidentes conduce a la muerte. Reciente estudios muestra que la somnolencia puede aumentar el riesgo de accidentes entre 1,29 y 1,34 veces. Somnolencia causar disminución en la atención del conductor y hacer sus reacciones son más lentas y afectan su decisión negativamente (Castillo et al., 2020).

Cinturón de seguridad

La probabilidad de supervivencia en pasajeros que tenían el cinturón de seguridad abrochado es inferior a otros pasajeros, es decir, la probabilidad estima que usar el

cinturón de seguridad disminuye hasta 23 veces menos la fatalidad en accidentes de tránsito, entonces, el abrocharse el cinturón de seguridad se considera como un factor preventivo contra la fatalidad (Wu et al., 2020)..

Velocidad

Como se mencionó, la alta velocidad podría aumentar la intensidad de los accidentes y el riesgo de muerte. La alta velocidad se asocia con una disminución de la capacidad del conductor para controlar el automóvil y un aumento de su error, por lo que es importante conducir a una velocidad segura para prevenir accidentes (García et al., 2007).

Características de la carretera

En América Latina, Venezuela lidera el ranking de muertes por accidentes de tránsito, mientras que, el mismo país se ubica en el puesto número 17 a nivel mundial, otros países en el mismo ranking se ubican los países de Paraguay en el puesto 56, Brasil 57 y Ecuador en el puesto 70 (Castillo et al., 2020).

Los accidentes de tránsito ocurren como resultado de factores entrelazados. El desarrollo económico, las características demográficas y la red vial son claves elementos importantes para la comprensión de las condiciones sociales regionales. Su interacción mutua es frecuente e importante para varios campos, incluyendo la planificación urbana, el transporte y las ciencias sociales (Wu et al., 2020). Los choques son responsables del 50% de las muertes en los jóvenes. La mayoría de las muertes involucran un solo vehículo conducido por un hombre joven que viaja junto con otros pasajeros jóvenes sin cinturón de seguridad y ocurren al amanecer durante los fines de semana. La presencia de alcohol y drogas ilícitas entre los conductores implicados en accidentes de tráfico mortales está bien documentada en un gran número de estudios epidemiológicos que utilizan microdatos sobre accidentes individuales.

Finalmente, la relación entre las muertes por accidentes automovilísticos y la actividad económica también ha sido ampliamente analizada en la literatura. Ya que el número de accidentes depende del uso de automóviles y algunas variables exógenas tales como

las condiciones de la carretera y del clima, la actividad policial, la edad y las condiciones físicas de los automóviles, y las normas legales que controlan el tráfico urbano y no urbano (por ejemplo, límites de velocidad, grado de aplicación de la ley, educación vial, etc.) (García et al., 2007). Existe también la curva de externalidades de los accidentes de tránsito, es decir, en los países de bajos ingresos, el crecimiento económico aumenta el número de vehículos y los accidentes de tránsito porque las utilidades marginales de las personas por poseer y usar vehículos son mayores que las de protegerse de los accidentes de tránsito. Sin embargo, la relación de magnitud entre las utilidades marginales se invierte en un determinado nivel económico, y luego los accidentes de tránsito comienzan a disminuir. En base a la literatura previa se sugiere el uso de datos de panel entre países, asumiendo que los efectos de crecimiento económico son homogéneos, es decir, se supone que todos los países tienen el mismo umbral y siguen el mismo camino.

Los factores socioeconómicos están muy relacionados con la propiedad del vehículo y los posibles riesgos de colisión. Con la expectativa de que una variedad de factores socioeconómicos, demográficos y de la red vial ejerzan una influencia fuerte en la seguridad vial, existe una necesidad inminente de identificar cómo la evolución de estas variables afecta conjuntamente la seguridad vial. El comportamiento de búsqueda de seguridad está influenciado en gran medida por factores sociales determinantes como la cultura introvertida, extrovertida, el estado civil, situación laboral, la edad, el género, la educación, la crisis de identidad laboral, etc. Un estudio muestra que el riesgo de lesiones frecuentes era considerablemente mayor entre los que tenían un nivel educativo más bajo que entre los que tenían un nivel educativo superior, como colegio y universidad (Chinnappa Nanjunda, 2021).

Condiciones socioeconómicas

Los accidentes de tráfico provocan importantes pérdidas económicas, que representan una determinada proporción del producto nacional bruto del país (OMS, 2017). La ocurrencia del accidente provoca enormes pérdidas humanas, económicas y sociales. Dado este hecho, la seguridad vial ha sido durante mucho tiempo un tema grave que está estrechamente relacionado con la salud y el desarrollo, lo que requiere que los

gobiernos tomen medidas integrales efectivas. Por lo tanto, los investigadores del transporte como los económicos han otorgado gran importancia a los factores de riesgo que influyen en la seguridad vial (Wu, Wu, 2020).

La evolución de la situación económica afecta las necesidades de los individuos y la provisión de infraestructura para la movilidad, lo que a su vez influye en el número de accidentes de tráfico. Varios estudios han demostrado que el desarrollo económico es un factor clave para explicar el nivel de seguridad vial. En otras palabras, se pueden distinguir dos tendencias principales, por un lado, la primera se asocia un impacto negativo del desarrollo económico sobre la seguridad vial en general. Es decir, un mayor desarrollo económico se asocia con una mayor movilidad y siniestralidad. Por otro lado, se vincula con un efecto positivo para la seguridad vial. En otras palabras, una sociedad más rica es más segura invirtiendo algunos recursos para proteger a la población y asegurar la movilidad (Bougueroua & Carnis, 2016).

Un número cada vez mayor de accidentes de tráfico no solo significa una pérdida considerable de vidas humanas, sino también importantes costos económicos para la sociedad. Según las cifras del Transport Research Laboratory (TRL), los accidentes de tráfico cuestan anualmente a los países en desarrollo alrededor de 53000 millones de dólares estadounidenses.

De hecho, las pérdidas económicas en términos de pérdida de vida y calidad de vida, costos de daños a la propiedad y pérdida de producción debido a la incapacidad temporal ascienden al 1-2% del PIB en los países de la OCDE (García et al., 2007). Según Adekunle (2010), el costo directo de los accidentes de tránsito se puede entender mejor en términos de la mano de obra perdida para la economía de la nación, con la consiguiente reducción de la productividad. Enu (2014) mencionó que cuando ocurren accidentes de tránsito, la calidad de la mano de obra se ve afectada negativamente, se pierde capital humano, se reduce el tamaño del mercado y se asfixia el crecimiento económico potencial, mientras que la pérdida para la economía global se estima en \$ 518 mil millones anuales (Osayomi, 2013).

2.2 Hipótesis y/o preguntas de investigación

¿Cuáles son los factores que inciden en la probabilidad de ocurrencia de la fatalidad en los accidentes de tránsito en la provincia de Tungurahua durante el año 2021?

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Recolección de la información

3.1.1 Población, muestra o unidad de análisis

La población de estudio corresponde a la información recolectada sobre los accidentes de tránsito en Ecuador y se toma una muestra los datos correspondientes al año 2021. Se considera como unidad de análisis a los nueve cantones de la provincia de Tungurahua: Ambato, Baños, Cevallos, Mocha, Patate, Pelileo, Píllaro, Quero y Tisaleo. Danto un total de asciende a un total de 1.076 accidentes, distribuidos de la siguiente forma.

Tabla 1: Accidentes de tránsito

Cantón	Casos	Porcentaje
Ambato	883	82%
Baños de agua santa	35	3%
Patate	78	7%
Quero	64	6%
Santiago de Pillaro	15	1%
Tisaleo	1	0%
Total	1076	100%

Elaborado por: Torres (2022)

Como se puede identificar en la tabla anterior en el caso de los cantones Pelileo, Cevallos y Mocha no se registraron datos, esto debido al incumplimiento en la entrega de informes correspondientes por parte del organismo encargado. El Estado ecuatoriano registra los accidentes de tránsito en base a partes policiales, los mismos que son diseñados y aprobados por cada uno de los entes de control bajo los parámetros técnicos establecidos por la Agencia Nacional de Tránsito (ANT).

3.1.2 Enfoque de investigación

La investigación tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo. En el proceso cualitativo se describe como se desarrolla el fenómeno de estudio, utilizando estadística

descriptiva, como, frecuencias observadas y esperadas. Posteriormente, se analizaron los factores de forma grupal utilizando una regresión logística, con la cual se determinará si los factores se relacionan de forma positiva o negativa en la fatalidad de los accidentes de tránsito.

3.1.3 Fuentes de información

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizó únicamente fuentes de tipo secundaria. Es decir, toda la información procesada se obtuvo de un repositorio web ya publicado anteriormente, obtenido directamente del portal de la Agencia Nacional de Tránsito segmento estadísticas. Posteriormente, se identifica el año en estudio y se procedió a la descarga del archivo .csv. Dentro de la base de datos existe un total de 47 variables (véase anexo 1), que describe las condiciones del siniestro. Sin embargo, para efectos del presente estudio se analizarán únicamente las siguientes:

Tabla 2: Variables

Variable	Naturaleza	Descripción
Condición	Categórica	1 ileso, 2 lesionado, 3 fallecido
Edad	Continua	La edad del conductor
Sexo	Dummy	1 masculino, 0 femenino
Zona	Dummy	1 si es urbano 0 si es rural
Tipo de vehículo	Categórica	1 Motocicleta 2 Deportivo 3 Automóvil 4 Camión 5 Camioneta 6 Bicicleta 7 Bus 8 furgoneta 9 Emergencia 10 Especial
Estado de embriaguez	Dummy	1 estado de embriaguez 0 caso contrario
Conducir desatento	Dummy	1 falta de atención a la conducción 0 caso contrario
Exceso de velocidad	Dummy	1 exceso de velocidad 0 caso contrario
otras	Dummy	1 otra causa 0 caso contrario
Día	Dummy	1 si el día es lunes a viernes y 0 es sábado o domingo
hora	Categórica	periodo del día donde se accidentó el conductor

Elaborado por: Torres (2022)

3.2 Tratamiento de la información

3.2.1 Descriptivo

Para el desarrollo del segmento descriptivo se procedió a depurar la base de datos y tabular los resultados acordes a las variables en estudio, tales como sexo del conductor, edad, hora del accidente, entre otras. Se aplica estadística descriptiva para identificar el porcentaje correspondiente para cada variable, adicionalmente, se utilizó tablas cruzadas para identificar la ocurrencia de accidentes de tránsito en zonas rurales y urbanas, análisis de diferencia de género y posibles causas del accidente de tránsito clasificado por grupos etarios. Para la variable edad y hora del día se procedió al agrupamiento de datos en intervalos. Adicionalmente, la representación de los datos se utilizó gráficos de barras con el objetivo de brindar un mejor entendimiento.

3.2.2 Modelo econométrico logit

Los primeros modelos de análisis de choques generalmente se basaban en métodos simples de regresión lineal múltiple que suponían errores normalmente distribuidos. Sin embargo, los investigadores descubrieron que la ocurrencia de accidentes podría ajustarse mejor con una distribución de Poisson (García et al., 2007).. Por lo tanto, se adoptó un modelo de regresión de Poisson basado en un marco lineal generalizado en lugar de las técnicas convencionales de regresión lineal múltiple. Se han propuesto varios enfoques de regresión de Poisson para explorar la relación entre los factores de riesgo y la frecuencia de accidentes (Kardar & Davoodi , 2020). Sin embargo, los modelos Logit se pueden aplicar para estudiar el modelado de la gravedad de los accidentes. Los datos utilizados en el modelado de la gravedad de los choques se les suele atribuir muchos detalles relacionados con la ocurrencia, como la cantidad de vehículos involucrados, la edad de las víctimas, las condiciones climáticas, los tipos de vehículos involucrados y el tipo de choque, factores que pueden integrarse en estadísticas. Dado que la variable dependiente (es decir, la gravedad del choque) generalmente tiene dos o más categorías de resultados (muerte, lesiones, daños a la

propiedad únicamente), los modelos logit se utilizan a menudo para modelar la gravedad de los datos del choque (Ghandour et al., 2020).

$$\mathbf{Logic}(\pi) = \log\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = X_1\beta$$

Donde:

X_1 = un vector de variables explicativas

β = un vector de variables explicativas

A medida que π se acerca a 0 el modelo logit π tiende hacia $-\infty$ y a medida que se acerca a 1 el modelo logit π tiende a $+\infty$.

Cumplimiento del objetivo específico 1

Caracterizar la ocurrencia de los accidentes de tránsito en la provincia de Tungurahua presentan algunos factores como: Número de accidentes por cantón, tipo de vehículo, hora del accidente, sector del accidente, edad del conductor, posible causa del accidente, entre otros. Estas variables son expresadas y descritas, mientras que, en algunas variables se utilizó tablas cruzadas para identificar otros posibles patrones como, por ejemplo, sector de accidentes (urbano rural) y el género del conductor. Ejemplos como el anterior permite identificar relaciones de una forma más fácil de comprender.

El procesamiento antes descrito se lo realizo de manera cualitativa buscando describir el comportamiento de los accidentes de tránsito en la provincia de Tungurahua, además, se utilizó gráficas como tablas estadísticas que brinden una fácil lectura a la interpretación de la información.

Cumplimiento del objetivo específico 2

La búsqueda de factores cuya procedencia sea condiciones del conductor es importante para lograr obtener información relevante, como, por ejemplo, identificar las causas probables de un accidente de tránsito entre los conductores en un rango de edad entre 18 a 29, de 30 a 50 y finalmente de 50 en adelante. Cada una de estas personas presentan causas ligeramente diferentes, que son explicadas, por ejemplo, una de las principales causas de los accidentes de tránsito en personas jóvenes son el consumo de bebidas alcohólicas y manejo desatento, mientras que, en personas en una edad entre 30 a 50 años, las causas podrían ser superar los límites de velocidad.

El cumplimiento de este objetivo se utilizó principalmente tablas cruzadas de información, utilizando una diferencia entre el género y la edad del conductor. Los resultados son un breve resumen de los resultados obtenidos por el modelo logit propuesto.

Cumplimiento del objetivo específico 3

Finalmente, el uso de un modelo logit permitirá obtener que probabilidad existe ante la presencia de un determinado factor en sufrir un accidente de tránsito de tipo fatal, es decir, si el conductor maneja bajo los efectos del alcohol que probabilidades tiene de sufrir un accidente de tránsito fatal, y de la misma forma para cada una de las variables, para el cumplimiento de este objetivo se utilizará los indicadores RRR, denominados como riesgos relativos.

3.3 Operacionalización de las variables

3.3.1 Operacionalización de la variable dependiente

Tabla 3: Operacionalización de la variable dependiente

Definición	Categoría	Indicador	Item	Técnica e instrumento
Suceso imprevisto producido por la participación de un vehículo o más en las vías o carreteras, ocasionando daños materiales, lesiones e incluso la muerte.	Accidente de tránsito con fatalidad.	Ileso Fatalidad Lesionado	¿En el accidente de tránsito conllevó a la muerte de alguno de sus ocupantes? 0= Ileso 1= Fatalidad 2= Lesionado	Ficha de observación y análisis de datos.

Elaborado por: Torres (2022)

3.3.2 Operacionalización de la variable independiente

Tabla 4: Operacionalización de la variable independiente

Definición	Categoría	Indicador	Item	Técnica e instrumento
Características presentes en los accidentes de tránsito, estos factores incrementan la posibilidad de fatalidad en los accidentes de tránsito.	Factores	Edad	¿Edad del conductor? 18-29 >30	Ficha de observación y análisis de bases de datos
		Sexo	¿Género de conductor? 0=Femenino 1=Masculino	
		Zona	0=Urbano 1=Rural	
		Hora	¿En qué hora del día sucedió el accidente? 6:00-18:00 18:01-23-59 12:00-5:59	
		Estado de embriaguez	¿El conductor estuvo en estado de embriaguez? 0=No 1=Si	
		Exceso de velocidad	¿Los vehículos involucrados presentaron exceso de velocidad?	
		Tipo de vehículo	¿Qué tipo de vehículo fueron involucrados? • Motocicleta	

-
- Deportivo
 - Automóvil
 - Camión
 - Camioneta
 - Bicicleta
 - Bus
 - Furgoneta
 - Emergencias
 - Especial

Elaborado por: Torres (2022)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Resultados y discusiones

En el siguiente apartado se muestran los principales resultados alcanzados, utilizando estadística descriptiva. Se aplicó un análisis de frecuencias relativas y absolutas sobre factores como sexo, hora del día, sector (urbano o rural), tipo de vehículo, nivel de gravedad, posible causa del accidente y uso del cinturón de seguridad o casco. Una vez que se ha presentado el análisis descriptivo de los accidentes de tránsito, se utiliza un modelo logit multinomial que permite identificar el nivel de riesgo de ocurrencias en la fatalidad de los accidentes de tránsito en la provincia de Tungurahua, empleando datos pertenecientes al año 2021.

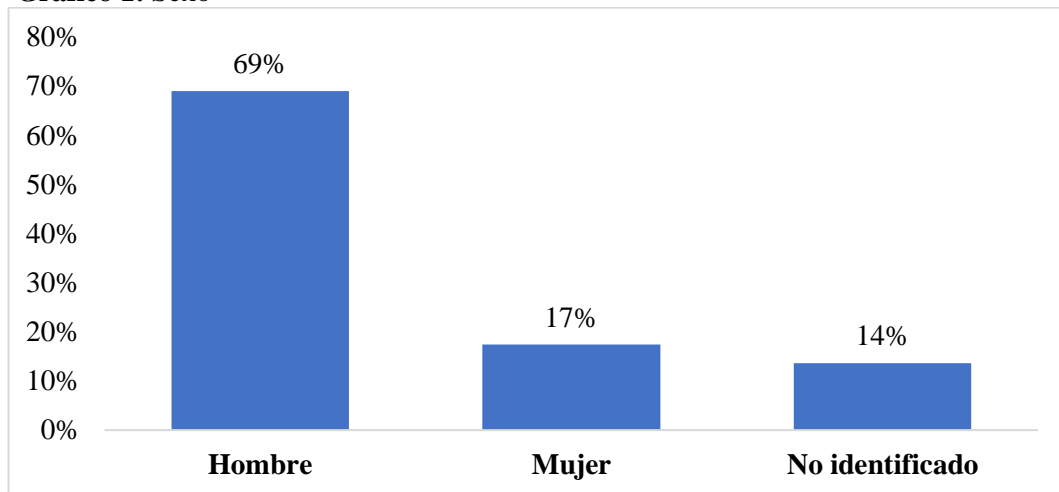
Sexo

Tabla 5: Sexo

Sexo	Casos	Porcentaje
Hombre	742	69%
Mujer	187	17%
No identificado	147	14%
Total	1076	100%

Elaborado por: Torres (2022)

Gráfico 1: Sexo



Elaborado por: Torres (2022)

Análisis e interpretación

En el año 2021, de un total de 1.076 accidentes de tránsito, el 69% sucedió con conductores de sexo masculino y un 17% se presentó en mujeres, mientras que en el 14% restante no se logró identificar el sexo del conductor. Esto debido a que una vez sucedido el accidente el /la conductora tiende a abandonar el lugar de los hechos. Existe un porcentaje mucho mayor en accidentes de tránsito en hombres, la cual, abarca más del 50% del total de accidentes de tránsito. Este comportamiento puede ser justificado debido que el sexo masculino posee más horas de conducción al año a comparación de su contraparte femenina (CONASET, 2019). De igual forma, si se considera la distancia como un factor relevante el sexo masculino recorre mayor distancia manejando un vehículo a comparación del sexo femenino (Durán et al., 2019).

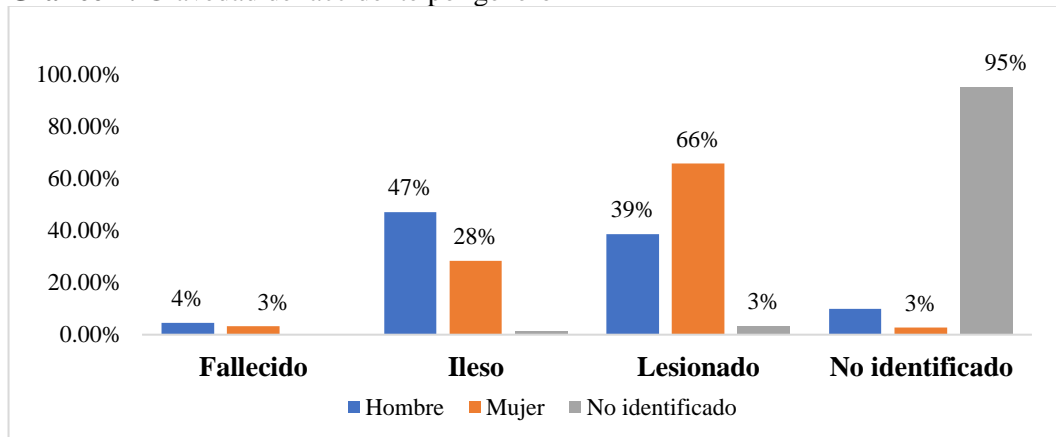
Gravedad del accidente por sexo

Tabla 6: Gravedad del accidente por sexo

Fallecidos	Sexo		
	Hombre	Mujer	No identificado
Fallecido	33	6	0
Ileso	349	53	2
Lesionado	287	123	5
No identificado	73	5	140
Total, general	742	187	147

Elaborado por: Torres (2022)

Gráfico 2: Gravedad del accidente por género



Elaborado por: Torres (2022)

Análisis e interpretación

Del total de mujeres involucradas en accidentes de tránsito, el 66%, lo que equivale a 123 mujeres, resultaron lesionadas y el 3%, equivalente a 6 mujeres fallecieron, mientras que, el 28% restante se encontraron ilesas después del accidente. En cambio, para el sexo masculino las cifras cambian. Del 100% (742) de hombres involucrados en un accidente, el 4% fallece, esta cifra equivale a 33 hombres, superior al sexo femenino. Por otra parte, el 39%, correspondiente a 287 hombres, resultan lesionados, una valoración dos veces más grande en comparación con las mujeres.

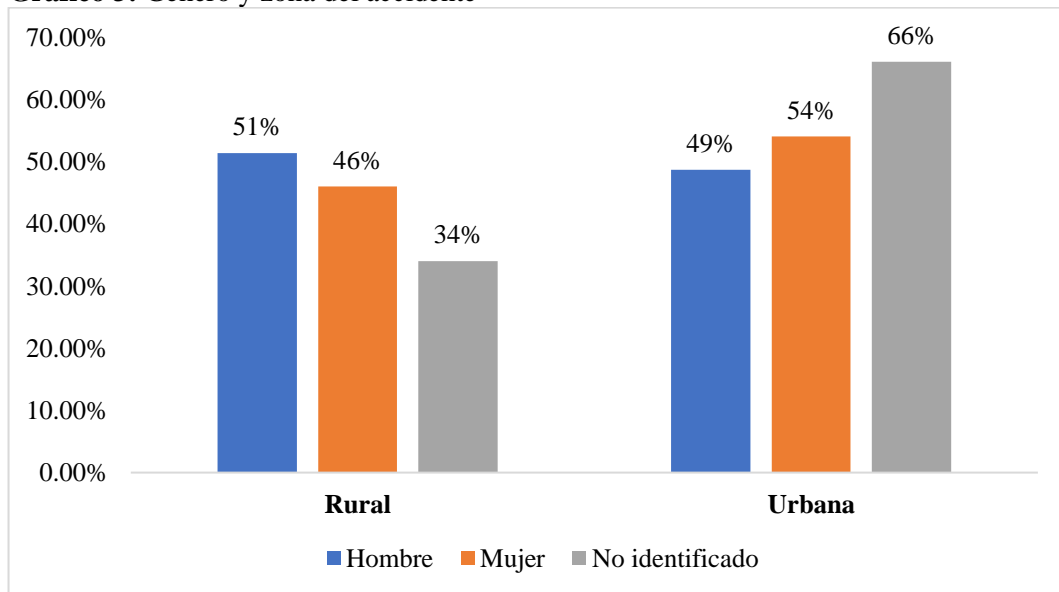
Sexo y zona del accidente

Tabla 7: Sexo y zona del accidente

Fallecidos	Sexo		
	Hombre	Mujer	No identificado
Rural	381	86	50
Urbana	361	101	97
Total, general	742	187	147

Elaborado por: Torres (2022)

Gráfico 3: Género y zona del accidente



Elaborado por: Torres (2022)

Análisis e interpretación

Si se comparan los datos porcentuales del Gráfico 3 no se identifica variaciones considerables, aunque los hombres se involucraron en accidentes en el sector rural en un número ligeramente superior en comparación con la contraparte femenina. Sin embargo, si se observan las frecuencias observadas se puede identificar mayores accidentes en el sexo masculino a comparación del femenino.

Edad del conductor

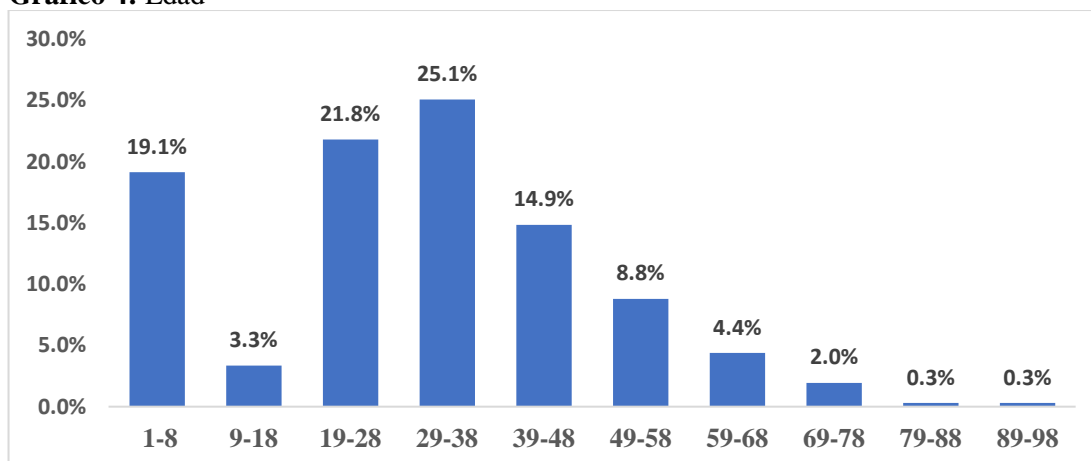
Tabla 8: Edad

Edad	Casos	Porcentaje
1-8	206	19,1%
9-18	36	3,3%
19-28	235	21,8%
29-38	270	25,1%
39-48	160	14,9%
49-58	95	8,8%
59-68	47	4,4%
69-78	21	2,0%

79-88	3	0,3%
89-98	3	0,3%
Total general	1076	100%

Elaborado por: Torres (2022)

Gráfico 4: Edad



Elaborado por: Torres (2022)

Análisis e interpretación

Como se puede identificar en el gráfico 4, el rango de edad más propenso a un accidente de tránsito corresponde al periodo entre los 29 hasta los 38 años, seguido de los 19 a 28 años, y, en tercer lugar, se ubican bebés entre 1 a 8 años. En el caso del primer rango de edad, se considera que son más propensos a sufrir un accidente entre los años 29 a los 38 años, debido al ser el rango de edad con mayor capacidad productiva e impulsa la necesidad de movilizarse a sus lugares de trabajo (Organización Internacional del Trabajo, 2018).

Para el segundo rango de edad, de 19 hasta los 28 años, se presenta en mayor proporción, lo cual puede obedecer a la influencia del consumo de bebidas alcohólicas u otras sustancias estupefacientes que limitan la capacidad de reacción del conductor, tal como también se muestra en el estudio (Rolison y Moutari, 2020). Finalmente, en el tercer rango de edad 1-8 años, se explica por el incumplimiento de las reglas de tránsito que menciona el uso obligatorio del cinturón de seguridad, mientras que bebés con pocos meses de vida no presentan seguridad en el momento de la colisión, esto

debido a que, generalmente, se encuentran en los brazos de sus progenitores o familiares lo que limita su seguridad.

Para el resto de las edades la frecuencia de accidentes de tránsito disminuye de forma rápida. El rango etario con menor frecuencia en accidentes de tránsito corresponde a personas mayores a los 59 años. Una razón que podría explicar este comportamiento sería un número menor de personas de este grupo etario.

Causa probable del accidente según el rango de edad

Tabla 9: Causa probable del accidente según el rango de edad

Causa probable	Rango de edad		
	18-29	30-50	>50
Adelantar o rebasar a otro vehículo en movimiento en zonas o sitios peligrosos			1,34%
Bajarse o subirse de vehículos en movimiento sin tomar las precauciones debidas.	0,75%		
Caso fortuito o fuerza mayor (explosión de neumático nuevo, etc)		0,47%	1,34%
Condiciones ambientales y/o atmosféricas (niebla, neblina, granizo, lluvia).	1,12%	0,47%	0,67%
Conduce bajo la influencia de alcohol, sustancias estupefacientes	15,36%	14,95%	14,09%
Conducir desatento a las condiciones de tránsito	43,07%	53,50%	36,91%
Conducir en estado de somnolencia o malas condiciones físicas		0,23%	
Conducir vehículo superando los límites máximos de velocidad.	9,36%	5,61%	15,44%
Dejar o recoger pasajeros en lugares no permitidos.	0,37%		1,34%
Falla mecánica en los sistemas y/o neumáticos (sistema de frenos, dirección, electrónico o mecánico).	0,37%	1,17%	
Mal estacionado		0,23%	
Malas condiciones de la vía y/o configuración. (iluminación y diseño).		0,23%	0,67%
No ceder el derecho de vía o preferencia de paso a vehículos.	0,37%	0,93%	
No guardar la distancia lateral mínima de seguridad entre vehículos.	1,87%	2,57%	6,04%
No mantener la distancia prudencial con respecto al vehículo que le antecede.	0,37%	0,47%	0,67%
No respetar las señales reglamentarias de tránsito. (pare, ceda el paso, luz roja del semáforo, etc.)	23,97%	15,19%	14,09%
No transitar por las aceras o zonas de seguridad destinadas para el efecto.	0,75%	1,87%	5,37%

Peatón transita bajo influencia de alcohol,	0,75%	0,47%	1,34%
Peso y volumen - no cumplir con las normas de seguridad		0,23%	
Realizar cambio brusco o indebido de carril.	1,50%	1,17%	0,67%
Total	100%	100%	100%

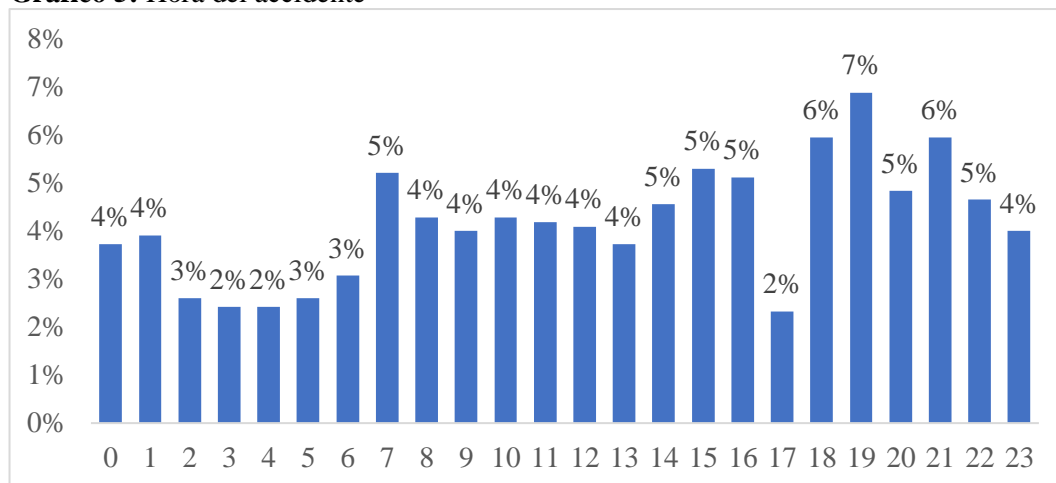
Elaborado por: Torres (2022)

Análisis e interpretaciones

De forma general, existen dos posibles causas más comunes que conllevan a un accidente de tránsito, las cuales son: i) conducir desatento a las condiciones de tránsito, ii) conducir bajo la influencia de alcohol o sustancias estupefacientes. Estas causas están muy ligadas con el rango de edad entre los 3 grupos etarios considerados. En el caso de las personas que superan los 50 años, es más frecuente los accidentes debido a superar los límites de velocidad, seguido de los jóvenes adultos en un rango de edad de 18 a 29 años de edad, mientras que, en el rango de edad entre 30 a 50 años la causa más frecuente es por conducir desatento a las condiciones de tránsito, es decir, uso de celular u otros aplicativos móviles.

Horario con mayores accidentes

Gráfico 5: Hora del accidente



Elaborado por: Torres (2022)

Análisis e interpretación

Existen intervalos horarios con mayor frecuencia de accidentes de tránsito. En primer lugar, entre las 18h00 a 19h00, y en segundo lugar se ubica el rango de las 21h00. Si se relacionan los resultados obtenidos en el gráfico 5, el horario comprendido entre las 18:00 a 19:00 horas, una gran parte de los trabajadores o colaboradores de empresas viajan en retorno a sus hogares, después de un día de trabajo, en lo que se puede mencionar que una causa sería el cansancio físico o mental lo que generaría una lenta reacción ante la presencia de un accidente. El siguiente horario con mayores accidentes corresponde a las 21:00 horas. Esta zona horaria correspondería al segmento de jóvenes – adultos, que salen a divertirse, los cuales, tienden a sufrir un accidente que involucra en uno los conductores el consumo excesivo de alcohol.

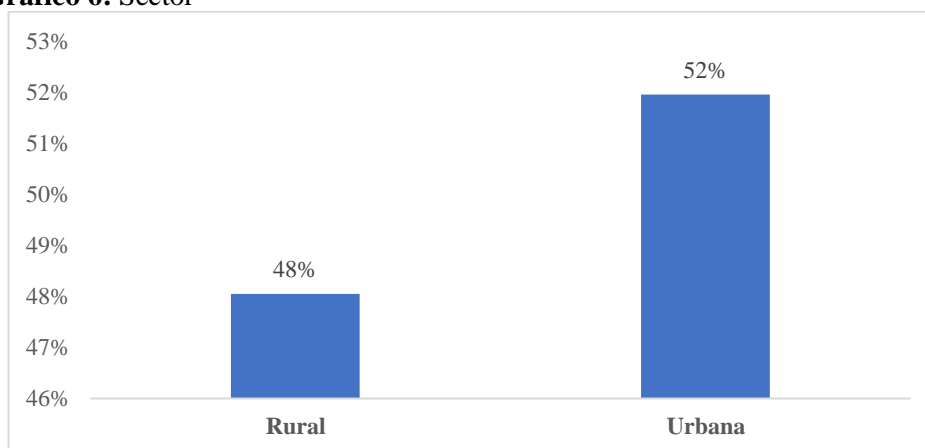
Sector de mayor ocurrencia de accidentes de tránsito

Tabla 10: Sector

Sector	Casos	Porcentaje
Rural	517	48%
Urbana	559	52%
Total	1076	100%

Elaborado por: Torres (2022)

Gráfico 6: Sector



Elaborado por: Torres (2022)

Análisis e interpretación

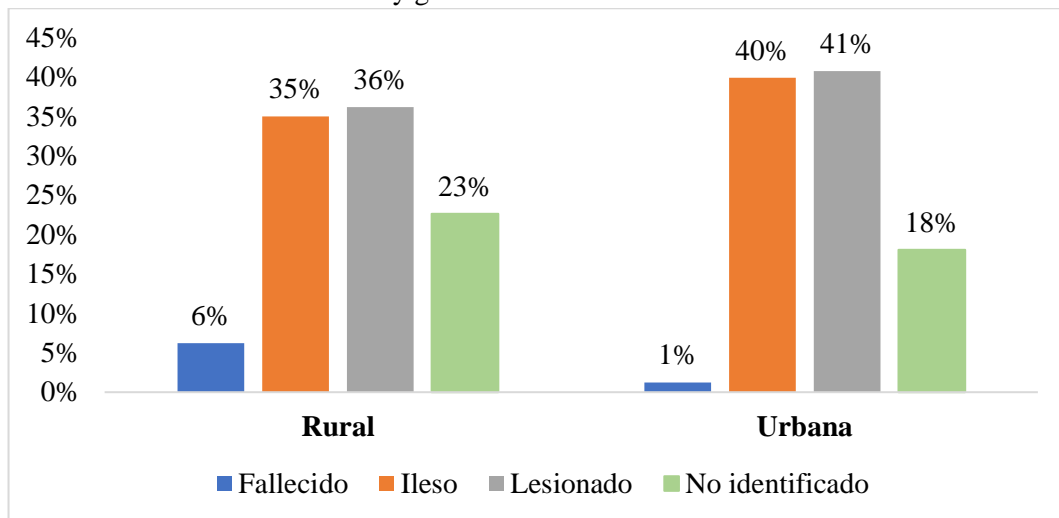
En cuanto el sector urbano, existe un mayor número de accidentes, aunque este tipo de accidentes se consideran resultados de congestiones de tránsito ocasionados en los horarios de mayor flujo vehicular (horas pico). Este tipo de accidentes resultan en la mayoría de ocasiones en daños materiales o personas lesionadas, caso contrario en los sectores rurales, donde se consideran factores como el exceso de velocidad cuyas consecuencias son más graves, conducción bajo efectos del alcohol o desatento.

Tabla 11: Sector de ocurrencia y gravedad

Zona	Gravedad			
	Fallecido	Heso	Lesionado	No identificado
Rural	32	181	187	117
Urbana	7	223	228	101
Total, general	39	404	415	218

Elaborado por: Torres (2022)

Gráfico 7: Sector de ocurrencia y gravedad



Elaborado por: Torres (2022)

Análisis e interpretaciones

En cuanto a las diferencias en los accidentes de tránsito, tanto en el sector rural como urbano, se puede identificar que existen más accidentes fatales (32) en los sectores rurales a comparación de los accidentes en el sector urbano (7). Se puede mencionar que en estos sectores existe un mayor incremento de velocidad en donde los accidentes pueden ser por colisión a casa aledañas, pérdidas de pista o impactos con otros automóviles (Bertoli y Grembi, 2019).

Además, los accidentes en sectores urbanos causan más personas heridas o ilesas a comparación de aquellos accidentes en sectores rurales. Se considera que en el sector urbano existe más accidentes de tránsito de bajo impacto debido a gran tráfico vehicular, es decir, los accidentes provocan en su mayoría lesiones que fatalidades (Bolívar y Sierra, 2018).

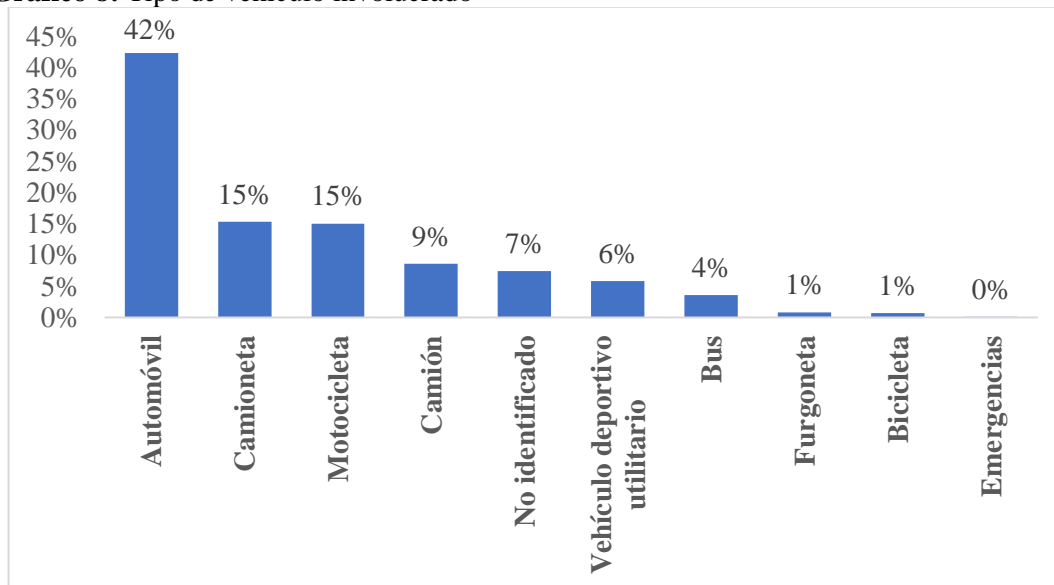
Tipo de vehículos involucrados en accidentes

Tabla 12: Tipo de vehículo involucrado

Tipo de vehículo involucrado	Casos	Porcentajes
Automóvil	456	42%
Bicicleta	8	1%
Bus	39	4%
Camión	92	9%
Camioneta	165	15%
Emergencias	1	0%
Especial	1	0%
Furgoneta	9	1%
Motocicleta	162	15%
No identificado	80	7%
Vehículo deportivo utilitario	63	6%
Total, general	1076	100%

Elaborado por: Torres (2022)

Gráfico 8: Tipo de vehículo involucrado



Elaborado por: Torres (2022)

Análisis e interpretación

En mayor proporción los accidentes de tránsito ocurren en vehículos automotores como automóviles, camionetas, además de motocicletas y camiones con valoraciones

correspondientes a 42%, 15%, 15% y 9%, respectivamente. Existe una menor proporción en unidades de transporte público y bicicletas, lo que se permite considerar buscar nuevos mecanismos para incrementar las opciones de movilidad. Sin embargo, hay que considerar otros factores como la seguridad y la aceptación por parte de la ciudadanía en utilizar nuevos medios de transporte.

Acorde a lo mencionado por la Agencia Nacional de Tránsito, se desea implementar mayor relevancia e importancia al peatón, bici-usuarios y transporte público, sin dejar de reconocer a los conductores de vehículo privados. Esto con el propósito de generar pacificación en la movilidad. Adicionalmente, se reconoce la necesidad de incentivar las buenas prácticas de conducción, para tal efecto, en la nueva ley de tránsito resolvió que los conductores que conserven los 30 puntos en la licencia de conducir tendrán un descuento del 50% en el valor de la renovación del documento.

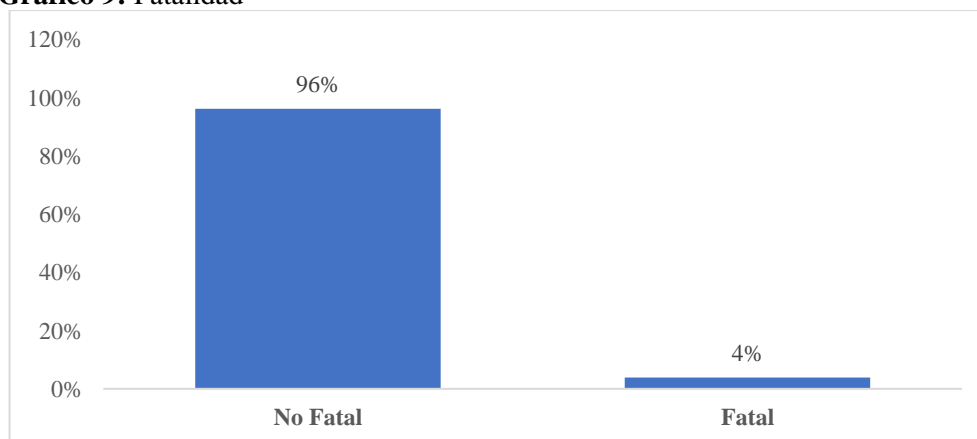
Niveles de gravedad del accidente

Tabla 13: Fatalidad

Fatalidad	Casos	Frecuencia
No Fatal	1035	96%
Fatal	41	4%
Total, general	1076	100%

Elaborado por: Torres (2022)

Gráfico 9: Fatalidad



Elaborado por: Torres (2022)

Análisis e interpretación

Como se manifestó anteriormente el 96% de los accidentes ocurridos en la provincia de Tungurahua no son fatales, y se dan en mayor proporción en un horario perteneciente a un gran flujo vehicular, en su mayoría con vehículos automotores personales y en una menor proporción en vehículos de transporte público. Es decir, tan solo el 41% de los accidentes señalaron uno o más personas fallecidas. Entre las causas más probables se encuentran conducir desatento a las condiciones de tránsito, conducir bajo la influencia de alcohol y no respetar las señales reglamentarias de tránsito. Existen otras posibles causas que se identificaron como factores que dieron origen a un accidente de tránsito, las cuales, se muestran en la siguiente tabla.

Uso de cinturón de seguridad o casco

Tabla 14: Uso de cinturón de seguridad o casco

Uso de cinturón	No	Si	Total general
Fallecido	30,77%	69,23%	100,00%
Ileso	62,13%	37,87%	100,00%
Lesionado	67,95%	32,05%	100,00%
No identificado	68,81%	31,19%	100,00%
Total, general	64,59%	35,41%	100,00%

Uso de casco	No	Si	Total, general
Fallecido	97,44%	2,56%	100,00%
Ileso	99,50%	0,50%	100,00%
Lesionado	93,25%	6,75%	100,00%
No identificado	100,00%	0,00%	100,00%
Total, general	97,12%	2,88%	100,00%

Elaborado por: Torres (2022)

Análisis e interpretación

En cuanto al uso del cinturón de seguridad, se identifica que el 64.6% de las personas que sufrieron un accidente de tránsito no estaba usando el cinturón de seguridad. Sin embargo, el 35.4% si lo utilizó. Hay que señalar en el caso de los accidentes de tránsito

que presentaron personas fallecidas, el 69.23% si estaba usando el cinturón de seguridad, pero estos accidentes deben ser analizados desde la posible causa del accidente, el cual, depende significativamente de las condiciones del siniestro. Para otros tipos de accidentes que involucran lesiones, o a su vez aquellas personas que no presentaron heridas (ilesos), el cinturón de seguridad no fue utilizado. De igual forma, estos accidentes de tránsito se consideran como fruto de colisiones pequeñas o moderadas.

Por el contrario, en cuanto al uso de casco para los conductores de motocicletas, se evidencia una gran diferencia entre aquellos conductores que lo usaban en comparación con aquellos que no lo utilizaron, ya que el 92.44% de los accidentes de tránsito en motocicletas no utilizaban cascos de seguridad, mientras que el 2.51% de estos accidentes fatales si lo utilizaron. Por tanto, se debe considerar promover la concientización en el uso del cinturón y cascos de seguridad, la cual es un factor muy importante para prevenir la fatalidad en un accidente de tránsito.

4.2 Modelo econométrico

En este apartado se presentan los resultados del modelo econométrico logit multinivel, en base al cual se pueden apreciar los factores que tuvieron mayores incidencias en la mortalidad de los accidentes de tránsito en la provincia de Tungurahua durante el año 2021.

Modelo logit multinomial

A continuación, se procederá a estructurar una regresión logística tipo logit multinomial. Se debe recordar que en el modelo propuesto no se requiere el cumplimiento del supuesto de normalidad en los residuos, permitiendo obtener la probabilidad y no solo una regla de discriminación. Se analiza la propensión de fatalidad en un accidente de tránsito. Es decir, dada una serie de factores que determinan la probabilidad de que una persona fallezca en un accidente de tránsito. La variable dependiente es de carácter multinomial, lo que puede tomar tres tipos de valores que en el presente estudio será ileso, lesionado o fallecido. Para las variables independientes se hace referencia a diferentes factores que se identificaron en los accidentes de tránsito. El modelo presenta la siguiente distribución matemática.

$$\text{Logit multinomial} = \frac{e^{\beta' j X_i}}{1 + \sum_{k=1}^j e^{\beta' k X_i}}$$

Donde:

e = número de Euler

$\beta_j X_j$ = vector suma producto de las betas y las observaciones de cada X

ε_j = Error de estimación.

P_i = Propensión de mortalidad

Para el siguiente proceso, es necesario definir las categorías de análisis, las cuales son:

$$\text{Variables dependientes} = \alpha_1(\text{lesionado}) + \alpha_2(\text{fallecido})$$

Tabla 15: Modelo logit multinomial

	RRR	Std. Err	z	P>z	[95%Conf. Interval]
Sexo					
Hombre	0,78	0,395	-0.49	0.624	0,29 2.102.613
Edad					
18-29	0,33	0,176	-2.08	0.038	0,11 0,939395
Mayores a 30	0,21	0,107	-3.05	0.002	0,08 0,571388
Zona					
Rural	0,87	0,327	-0.36	0.720	0,42 1.818.571
Tipo de vehículo					
Motocicleta	0,041	0,046	-2.80	0.005	0,00 0,383441
Deportivo	0,000	0,000	-0.02	0.981	0,00 ,
Automóvil	0,003	0,004	-5.07	0.000	0,00 0,030773
Camión	0,006	0,008	-4.17	0.000	0,00 0,067762
Camioneta	0,008	0,009	-4.27	0.000	0,00 0,072988
Bicicleta	0,000	0,000	-0.01	0.994	0,00 ,
Bus	0,011	0,015	-3.42	0.001	0,00 0,148639
Furgoneta	0,000	0,000	-0.01	0.994	0,00 ,
Emergencias	0,000	0,000	-0.00	0.997	0,00 ,
Especial	0,000	0,000	-0.00	0.998	0,00 ,
Feriado					
No	0,93	0,525	-0.13	0.900	0,31 281.231
Tipo de día					
sábado-domingo	1,47	0,573	0.98	0.327	0,68 3.152.248
Hora					
6:00-18:00	0,32	0,164	-2.23	0.026	0,12 0,871597
18:01-23:59	0,47	0,260	-1.36	0.174	0,16 1.391.137
Conduce bajo la influencia de alcohol					
Si	0,14	0,110	-2.47	0.013	0,03 0,660831
Superar los límites máximos de velocidad					
Si	22,30	1207001,000	1.48	0.138	0,77 6.441.962
No respetar las señales de tránsito					
Si	0,16	0,167	-1.76	0.079	0,02 1.238.144
Realizar cambio brusco					
Si	0,00	0,001	-0.01	0.995	0,00 ,

Elaborado por: Torres (2022)

Análisis e interpretación

En base a los resultados obtenidos se puede resaltar los siguiente: las variables edad, tipo de vehículo, hora del día y conducir bajo los efectos del alcohol obtuvieron valores p por debajo del 0.05, lo cual, corresponde a los factores que inciden en que el accidente de tránsito sea fatal. Estos resultados concuerdan con la investigación realizada por Hosseinzadeh et al. (2021), donde las variables mencionadas presentaron mayores riesgos en lesiones de gravedad o muertes producto de accidentes de tránsito. Ahora, para identificar la probabilidad de riesgo en la fatalidad de un accidente de tránsito ante un cambio en las variables independientes se analiza los valores RRR. En base a estos, se puede mencionar que para las personas en un rango de edad entre 18 y 29 años existe una probabilidad mayor del 33% que al sufrir un accidente de tránsito sea fatal. Esta probabilidad disminuye para personas mayores a 30 años con el 21%.

En cuanto a los accidentes de tránsito que involucran a un vehículo tipo motocicleta existe una probabilidad del 4% que el accidente sea fatal, mientras que la probabilidad de que un accidente en automóvil sea fatal corresponde a un 0.3%. El riesgo de fatalidad incrementa en accidentes que involucran a camiones y buses con el 0.6% y 1.1%, respectivamente. En cuanto a la variable hora aquellos accidentes que suceden en un rango de 6:00 a 18:00 tienen un 32% más probabilidades de convertirse en un accidente fatal y, finalmente, aquellas personas que conducen bajo los efectos de bebidas alcohólicas tienen un 13% más probabilidades de fatalidad en un accidente.

4.3 Verificación de la hipótesis

Acorde a los resultados expuestos se logró identificar que la presencia de los siguientes factores incide en la probabilidad de presentar un accidente con fatalidad.

Tabla 16: Verificación de la hipótesis

Factores	Probabilidades
Edad (18-29)	Una persona que se encuentra en un rango de edad entre 18 a 19 años tiene 33% más probabilidades de presentar un accidente fatal, que alguien en una edad entre 1-17 años
Mayores de 30	Una persona que se encuentra en un rango de edad mayores a 30 años tiene 21% más probabilidades de presentar un accidente fatal. que alguien en una edad entre 1-17 años
Tipo de vehículo (Motocicleta)	Una persona que maneja una motocicleta tiene un 4% más de probabilidades de sufrir un accidente fatal en comparación con quien conduce un automóvil.
Hora 6:00-18:00	Las personas que sufren un accidente entre las 6h00 y 18h00 tienen 32% más probabilidades de fatalidad a comparación de los choques suscitados en un horario de 00h01 hasta 5h59
Influencia del alcohol	Aquellas personas que manejan bajo los efectos del alcohol poseen 14% más probabilidades de sufrir un accidente fatal en comparación con otros conductores quienes no consumieron alcohol.

Elaborado por: Torres (2022)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Mediante el análisis de datos en un proceso descriptivo se identificó que los accidentes de tránsito en la provincia de Tungurahua tienen mayor ocurrencia en el cantón Ambato, seguido de Baños y Patate. En cuanto al género de los conductores que se vieron involucrados en accidentes de tránsito, el 69% corresponde al sexo masculino, seguido del 17% por su contraparte femenina y finalmente, un 14% que no fueron identificados. Existe una cantidad ligeramente mayor en accidentes en zonas rurales a comparación de las zonas urbanas, y se identifica en mayor frecuencia la posibilidad de sufrir accidentes de tránsito en personas de 19-28 años y 29-38 años con valores del 21.8% y 25.1% respectivamente.

En cuando a los factores humanos que se identificaron mediante la generación de tablas cruzadas se mostró las siguientes conclusiones. En los rangos de edad entre 18 a 29 años y 30 a 50 años la causa probable más común de accidentes fue conducir desatento a las condiciones del tránsito y representa el 43.07% y 53.50%, respectivamente. El consumo de bebidas alcohólicas fue el segundo factor categorizado como la posible causa del accidente en los tres grupos etarios. Finalmente, para las personas mayores a 50 años se observó que conducir superando los límites de velocidad es más frecuente en comparación a otros grupos etarios.

Finalmente, mediante la aplicación de un modelo logit categórico se obtuvo como resultados la identificación de aquellos factores que incrementan las probabilidades de sufrir un accidente fatal, las cuales son: edad, con una mayor probabilidad en el grupo etario más joven, entre los 18 a 29 años, y disminuye con personas con más años. Seguido de aquellos accidentes ocurridos en un horario de 6h00 a 18h00, cuya probabilidad incrementa en comparación de aquellos accidentes en un horario de 00h01 a 5h59. En cuanto al tipo de vehículo que mayores probabilidades tiene en sufrir un accidente fatal es la motocicleta y, finalmente, aquellas personas que consumieron alcohol tienen un 14% más probabilidades de sufrir un accidente de tránsito fatal a comparación de aquellos que no consumieron alcohol.

5.2 Limitaciones

Dentro del estudio se omitieron variables relevantes (condición climática, iluminación, tipo vehículo automotor, antigüedad del vehículo, entre otros), las cuales se identificaron en el análisis de los antecedentes de investigación. Esta es la mayor limitación, que obedecen a hecho de que información sobre estas variables no son recolectada dentro de la base de datos publicada por la Agencia Nacional de Tránsito. Adicionalmente, al considerar incrementar los años de estudio con el propósito de incrementar la muestra analizada no se logró obtener dicha información para años anteriores. Por tal razón, se procedió a realizar el presente estudio únicamente con datos del año 2021.

5.3 Próximas líneas de investigación.

En las futuras líneas de investigación se recomienda incrementar la muestra de datos y considerar unos 5 años anteriores. Además, adicionar variables como la calle o avenida, con las cuales se logra obtener información más detallada.

BIBLIOGRAFÍA

- Akbari, M., Shafabakhsh, G., & Ahadi, M. R. (2020). Pavement Characteristics. *International Journal of Engineering*, 33(7), 1375–1386.
<https://doi.org/10.5829/ije.2020.33.07a.25>
- Al-Marafi, M. N., & Somasundaraswaran, K. (2018). Review of Crash Prediction Models and their Applicability in Black Spot Identification to Improve Road Safety. *Indian Journal of Science and Technology*, 11(5), 1–7.
<https://doi.org/10.17485/ijst/2018/v11i5/119291>
- ANT. (2020, November). *Anuario de estadísticas de transporte ANET 2020*.
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2020/2020_ANET_METODOLOG%C3%8DA.pdf
- Barrera, S., & Pazmiño, M. (2020). 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. *KnE Engineering*, 2020, 514–525–514–525.
<https://doi.org/10.18502/KEG.V5I2.6272>
- Bertoli, P., & Grembi, V. (2019). The Political Cycle of Road Traffic Accidents *. *Update Versión*. <https://www.cerge-ei.cz/pdf/wp/Wp633%20updated%20version%202019.pdf>
- Bolívar, & Sierra. (2018). *Modelación logit binaria de la severidad de los accidentes de tráfico en las vías rurales del Atlántico, Colombia*.
<https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/282>
- Bougueroua, M., & Carnis, L. (2016). Economic development, mobility and traffic accidents in Algeria. *Accident Analysis and Prevention*, 92, 168–174.
<https://doi.org/10.1016/J.AAP.2016.03.016>
- Castillo, D., Coral, C., Salazar Méndez, Y., Castillo, D., Coral, C., & Salazar Méndez, Y. (2020). Modelización Econométrica de los Accidentes de Tránsito en el Ecuador. *Revista Politécnica*, 46(2), 21–28.
<https://doi.org/10.33333/RP.VOL46N2.02>

- CEPAL. (2018). *Seguridad vial y salud pública*.
https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/36192/FAL-311-WEB_es.pdf
- CEPAL. (2020). *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe 2021 = Statistical Yearbook for Latin America and the Caribbean 2021 | Publicación / Comisión Económica para América Latina y el Caribe*.
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/47827-anuario-estadistico-america-latina-caribe-2021-statistical-yearbook-latin>
- Chinnappa Nanjunda, D. (2021). Impact of socio-economic profiles on public health crisis of road traffic accidents: A qualitative study from South India. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 9, 7–11.
<https://doi.org/10.1016/J.CEGH.2020.06.002>
- CONASET. (2019). *Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito*.
https://www.conaset.cl/wp-content/uploads/2016/01/fichas_accion_25.pdf
- Das, S., Sun, X., & Sun, M. (2021). Rule-based safety prediction models for rural two-lane run-off-road crashes. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 10(3), 235–244. <https://doi.org/10.1016/J.IJTST.2020.08.001>
- Durán, Cantón, & Castro. (2019). Patrones de cambio en la conducción de las mujeres - Dialnet. *International Journal of Psychological Research*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5134701>
- Fisa, R., Musukuma, M., Sampa, M., Musonda, P., & Young, T. (2022). Effects of interventions for preventing road traffic crashes: an overview of systematic reviews. *BMC Public Health*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/S12889-021-12253-Y>
- García, A., de Juan, A., & Poncela, P. (2007). The relationship between road traffic accidents and real economic activity in Spain: common cycles and health issues. *Health Economics*, 16(6), 603–626. <https://doi.org/10.1002/HEC.1186>
- Ghandour, A. J., Hammoud, H., & Al-Hajj, S. (2020). Analyzing Factors Associated with Fatal Road Crashes: A Machine Learning Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 4111.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17114111>
- Hosseinzadeh, A., Moeinaddini, A., & Ghasemzadeh, A. (2021). Investigating factors affecting severity of large truck-involved crashes: Comparison of the

- SVM and random parameter logit model. *Journal of Safety Research*, 77, 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2021.02.012>
- INEC. (2021). *Boletín Técnico Registro Estadístico de Defunciones Generales*. 1(1), 1–13. www.ecuadorencifras.gob.ec
- Jalayer, M., Shabanpour, R., Pour-Rouholamin, M., Golshani, N., & Zhou, H. (2018). Wrong-way driving crashes: A random-parameters ordered probit analysis of injury severity. *Accident Analysis and Prevention*, 117, 128–135. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.04.019>
- Kardar, A., & Davoodi, S. R. (2020). A generalized ordered probit model for analyzing driver injury severity of head-on crashes on two-lane rural highways in Malaysia. *Journal of Transportation Safety and Security*, 12(8), 1067–1082. <https://doi.org/10.1080/19439962.2019.1571550>
- Loja, J., & Méndez. (2017). Determinación de los factores de riesgo en accidentes de tránsito donde están involucrados vehículos de la categoría L en la ciudad de cuenca. *Universidad Politécnica Salesiana Sede Matriz Cuenca*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14924/1/UPS-CT007340.pdf>
- Maza, F., Fals, M., Espinosa, L., Safar, C., & Dager, D. (2022). Factores de riesgo asociados con traumatismos causados por el tránsito entre mototaxistas de Cartagena de Indias (Colombia) | Business Innova Sciences. *BUSINESS INNOVA SCIENCES*, 3(1), 1–18. <http://innovasciencesbusiness.org/index.php/ISB/article/view/72>
- Mujica, Mora, & Realpe. (2018). Patrones de accidentabilidad a nivel terrestre en el Ecuador. *Fundación Koinonía*, 3(6), 9–37. <https://www.redalyc.org/journal/5768/576869148002/html/>
- OECD. (2019). *Mortality from transport accidents*. Health at a Glance. https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-2015/mortality-from-transport-accidents_health_glance-2015-10-en;jsessionid=X6k39_RNQWK9p6HNGgCCpKcNyXXn5ZE5bdUrt8Y6.ip-10-240-5-84
- OMS. (2021). *Traumatismos causados por el tránsito*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>

- Organización Internacional del Trabajo. (2018). *Seguridad y salud en el trabajo: ¿por qué los jóvenes están expuestos a riesgos? - InfoStories*.
<https://www.ilo.org/infostories/es-ES/Stories/safety-health/youth#injury-illness>
- Osayomi, T. (2013). Regional determinants of road traffic accidents in Nigeria: identifying risk areas in need of intervention. *African Geographical Review*, 32(1), 88–99. <https://doi.org/10.1080/19376812.2012.750224>
- Pineda-Jaramillo, J., Barrera-Jiménez, H., & Mesa-Arango, R. (2022). Unveiling the relevance of traffic enforcement cameras on the severity of vehicle–pedestrian collisions in an urban environment with machine learning models. *Journal of Safety Research*, 81, 225–238. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.02.014>
- Quddus, M. A., Wang, C., & Ison, S. G. (2010). Road Traffic Congestion and Crash Severity: Econometric Analysis Using Ordered Response Models. *Journal of Transportation Engineering*, 136(5), 424–435.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000044](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000044)
- Rashidi, M. H., Keshavarz, S., Pazari, P., Safahieh, N., & Samimi, A. (2022). Modeling the accuracy of traffic crash prediction models. *IATSS Research*, 2–8.
<https://doi.org/10.1016/J.IATSSR.2022.03.004>
- Rolison, J. J., & Moutari, S. (2020). Combinations of factors contribute to young driver crashes. *Journal of Safety Research*, 73, 171–177.
<https://doi.org/10.1016/j.jsr.2020.02.017>
- Rolisona, Regeva, Moutarib, & Feeneyc. (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, 11–21.
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0001457518300873?token=8C2C3833D7EB1D53FB2ECB9A08FE9A11C650AB4D8A3A6EF856B2EEFA7EA49B0DA035B2EBDD97A3B5A0B2B6BCB971B75C&originRegion=us-east-1&originCreation=20220523182104>
- Shen, J., Gu, H., Feng, X., Yu, M., & Zheng, C. (2021). Investigation of factors contributing to bus-crash severity based on extended hierarchical ordered probit model with heteroscedasticity. *Journal of Transportation Safety & Security*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/19439962.2021.1941460>

Sunkel, Guillermo. (2006). *Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación en América Latina : una exploración de indicadores.*

Naciones Unidas, CEPAL, División de Desarrollo Social.

Wu, W., Jiang, S., Liu, R., Jin, W., & Ma, C. (2020). Economic development, demographic characteristics, road network and traffic accidents in Zhongshan, China: gradient boosting decision tree model. *Transportmetrica A: Transport Science*, 16(3), 359–387. <https://doi.org/10.1080/23249935.2020.1711543>