

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	<u>Documento</u>	<u>Código</u>	<u>Fecha</u>	<u>Revisión</u>
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
	<u>Dependencia</u>	<u>Aprobado</u>		<u>Pág.</u>
	DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(42)

RESUMEN - TESIS DE GRADO

AUTORES	YEFRY QUINTERO AVENDAÑO
FACULTAD	DE INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR	MSC ANDREA STEFANNIA AREVALO TAMARA
TÍTULO DE LA TESIS	CALIBRACIÓN DE UN MODELO ECONÓMETRICO PARA EVALUAR LA FRECUENCIA EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO CON PEATONES EN LA CIUDAD DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER UTILIZANDO DISTRIBUCIÓN POISSON Y BINOMIAL NEGATIVO.

RESUMEN (70 palabras aproximadamente)

ESTE DOCUMENTO ES IMPORTANTE PORQUE ES EL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE GRADO, PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA MEDIANTE LA INVESTIGACIÓN TITULADA CALIBRACIÓN DE UN MODELO ECONÓMETRICO PARA EVALUAR LA FRECUENCIA EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO CON PEATONES EN LA CIUDAD DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER UTILIZANDO DISTRIBUCIÓN POISSON Y BINOMIAL NEGATIVO

REALIZAR UNA MODELACIÓN A PARTIR DE LAS DISTRIBUCIONES POISSON Y BINOMIAL NEGATIVO PERMITE EL ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE PUEDEN SER MÁS SIGNIFICATIVAS.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 42	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1
--------------------	----------------	-----------------------	------------------



**CALIBRACIÓN DE UN MODELO ECONÓMICO PARA EVALUAR LA
FRECUENCIA EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO CON PEATONES EN LA
CIUDAD DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER UTILIZANDO DISTRIBUCIÓN
POISSON Y BINOMIAL NEGATIVO**

YEFRY QUINTERO AVENDAÑO

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERIA CIVIL
OCAÑA
2016**

**CALIBRACIÓN DE UN MODELO ECONÓMICO PARA EVALUAR LA
FRECUENCIA EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO CON PEATONES EN LA
CIUDAD DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER UTILIZANDO DISTRIBUCIÓN
POISSON Y BINOMIAL NEGATIVO**

YEFRY QUINTERO AVENDAÑO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el Título de Ingeniero Civil

**Director
MSC. ANDREA STEFANNIA AREVALO TAMARA
Ingeniera Civil**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERIA CIVIL
OCAÑA
2016**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a nuestro señor Jesucristo porque sin la ayuda de el este objetivo realizado no hubiera sido posible culminarlo y por darme la oportunidad de seguir viviendo, a mi familia por ese gran apoyo que me brindaron desde la primaria como la secundaria y en mi etapa como formación de profesional gracias o todos ellos.

Le doy gracias a la ingeniería y magister Andrea Stefannia Arévalo Tamara, la directora, por su colaboración y apoyo incondicional para que este proyecto llevara el rumbo final y fuera posible conseguirlo, por estar siempre pendiente del proyecto, por estar presta a la hora de compartir sus inquietudes y conocimientos conmigo para poder cumplir mis propósitos.

Al magister Thomas Edinson Guerrero, codirector, por su gran apoyo y colaboración a la hora de presentarle mis inquietudes, por tal motivo le doy un agradecimiento por la ayuda en la realización de mi proyecto de grado.

Yefry Anderson Quintero Avendaño

CONTENIDO

	Pág.
<u>INTRODUCCION</u>	12
<u>1. CALIBRACION DE UN MODELO ECONOMETRICO PARA EVALUAR LA FRECUENCIA EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO CON PEATONES EN LA CIUDAD DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER UTILIZANDO DISTRIBUCIÓN POISSON Y BINOMIAL NEGATIVO</u>	13
1.1 <u>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	13
1.2 <u>DESCRIPCION DEL PROBLEMA</u>	13
1.3 <u>FORMULACION DEL PROBLEMA</u>	13
1.4 <u>OBJETIVOS</u>	13
1.4.1 Objetivo General	13
1.4.2 Objetivos Específicos	14
1.5 <u>JUSTIFICACION</u>	14
1.6 <u>DELIMITACIONES</u>	14
1.6.1 Delimitación Geográfica	14
1.6.2 Delimitación Temporal	14
1.6.3 Delimitación Conceptual	14
1.6.4 Delimitación Operativa.	14
2. <u>MARCO REFERENCIAL</u>	16
2.1 <u>MARCO HISTORICO</u>	16
2.1.1 Revisión del estado del arte	18
2.2 <u>MARCO TEORICO</u>	18
2.2.1 La Edad y la Gravedad de las Lesiones de Peatones en Accidentes de Vehículos de Motor: Un Análisis Logit Heterocedástica.	18
2.2.2 Distribución Sociodemográfica	19
2.2.3 Probabilidades Proporcionales Modelo de una Opción Alternativa Parcial para Analizar Peatones con Severidad de Lesiones de Accidente.	19
2.2.4 Resultados de Accidentes de Transporte en Colombia.	19
2.3 <u>MARCO CONCEPTUAL</u>	20
2.3.1 Accidente de Tránsito	20
2.3.2 Fatiga y Conducción	21
2.3.3 Actores Viales del Transito	21
2.3.4 Relaciones	22
2.3.5 Severidad	22
2.3.6 Seguridad Vial	22
2.3.7 Zonas Peatonales	22
2.3.8 Probabilidad	23
2.3.9 Econometría	23
2.4 <u>MARCO CONTEXTUAL</u>	23
2.5 <u>MARCO LEGAL</u>	23

2.5.1 Código de Transito de Colombia	23
2.5.2 Decreto Numero 1538 de 2005 (Mayo 17 de 2005)	25
2.5.3 Decreto 279 de 2003 (Septiembre 09 de 2003)	27
3. <u>DISEÑO METODOLOGICO</u>	29
3.1 <u>TIPO DE INVESTIGACION</u>	29
3.2 <u>POBLACION Y MUESTRA</u>	29
3.3 <u>RECOLECCION DE LA INFORMACION</u>	29
3.4 <u>ANALISIS Y PROCEDIMIENTOS DE DATOS</u>	29
4. <u>PRESENTACION DE RESULTADOS</u>	30
4.1 <u>REALIZAR UNA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE SOBRE LOS MODELOS ECONOMÉTRICOS UTILIZADOS PARA EVALUAR LA FRECUENCIA EN LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO CON PEATONES.</u>	30
4.2 <u>DESARROLLAR UN ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO CON LA INFORMACIÓN RECOLECTADA MEDIANTE TABLAS; Y RECOLECTAR LA INFORMACIÓN NECESARIA POR MEDIO DE UNA BASE DE DATOS CON ACCIDENTES DE TRÁNSITO QUE INVOLUCRAN PEATONES EN EL PERÍMETRO URBANO DE LA CIUDAD DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER</u>	32
4.3 <u>ESTIMAR EL MODELO ECONOMÉTRICO POISSON Y BINOMIAL NEGATIVO (BN) PARA EVALUAR LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA FRECUENCIA DE ACCIDENTES CON PEATONES.</u>	36
4.4 <u>COMPARACIÓN DE LOS MODELOS</u>	38
5. <u>CONCLUSIONES</u>	39
6. <u>RECOMENDACIONES</u>	40
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	41
<u>REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS</u>	42

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Características de las Variables Continuas en cada Tramo	32
Cuadro 2. Características de las Variables Mudas en cada Tramo	32
Cuadro 3. Modelo con distribución Poisson	36
Cuadro 4. Modelo con distribución Binomial Negativo	36

LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Grafico 1. Tramo de calzada por ancho	33
Grafico 2. Tramo de calzada por número de carril	33
Grafico 3. Sentido de los tramos	34
Grafico 4. Tipo de pavimento de los tramos	34
Grafico 5. Ancho de andén por tramo	35

RESUMEN

Este proyecto consiste en la calibración de un modelo econométrico para el análisis de la frecuencia en accidentes de tránsito con peatones utilizando Poisson y Binomial Negativo para analizar como las personas usan los espacios peatonales y como el tránsito de vehículos respecta los respectivos espacios que posee el peatón.

La metodología utilizada para llevar a cabo esta investigación consiste primero en la recolección de una serie de datos o variables que influyen en la accidentalidad peatonal en la ciudad de Ocaña Norte de Santander los datos utilizados fueron ancho de calzada, numero de calzada, numero de carril, numero de intercepciones, TPD, motocicletas, vehículos livianos, vehículos pesados etc. a partir de dichos datos recolectados conformando una base o tabla de variables se realizaron modelos de elección discreta y se identificaron las variables que tienen mayor influencia al momento de decidir cuáles son las que más influyen en los accidentes con peatones y calibrar el modelo econométrico con las distribuciones Poisson y Binomial Negativo a raíz de esto tomar ciertas medidas para incentivar el uso de los espacios peatonales por parte de las personas.

Desarrollando simultáneamente los dos modelos utilizados, el cual muestra las variables de igual signo pero con diferentes valores esperados, además los modelos arrojaron siete variables significativas con las cuales se tomaran las respectivas conclusiones del proyecto.

Una vez analizada la información, dio como resultado que las motocicletas son las que más presentan accidentes de tránsito con peatones con una significancia de 4,16 que es un valor muy alto para los modelos utilizados en el estudio.

Con lo anterior, se puede concluir que el uso de los espacios peatonales no se respetan ni por parte de las personas, ni por parte de los flujos vehiculares que transitan en la ciudad, ya que la población no cuenta con un grado de cultura que le permita razonar cuales son los espacios y las velocidades necesarias de acuerdo a el espacio en el que estén transitando.

INTRODUCCION

Este documento es importante porque es el informe final del trabajo de grado, para optar el título de Ingeniero Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña mediante la investigación titulada CALIBRACIÓN DE UN MODELO ECONÓMTRICO PARA EVALUAR LA FRECUENCIA EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO CON PEATONES EN LA CIUDAD DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER UTILIZANDO DISTRIBUCIÓN POISSON Y BINOMIAL NEGATIVO.

Realizar una modelación a partir de las distribuciones Poisson y Binomial Negativo permite el análisis de las variables que pueden ser más significativas que otras en el estudio de la situación de accidentes de tránsito con peatones. En este caso, para el estudio se utilizó el software STATA, que se especializa en la estimación de modelos econométricos los que permiten determinar las variables que más influyen en dicho estudio con el fin de identificar cuáles son más significativas unas que otras.

Los espacios peatonales es un parámetro muy importante en la ciudad, vital para dar adecuado soporte al desarrollo de los flujos vehiculares que transitan, pero las tendencias actuales como la imprudencia y no conocer las señales de tránsito hacen que se aumente el número de accidentes causando graves lesiones a los peatones.

A fin de cumplir con los objetivos propuestos en esta investigación se lleva a cabo un estado del arte basándonos en investigaciones sobre implementación de los espacios peatonales y conocer las señales de tránsito. Modelos econométricos basados en el tema, realizadas a nivel nacional e internacional como base para enfocar nuestro proyecto.

El aporte que muestra esta investigación va enfocado a la posible disminución de accidentes de tránsito con peatones que se presentan en la ciudad pues se quiere que los usuarios tomen conciencia acerca de los diferentes factores que afectan al no conducir en un estado natural y no conocer por donde es que tiene que transitar con prudencia para no cometer ninguna fatalidad y así le acarree problemas como la pérdida de su licencia y la indemnización a las personas afectadas.

1. CALIBRACION DE UN MODELO ECONOMETRICO PARA EVALUAR LA FRECUENCIA EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO CON PEATONES EN LA CIUDAD DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER UTILIZANDO DISTRIBUCIÓN POISSON Y BINOMIAL NEGATIVO.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Ciudad de Ocaña Norte de Santander en los últimos años se ha presentado una alta tasa de accidentalidad donde se ven involucrados peatones tanto de tipo lesión como de muertes. Una de las principales causas de accidentes donde se ven involucrados peatones es principalmente la falta de espacios peatonales como anchos de andén, cruces peatonales y otros como imprudencia por parte de los conductores (vehículos, motocicletas), falta de señalización entre otras.

1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Los peatones constituyen el grupo que mayor sufre las fatalidades causadas por los accidentes de tránsito a nivel mundial. Este es un problema significativo para la salud pública del país, pues tiene repercusiones económicas importantes.

Se ha creado de manera consistente, la implementación de intervenciones tales como el calmar el tráfico en áreas específicas a través de reductores de velocidad y otras intervenciones vinculadas con actividades de educación con el fin de reducir las cifras de accidentalidad, y hacer cumplir las leyes, podrían tener una función en contextos muy específicos, sin embargo, diseñar y modificar el medio ambiente físico se constituye como una de las intervenciones más importantes.

1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Por qué se presentan con frecuencia accidentes de tránsito con peatones en la ciudad de Ocaña Norte de Santander?

¿Por qué conviene utilizar los espacios peatonales en la ciudad de Ocaña Norte de Santander por parte del peatón?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General. Calibrar un modelo econométrico que permita evaluar la frecuencia de accidentes de tránsito que involucra peatones en la ciudad de Ocaña Norte de Santander utilizando poisson y binomial negativo.

1.4.2 Objetivo Específico. Realizar una revisión del estado del arte sobre los modelos econométricos utilizados para evaluar la frecuencia en los accidentes de tránsito con peatones.

Desarrollar un análisis estadístico descriptivo con la información recolectada mediante tablas.

Recolectar la información necesaria por medio de una base de datos con accidentes de tránsito que involucran peatones en el perímetro urbano de la ciudad de Ocaña Norte de Santander.

Estimar el modelo econométrico poisson y binomial negativo (BN) para evaluar las variables que influyen en la frecuencia de accidentes con peatones.

1.5 JUSTIFICACION

En el año 2012 el Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses reporto en la ciudad de Ocaña 23 casos de lesiones de peatones por accidentes de tránsito y 5 muertes por la misma causa, cifras que aumentaron en el año 2013 donde se reportaron 24 casos de lesiones y 7 muertes de peatones por accidente de tránsito. En el 2014 desde el mes de enero hasta septiembre se registraron 20 peatones lesionados y 2 muertes por accidentes de tránsito. De las estadísticas anteriores es de carácter urgente tomar medidas drásticas para enfrentar la accidentalidad donde estén involucrados peatones.

En nuestro país la accidentalidad donde estén involucrados peatones también es de carácter urgente por parte de los entes encargados como ministerio de transporte que se encuentran preocupados por las estadísticas de medicina legal (forensis) que es el ente encargado de llevar las estadísticas de accidentalidad del país de las cuales arroja que en el año 2013 los peatones involucrados por lesión fueron 9483 y por muerte 1820 peatones. Por lo cual muestra que las cifras son demasiado grandes de lo cual se puede saber que no se está haciendo algo al respecto para prevenirlo.

1.6 DELIMITACIONES

1.6.1 Delimitación Geográfica. El sitio en estudio es la ciudad de Ocaña Norte de Santander que se encuentra ubicada en el nororiente del país a una distancia de 218 km de Cúcuta la capital del Norte de Santander. El problema que se estudiara es la accidentalidad peatonal presente en el lugar dado que las tasas de sucesos han sido altas en los últimos años y se requiere hacer una investigación para poder mitigar el problema.

1.6.2 Delimitación Temporal. El tiempo para el desarrollo del proyecto es de 6 meses.

1.6.3 Delimitación Conceptual. Se tendrá en cuenta los siguientes conceptos: Accidente de Tránsito, Conducción, Actores Viales del Tránsito, Relaciones, Severidad, Seguridad Vial.

1.6.4 Delimitación Operativa. Las posibles dificultades que se puede encontrar en este proyecto son:

El poco apoyo por parte de los entes encargados (secretaría de movilidad, instituto de medicina legal y ciencias forenses) para facilitar las bases de datos.

Dificulta para realizar la base de datos que involucre todas las respectivas variables para poder realizar los respectivos modelos.

La universidad no cuenta con los respectivos datos estadísticos para poder realizar una investigación científica.

Los respectivos espacios peatonales con los que cuenta la ciudad son muy pocos y se encuentran en mal estado como para abarcar tantos peatones que transitan sobre ellos.

2 MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO HISTÓRICO

2.1.1 Revisión del estado del arte. El efecto de la carretera y las características ambientales en los accidentes con peatones donde el conductor se da a la fuga en Ghana. El número de personas que mueren en las carreteras de Ghana es inaceptablemente alto, y la muerte de los peatones es la principal causa de muertes entre las vías urbanas. Ackaah and Adonteng, 2011; Damsere-Derry et al., 2010, en este mismo estudio se muestra que la colisión con peatones comprenden aproximadamente el 51,7% de todos los accidentes fatales en Ghana durante el período 2005-2007.

Dentro del período de estudio de 7 años, se registraron un total de 21.578 accidentes con peatones. El tipo de accidente donde se golpea y huye del lugar representó el 7,7%, del total de los accidentes. Estas cifras son altas si se compara con países como Singapur, que tiene una tasa de 1,8%, pero es baja en comparación con 8.1%, 17.9% y 18.1% reportado en California, Calgary y Estados Unidos respectivamente. Muerte y lesiones asociadas con los accidentes de tráfico son fenómenos globales que requieren una atención urgente. De acuerdo con Peden et al. (2004), aproximadamente 1,2 millones de personas en todo el mundo mueren cada año como consecuencia de accidentes de tráfico. Además de los aumentos en la muerte de los pasajeros en la carretera por accidentes de tráfico, las muertes de peatones que resultan de ser atropellados por vehículos también han aumentado en los últimos años.

Se ha encontrado que los accidentes con peatones son una de las causas individuales más grandes de lesiones, discapacidad y muerte en el mundo. La mayoría de los accidentes con peatones son causados por la negligencia tanto del peatón y el conductor. Ambos (conductores y peatones), en los países en desarrollo ignoran las normas de tráfico y por lo tanto toman mayores riesgos y hacen menos ejercicio de precaución. Con este trabajo Nimako et al., 2013. Pretende contribuir a la literatura existente sobre la carretera y la seguridad en Ghana, proporcionando resultados empíricos y la identificación del efecto de las características de la carretera y el medio ambiente para explicar el efecto en la accidentalidad respecto a la decisión del conductor si se va o se queda en la escena del accidentes con peatones. Un modelo de regresión logística binaria fue empleado. Este tipo de modelo hace que sea posible estimar la probabilidad de que el conductor salga de la escena del accidente basado en las variables independientes incorporadas en el modelo de regresión. Las variables independientes incorporados en el modelo de regresión puede ser categóricas o de naturaleza cuantitativa.¹

Cifras nacionales de accidentes de tránsito con peatones en Colombia. De acuerdo a estadísticas de la Policía Nacional, el año 2013 marcó un pico en la tendencia de los últimos años frente a accidentalidad vial; se presentaron 33.621 accidentes, aumentando en

¹ Eric Nimako Aidoo, Richard Amoh-yimah, Williams Ackaah, 2013, The effect of road and environmental characteristics on pedestrian hit – and run accidents in Ghana.

un 3.34% con respecto al año anterior. Para el año 2014, disminuyeron un 2.32% el número de accidentes viales en el país.

Reflejado en las estadísticas de los últimos cuatro años, donde en promedio mueren por año 5.610 personas, el Instituto Nacional de Medicina Legal calificó la accidentalidad vial como la segunda causa de muerte violenta en el país.

En los años 2013 y 2014 se reportaron el mayor número de fatalidades con 5.964 y 5.632 respectivamente, siendo 2013 el año con mayor reporte de accidentes viales, con un aumento del 7% respecto al año anterior.

En el 2014, 11,8 de cada 100.000 habitantes sufrieron un accidente vial. El año 2012 y 2013 presentan picos ascendentes, ya que sus tasas fueron de 11,9 y 12,7 respectivamente. Del 100% de los accidentes con resultados fatales, el 80% de los que mueren son hombres y el 20% son mujeres, manteniendo la tendencia de mortalidad por género en los últimos cuatro años.

Otro aspecto importante a analizar es la edad de las personas que fallecen en accidentes en las vías. Desde el año 2011 al 2014, el rango de edad promedio está entre los 20 a 25 años con 749 eventos, seguido por personas de 25 a 30 años con 694 eventos y de 30 a 35 años con 604 eventos.

Frente a los actores de las vías con mayor accidentalidad ocupan el primer lugar los motociclistas (38%) seguidos por los peatones (27%), tendencia que se mantiene constante en los años 2013 y 2014.

Según el presidente del Consejo Colombiano de Seguridad (CCS) -organismo experto en prevención de riesgos-, ingeniero Renán Alfonso Rojas Gutiérrez, “es necesario fortalecer la cultura de la seguridad tanto en las organizaciones como en la comunidad, los graves eventos presentados en materia vial en los últimos años deben servir de reflexión acerca del grado efectivo de compromiso con los sistemas de gestión de los riesgos y con las decisiones fundamentales relacionadas con la prevención y la efectiva protección frente a posibles eventos que generan lamentables sucesos”.

Comenta también que “se ha hablado mucho sobre el tema en el país y no se han concretado aún medidas efectivas que reduzcan los accidentes de tránsito que están generando lesiones y muertes en muchos colombianos”.²

² Blog Ingeniería de transporte: cifras de accidentes de tránsito. Disponible en internet en: http://www.ccs.org.co/salaprensa/index.php?option=com_content&view=article&id=516:accidentalidadvial&catid=296&Itemid=830-Fecha de consulta: Junio 13 - 2015

2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 La Edad y la Gravedad de las Lesiones de Peatones en Accidentes de Vehículos de Motor: Un Análisis Logit Heterocedástica. Caminar es un modo simple y fundamental de transporte. En los Estados Unidos, había 4641 peatones muertos y 68.000 peatones lesionados en accidentes de tráfico en 2004. Estas muertes representan el 10,7% de las muertes totales de transporte en los EE.UU.

Estudios anteriores de los accidentes de peatones-vehículos han considerado características que describen el peatón, conductor, vehículo, geometría, el tiempo, el clima, etc. Hay una relación entre peatones edad y peatón-vehículo. Peatones ancianos sufren más lesiones graves que otros grupos de edad inferiores, mientras que los peatones de edad avanzada son más cautos que otros grupos de edad. Los accidentes de peatones de edad avanzada pueden ser causados por error de cálculo de las brechas en el tráfico. A pesar de que la edad por sí misma no es un factor causal, la edad está relacionada con una disminución de la función cognitiva y un debilitamiento del cuerpo. Varios estudios han demostrado la influencia de la velocidad en los accidentes de peatones-vehículos y la relación alcohol peatón-vehículo. La intoxicación (conductor o peatón) por cualquier sustancia, afecta el riesgo de accidentes de peatones-vehículos y aumenta la gravedad de las lesiones de peatones cuando se producen accidentes. Las influencias de otros factores han sido estudiadas, como señal de tráfico, los pasos de peatones, las intersecciones, aceras, culpabilidad, volumen de tráfico.

Los resultados también identifican factores importantes que aumentan la probabilidad de muerte para los peatones: intoxicación del conductor, la oscuridad, con o sin alumbrado público, peatones con la edad superior, el vehículo deportivo utilitario, camión, autopista, ruta de Estados Unidos, la ruta estatal y aceleración de los involucrados. Las variables importantes que disminuyen la probabilidad de muerte para los peatones son el pico de la tarde (15: 00-17: 59) y las inclemencias del tiempo.³

2.2.2 Distribución Sociodemográfica. En el 2013 por cuenta de los accidentes de transporte la relación entre hombres y mujeres fallecidos por este flagelo es de 4.2:1, lo que representa que aproximadamente por cada 8 hombres con lesiones fatales se registran 2 mujeres con este mismo tipo de lesión.

Según lo reportado en el sistema forense el 81% de las muertes en accidentes de transporte en el territorio colombiano durante el 2013 corresponde a hombres, para un total de 5.038 casos; en consecuencia, el 19% de los casos corresponde a mujeres y representa 1.181 casos del total de muertes en el país.

Por otra parte, la proporción de lesiones no fatales analizadas por sexo presenta un comportamiento diferente al de lesiones fatales dado que en este caso la relación hombre-mujer afectado se reduce a 1,67:1. Lo anterior describe que aproximadamente por cada 6

³ Joon-Ki Kim, Gudmundur F. Ulfarsson, Venkataraman N. Shankar, Sungyop Kim, 2008, Age and pedestrian injury severity in motor-vehicle crashes: A heteroskedastic logit analysis.

hombres lesionados no fatales por accidentes de transporte hay 4 mujeres que describen este mismo tipo de lesión.

El 62,7% de los casos reportados de lesiones no fatales son hombres para un total de 26.210; las mujeres concentran el 37,3% para un total de 15.613 reportados.

De acuerdo a lo enunciado, el hombre es el más afectado en accidentes de transporte en lesiones fatales y no fatales; la proporción es más sobresaliente en el caso de muertes en donde alcanza el 81% y para el caso de heridos baja al 62,67%.

Al analizar por rangos de edades se encuentra, en términos absolutos, que para lesiones fatales el 43,70% de las personas están en edades entre 15 y 34 años, en esta misma franja etaria el porcentaje de lesionados no fatales asciende a 48,70%.⁴

2.2.3 Probabilidades Proporcionales: Modelo de una Opción Alternativa Parcial para Analizar la severidad de lesiones de Accidentes con peatones. Se utilizan comúnmente para modelar frecuencias de choque. Por otro lado, los modelos de gravedad del choque se centran en la predicción de la probabilidad de un accidente siendo, lesiones graves fatales, lesiones leves o daños a la propiedad solamente (DOP) dada la ocurrencia del accidente. Los modelos logit / probit ordenados, modelos generalizados respuesta ordenada, modelos logit multinomiales, modelos logit mixtos y modelos heteroscedásticos se utilizan comúnmente para analizar niveles de gravedad de lesiones de peatones.

El primer paso en el marco metodológico es la identificación de variables independientes que se pueden esperar a la hora de predecir la gravedad de las lesiones. Diferentes modelos estadísticos se utilizaron en este estudio para predecir la ocurrencia o probabilidad de un nivel de gravedad de la lesión.⁵

2.2.4 Resultados de Accidentes de Transporte en Colombia. Durante el 2013, el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses registró 48.042 casos atendidos por accidentes de transporte; las lesiones fatales corresponden a un total de 6.219 personas fallecidas (12,94%) y las lesiones no fatales ascienden a un total de 41.823 personas lesionadas (87,06%).

Para este año el número de muertes es el mayor de la última década y es solo comparable con cifras que no se presentaban desde el 2001 (6.346 casos). Es así, que para el 2013 las muertes de accidentes de transporte se incrementaron en 1,1% con respecto a 2012 y en 13,4% en relación a los casos presentados en el 2004.

⁴ Comportamiento de muertes y lesiones por accidente de transporte, Colombia, 2013, página 175 Fecha de consulta: Junio 23 - 2015

⁵ Lekshmi Sasidharan, Mónica Menéndez, 2014, Partial proportional odds model—An alternate choice for analyzing pedestrian crash injury severities.

En términos de tasas por 100.000 habitantes, Colombia para el 2013 cuenta con una tasa de 13,2 muertes y aunque si bien es un número tres puntos inferior al promedio de la tasa registrada por la región de las Américas (16,1), es de resaltar que es la segunda vez después de 2002 que Colombia cierra con una cifra superior a 13, presentando el mismo fenómeno de 2012. Lo anterior evidencia un retroceso en la lucha contra el flagelo de la inseguridad vial en la última década, dado que el mejor registro colombiano se presentó en el 2004 –10 años atrás– con un indicador de 12,1 muertes por cada 100.000 habitantes.⁶

En Madrid (España) se realizó un estudio, en el que se encontró que las zonas urbanas son los sitios donde los peatones tienen más vulnerabilidad de ser víctimas mortales de accidentes de tránsito. También se estableció que un gran porcentaje de los atropellos se producen por las infracciones cometidas por los peatones, y que habitualmente estas víctimas son personas mayores de 65 años y menores de 15. Se concluyó que la causa principal para que se presenten víctimas fatales es que los conductores no respetan la velocidad mínima permitida en el entorno urbano, y esto lleva a que se cause un daño mayor a los peatones (Fundación Mapfre, 2005). Asimismo, Echeverry, Mera, Villota & Zárate (2005) realizaron una investigación en Cali (Colombia), que buscaba determinar las características de los peatones en los sitios de alta accidentalidad, para lo cual tomaron como muestra 500 personas (323 hombres y 177 mujeres); del total de la muestra, el 61 % en algún momento había presenciado accidentes de tránsito donde el lesionado era un peatón, y de este grupo, el 64,5 % consideraba que el culpable era el peatón. La muestra fue dividida en cuatro grupos, según la edad (10-19, 20-39, 40- 59 y más de 59 años); el de 10-19 años se consolidó como el más vulnerable, y el grupo de mayores de 59 se constituyó como el que tenía menos riesgo de padecer accidentes debido a sus comportamientos, en razón a que puntúan más alto en el uso de puentes peatonales y cebras, situación que no ocurrió con el grupo de 10-19 años, quienes refieren un bajo uso de puentes peatonales, semáforos y cebras. En consecuencia, se puede afirmar que los accidentes de tránsito constituyen una problemática que afecta a la sociedad en general.⁷

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Accidente de Tránsito. Según la Ley 769 de 2002, un accidente de tránsito es todo evento, por lo general involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas o a bienes involucrados en él, el cual se traduce en víctimas con lesiones mortales o personales; este aspecto dependerá principalmente de diferencias.

Propias de la persona, como, e. g.: edad, género, estado de salud, clase de accidente, tipo de trauma, uso de elementos de protección o seguimiento a la norma, inmediatez con que se preste la atención a las víctimas, entre otras.

⁶ Comportamiento de muertes y lesiones por accidente de transporte, Colombia, 2013, página 173 Fecha de consulta: Junio 23 - 2015

⁷ Ibid., p. (3)

Dentro de las clases de accidentes de tránsito se encuentran las siguientes: a) atropello, caracterizado por el encuentro de un vehículo con un peatón; b) caída, caracterizada por el descenso o desprendimiento de un pasajero del vehículo en el que se transporta; c) colisión, es embestirse dos o más vehículos en movimiento; d) choque, es embestirse un vehículo en movimiento contra otro detenido o contra obstáculos físicos; e) volcamiento, es el giro de un vehículo en movimiento sobre su eje longitudinal o transversal respecto a su sentido de marcha, durante el cual apoya cualquier parte de su estructura.⁸

2.3.2 Conducción. La fatiga es un estado psicofísico que produce disminución de la capacidad energética por la acción del cansancio, y se manifiesta a través de una serie de síntomas, que normalmente se asocian con trabajo prolongado y monótono, lo que repercute en la calidad y precisión de las maniobras; el cansancio o la fatiga se considera como uno de los estados más peligrosos al conducir vehículos, porque interfiere en el conductor para el correcto procesamiento de la información y toma de decisiones, que se reflejan en errores de ejecución al conducir bajo márgenes de seguridad (Agencia Nacional de Seguridad Vial Argentina, 2009).

Los efectos producidos por la fatiga pueden potencializarse por diversos factores:

Relacionados con el vehículo que se conduce, reflejados en ruido excesivo del motor, deficiente diseño ergonómico de los mandos y asientos, problemas en la dirección o suspensión, defectuosa ventilación, exceso de calefacción y vibraciones en el vehículo, entre otros.

Relacionados con el propio conductor, como una atención y concentración permanentes, largos períodos de conducción, mala colocación en el asiento del vehículo, períodos prolongados de excesiva activación y alerta, mantener una velocidad constante y conducir con hambre o con sueño, entre otros.

las manifestaciones observables que la fatiga tiene sobre la conducción, cuyos síntomas negativos se ven reflejados en: a) disminución del nivel de vigilancia y atención, b) disminución de la precisión y velocidad de las respuestas, c) aparición de una percepción lenta y débil, d) incremento del tiempo de reacción para frenar, e) disminución de la motivación, f) aceptación de mayores riesgos y g) reducción de la amplitud de la atención y de la capacidad para realizar dos tareas al mismo tiempo.⁹

2.3.3 Actores Viales del Tránsito. Los conductores se constituyen en las personas habilitadas y capacitadas técnica y teóricamente para operar un vehículo. Los peatones son todas aquellas personas que se movilizan a pie, y los pasajeros, los ocupantes de vehículos

⁸ Norza C., E. H., Granados L., E. L., Useche H., S. A., Romero H., M. & Moreno R., J. (2014). Componentes descriptivos y explicativos de la accidentalidad vial en Colombia: incidencia del factor humano. Revista Criminalidad, 56 (1): 157-187. Fecha de consulta: Junio 30 - 2015

⁹ Ibid., p. (3)

Públicos, ajenos al conductor (Ley de Tránsito 769, 2002). Estos últimos actores son los usuarios más vulnerables de las vías, porque carecen de protección ante un impacto; por ende, son proclives a padecer atropellos. Sin embargo, no toda la responsabilidad de los accidentes recae en los conductores, en razón a que las personas tienen una serie de derechos y obligaciones, encaminadas a conservar su propia seguridad.

2.3.4 Relaciones. Las relaciones tratan de describir el mecanismo que acciona los elementos singulares del fenómeno económico en cuestión. Las relaciones que aparecen en los modelos econométricos pueden clasificarse en la forma siguiente: a. relaciones de comportamiento b. relaciones institucionales c. relaciones técnicas d. relaciones contables o de definición e. relaciones de ajuste f. restricciones.¹⁰

2.3.5 Severidad. El término hace referencia a la condición o la característica de severo: aquel o aquello que es estricto en el cumplimiento de las normas o que resulta duro, inflexible. La severidad también puede advertirse en una crítica. Si un diputado considera que un proyecto de ley es “poco serio, irresponsable y absolutamente negativo para la sociedad”, lo que estará haciendo es criticar dicho proyecto con severidad.¹¹

2.3.6 Seguridad Vial. Se refiere aquello que está exento de peligro, daño o riesgo. Por este motivo el concepto de seguridad vial podemos decir que supone la prevención de accidentes de tráfico con el objetivo de proteger las vidas de las personas.

Seguridad Vial- Peatón

Es la persona que circula a pie por la vía pública el peatón en poblado tiene que transitar por las aceras o zonas peatonales sin invadir la calzada, sino existen aceras o zonas peatonales, se debe caminar lo más próximo posible a los edificios, prestando la máxima atención a los vehículos que circulan y si es posible de cara a ellos para ver cómo se acercan. El peatón en carretera debe caminar por la izquierda.¹²

2.3.7 Zonas Peatonales. Se entiende por zona peatonal aquel conjunto de vías urbanas dedicadas a la circulación preferente de peatones y usuarios de sistemas de transporte no motorizados. Los vehículos a motor sólo pueden circular en determinados supuestos: acceso de residentes a sus viviendas, vehículos de carga y descarga en ciertos períodos del día; vehículos de servicios o emergencias públicas en el momento que sea necesario. No se tratarán en este caso los itinerarios peatonales, ya que corresponderían a un recorrido específico pero no a una red de vías inscritas en un ámbito específico o “Zona”.¹³

¹⁰ GARCÍA PÉREZ, José. Los Modelos Econométricos y Su Problemática (2004) (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 25 noviembre de 2013]. Disponible en internet en: http://www.ual.es/~jgarcia/index_archivos/tema2.pdf

¹¹ DEFINICION Severidad (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 25 noviembre de 2013]. Disponible en internet en: <http://definicion.de/severidad>

¹² FAMILIAYSEGURIDADVIAL. Seguridad Vial (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 25 noviembre de 2013]. Disponible en internet en: <http://www.familiayseguridadvial.com/definicion-seguridad-vial/>

¹³ http://imagenes.w3.racc.es/uploads/file/1358_adjuntos_7_zonas_de_vianants_cast__08_07_22_2_jzq_1041b56e.pdf

2.3.8 Probabilidad. Es el conjunto de posibilidades de que un evento ocurra o no en un momento y tiempo determinado. Dichos eventos pueden ser medibles a través de una escala de 0 a 1, donde el evento que no pueda ocurrir tiene una probabilidad de 0 (evento imposible) y un evento que ocurra con certeza es de 1 (evento cierto). La probabilidad de que ocurra un evento, siendo ésta una medida de la posibilidad de que un suceso ocurra favorablemente, se determina principalmente de dos formas: empíricamente (de manera experimental) o teóricamente (de forma matemática).¹⁴

2.3.9 Econometría. La econometría es una parte fundamental de la actual teoría económica. Muchos grandes economistas formularon sus ideas sin su ayuda, sin embargo, en la actualidad, la econometría se ha constituido en una herramienta adicional importantísima para el desarrollo de la ciencia económica y de los modelos económicos. Un modelo económico es una representación matemática simplificada de la realidad (no tiene en cuenta todos los aspectos, sólo algunos que son considerados como importantes para el análisis).¹⁵

2.4 MARCO CONTEXTUAL

El estudio consta de un conjunto de trabajos de campo y de oficina con el fin de obtener toda la información necesaria a partir de bases de datos realizadas por el estudiante y el docente del alma mater y toma de datos por medio de aforos vehiculares que nos mostraran el transito promedio diario de las vías, con lo cual se procederá a realizar las respectivas modelaciones necesarias con diferentes tipos de regresiones de las cuales nos dará como resultado las variables que influyen en la frecuencia de los accidentes peatonales.

La zona de estudio es la ciudad de Ocaña Norte de Santander que es una comunidad de aprendizaje y mejoramiento continuo, comprometida con el desarrollo social contribuyendo al desarrollo nacional e internacional.

2.5 MARCO LEGAL

2.5.1 Código de Transito de Colombia

TITULO III - NORMAS DE COMPORTAMIENTO
CAPITULO II – PEATONES

¹⁴ SUÁREZ I. Mario O. Tesis Interaprendizaje De Probabilidades Y Estadística Inferencial Con Excel, Winstats Y Graph. Ibarra-Ecuador. 2012. (s.l.) [On line] (s.f.) [Consultado el 07 de julio de 2015.]. Disponible en internet en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/940/1/Interaprendizaje%20de%20Probabilidades%20y%20Estad%3ADstica%20Inferencial%20con%20Excel,%20Winstats%20y%20Graph.pdf>

¹⁵ ARANGO, B. V.-B. Banco de la Republica - Colombia actividad cultural. Econometría. (s.l.) [On line] (s.f.) [Consultado el 07 de julio de 2015.]. Disponible en internet en: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/econo14.htm>

Artículo 57°. Circulación peatonal. El tránsito de peatones por las vías públicas se hará por fuera de las zonas destinadas al tránsito de vehículos. Cuando un peatón requiera cruzar una vía vehicular, lo hará respetando las señales de tránsito y cerciorándose de que no existe peligro para hacerlo.

Artículo 58°. Prohibiciones a los peatones.

Los peatones no podrán:

Invadir la zona destinada al tránsito de vehículos, ni transitar en ésta en patines, monopatines, patinetas o similares.

Llevar, sin las debidas precauciones, elementos que puedan obstaculizar o afectar el tránsito.

Cruzar por sitios no permitidos o transitar sobre los guardavías del ferrocarril.
Colocarse delante o detrás de un vehículo que tenga el motor encendido.

Remolcarse de vehículos en movimiento.

Actuar de manera que ponga en peligro su integridad física.

Cruzar la vía atravesando el tráfico vehicular en lugares en donde existen pasos peatonales.

Ocupar la zona de seguridad y protección de la vía férrea, la cual se establece a una distancia no menor de doce (12) metros a lado y lado del eje de la vía férrea.

Parágrafo 1°. Además de las prohibiciones generales a los peatones, en relación con el STTMP, éstos no deben ocupar la zona de seguridad y corredores de tránsito de los vehículos del STTMP, fuera de los lugares expresamente autorizados y habilitados para ello.

Parágrafo 2°. Los peatones que queden incurso en las anteriores prohibiciones se harán acreedores a una multa de un salario mínimo legal diario vigente, sin perjuicio de las demás acciones de carácter civil, penal y de policía que se deriven de su responsabilidad y conducta.

Dentro del perímetro urbano, el cruce debe hacerse sólo por las zonas autorizadas, como los puentes peatonales, los pasos peatonales y las bocacalles.

Artículo 59°. Limitaciones a peatones especiales.

Los peatones que se enuncian a continuación deberán ser acompañados, al cruzar las vías, por personas mayores de dieciséis años:

Las personas que padezcan de trastornos mentales permanentes o transitorios.

Las personas que se encuentren bajo el influjo de alcohol, drogas alucinógenas y de medicamentos o sustancias que disminuyan sus reflejos.

Los invidentes, los sordomudos, salvo que su capacitación o entrenamiento o la utilización de ayudas o aparatos ortopédicos los habiliten para cruzar las vías por sí mismos.¹⁶

2.5.2 Decreto Numero 1538 de 2005 (Mayo 17 de 2005)

CAPITULO II - ACCESIBILIDAD A LOS ESPACIOS DE USO PÚBLICO

Artículo 7. Accesibilidad al espacio público.

Los elementos del espacio público deberán ser diseñados y construidos dando cumplimiento a los siguientes parámetros:

Vías de circulación peatonal. Los andenes deben ser continuos y a nivel, sin generar obstáculos con los predios colindantes y deben ser tratados con materiales duros y antideslizantes en seco y en mojado.

Para permitir la continuidad entre los andenes y/o senderos peatonales se dispondrán los elementos necesarios que superen los cambios de nivel en, los cruces de calzadas, ciclo rutas y otros. En estos casos se utilizarán vados, rampas, senderos escalonados, puentes y túneles.

En los cruces peatonales los vados deben conectar directamente con la cebra o zona demarcada para el tránsito de peatones.

Sobre la superficie correspondiente a la franja de circulación peatonal se debe diseñar y construir una guía de diferente textura al material de la superficie de la vía de circulación peatonal que oriente el desplazamiento de las personas invidentes o de baja visión.

Para garantizar la continuidad de la circulación peatonal sobre la cebra, en los separadores viales se salvarán los desniveles existentes con vados o nivelando el separador con la calzada.

Cuando se integre el andén con la calzada, se debe prever el diseño y la construcción de una franja de textura diferente y la instalación de elementos de protección para los peatones, para delimitar la circulación peatonal de la vehicular.

Las rampas de acceso a los sótanos de las edificaciones deberán iniciarse a partir del paramento de construcción y en ningún caso sobre la franja de circulación peatonal del andén.

¹⁶ COLOMBIA.COM. Código de tránsito (s.l.) [On line] (s.f.) [Consultado el 07 de julio de 2015.]. Disponible en internet en: de <http://www.colombia.com/noticias/codigotransito/t3c5.asp>

Se deberán eliminar todos los elementos y estructuras que obstaculicen la continuidad de la franja de circulación peatonal.

Los espacios públicos peatonales no se podrán cerrar ni obstaculizar con ningún tipo de elemento que impida el libre tránsito peatonal.

Mobiliario urbano. El mobiliario se debe localizar única y exclusivamente en la franja de amoblamiento, garantizando que la franja de circulación peatonal permanezca libre y continua.

Los elementos del mobiliario urbano instalados a lo largo de las vías peatonales, deben ser fácilmente detectables por todas las personas, en especial por las personas invidentes o de baja visión, para ello se instalará una franja sobre la superficie del piso, de diferente textura al material de la superficie del andén.

Cruces a desnivel: Puentes y túneles peatonales. Los recorridos del tráfico de la franja de circulación peatonal deben conducir hacia las escaleras y rampas de estos elementos.

Los puentes peatonales deberán contar con un sistema de acceso de rampas. Si en el espacio en el que está prevista la construcción de un puente peatonal no se puede desarrollar las soluciones de acceso peatonal mediante rampas, se deberá instalar un sistema alternativo eficiente que cumpla la misma función y que garantice el acceso autónomo de las personas con movilidad reducida.

Los puentes peatonales deberán contar con un bordillo contenedor a lo largo de toda su extensión para prevenir que las ruedas de los coches, sillas de ruedas, entre otras, se salgan de los límites de éste. Además, deben contar con elementos de protección como barandas y pasamanos que garanticen la circulación segura de los usuarios.

El pavimento y las superficies de los cruces a desnivel deben ser antideslizantes en seco y en mojado.

Al inicio de los cruces a desnivel se debe diseñar y construir un cambio de textura en el piso que permita la detección de los mismos por parte de los invidentes o de las personas de baja visión.

Parques, plazas y plazoletas. Los espejos de agua, estanques, depresiones y otros componentes del ambiente y del paisaje que impliquen un cambio entre el sendero peatonal y el entorno, deberán contar con elementos de protección que garanticen la seguridad de las personas.

Los elementos de protección y de delimitación en parques, zonas verdes, jardines y espacios de circulación en general, no deben tener aristas vivas, ni elementos sobresalientes o proyectados peligrosamente sobre la franja de circulación peatonal.

PARÁGRAFO 1. En ningún caso las normas municipales o distritales podrán permitir la ocupación, uso temporal o reducción de la franja de circulación peatonal para localizar elementos de mobiliario urbano, tales como quioscos, casetas, carpas o construcciones móviles, temporales o con anclajes, los cuales solo podrán ubicarse dentro de la franja de amoblamiento.¹⁷

2.5.3 Decreto 279 de 2003 (Septiembre 09 de 2003). CAPITULO II. NORMAS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PUENTES PEATONALES.

Artículo 5. - Normas para el diseño y construcción de puentes peatonales.

El diseño y construcción de puentes peatonales se sujetará a las siguientes disposiciones generales:

En el diseño y construcción de un puente peatonal se deberá tener en cuenta el proyecto definitivo de la vía vehicular y de las peatonales sobre las que se plantea, así como las infraestructuras y redes ubicadas en el subsuelo, en cuanto a redes de servicios públicos e instalaciones técnicas, de modo que con las intervenciones se garantice no interferir con futuras ampliaciones, desarrollos o construcciones de estas redes e instalaciones, así:

En caso de que la vía vehicular no se encuentre construida en su totalidad, la longitud del enlace debe prever la sección definitiva y deberá ser prefabricado, liviano y desmontable, con posibilidades de ampliación y reubicación.

Si el puente peatonal se propone próximo a un cruce de vías arterias, su localización debe tener en cuenta el proyecto definitivo de la intersección y no interferir su futura construcción.

Los puentes peatonales deben mantener libre las vías vehiculares existentes y previstas. En ningún caso la construcción de un puente peatonal podrá impedir el libre tránsito vehicular y peatonal que se desarrolla en superficie.

Los puentes peatonales deben diseñarse, construirse y adecuarse de tal manera que faciliten la accesibilidad a las personas con movilidad reducida, sea temporal o permanente, o cuya capacidad de orientación se encuentre disminuida por la edad, analfabetismo, limitación o enfermedad, de conformidad con las normas establecidas en la Ley 361 de 1997 y aquellas que la reglamenten, modifiquen o complementen.

Artículo 6. Distancia mínima entre puentes peatonales.

¹⁷ COLOMBIA CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 1538 de 2005. Por medio de la cual se expiden normas relacionadas con el tránsito de vehículos no automotores (s.l.) [On line] (s.f.) [Consultado el 20 de septiembre de 2015.]. Disponible en internet en: http://www.file:///C:/Users/user/Downloads/Decreto_1538_2005.pdf

Se establece como distancias mínimas entre puentes peatonales las siguientes:

En zonas industriales, en zonas con usos dotacionales y de alta concentración comercial, la distancia mínima entre puentes peatonales sobre una misma vía será de doscientos cincuenta (250.00) metros.

En zonas residenciales, la distancia mínima entre puentes peatonales sobre una misma vía será de quinientos (500.00) metros.

Parágrafo 1: No se deberán construir puentes peatonales a menos de 100 metros de una intersección semaforizada. En caso de considerarse necesario, por vía excepcional, el proponente deberá justificarlo con base en un estudio de flujo vehicular que demuestre la insuficiencia de la solución semaforizada. El estudio deberá ser avalado por la Secretaría de Tránsito y Transporte. ¹⁸

¹⁸ COLOMBIA CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 1538 de 2005. Por medio de la cual se expiden normas relacionadas con el tránsito de vehículos no automotores (s.l.) [On line] (s.f.) [Consultado el 20 de septiembre de 2015.]. Disponible en internet en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9350>

3 DISEÑO METODOLOGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACION

El proyecto está basado en una investigación de tipo descriptiva, con un esquema cuantitativo y cualitativo, en esta se describen y se analizan un gran número de variables relacionadas con el tema. Con las cuales se darán a conocer las características y resultados en el modelo econométrico de evaluación en la frecuencia de accidentes peatonales.

Esta investigación es de tipo cuantitativo sus resultados se expresan de forma numérica permitiendo, analizar y examinar los datos de manera científica, partiendo de valores numéricos, obtenidos de herramientas estadísticas.

3.2 POBLACION Y MUESTRA

Para el análisis de accidentalidad con peatones en la ciudad de Ocaña norte de Santander, se ha conformado una base de datos con los accidentes con peatones ocurridos durante los años 2012 y 2014, proporcionado por el instituto nacional de medicina legal y ciencias forenses y la secretaria de movilidad de la ciudad de Ocaña, además se seleccionaron 16 tramos que suman 20933,43 metros de las principales vías de la ciudad, donde se realizó un inventario que permitió identificar las principales características como presencia de andén, anchos de andén, pasos peatonales, demarcación, iluminación, señalización vertical y separador. Sobre estas vías ocurrieron 168 accidentes con peatones durante los años de estudio.

3.3 RECOLECCION DE LA INFORMACION

Para la recolección de la información, se realizó una base de datos con la información de los accidentes ocurridos en la ciudad durante los años 2012 a 2014, suministrada por parte de los entes de control (secretaria de movilidad, instituto de medicina legal y ciencias forenses) las cuales se aplican a la muestra seleccionada, con lo que se analizan los tramos para realizar los respectivos modelos.

Para la información de la vía, se realiza un inventario vial donde se obtuvo información sobre las características de cada tramo como anchos de andén, anchos de calzada, separador, presencia de iluminación, señalización horizontal y vertical entre otras.

3.4 ANALISIS Y PROCEDIMIENTOS DE DATOS

Con la información obtenida se elabora un análisis estadístico descriptivo y se estima un modelo econométrico basado en los tramos de estudio donde se presenta mayor cantidad de accidentes de tránsito con peatones en la ciudad de Ocaña Norte de Santander y la recolección de las bases de datos para que den respuestas a las variables que se van a utilizar en la respectiva modelación.

4. PRESENTACION DE RESULTADOS

Para el análisis de la accidentalidad con peatones en la ciudad de Ocaña se utilizaron las distribuciones tradicionales Poisson y Binomial Negativa.

4.1. REALIZAR UNA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE SOBRE LOS MODELOS ECONÓMICOS UTILIZADOS PARA EVALUAR LA FRECUENCIA EN LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO CON PEATONES.

Modelo poisson. El modelo tradicional y punto de partida para el análisis de datos de accidentes es el Poisson (Miaou, 1993).

Para esta distribución los datos de accidentes se caracterizan mejor como ensayos de Bernoulli con probabilidades desiguales de accidentes que varían entre los conductores, los vehículos, las carreteras, y las condiciones ambientales (Lord, 2006). Debido a la baja probabilidad de un accidente y el gran número de ensayos, estos ensayos de Bernoulli pueden ser aproximados como ensayos de Poisson. Por lo tanto la distribución tradicional de Poisson se considera que es el punto de partida para el análisis de datos de accidentes de tránsito. Según Lee & Mannering, 2002 el número de accidentes n_{ij} para un segmento en particular i durante un periodo j está dado por:

$$P(n_{ij}) = \frac{\exp(-\lambda_{ij})\lambda_{ij}^{n_{ij}}}{n_{ij}!} \quad (1)$$

Dónde:

$P(n_{ij})$ = es la probabilidad de que ocurran n accidentes en una sección de carretera i en un periodo de tiempo j .

λ_{ij} = es el valor previsto de n_{ij} , que es el número esperado de accidentes por año en un tramo,

$$\lambda_{ij} = \exp(\beta X_{ij}), \quad (2)$$

Para una sección de carretera i en el periodo de tiempo j , β es un vector de coeficiente de regresión desconocida que puede estimarse por métodos de máxima verosimilitud estándar (Greene, 1994).

X_{ij} = es un vector de variables que describen la sección o característica geométrica de la vía, características ambientales y otras condiciones relevantes de la carretera que afectan la frecuencia de los accidentes como por ejemplo la presencia de berma, estado del pavimento, longitud del tramo, tipo de área, número de curvas, TPD, entre otras.

Una limitación de utilizar el modelo de regresión de Poisson, que es bien conocido en la literatura estadística (por ejemplo Cox, 1983 Dean y Lawless, 1989; Luis M., Liping Fu, 2006), consiste en que la varianza de los datos está restringido a ser igual a la media de

regresión estimado a partir de los datos. Sin embargo, se han presentado casos donde la varianza de los datos fue mayor que lo que indica el modelo Poisson (por ejemplo: Dean y Lawless 1989), (Miaou, 1993).

Modelo binomial negativo. Para subsanar la más notoria limitación que se ha encontrado en el modelo de Poisson (sobredispersión), se opta por la distribución BN que se deriva de la ecuación 2, de tal manera que para cada tramo i y tiempo j , tiene la siguiente forma (Washington, et al., 2003):

$$\lambda_{ij} = EXP(\beta X_{ij} + \varepsilon_{ij}) \quad (3)$$

Dónde:

$EXP(\varepsilon_{ij})$ = es un término de error de distribución gamma con media 1 y varianza α^2 . La adición de este periodo permite a la varianza diferenciarse de la media de la siguiente forma (Washington, et al., 2003):

$$VAR[n_{ij}] = E[n_{ij}] [1 + \alpha E[n_{ij}]] = E[n_{ij}] + \alpha E[n_{ij}]^2 \quad (4)$$

La distribución BN tiene la forma (Washington, et al., 2003):

$$P(n_{ij}) = \frac{\Gamma((1/\alpha)+n_{ij})}{\Gamma(1/\alpha)n_{ij}!} \left(\frac{1/\alpha}{(1/\alpha)+\lambda_{ij}}\right)^{1/\alpha} \left(\frac{\lambda_{ij}}{(1/\alpha)+\lambda_{ij}}\right)^{n_{ij}} \quad (5)$$

Dónde:

$\Gamma(.)$ = es una función gamma.

La media y la varianza de la variable aleatoria de BN está dada por (Geedipally, 2008):

$$E(n_{ij}) = \lambda_{ij} \quad (6)$$

$$Var(n_{ij}) = \lambda_{ij} + \alpha \lambda_{ij}^2 \quad (7)$$

Es de tener en cuenta que $\alpha \rightarrow 0$, la varianza de los accidentes es igual a la media y este modelo converge en el modelo estándar de regresión de Poisson.

Los resultados obtenidos de la calibración con distribución poisson y binomial negativo describen la frecuencia de accidentes de tránsito donde se ven involucrados peatones.

4.2. (OBJETIVO 2 Y 3) DESARROLLAR UN ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO CON LA INFORMACIÓN RECOLECTADA MEDIANTE TABLAS; Y RECOLECTAR LA INFORMACIÓN NECESARIA POR MEDIO DE UNA BASE DE DATOS CON ACCIDENTES DE TRÁNSITO QUE INVOLUCRAN PEATONES EN EL PERÍMETRO URBANO DE LA CIUDAD DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER.

A continuación se mostraran las variables mudas y continuas con sus características que fueron utilizadas en el modelo y que hacen parte de la base de datos general:

Cuadro 1. Características de las Variables Continuas en cada Tramo

VARIABLE	MAXIMO	MINIMO	DESVIACION ESTANDAR
Longitud del tramo (km)	4084,36	374,85	971,29
Numero de pasos peatonales	2	1	0,84
Numero de calzada	2	1	0,27
Numero de carril	4	2	0,53
Ancho de calzada	7,5	5,5	0,75
Numero de intersecciones	35	6	8,04
TPD (veh/día)	55868	5970	12409,57
Motocicletas	33449	4954	7025,17
Vehículos livianos	21759	1008	5343,27
Vehículos pesados	674	1	258,2
Velocidad percentil 15 (km/hr)	39,306	18,108	5,26
Velocidad percentil 50 (km/hr)	56,604	24,819	7,77
Velocidad percentil 85 (km/hr)	73,216	30,962	10,51
Velocidad percentil 98 (km/hr)	90,115	42,405	12,29
Número de accidentes	36	1	9,87
Ancho de andén	1,4	1,2	0,06

Fuente. Autor del proyecto

Cuadro 2. Características de las Variables Mudadas en cada Tramo

VARIABLE	DESCRIPCION	FRECUENCIA
Sentido	1: Un Sentido	3
	0: Otro Caso	11
Tipo de pavimento	1: Rígido	6
	0: Flexible	8
Uso de suelo	1: Residencial	6
	0: Otro Caso	8
Funcionalidad	1: Primaria	1
	0: Otro Caso	13
Estado de pavimento	1: Bueno	6
	0: Regular o Malo	8
Demarcación	1: Buena	6
	0: Mala	8
Iluminación	1: Buena	14

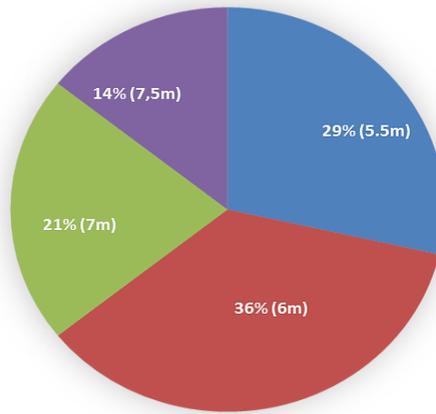
Cuadro 2. (Continuación)

	0: Mala	0
Señalización vertical	1: Hay Señalización	10
	0: No hay Señalización	4
Separador	1: Hay Separador	2
	0: No hay Separador	12

Fuente. Autor del proyecto

A continuación se presentará una serie de gráficos con las variables más complicadas de conocer en los tramos estudiados.

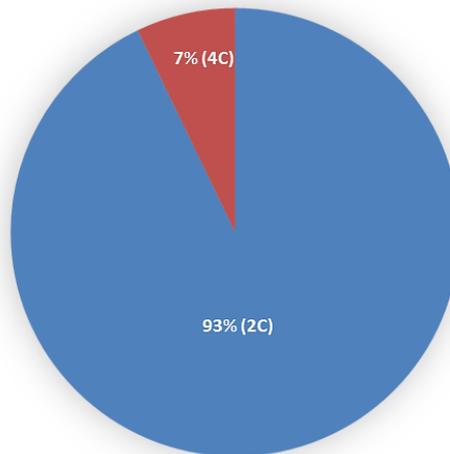
Gráfico 1. Tramo de calzada por ancho



Fuente. Autor del proyecto

Se observa que en los tramos de la investigación el ancho de calzada varía continuamente mostrando un porcentaje mayor el ancho de 6mts por lo cual se dice que la distancia de la calzada no es la suficientemente grande para que el tráfico vehicular transite normalmente por el tramo.

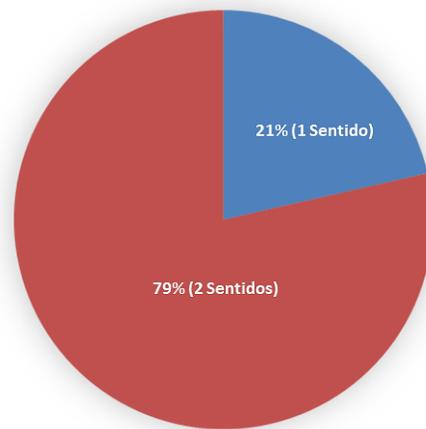
Gráfico 2. Tramo de calzada por número de carril



Fuente. Autor del proyecto

En la gráfica se observa que predomina los tramos de calzada con dos carriles con un porcentaje del 93% con lo cual se especula que en la ciudad predominan las vías que cuentan con dos carriles.

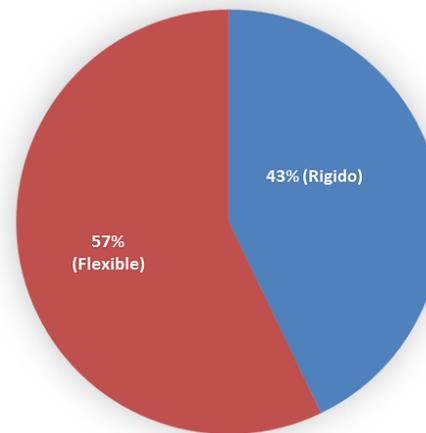
Grafico 3. Sentido de los tramos



Fuente. Autor del proyecto

El sentido en las vías es muy importante conocerlos para evitar imprudencias y evitar las sanciones que imponen los entes encargados de velar por la normalidad del tránsito, lo que nos indica la gráfica es que predominan las vías de doble sentido.

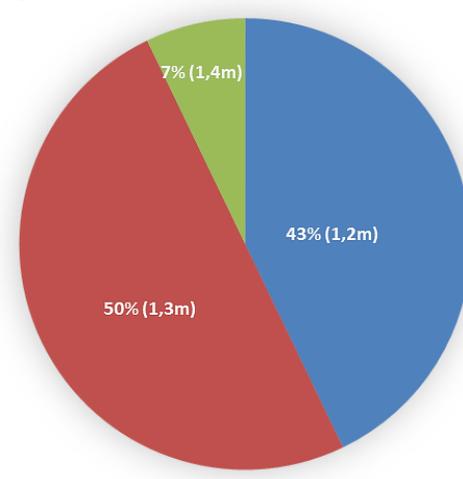
Grafico 4. Tipo de pavimento de los tramos



Fuente. Autor del proyecto

El tipo de pavimento en las vías es muy importante ya que manteniéndolos en un muy buen estado se evita que ocurran accidentes de tránsito, en la ciudad predomina es el tipo de pavimento flexible ya que es un poco más cómodo de elaborar y de menos presupuesto.

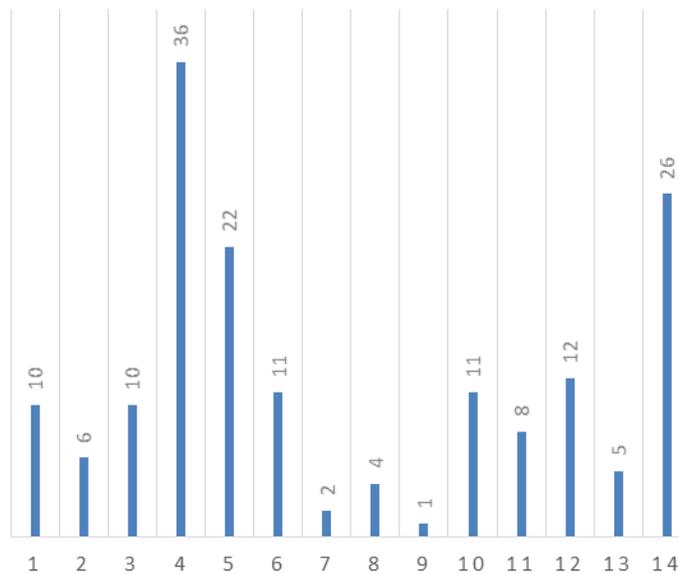
Grafico 5. Ancho de andén por tramo



Fuente. Autor del proyecto

Se observa en la gráfica que los anchos de andén de la ciudad no cuentan con el suficiente espacio para que el peatón transite normalmente y no esté pensando en que lo van atropellar, la gráfica nos muestra el porcentaje del ancho de andén más predominante que es el de 1,3 mts con un 50%.

Grafico 6. Número de accidentes por tramos



Fuente. Autor del proyecto

Podemos observar en la gráfica que el tramo 4 (vía desde la Y de la ondina hasta la defensa civil) es donde se produce más accidentes de tránsito con peatones donde 36 personas han sido atropelladas. Siguiéndolo el tramo 14 (vía desde los seguros hasta el parque san

Agustín) donde se han presentado 26 accidentes de tránsito con peatones y el tramo 9 (vía desde el parque san francisco hasta la Y de la palmita) donde se presentó 1 solo accidente de tránsito con peatones. Lo que nos muestra la gráfica son unos datos importantes si los globalizamos en un solo dato estadístico lo que es de carácter importante empezar a tomar cartas en el asunto para prevenir tantos accidentes donde se ven involucrados peatones.

4.3 ESTIMAR EL MODELO ECONOMETRICO POISSON Y BINOMIAL NEGATIVO (BN) PARA EVALUAR LAS VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA FRECUENCIA DE ACCIDENTES CON PEATONES.

A continuación en los cuadros 3 y 4. Se presentan los resultados de los modelos calibrados.

Cuadro 3. Modelo con distribución Poisson

VARIABLES	Coeficiente	Z	P> z	[95% coef. Interval]	
Vehículos pesados	0,0014209	1,49	0,136	- 0,0004449	0,0032867
Uso de suelo	0,9747991	2,03	0,042	0,034891	1,914707
Tipo de pavimento	0,7744471	1,86	0,063	-0,041284	1,590178
Sentido	2,318069	3,04	0,002	0,8253795	3,810758
Ancho de calzada	0,8158223	3,27	0,001	0,3271154	1,304529
Numero de intersecciones	0,0532185	3,31	0,001	0,0217338	0,0847032
Motocicletas	0,0001088	4,16	0,000	0,0000576	0,0001601
_cons	-6,749604	-3,01	0,003	-11,1505	-2,34871

Fuente. Autor del proyecto

Cuadro 4. Modelo con distribución Binomial Negativo

VARIABLES	Coeficiente	Z	P> z	[95% coef. Interval]	
Vehículos pesados	0,0025056	1,55	0,121	0,0006574	0,0056686
Uso de suelo	1,22044	1,45	0,147	-0,4271963	2,868076
Tipo de pavimento	1,153482	1,58	0,115	-0,2802023	2,587166
Sentido	2,725786	1,98	0,047	0,0314001	5,420172
Ancho de calzada	0,8051442	1,73	0,083	-0,1054423	1,715731
Numero de intersecciones	0,0483496	2,00	0,046	0,0008998	0,0957993
Motocicletas	0,0001021	2,39	0,017	0,0000181	0,0001858
_cons	-7,091279	-1,71	0,087	-15,21283	1,030268

Fuente. Autor del proyecto

Para las dos distribuciones se utilizaron las mismas variables con el fin de realizar un comparativo entre los modelos calibrados.

El modelo Poisson se estimó con diferentes características de la vía y del tráfico para evaluar la frecuencia de accidentes en las carreteras de Ocaña Norte de Santander.

Como se observa en las tablas, las variables incluidas en este modelo dieron como resultado los signos esperados, además, también se aprecia que la variable más significativa es la cantidad de motocicletas por tramo. Esto se debe principalmente a las altas velocidades a las que circulan los conductores de estos vehículos, la facilidad de transitar en espacios reducidos, la invasión de espacios peatonales, entre otras imprudencias con la que se caracterizan en la ciudad.

Los accidentes de tránsito pueden ocurrir debido a factores relacionados con el ser humano, el vehículo y con la vía y su entorno (Depestre R.A, Martínez D.E, & García E.E, 2012), muestran que el factor humano influye en alrededor del 64% de los accidentes, el factor vehículo está implicado en alrededor del 8%; entre tanto el factor vía y el entorno influencia en el 28% de los accidente (Fondo de Prevención Vial, 2012).

Especial atención merece la influencia de la infraestructura en la frecuencia y severidad de los accidentes de tránsito. Los esfuerzos en este sentido apuntan a tratar de mejorar errores de diseño o de construcción de las vías para que de esta forma se logre disminuir los accidentes en las carreteras y aminorar su gravedad. Muchas variables de infraestructura influyen en la frecuencia de accidentes como anchos de carril, condiciones de transitabilidad, anchos de berma, demarcación, número de carriles entre otros, hacen parte de las variables independientes que deben ser tenidas en cuenta (AASHTO, 2009).

Las condiciones de la topografía y el relieve en Colombia, particularmente en la región Andina, tienen alta influencia en el potencial de riesgo de las carreteras, situación a la cual se agrega el hecho de que la mayor parte de ellas sean vías de dos carriles.¹⁹

La presencia de vehículos pesados y de intersecciones aumenta la probabilidad de ocurrencia de accidentes de tránsito donde resulten muertes o heridos los peatones de las vías. En los tramos donde los anchos de carril son mayores y en las vías doble sentido se presentan más accidentes que ponen en riesgo la vida de los transeúntes.

Referente al uso de suelo, es de esperarse que en las zonas residenciales se presenten más accidentes con peatones por la cantidad de personas sobre la vía.

Contrario a muchos estudios, la velocidad no resultó ser un causante de este tipo de accidentes, concordando con el estudio realizado por Sasidharan & Menéndez en el año 2014 donde evaluaron la severidad de los accidentes con peatones en Suiza, donde determinaron que esta variable no influye en los accidentes con peatones debido a que en zonas urbanas los vehículos tienden a ir más despacio por la cantidad de controles de tráfico que existen sobre este tipo de zona.

La variable tipo de pavimento es un caso que poco ha sido estudiado. En esta investigación se incluyó en los modelos dando como resultado que en los pavimentos rígidos tiende a ocurrir más accidentes con peatones. Esto puede explicarse específicamente para Ocaña

¹⁹ Depestre R.A, Martínez D.E, & García E.E 2012, Fondo de Prevención Vial 2012, AASTHO 2009

puesto que la mayoría de las calles urbanas de la ciudad están conformadas por este tipo de pavimento.

En cuanto al sentido, lo que describe esta variable es si la vía es doble sentido o un solo sentido. Como era de esperarse, los resultados indican que en vías de doble sentido se presentan más accidentes de tránsito con peatones. Esto se debe a que en este tipo de vías se requiere de mayor concentración para atravesar la calzada y mayor precisión en el aprovechamiento de las brechas entre vehículos.

4.4 COMPARACIÓN DE LOS MODELOS

Para realizar una comparación entre los resultados de cada distribución, se incluyó las mismas variables para las dos distribuciones.

Después de realizar un análisis de resultado se puede apreciar que la distribución que mejor se ajusta a los datos es la distribución Poisson puesto que la significancia de las variables es mayor que en la otra distribución.

En los dos modelos comparados se observa que la variable con más significancia es la de motocicletas que nos indica que a mayor flujo de ellas más accidentes de tránsito con peatones pueden ocurrir que es una variable muy importante a la hora de analizar el estudio porque se tiene como conocimiento que este tipo de transporte es el más común de cometer accidentes en las vías.

5. CONCLUSIONES

Para el objetivo número 1 se concluye que en la investigación se calibraron modelos econométricos en STATA utilizando las distribuciones Poisson y Binomial Negativo a partir de la información recolectada por medio de una base de datos utilizando 26 variables posibles que describen los tramos utilizados en el proyecto, aprendiendo de conceptos estadísticos y realizando investigaciones sobre proyectos relacionados del tema.

En el objetivo número 2 se concluye que se decidió realizar 2 tipos de distribuciones a 14 tramos de la ciudad de Ocaña Norte de Santander, recolectando la información necesaria de cada uno de los tramos por medio de unas variables aceptables como son TPD, longitud, ancho de calzada, número de intercepciones entre otras mencionadas en el proyecto. Esta información ilustra al usuario sobre la importancia de usar los espacios peatonales con los que cuenta la ciudad actualmente.

Con el objetivo número 3 se concluye que a partir de la comparación de los modelos, se determinó que la distribución que mejor se ajusta a los datos es Poisson. Esto debido a la significancia de las variables que se ve disminuida al utilizar Binomial Negativo.

Al igual que Sasidharan & Menéndez en el año 2014, la velocidad no fue una variable influyente en la accidentalidad con peatones cuya explicación se da debido a la gran cantidad de controladores de tráfico (señales, reductores, semáforos, etc.) que existen dentro de las zonas urbanas de la ciudad.

La variable más influyente en la accidentalidad con peatones en la ciudad es la cantidad de motos presentes en el tráfico vehicular. En Ocaña el número de motocicletas que circulan es bastante elevado y son el tipo de vehículo que más se ve involucrado en accidentes de tránsito pues no tienen un control adecuado de los requisitos mínimos de un motorizado.

6. RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones se recomienda incluir otros tramos dentro de la ciudad con el fin de abarcar la mayoría de la red vial de Ocaña – Norte de Santander. Además, realizar la calibración con otros tipos de distribución y de esta forma comparar con los utilizados en esta investigación.

Respecto a la cultura de las personas sobre estos temas de espacios peatonales incentivarlos con informaciones de cultura, tecnológicas, informativas para que así obtengan un buen concepto de que porque es importante respetar los espacios del peatón como usuario del transporté.

Incentivar a los entes encargados de la ciudad para proporcionar espacios adecuados para el tránsito peatonal ya que es un tema crítico y preocupante en Ocaña.

BIBLIOGRAFIA

Fondo de Prevención Vial 2012

FORENSIS 2014 Datos para la vida. Bogotá D.C.

GEEDIPALLY, S. R. (2008). Examining the application of conway-maxwellpoisson models for analyzing traffic crash data.

Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2015).

JOON-KI Kim, GUDMUNDUR F. ULFARSSON, VENKATARAMAN N. Shankar, Sungyop Kim, 2008, Age and pedestrian injury severity in motor-vehicle crashes: A heteroskedastic logit analysis.

LEE, J., & MANNERING, F. (2002). Impact of roadside features on the frequency and severity of run-off-riadway accidents: an empirical analysis. *Accident Analysis and Prevention*.

LORD, D. (2006). Modeling motor vehicle crashes using Poisson-gamma models: Examining the effects of low sample mean values and small sample size on the estimation of the fixed dispersion parameter. *Accident Analysis and Prevention*.

MIAOU, S. (1993). The relationship between truck accidents and geometric design of road sections: Poisson versus Negative Binoal regressions. *Accident Analysis and Prevention*.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. (2014). Plan Nacional de Seguridad Vial 2011-2021 (Resolución 2273 del 6 de Agosto de 2014). Bogotá D.C.

NIMAKO AIDOO Eric, AMOH-YIMAH Richard, Ackaah Wiliams, 2013, The effect of road and environmental characteristics on pedestrian hit – and run accidents in Ghana.

SASIDHARAN Lekshmi, MENÉNDEZ Mónica, 2014, Partial proportional odds model— an alternate choice for analyzing pedestrian crash injury severities.

WASHINGTON, S. P., Karlaftis, M. G., & Mannering, F. L. (2003). *Statistical and econometric methods for transportation data analysis*. Boca Raton, London, New York , Washington D.C.

REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS

ARANGO, B. V.-B. Banco de la Republica - Colombia actividad cultural. Econometría. (s.l.) [On line] (s.f.) [Consultado el 07 de julio de 2015.]. Disponible en internet en: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/econo14.htm>

BLOG INGENIERÍA DE TRANSPORTE: cifras de accidentes de tránsito[Consultado el 07 de julio de 2015]. Disponible en internet en: http://www.ccs.org.co/salaprensa/index.php?option=com_content&view=article&id=516:accidentalidadvial&catid=296&Itemid=830

COLOMBIA CONGRESO DE LA REPUBLICA. Decreto 1538 de 2005. Por medio de la cual se expiden normas relacionadas con el tránsito de vehículos no automotores (s.l.) [On line] (s.f.) [Consultado el 20 de septiembre de 2015.]. Disponible en internet en: http://www.file:///C:/Users/user/Downloads/Decreto_1538_2005.pdf

COLOMBIA.COM. Código de tránsito (s.l.) [On line] (s.f.) [Consultado el 07 de julio de 2015.]. Disponible en internet en: <http://www.colombia.com/noticias/codigotransito/t3c5.asp>

Comportamiento de muertes y lesiones por accidente de transporte, Colombia, 2013, página 175

DEFINICION Severidad (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 25 noviembre de 2013]. Disponible en internet en: <http://definicion.de/severidad>

FAMILIAYSEGURIDADVIAL. Seguridad Vial (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 25 noviembre de 2013]. Disponible en internet en: <http://www.familiayseguridadvial.com/definicion-seguridad-vial/>

GARCÍA PÉREZ, José. Los Modelos Econométricos y Su Problemática (2004) (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 25 noviembre de 2013]. Disponible en internet en: http://www.ual.es/~jgarcia/index_archivos/tema2.pdf

NORZA C., E. H., GRANADOS L., E. L., USECHE H., S. A., ROMERO H., M. & MORENO R., J. (2014). Componentes descriptivos y explicativos de la accidentalidad vial en Colombia: incidencia del factor humano. *Revista Criminalidad*, 56 (1): 157-187.

SUÁREZ I. Mario O. Tesis Interaprendizaje De Probabilidades Y Estadística Inferencial Con Excel, Winstats Y Graph. Ibarra-Ecuador. 2012. (s.l.) [On line] (s.f.) [Consultado el 07 de julio de 2015.]. Disponible en internet en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/940/1/Interaprendizaje%20de%20Probabilidades%20y%20Estad%3%ADstica%20Inferencial%20con%20Excel,%20Winstats%20y%20Graph.pdf>