

**DETERMINACIÓN DE CAUSAS E INDICADORES DE ACCIDENTALIDAD EN  
MOTOCICLETAS Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES A ESTA  
PROBLEMÁTICA.**

**ALEJANDRO PRIETO GORDILLO  
ORLAY LEONARDO SOTO JAIMES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2016**

**DETERMINACIÓN DE CAUSAS E INDICADORES DE ACCIDENTALIDAD EN  
MOTOCICLETAS Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES A ESTA  
PROBLEMÁTICA.**

**ALEJANDRO PRIETO GORDILLO  
ORLAY LEONARDO SOTO JAIMES**

**Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Civil**

**Director  
LUIS DAVID AREVALO DURAN  
Ingeniero Civil, Esp.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2016**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	14
1. OBJETIVOS	15
1.1. OBJETIVO GENERAL:	15
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	15
2. DEFINICIONES	16
3. DATOS NACIONALES	18
3.1 DATOS DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA	19
3.2 ANTECEDENTES	21
3.2.1 Factores humanos	21
3.2.1.1 Edad	21
3.2.1.2 Género	21
3.2.1.3 Percepción del Riesgo	23
4. ANÁLISIS DESCRIPTIVO PARA ACCIDENTES DE TRÁNSITO DONDE ESTÁN INVOLUCRADAS MOTOCICLETAS EN BUCARAMANGA	25
4.1 METODOLOGÍA	26
4.1.1 Fuente de información	26
4.1.2 Estadísticas de secretaria de tránsito de Bucaramanga	26
4.1.3. Ubicación de accidentes en ARCGIS	26
4.2 ANÁLISIS DESCRIPTIVO	27
4.2.1 Análisis descriptivo	27
5. FACTORES DE RIESGO	33
5.1 METODOLOGÍA	33
5.1.1 Recolección de información	33
5.1.2 Regresión logística.	33
5.1.3 Cálculo factores de riesgo	36
6. RESULTADOS FACTORES DE RIESGO	38
6.1 LOS MOTOCICLISTAS	38

6.2 EN PASAJEROS	41
6.3 PARA PEATONES	43
6.4 RESULTADOS DE FACTORES DE RIESGO REGRESIÓN LOGÍSTICA	45
7. CASO DE ESTUDIO	46
8. CONCLUSIONES	50
9. PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES A LA PROBLEMÁTICA Y EJEMPLOS INTERNACIONALES.	54
10. RECOMENDACIONES	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
BIBLIOGRAFÍA	62

## LISTA DE GRAFICAS.

Grafica 1. Mortalidad en Colombia por diferentes actores.....	19
Grafica 2. Secretaria de tránsito de Bucaramanga, Balance 2015. ....	20
Grafica 3. Parque automotor motocicletas Bucaramanga.....	20
Grafica 4. Accidentalidad por edad en Bucaramanga.....	22
Grafica 5. Adquisición según el género en Bucaramanga. ....	22
Grafica 6. Accidentes con Motociclistas en Bucaramanga .....	27
Grafica 7. Índice de mortalidad por cada 10.000 motociclistas. ....	28
Grafica 8. Índice de Morbilidad por cada 10.000 motociclistas. ....	29
Grafica 9. Accidentes con motocicletas por gravedad del accidente en Bucaramanga.....	29
Grafica 10. Accidentes con motociclistas según tipo de accidente. ....	30
Grafica 11. Accidentes con motocicletas según hora del día en Bucaramanga 2011 – 2015.....	31
Grafica 12. Accidentes con motociclistas según el día en Bucaramanga 2011-2015 .....	31
Grafica 13. Accidentes con motocicletas según tiempo en Bucaramanga 2011 – 2015.....	32
Grafica 14. Peatones heridos en accidentes con motocicletas por edad.....	53
Grafica 15. Peatones muertos en accidentes con motocicletas por edad.....	53
Grafica 16. Mortalidad motociclistas y otros factores.....	55

## LISTA DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Ingreso de variable al programa SPSS.....	35
Ilustración 2. Accidente motocicleta con vehículo pesado en la ciudad de Bucaramanga.....	41
Ilustración 3. Carrera 21 calle 11.....	46
Ilustración 4. Carrera 21 calle 11.....	47
Ilustración 5. Carrera 21 calle 11 reductor de velocidad.....	49
Ilustración 6. Valla publicitaria prevención.....	56

## LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Resultados regresión Binomial. ....	45
Tabla 2. Resultados índices accidentalidad. ....	48

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO A: Mapa de localización de accidentes elaborado en arcgis.

ANEXO B: Mapa de localización de accidentes fatales por edad elaborado en ARCGIS.

ANEXO C: Mapa de localización de accidentes fatales por sexo elaborado en ARCGIS.

ANEXO D: Mapa de localización de accidentes lesionados por victima elaborado en ARCGIS.

ANEXO E: Mapa de localización de accidentes fatales por condición elaborado en ARCGIS.

ANEXO F: Mapa de localización de accidentes lesionados por tipo de accidente elaborado en ARCGIS.

ANEXO G: Tablas con los resultados obtenidos de las tablas de contingencia del programa SPSS y cálculo de odds ratio.

**NOTA: LOS ANEXOS CORRESPONDIENTES A ESTE PROYECTO PUEDEN  
SER CONSULTADOS EN BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER: SALA BASE DE DATOS**

## RESUMEN

**TITULO:** DETERMINACIÓN DE CAUSAS E INDICADORES DE ACCIDENTALIDAD EN MOTOCICLETAS Y PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES A ESTA PROBLEMÁTICA \*

**AUTORES:** ALEJANDRO PRIETO GORDILLO  
ORLAY LEONARDO SOTO JAIMES \*\*

**PALABRAS CLAVE:** Morbilidad, Mortalidad, Accidentalidad, Riesgo, Factores endógenos, Transito, Capacitación.

En el presente artículo se hace un análisis de accidentes de tránsito en motocicletas en el área metropolitana de la ciudad de Bucaramanga. Se realizará un estudio de la cantidad de muertes y lesiones ocurridas entre los años comprendidos del 2010 - 2015, debido al incremento en el número de motocicletas como en el número de accidentes de tránsito.

El objetivo principal es el diagnóstico de las causas como variables sociodemográficas que se asocian significativamente con los accidentes de tránsito. Posteriormente se realiza un análisis de factores de riesgo y probabilidad de ocurrencia para futuros accidentes donde las variables a estudiar fueron: género, rango de edad, escolaridad, mes del año, día del mes, rango hora accidente, víctima del accidente de tránsito, tipo accidente tránsito, detalle objeto colisión y detalle factor causal, donde se encontraron los principales agentes que incrementan la posibilidad de que ocurra un accidente fatal de acuerdo con la base de datos proporcionada por el Instituto Nacional de Medicina Legal.

De igual manera se efectúa la ubicación de los accidentes en el software ARCGIS, donde se pudo determinar visualmente algunos sectores donde se presenta accidentalidad y sitios críticos, con el objetivo de implementar el uso de este software en el Instituto de Medicina Legal y la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, y que sea útil para la observación, análisis, control y prevención de los accidentes. Finalmente se plantean algunas alternativas de intervención dirigida para mejorar las condiciones de tránsito y seguridad de los usuarios, principalmente en actividades bajo costo y a corto plazo.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas Escuela de Ingeniería Civil Director: Luis David Arévalo Duran, Ing. Civil Esp.

## ABSTRACT

**TITLE:** DETERMINATION OF CAUSES AND INDICATORS OF ACCIDENTS ON MOTORCYCLES AND DEVELOPING SOLUTIONS TO THIS PROBLEM \*

**AUTHORS:** ALEJANDRO PRIETO GORDILLO  
ORLAY LEONARDO SOTO JAIMES \*\*

**KEY WORDS:** Morbidity, mortality, accidents, risk, endogenous factors, traffic, training.

This article is a detailed analysis of traffic accidents on motorcycles in the metropolitan area of the city of Bucaramanga. You will carry out a study of the number of deaths and injuries that occurred between the years covered the 2010 to 2015, due to the increase both in the number of motorcycles and the number of traffic accidents.

The main objective is the diagnosis of causes such as socio- demographic variables significantly associated with traffic accidents. Is subsequently performed an analysis of risk factors and likelihood of occurrence for future accidents where the variables studied were: gender, range of age, schooling, month of year, day of the month, range time accident, the traffic accident victim, type transit, detail object collision and detail causal factor, where they found the main agents that increase the possibility of a fatal accident according to the database provided by the National Institute of Legal Medicine.

In the same way is the location of accidents on the ARCGIS software, where it couldbe determined visually some sectors where accident occurs and some critical sites, with the objective of implementing the use of this software in the Institute of Legal Medicine and the direction of transit of Bucaramanga, making it useful for the observation, analysis, control and prevention of accidents. Finally, there are some alternatives of intervention to improve the conditions of traffic and safety of the users, which was based mainly on low cost and short term activities.

---

\* Project of grade

\*\* Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Luis David Arévalo Duran, Ing. Civil Esp.

## INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), señala que cada año 1.25 millones de personas mueren en las carreteras del mundo y de 20 a 50 millones más sufren traumatismos o discapacidades; cada día alrededor de 3500 personas fallecen en las carreteras. Decenas de millones de personas sufren heridas o discapacidades cada año. Esta cifra se ha mantenido estable desde 2007, el hecho de que las cifras se hayan estabilizado cuando se preveía un ascenso de la mortalidad indica que se está avanzando en buena dirección. Sin embargo, el esfuerzo realizado para reducir el número de muertes por accidentes de tránsito es claramente insuficiente. Los niños, los peatones, los ciclistas y los ancianos son los usuarios más vulnerables de la vía pública. [2]

El incremento del uso de vehículos de motor de dos ruedas, como consecuencia de la dinámica económica y el turismo, es también un factor de riesgo que unido a las conductas arriesgadas e imprudentes que realizan varios de los conductores de estos vehículos; generan que el comportamiento de la accidentalidad se acreciente, cobrando la vida de muchos colombianos y constituyendo una de las mayores causas de mortalidad en el país. .[2]

Este documento contiene un estudio de accidentalidad vial de motocicletas donde se muestra la problemática del municipio de Bucaramanga, teniendo en cuenta un análisis descriptivo, cálculo de indicadores de accidentalidad y posibles actividades de intervención para disminuir los accidentes donde estén involucradas las motocicletas.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL:**

- Determinar las causas e indicadores de accidentalidad en motocicletas en el municipio de Bucaramanga, mediante el análisis de factores que inciden en esta.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Recolectar y analizar la información secundaria suministrada por parte de la Dirección de tránsito de la ciudad de Bucaramanga con el objetivo de realizar un análisis descriptivo de la situación.
- Diagnosticar los índices de accidentalidad en Bucaramanga desde que se implementó el sistema integrado de transporte.
- Determinar los factores de riesgo más significativos hallados en los accidentes donde estén relacionadas motocicletas en Bucaramanga teniendo en cuenta infraestructura, el vehículo y el aspecto humano.
- Analizar desde el punto de vista del riesgo la posibilidad de ocurrencia de accidentes en motocicletas.
- Proponer las principales actividades de intervención que podrían ser usadas para disminuir accidentes donde están comprometidas motocicletas en Bucaramanga.

## 2. DEFINICIONES

**Morbilidad:** El término morbilidad es un término de uso médico y científico y sirve para señalar la cantidad de personas o individuos considerados enfermos o víctimas de una enfermedad en un espacio y tiempo determinados. [4]

**Mortalidad:** La mortalidad es un término demográfico que designa un número proporcional de muertes en una población y tiempo determinado. [9]

**Factor de riesgo:** Se entiende bajo esta denominación la existencia de elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales, y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación y/o control del elemento agresivo. [11]

**Parque automotor:** Está constituido por todos los vehículos que circulan por las vías de la ciudad, entre los que se encuentran automóviles particulares, vehículos de transporte público y vehículos de transporte de carga. [12]

**Índice de severidad:** Es la severidad de los accidentes del tránsito en un lugar y período de tiempo determinado, entendida por la cantidad de defunciones promedio que ocurren por cada accidente del tránsito. [4]

**Aforo:** Es la enumeración de los vehículos que pasa por uno o varios puntos de una vía, clasificándolos de acuerdo con distintos criterios. [11]

**Accidente de tránsito:** Evento generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a las personas y bienes involucrados en él, e igualmente afecta la normal circulación de los vehículos que se movilizan

por la vía o vías comprendidas en el lugar o dentro de la zona de influencia del hecho. [9]

**Atropello:** Es el accidente donde un peatón es inicialmente impactado por un vehículo; esta clase de accidente es uno de las más presentados dentro del área urbana y el que registra el mayor índice de mortalidad con respecto a las otras clases de accidentes. [12]

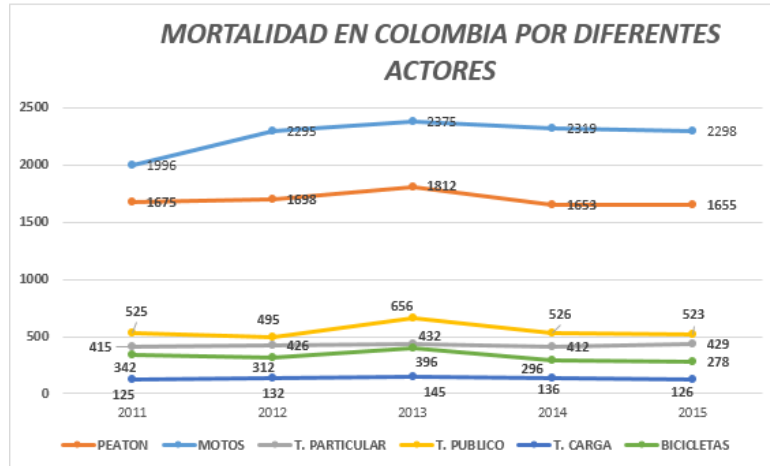
### 3. DATOS NACIONALES

En Colombia ocurren aproximadamente noventa accidentes de tránsito diarios desde el año 2011, dieciséis de ellos son mortales. Cada año mueren cerca de 1.3 millones de personas en las carreteras del mundo entero entre 20 y 50 millones padecen traumatismos no mortales debido a accidentes de tránsito. Hay conductas que en la vía aumentan el riesgo de tener accidentes como la embriaguez, la alta velocidad, la violación de las normas de tránsito y la falta de respeto a la autoridad, que vuelven al ser humano vulnerable a cualquier cambio. Según la Organización Mundial de la Salud los accidentes de tránsito son declarados un problema de salud pública, cada vez que se conduce un vehículo se deben tener en cuenta todas las condiciones de seguridad y la calidad de conductores en la vía. Constituyéndose en la principal causa de defunción entre los jóvenes con edades comprendidas entre los quince y los veintinueve años. Aproximadamente un 46% de las personas que fallecen en el mundo por consecuencia de accidentes de tránsito son peatones, ciclistas y conductores o motociclistas [1].

Los motociclistas son uno de los actores viales que presentan mayor riesgo en el país. De acuerdo a estadísticas, el año 2013 marcó un máximo en la tendencia de los últimos años frente a accidentalidad en motocicletas; se presentaron **2375** accidentes, aumentando en un **3.34%** con respecto al año anterior. Para el año 2014, disminuyeron un **2.32%** el número de accidentes viales en el país. Se observa en la (Figura: 1) la preocupación que la cifra de mortalidad aumente. Salta a la vista que la motocicleta es uno de los medios de transporte y trabajo favoritos en Colombia, en el año 2015 las motocicletas ocuparon el **48.2%** de la totalidad de vehículos en el país, dato obtenido por el Ministerio de Transporte. Esta cifra se estima que aumentará para el año 2020 a un **54.6%**. EL DANE reveló que en 2015

un porcentaje de **26.5%** de los hogares poseen un vehículo de este tipo. Ubicándose por encima del porcentaje de quienes tienen Internet. [2]

**Grafica 1. Mortalidad en Colombia por diferentes actores.**

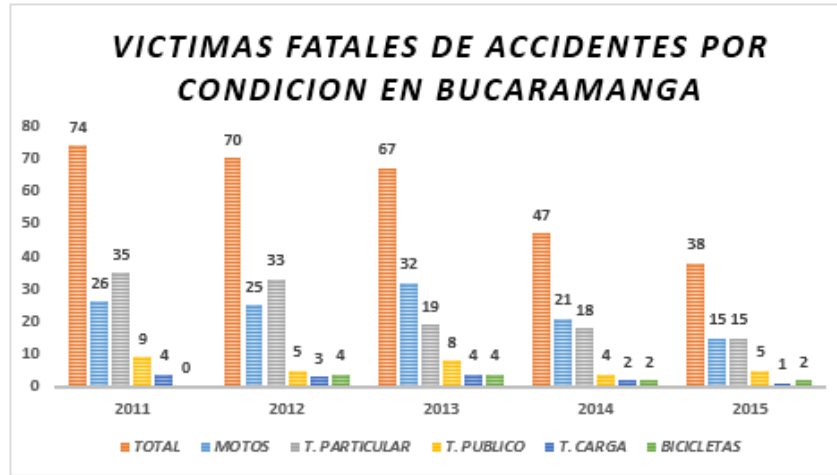


Fuente: Fondo de prevención vial, consejo nacional de seguridad

### 3.1 DATOS DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

Bucaramanga es una de las ciudades con mayor flujo de motociclistas. En el 2015 se presentaron 2190 accidentes de tránsito, de los cuales en 2114 de estos accidentes resultó por lo menos una persona herida y en 76 por lo menos una persona murió, como se muestra en la (Figura: 2), la accidentalidad en motociclistas ha aumentado, esto va simultáneamente con el aumento del parque automotor de las motocicletas, el cual se ha quintuplicado en los últimos cinco años, registrando en el año 2011 un valor de 24505 motocicletas como se observa en la Figura 3. Para el año 2020 se estima que este parque automotor sea de 45.126 motocicletas. [3]

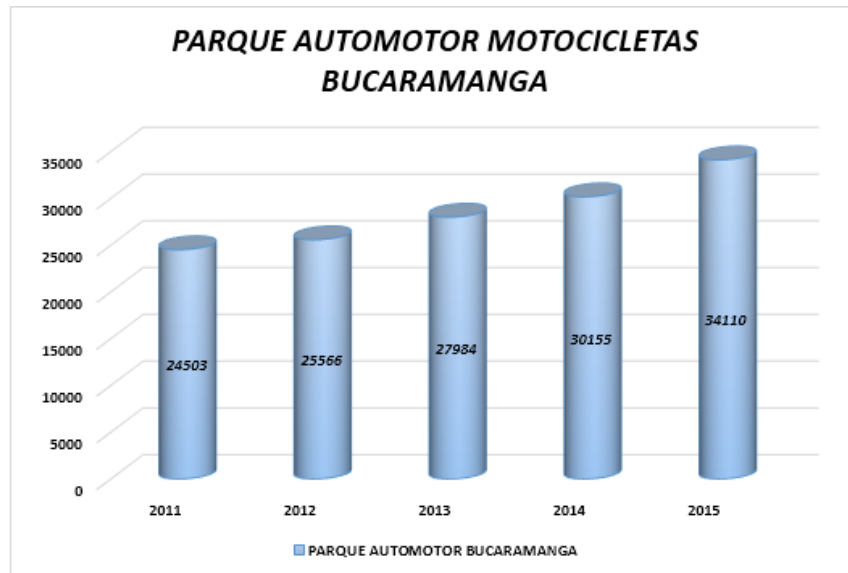
**Grafica 2. Secretaria de tránsito de Bucaramanga, Balance 2015.**



Fuente: Secretaria de tránsito de Bucaramanga (2016), balance

**NOTA:** Como documentos anexos se presenta el mapa de localización de accidentes elaborado en ARCGIS (Anexo A)

**Grafica 3. Parque automotor motocicletas Bucaramanga.**



## 3.2 ANTECEDENTES

Al finalizar la revisión bibliográfica se encontró que en la mayor parte se ven involucrados como actores principales los motociclistas. A continuación, se presenta un resumen de estas investigaciones, de acuerdo a cada factor las cuales sirvieron como parámetros iniciales para estructurar esta investigación:

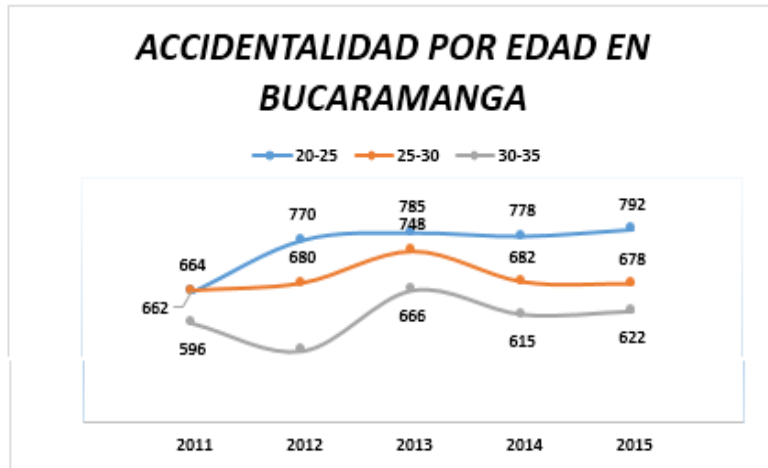
**3.2.1 Factores humanos.** Es el de mayor incidencia en el desencadenamiento de un accidente de tránsito, a este se le atribuyen el 90% de los casos. Este factor incluye variables como la experiencia del conductor, la pericia al manejar, edad del conductor, el género. Adicionalmente se le agregan casos como el agotamiento, distracción en el momento de conducir, el estado anímico del conductor entre otros. Los factores involucrados en los accidentes serán:

**3.2.1.1 Edad:** Es una variable importante a tener en cuenta, ya que el mayor porcentaje de accidentes lo poseen los jóvenes con una edad entre los veinte a veinticinco años. Existen diferentes riesgos a mayor edad, puesto que el cuerpo tiene más fragilidad, por lo tanto, es más vulnerable a sufrir lesiones graves. (Figura 4)

**3.2.1.2 Género:** Se encontró que la probabilidad de morir entre hombres y mujeres solo difiere en 1%, lo cual no genera una distinción entre los dos. En cuanto al riesgo de morir en un accidente con motocicleta, la mujer se presentó como un factor protector, pues ella es más precavida que el hombre como conductor, esto es debido a la implicación en accidentes menos graves que los hombres. Además, se encontró que ante accidentes de igual gravedad las mujeres son las que presentan mayor probabilidad de morir debido a su fragilidad orgánica. (Figura 5).

[7]

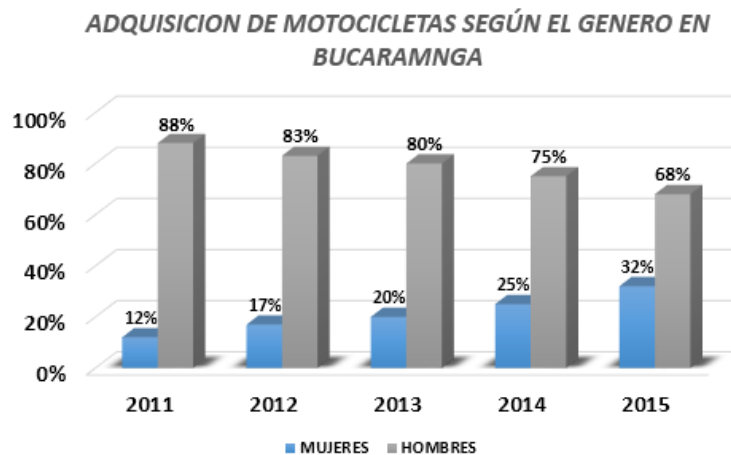
**Grafica 4. Accidentalidad por edad en Bucaramanga.**



Fuente: CCS, Consejo Nacional de Seguridad

**NOTA:** Como documentos anexos se presenta el mapa de localización de accidentes fatales por edad elaborado en ARCGIS (Anexo B)

**Grafica 5. Adquisición según el género en Bucaramanga.**



**NOTA:** Como documentos anexos se presenta el mapa de localización de accidentes fatales por sexo elaborado en ARCGIS (Anexo C)

Los motociclistas que se encuentran entre los veinte y veinticinco años de edad, se consideran jóvenes arriesgados y presionados por el tiempo, el 41% son

casados o viven en unión libre frente a un 36% de solteros, el 75% de quienes adquirieron una motocicleta son empleados y el 17% trabaja de forma independiente, el 29% utiliza su motocicleta como instrumento de trabajo.

La elección de la motocicleta como medio transporte o trabajo radica en su economía, pues éstas son de fácil acceso para personas de bajos recursos económicos. En Bucaramanga el 64% de las personas que adquieren una motocicleta devengan entre uno y dos salarios mínimos legales vigentes, valiéndose así de las formas de pago por cuotas accesibles que ofrecen los concesionarios, además, se considera que su mantenimiento es económico. Con relación al nivel de estudio de quienes adquieren las motocicletas el 50% tienen estudios de secundaria, seguido por un 21% de personas con estudios tecnológicos y 18% con estudios universitarios.[3]

En cuanto a movilidad ésta permite acceder a zonas a las cuales no pueden llegar otros medios de transporte como lo es el transporte público, el cual no cubre todas las zonas urbanas de Bucaramanga de manera homogénea.

**3.2.1.3 Percepción del Riesgo:** Los motociclistas expresaron la necesidad de tener mayor cuidado con los taxistas y los conductores de servicio público incluyendo los conductores del Metro-Línea. En cuanto a la infraestructura vial consideran que son más peligrosos los “Altibajos” y el mal estado de las vías en Bucaramanga. Los motociclistas consideran que las formaciones y el entrenamiento para conducir una motocicleta no son lo suficientemente rigurosos, ni les permite conocer el funcionamiento de su moto, ni las precauciones necesarias en el momento de conducir su motocicleta. [4]

El comportamiento y hábitos de conducción se atribuyen a los factores laborales por los cuales se rigen los motociclistas, en donde las empresas (domicilios, mensajería) imponen tiempos máximos de entrega sin tener en que esto aumenta las infracciones de tránsito y genera actitudes de mayor riesgo para el

motociclista, además la estabilidad laboral del motociclista la mayoría de veces se ve afectada por el tipo de contrato con la empresa en donde algunos casos se rigen por cantidad de domicilios o entregas realizadas, lo cual aumenta aún más la actitud de mayor riesgo en el motociclista.[3]

El fenómeno del “mototaxismo” que se presenta en Bucaramanga, es una modalidad de transporte público ilegal en donde por un recorrido de 25 cuadras se cancela un promedio de \$ 3000 pesos dependiendo la distancia que recorra aumenta.

#### **4. ANÁLISIS DESCRIPTIVO PARA ACCIDENTES DE TRÁNSITO DONDE ESTÁN INVOLUCRADAS MOTOCICLETAS EN BUCARAMANGA**

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos del análisis descriptivo de los accidentes donde están involucradas motocicletas de Bucaramanga entre los años 2011 al 2015 en el área metropolitana, con el cual se pretende dar a conocer la problemática que sufre la ciudad.

Para este proyecto se utilizó un análisis de los accidentes de tránsito en Bucaramanga, donde se ven involucradas las motocicletas. Los datos fueron alimentados por las estadísticas de la secretaria de Movilidad de tránsito de Bucaramanga. En este análisis se tuvo en cuenta las siguientes variables: tipo de accidente, hora del día, día de la semana, mes del año, edad, género, tiempo, causa probable, servicio del vehículo y uso del casco.

Este análisis descriptivo se realizó para el total de los accidentes, e individualmente para los conductores, los peatones involucrados ATM, y los pasajeros de la motocicleta afectados en ATM.

**NOTA:** Como documentos anexos se presenta el mapa de localización de accidentes lesionados por víctima elaborado en ARCGIS (Anexo D)

**NOTA:** Como documentos anexos se presenta el mapa de localización de accidentes fatales por condición elaborado en ARCGIS (Anexo E)

## 4.1 METODOLOGÍA

La metodología muestra los diferentes pasos que se llevaron a cabo para el desarrollo de la investigación, mediante los cuales se obtuvo los datos relevantes para el análisis descriptivo y finalmente el cálculo de los riesgos relativos, se describe a continuación la metodología paso a paso:

**4.1.1 Fuente de información:** Con ayuda de las estadísticas de los últimos cinco años suministrada por la secretaria de tránsito de Bucaramanga. La información de estos archivos fue organizada y clasificada por las diferentes variables.

**4.1.2 Estadísticas de secretaria de tránsito de Bucaramanga:** Las estadísticas de la secretaria de tránsito de Bucaramanga se diseñaron con el objetivo de registrar la mayor información posible que presentan las autoridades competentes de tránsito. Y así poder determinar las responsabilidades de carácter civil, con el fin de prevenir y/o disminuir las consecuencias de los accidentes por medio de acciones preventivas por parte de la autoridad de tránsito competente y los motociclistas.

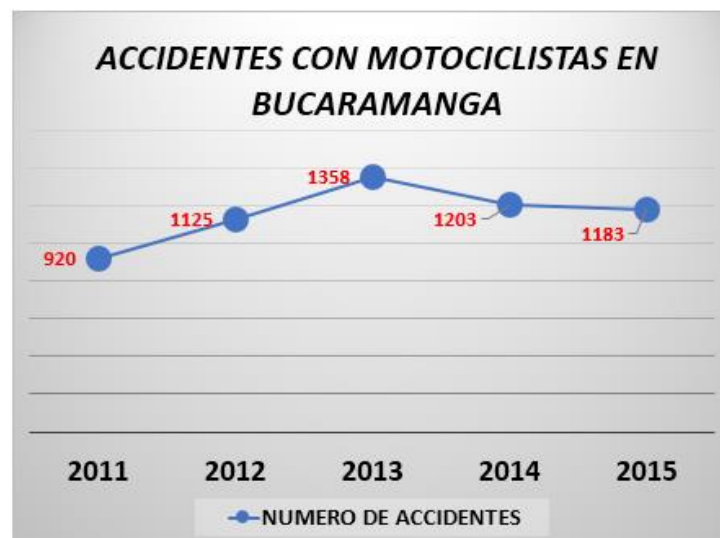
**4.1.3. Ubicación de accidentes en ARCGIS:** con ayuda de la base de datos de Medicina legal Bucaramanga 2014-2015 se hizo la ubicación de dichos accidentes en ARCGIS con la finalidad de que se siga alimentando esa herramienta de información geográfica y sea de gran ayuda para control y prevención de accidentes, este programa permite filtrar la información de manera que se pueden hacer mapas con distintos rangos y categorías de datos: genero, tipo de accidente, edad etc.

## 4.2 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Se realizó un análisis descriptivo para cada una de las bases extraídas de los accidentes de tránsito de Bucaramanga donde están involucradas las motocicletas. A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

**4.2.1 Análisis descriptivo para accidentes donde están involucradas motocicletas:** Se encontraron 5789 registros de accidentes donde están involucrados motociclistas. De estos, 811 fueron con solo daños, en 79 hubo muertos y en 4899 hubo heridos. Las variables independientes que se analizaron fueron: tipo de accidente, hora del día, mes del año, día de la semana, edad, género del motociclista, y finalmente la causa probable del accidente. La causa probable está sujeta a las versiones de los conductores y los testigos que presenciaron el suceso, y de otra maneja se ajustan al levantamiento que realiza el agente de tránsito.

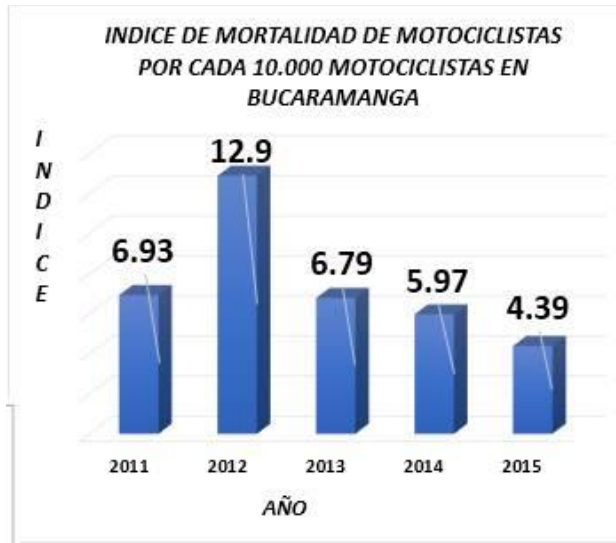
**Grafica 6. Accidentes con Motociclistas en Bucaramanga**



El índice de mortalidad en motociclistas ha disminuido en los últimos años, sin embargo, se debe tener en cuenta que el parque automotor se ha duplicado en los

últimos cinco años. En comparación con los automóviles, este indicador es preocupante en la medida que el parque automotor de vehículos es mayor que el de las motocicletas; en la actualidad el indicador es igual a 4.39 muertos por cada 10.000 vehículos en cada caso.

**Grafica 7. Índice de mortalidad por cada 10.000 motociclistas.**

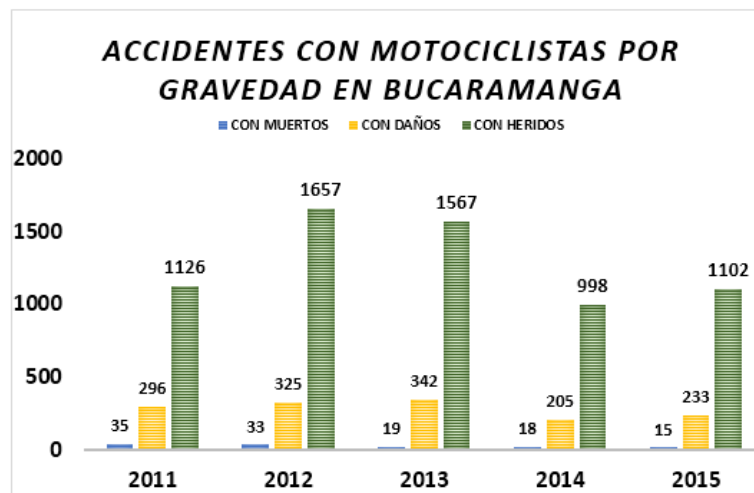


El índice de morbilidad para motociclistas es de gran impacto; es claro indicar que es mayor el de los motociclistas con respecto al de los vehículos de cuatro ruedas. En la actualidad hay 237 motociclistas heridos por cada 10.000 motocicletas en la ciudad de Bucaramanga. [3]

**Grafica 8. Índice de Morbilidad por cada 10.000 motociclistas.**



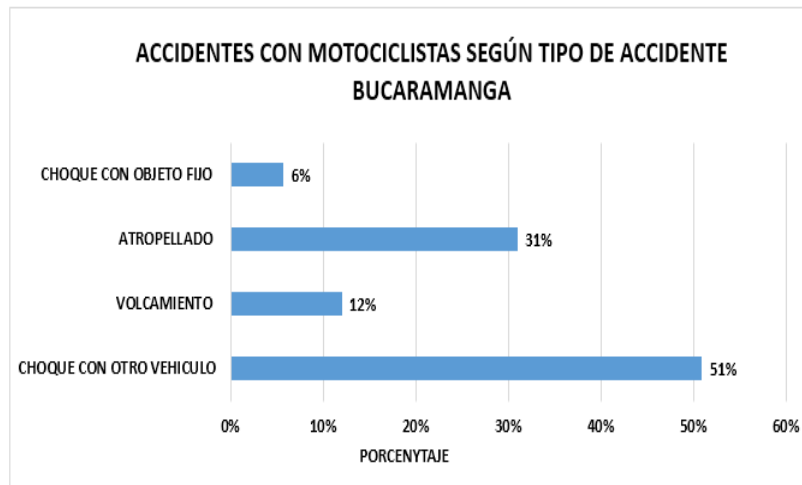
**Grafica 9. Accidentes con motocicletas por gravedad del accidente en Bucaramanga.**



A continuación, se observa que la principal causa de los accidentes en la ciudad de Bucaramanga son los de condición de choque con vehículo u objeto fijo con un 51%, seguido del atropello con un 31% como se observa en el Gráfico, el tipo de

accidente que presenta menos participación es el choque con objeto fijo con el 6% del total de los accidentes.

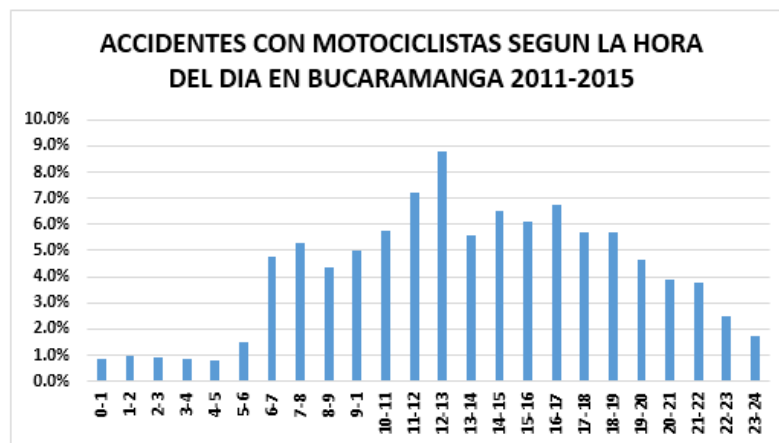
**Grafica 10. Accidentes con motociclistas según tipo de accidente.**



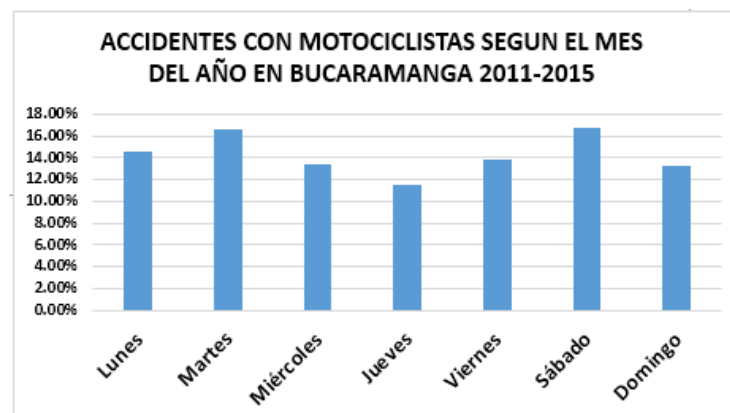
**NOTA:** Como documentos anexos se presenta el mapa de localización de accidentes lesionados por tipo de accidente elaborado en ARCGIS (Anexo F)

El 70% de los accidentes con motocicleta ocurren en horas del día entre las seis de la mañana y las seis de la tarde, aunque no existe una gran diferencia porcentual a largo del día. Los mayores porcentajes se registran entre las siete a ocho de la mañana y las cinco a las seis de la tarde con el 5.2% y el 6.8% respectivamente, como se observa en el (Figura:10), estos mayores porcentajes se ubican en las horas con mayor afluencia vehicular de la ciudad. Por otro lado, los menores porcentajes se presentan en horas de la madrugada con un 0.9% entre las cuatro y cinco de la mañana.

**Grafica 11. Accidentes con motocicletas según hora del día en Bucaramanga 2011 – 2015.**



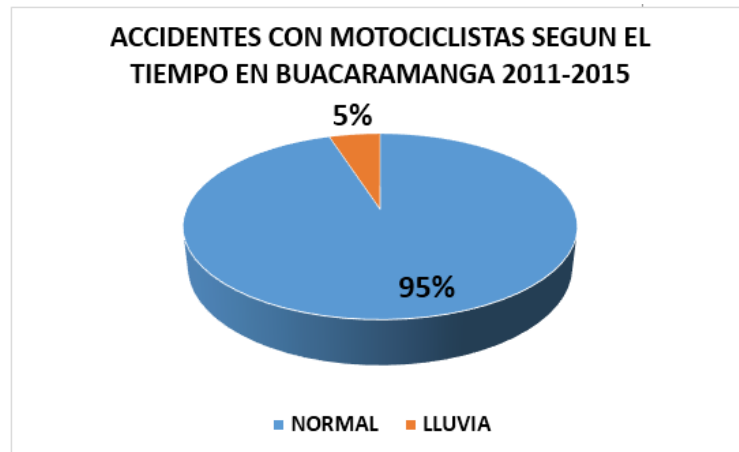
**Grafica 12. Accidentes con motociclistas según el día en Bucaramanga 2011-2015**



En la (Figura:12) se observa que los días que presenta mayor porcentaje de accidentes son los días martes y sábado, con el 16.3% y 16.8% respectivamente, los accidentes aumentan desde el día jueves hasta llegar al máximo día el sábado, el día domingo presenta el menor porcentaje con un 13%. Los accidentes con muerto se presentan en mayor proporción el día sábado con un 25%, se debe tener en cuenta que el día sábado no hay pico y placa en la ciudad para vehículos particulares.

El 95% de los accidentes ocurre en un día con un clima normal, el otro 5% ocurre en día con lluvia como lo muestra la Figura 13. En accidentes con muertos y con heridos el 93% de los accidentes ocurre en un día normal y el 6% en un día con lluvia.

**Grafica 13. Accidentes con motocicletas según tiempo en Bucaramanga 2011 – 2015.**



## 5. FACTORES DE RIESGO

### 5.1 METODOLOGÍA

Los elementos constituidos por el problema se denominan: variables, relación entre variables y unidad de observación. La metodología cuantitativa es aquella que permite examinar los datos de manera numérica, especialmente en el campo de la Estadística.

De acuerdo con Hernández Sampieri (1997), primero se debe seleccionar una unidad de análisis, sean personas o eventos (quienes serán medidos); después se debe delimitar la población (sobre quien se hará la generalización de los resultados); a continuación, se seleccionará la muestra que es en esencia, un subgrupo de la población. [5].

En este caso la población son los accidentes de tránsito registrados en el período comprendido entre enero del 2014 a diciembre de 2015 en la ciudad de Bucaramanga.

**5.1.1 Recolección de información** A continuación, se describen las fuentes de información y la metodología establecida para el desarrollo del proyecto propuesto.

-Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses regional nororiente, centro de referencia regional sobre violencia

**5.1.2 Regresión logística.** Los modelos de regresión logística permiten determinar cómo influye en la aparición de un suceso; en donde se evalúa una variable dicotómica (Muerto=1 ó No muere=0), la presencia de diferentes factores. Este tipo de análisis es

muy utilizado en investigación clínica y epidemiológica, de ahí su uso en este tipo de estudios. Como ya se mencionó la variable dependiente Y puede tomar el valor de 1 si ocurre el suceso y un valor de 0 si no ocurre el suceso. El modelo logístico determina la relación entre una o más variables explicativas  $X_1, X_2, \dots, X_p$ , mediante la siguiente expresión que establece la probabilidad de que ocurra el suceso, dado que el individuo presente los valores  $X_1=x_1, X_2=x_2, \dots, X_p=x_p$ . [6]

### Ecuación 1. Regresión logística

$$\Pr(Y = 1 | x_1, x_2, \dots, x_p) = \frac{1}{1 + \exp(-\alpha - \beta_1 x_1 - \beta_2 x_2 - \dots - \beta_p x_p)}. \quad [6]$$

En la expresión  $\exp$  denota la función exponencial y  $\alpha, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ , son los parámetros del modelo, al producir la función exponencial. Para valores mayores que 0,  $p$  tomara valores solo entre uno y cero. El valor de  $\alpha$  representa la constante del modelo, por otro lado, los valores  $\beta$  expresan los valores de riesgo relativo para cada una de las variables estimadas a partir de la expresión: [6]

Se realiza el análisis a todos los accidentes donde estaban involucradas motocicletas teniendo en cuenta la base de datos de medicina legal donde aparecen datos detallados de conductores, pasajeros y peatones, analizando cada población por separado.

#### - Variables categóricas

Cuando las variables de análisis son de tipo cualitativo, estas pueden tomar más de 2 valores. Para incluirlas en el modelo, se deben tratar de forma especial; cuando una de las variables a analizar que tiene "C" categorías se le denomina politómica, y en este caso es necesario crear tantas categorías como sea

necesario. Estas divisiones se les denomina variables Dummy, estas variables pueden ser de tipo nominal u ordinal. [8]

-Nominales: Su fin es identificar relaciones de igualdad/desigualdad de una distribución. Ejemplo, para las posibles causas de los accidentes no se pueden establecer ningún tipo de orden en función a este número, solo sirve para diferenciarlas entre sí. [8]

-Ordinales: destinadas a ordenar a los sujetos/objetos de una distribución en función de alguna característica. Un ejemplo son los meses del año, en esta escala se puede añadir el ordenamiento de sus componentes. [8]

Para realizar el análisis de los factores de riesgo se utilizó el programa **SPSS** versión 22.0 de IBM, el cual tiene paquete estadístico con opción de realizar tablas de contingencia. A continuación, la Ilustración 1 muestra el modo de ingreso de los datos, con la definición de cada uno de las variables:

**Ilustración 1. Ingreso de variable al programa SPSS.**

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores
1	sexo	Numérico	1	0		{0, Hombre}...
2	rangodeedad	Cadena	5	0	rango de edad	Ninguna
3	Edadabsoluta	Numérico	1	0	Edad (absoluta)	Ninguna
4	escolaridad	Numérico	16	0		{1, 1° grado}...
5	mes	Numérico	10	0		{1, enero}...
6	día	Numérico	12	1		{1,0, lunes}...
7	rangoHora	Cadena	13	0		Ninguna
8	VictimaAT	Cadena	9	0	Victima AT	Ninguna
9	Tipoaccidentetransito	Numérico	36	0	Tipo accidente ...	{1, Atropello...
10	Serviciovehiculo	Numérico	16	0	Servicio vehiculo	{1, No repor...
11	Detalleobjetocolisión	Numérico	24	0	Detalle objeto c...	{1, Articulad...
12	Serviciovehiculocolisión	Numérico	17	0	Servicio vehicul...	{1, No repor...
13	Detallefactorcausal	Numérico	40	0	Detalle factor c...	{1, Adelanta...
14	muerte	Numérico	16	0		{0, Heridos}...
15	muertecontingencia	Numérico	15	0		{1, Muertes}...

Las variables que se ingresaron al programa fueron:

Sexo, rango de edad, escolaridad, mes del año, día del mes, rango hora accidente, víctima (AT) accidente de tránsito, tipo accidente tránsito, servicio vehículo, detalle objeto colisión, servicio vehículo colisión y detalle factor causal

El programa SPSS tiene la opción de caracterizar las variables de forma cuantitativa (escalar) o de forma cualitativa (nominal, ordinal). Las de tipo nominal u ordinal se definen en la opción valores ingresando cada dato con su respectivo valor numérico, ejemplo, escolaridad, mes, día.

Para el análisis es necesario determinar por medio de tablas de contingencia, cuál es el dato de cada variable que más influye en la muerte de motociclistas y posteriormente calcular el OR (Odds Ratio) para así determinar el riesgo respecto al valor de cada categoría de referencia: Mujer, edad cuarenta y cincuenta años, día jueves, caída del ocupante, posgrado y universitaria, 4:00 – 7:00 am, desobedecer las señales de tránsito, automóvil

**5.1.3 Cálculo factores de riesgo** Un factor de riesgo es toda circunstancia, movimiento, decisión, característica particular o situación que aumenta las probabilidades de estar involucrado en un accidente, sea mortal o no. En este sentido el riesgo constituye una medida de probabilidad estadística, que en un futuro se produzca un acontecimiento no deseado, el riesgo implica la presencia de una característica o factor que aumenta la probabilidad de consecuencias adversas, por ejemplo, los agentes que influyen en un accidente de tránsito. [7]

El riesgo se cuantifica mediante el riesgo relativo; este mide la fuerza de la asociación entre la variable de exposición y el suceso. Para calcular el riesgo en accidentes de motocicletas se utilizó este método donde las variables de exposición se comparan con la incidencia que tienen con el suceso (Muerto o Herido). Para hallar este grado de asociación se utiliza el cálculo del valor del Odds Ratio. [4]

En este cálculo se estableció una referencia, la cual debía tener datos y ser un factor protector. La fórmula a emplear fue la siguiente:

**Ecuación 2** Odds ratio

a	b
c	d

$$OR = \frac{a \times d}{b \times c} \quad [12]$$

Cuando un riesgo relativo es mayor a uno (1) se considera que existe una asociación positiva, cuando el riesgo relativo es menor a 1 habrá una asociación negativa, es decir, una asociación que produce protección. Un intervalo de confianza del 95% que no incluye el valor 1 se concluye que el riesgo es estadísticamente significativo. [6]

## 6. RESULTADOS FACTORES DE RIESGO

Después de ingresar las variables y codificar los datos en el programa SPSS se obtuvieron los siguientes resultados utilizando tablas de contingencia.

**NOTA:** Como documentos anexos se presentan todas las tablas con los resultados obtenidos de las tablas de contingencia del programa SPSS y cálculo de Odds Ratio (Anexo G).

### 6.1 LOS MOTOCICLISTAS

Los motociclistas que están entre los diecinueve a veinticinco años con 4.46 valor de Odds Ratio y un intervalo de confianza de (IC95%:0.58-34.32) tienen más probabilidad de morir en un ATM a diferencia de aquellas entre los 40 y 50 años con los valores de 0.22 (IC95%:0.03-1.72), siendo este último un resultado que define protección, cuando el valor del Odds Ratio toma valores menores a 1. Para accidentes con heridos se posiciona el rango de 19-25 y 30-40 años con porcentajes de 36% y 22% respectivamente, siendo los rangos de mayor participación y riesgo.

Los días viernes y sábado representan mayor riesgo para un accidente fatal con un riesgo relativo de 4.4 (IC95%:.89- 19.35) para el primero y 5.52 (IC95%:1.23-24.91) para el segundo respectivamente con respecto a los demás días, atribuyendo el resultado a las actividades de recreación y aumento del consumo de alcohol. Para accidentes con heridos, no se encontró diferencia entre cada uno de los días.

No se encontró una diferencia representativa entre los meses del año, solo un leve aumento de las muertes en el mes de junio con respecto a los demás meses.

Cuando se analizó el tipo de accidente más influyente se observó que la modalidad de choque es el tipo de accidente más frecuente y relevante con participación de 86% en muertes y 96 % en heridos respecto al total de accidentes.

Respecto a la escolaridad se encontró que a medida que se tiene la posibilidad de estudiar una carrera profesional y un posgrado se disminuye el riesgo de morir en un ATM, por el contrario, cuando solo se tiene educación primaria el valor del Odds Ratio es 7.44 (IC95%:1.55-35.66) siendo el riesgo estadísticamente significativo ya que el valor inferior del intervalo de confianza es mayor a 1. En contraste teniendo en cuenta accidentes con heridos se tiene hasta undécimo grado de bachillerato con 41.4 %, tecnológica con 11% y universitaria con 10%; siendo las principales porcentajes de participación sobre el total de accidentes siendo así los factores de riesgo más relevantes.

En cuanto al género femenino, se encontraron valores de 0.59 (IC 95%: 0.25–1.4) considerándose un factor protector para la defunción de conductores por su valor mucho menor de 1 en Odds Ratio. Y siendo también factor protector para morbilidad de las mujeres ya que en los hombres ocurrieron el 78% del accidente con heridos.

Coincidiendo con la investigación de Dónate en el 2006 donde concluye que el género femenino es un factor protector en la mortalidad de accidentes de motocicletas. [4]

También se pudo determinar la incidencia de la hora en el accidente, se encontró que en las horas de la madrugada más específicamente en el rango de 00:00 – 03:00 a.m., con los valores de 13.74 (IC 95%: 4.45–42.36) atribuyendo esto a la hora de cierre de los bares y que lleva implícito el consumo irresponsable del

alcohol. Las horas del día se pueden identificar como factores de protección para muertes, pero en contraste factores de alto riesgo de morbilidad en las horas pico 12:00 – 14: 00 y 16:00 – 19:00.

Este resultado también coincide con la investigación de Donate 2006 donde se encontró que la mayor severidad en los accidentes que ocurren el fin de semana es en horas de la noche, y mayor riesgo de mortalidad en la madrugada. [4]

En cuanto a la principal causa de muerte se estimó que el exceso de velocidad con 3.33 (IC 95%: 1.07 – 10.42) junto con adelantamiento cerrando 7.94 (IC 95%: 2.53 – 24), representan el mayor riesgo la hora de sufrir un accidente fatal. El exceso de velocidad y desobedecer las señales de tránsito representan el 22% y 25% de las víctimas de accidentes solo con heridos, las más altas de su categoría, siendo así los principales factores de riesgo.

Finalmente se encuentra que un choque contra un camión y un objeto inmóvil representan un riesgo relativo de 91 (IC 95%: 11.3 – 741) comparado con el choque con un automóvil que es un factor protector en el caso de mortalidad. En cuanto heridos los objetos que presentan más riesgo son el automóvil con 47.7 % de las víctimas y motocicletas con 29.1 %.

Esto coincide con el estudio de GUZMAN 2011 donde que un choque con un objeto fijo aumenta la probabilidad de morir en un 480 %. [4]

## Ilustración 2. Accidente motocicleta con vehículo pesado en la ciudad de Bucaramanga.



Fuente: VANGUARDIA LIBERAL, Agosto 2016

### 6.2 EN PASAJEROS

Los acompañantes que están entre los diecinueve a los veinticinco años con 1.22 valor de Odds Ratio y un intervalo de confianza de (IC95%:0.13- 11.9), tienen más probabilidad de morir en un ATM a diferencia de aquellas entre los cuarenta y cincuenta años con los valores de 0.39 (IC95%:0.03-4.38), siendo este último un resultado que define protección, cuando el valor del Odds ratio toma valores menores a 1. Para accidentes con heridos se posiciona el rango de 19-25 y 11-18 años con porcentajes de 27 % y 21% respectivamente, siendo los rangos de mayor participación y riesgo.

Los días jueves y sábado representan mayor riesgo para un accidente fatal con el mismo riesgo relativo de 1.57 (IC95%: 0.14 – 17.6) con respecto a los demás días, atribuyendo el resultado del sábado a las actividades de recreación y consumo de alcohol. Para accidentes con heridos los días críticos son los mismos.

Para los meses del año se encontró que en el mes de agosto y septiembre con 1.62 (IC95%: 0.14 – 18.44) y 1.45 (IC95%: 0.13 – 16.50) respectivamente son los meses de mayor riesgo comparados con enero que tiene un factor protector de 0.62 (IC95%: 0.05 – 7). En cuanto a heridos no se encontró gran diferencia entre ellos.

Cuando se analizó el tipo de accidente más influyente se observó que la modalidad de choque es el tipo de accidente más frecuente y relevante con participación de 100 % en muertes y 93.6 % en heridos respecto al total de accidentes y una leve participación de caída del ocupante con el 4% de los heridos.

Respecto a la escolaridad, se encontró que los pasajeros con más riesgo de morir se relacionan con la educación de bachillerato, según el valor del Odds Ratio es de 16 (IC95%:0.6-383) comparado con una persona que tenga estudios profesionales. Teniendo en cuenta accidentes con heridos, se tienen de undécimo grado con 31 %, tecnológica con 7% y universitaria con 8%; siendo los principales porcentajes de participación sobre el total de accidentes siendo así los factores de riesgo más relevantes.

Se encontró en el género femenino los valores de 0.42 (IC 95%: 0.10–1.68), considerándose un factor protector para la defunción de conductores por su valor mucho menor de 1 en Odds Ratio. En contraste cuando se refiere a morbilidad, las mujeres tienen mayor riesgo comparado con los hombres ya que estuvieron involucradas en 70% del accidente con heridos.

También se pudo determinar la incidencia de la hora en el accidente para muertos y heridos. Se encontró que en las horas del medio día entre 12:00 – 15:00 un valor

de riesgo relativo de 2.5 (IC 95%: 0.26–24) atribuyendo este riesgo a horas pico y congestión vehicular.

En cuanto a la principal causa de muerte se estimó que el exceso de velocidad con riesgo relativo de 2 (IC 95%: 0.19 – 23) junto con adelantamiento cerrado de 4.7 (IC 95%: 0.42 – 53), representan el mayor riesgo la hora de sufrir un accidente fatal. El exceso de velocidad y desobedecer las señales de tránsito representan el 23% y 24% de las víctimas de accidentes solo con heridos, las más altas de su categoría, siendo así los principales factores de riesgo.

Finalmente, se encuentra que un choque contra un camión y un objeto inmóvil representa un riesgo relativo de 25 (IC 95%: 2.7 – 235), comparado con el choque con un automóvil, que es un factor protector en el caso de mortalidad con 0.62 (IC 95% 0.04 – 10). En cuanto heridos los objetos que presentan más riesgo son el automóvil con 47 % de las víctimas y motocicletas con 29.3 %.

### **6.3 PARA PEATONES**

Se encontró que a medida que aumenta la edad aumenta el riesgo de morir en donde los peatones entre los cuarenta y cincuenta años tienen un 3.31 (IC95%: 0.33 - 33) más veces de morir, y aquellos mayores de sesenta años tienen un 3.91 (IC95%: 0.5-30) más veces de morir. Al igual que para heridos los rangos están entre cincuenta a sesenta años y más de sesenta años con una participación del 15% y del 30 % sobre el total de víctimas de morbilidad.

Este resultado concuerda con lo encontrado por Barrero y Pinilla (2005), donde de igual forma los peatones mayores de cuarenta y cinco años presentan el mayor riesgo de morir. [10]

No se encontró diferencias entre los días de la semana, hay una tendencia del mismo número de muertos y heridos para todos los días a excepción del día jueves que se presenta como un factor protector con el 0% de participación en muertos.

Esto difiere con lo encontrado por Barrera y Pinilla (2005, en donde el día domingo las personas tuvieron casi dieciséis veces más riesgo de morir en un accidente de tránsito, el día miércoles es común en los resultados como un día con mayor riesgo. [10]

En el caso de los meses, se determinó que el mes de abril y octubre representan el mes con mayor riesgo para que un peatón muera o salga en un accidente de tránsito con 2.8 (IC95%: 0.6 - 12) y 1.7 (IC95%: 0.33 - 10) respectivamente.

En cuanto a la escolaridad se encontró que las peatones que solo tienen estudios de básica primaria tienen más probabilidades de morir o herirse en un ATM con valores de riesgo relativo de 1.7 (IC95%: 0.37 - 8) comparado con los peatones que tienen estudios universitarios.

La mujer se presenta como factor protector para los peatones muertos en ATM con un riesgo relativo de 0.42 (IC95%: 0.15 – 1.17), esto como evidencia de una mayor prudencia de las mujeres en el momento de transitar en las calles de la ciudad. Y los hombres representan el 58 % de los heridos en ATM.

Las horas del día que representan mayor riesgo de mortalidad y morbilidad para peatones son desde las 16:00 a 19:00 horas, con valores de riesgo relativo de 1.55 (IC95%: 0.18-13.62), hora de retorno a los hogares después del trabajo.

En cuanto a la principal causa de muerte se estimó que el exceso de velocidad con riesgo relativo de 1.94 (IC 95%: 0.23 – 16.42) representan el mayor riesgo la

hora de sufrir un accidente fatal. El exceso de velocidad representa el 48% de las víctimas de accidentes solo con heridos, la más alta de su categoría.

#### 6.4 RESULTADOS DE FACTORES DE RIESGO REGRESIÓN LOGÍSTICA

Para el modelo estadístico como se dijo anteriormente, se utilizó el sistema SPSS. A continuación, se muestran los resultados obtenidos, agrupando datos de conductores, pasajeros y peatones en el mismo análisis.

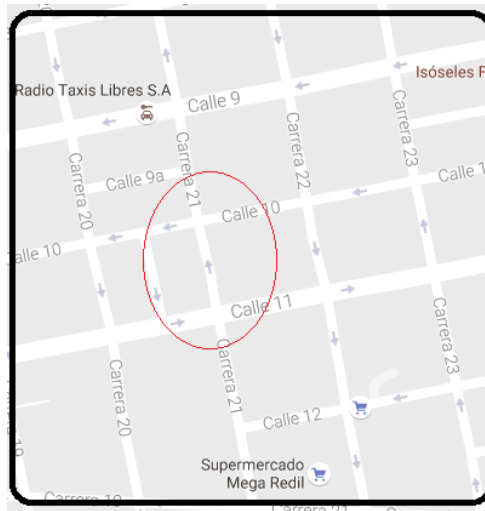
**Tabla 1. Resultados regresión Binomial.**

<b>Regresión Binomial de Variables : Sexo , día, hora.</b>			
	Odds Ratio	95% C.I. para EXP(B)	
		Inferior	Superior
Hombre	1.973	1.098	3.544
Domingo			
Lunes	2.078	.747	5.774
Martes	1.213	.400	3.679
Miercoles	1.629	.571	4.646
Jueves	.607	.164	2.243
Viernes	1.635	.571	4.680
Sabado	2.942	1.100	7.870
20:00 - 23:00			
00:00 - 03 :00	10.457	4.442	24.620
04:00 - 07:00	.824	.326	2.086
08:00 - 11:00	.738	.308	1.770
12:00 - 15:00	.661	.295	1.479
16:00 - 19:00	.729	.326	1.633
Constante	.010		

## 7. CASO DE ESTUDIO

Análisis de índices de accidentalidad en la Carrera 21 entre calles 10 y 11 Bucaramanga.

**Ilustración 3. Carrera 21 calle 11.**



Fuente: Google maps.

El punto fue identificado gracias a la colaboración de la dirección de tránsito, ya que manifestaron que han tenido dificultades con este punto de la ciudad, también nos proporcionaron estadísticas de los accidentes ocurridos en el lugar entre el 2014-2015.

En la visita realizada identificamos que los vehículos que transitan sobre la carrera 21 sentido sur – norte no disminuyen la velocidad al llegar al cruce, generando mayor riesgo a la hora de una colisión, también causado porque los estoperoles ubicados antes del cruce están completamente desgastados como se observa en la (figura 19)

#### Ilustración 4. Carrera 21 calle 11



#### Ecuación 3. Índice de peligrosidad total

$$IPat = \frac{N^{\circ} \text{ accidentes totales} * 10^6}{TPD * 365 * L} \quad [13]$$

#### Ecuación 4. Índice de peligrosidad víctimas

$$IPav = \frac{N^{\circ} \text{ víctimas} * 10^6}{TPD * 365 * L} \quad [13]$$

#### Ecuación. 5 Índice de severidad

$$IS = \frac{12 AM + 3 AH + AS * 10^6}{TPD * 365 * L} \quad [13]$$

En donde:

IPat: Índice de peligrosidad en accidentes totales expresado en accidentes por millón de vehículos – kilometro.

IPav: Índice de peligrosidad en accidentes con víctimas expresado en accidentes por millón de vehículos – kilometro.

IS: Índice de severidad en accidentes expresado en accidentes por millón de vehículos – kilometro.

TPD: transito promedio diario del sector en estudio expresado en vehículos por día.

L: longitud del sector en estudio, expresado en kilómetros.

Se identifica critico un sector si esta entre los siguientes criterios.

- IPat mayor o igual a 1.5
- IPav mayor o igual a 1.0
- IS mayor o igual a 5.0
- Número de accidentes mayor o igual a 3

Se calcularon los índices de accidentalidad con los datos proporcionados por la dirección de tránsito y los aforos realizados.

TPD = 36570 vehículos por día.

L= 0.5 KM

**Tabla 2. Resultados índices accidentalidad.**

ACCIDENTES				
TOTALES	VICTIMAS	MUERTOS	HERIDOS	DAÑOS
25	17	2	15	8
INDICES				
IPAT	3.7	>1.5	SI	
IPAV	2.5	>1	SI	
IS	11.5	>5	SI	

Fuente: Datos de la dirección de Tránsito

Teniendo en cuenta los resultados podemos afirmar que el sitio es altamente crítico debido a que es un cruce donde no hay semáforo y no se respeta “EL PARE “que deben hacer los vehículos que vienen subiendo sobre la calle 11.

Como una posible solución para reducir la accidentalidad en este punto se podría colocar un reductor de velocidad ya que no existen actualmente sobre la carrera

21 como se puede ver en la (figura 21) o el uso de un semáforo para organizar los flujos vehiculares en los diferentes sentidos.

**Ilustración 5. Carrera 21 calle 11 reductor de velocidad.**



## 8. CONCLUSIONES

- Las personas arriesgan su vida a diario cuando pasan por las calzadas vehiculares teniendo contacto con la gran afluencia de vehículos que transitan a altas velocidades y que no respetan al peatón.
- Los accidentes con atropellos se posicionan como la segunda causa en la categoría de tipo de accidente con 28% de participación, se torna el tema importante ya que muchas zonas de alta velocidad de circulación hay ausencia de demarcación y pasos peatonales. Esta ausencia ha provocado que personas de la tercera edad se vean afectados siendo el 19 % de participación de accidentes fatales.
- Según el estudio que se realizó se encontró un problema de movilidad muy grave respecto a motociclistas ya que estos participaron en 49% de los accidentes, también determinada por el aumento del parque automotor en la ciudad.
- Se concluye que el género, el día, la hora, el objeto de colisión, las escolaridades, edad, son las variables decisivas en los accidentes con motociclistas muertos; el género femenino es un factor protector, los días viernes y sábado aumentan hasta un 50 % el riesgo de morir de los motociclistas respecto a los demás días, entre las 00:00 y 03:00 horas, aumenta hasta seis veces el riesgo, debido a que dicha franja horaria corresponde al cierre de los bares. En las franjas horarias de la madrugada y noche se debe tener en cuenta que en ese momento la visibilidad disminuye para motociclistas como para vehículos de 4 ruedas.
- Existe mayor posibilidad de morir y resultar herido si el accidente se presente un fin de semana y en la madrugada.

- Los intervalos de tiempo donde se presentan más heridos respecto a muertos se centra desde las 12:00–15:00 y 16:00 – 19:00 horas con participación de más del 50 % de los accidentes de motociclistas heridos
  
- En cuanto a accidentes de motociclistas heridos el choque es la principal causa de morbilidad es cinco veces más riesgoso que los demás factores.
  
- Teniendo en cuenta el sexo, el género femenino reduce hasta 4 veces el riesgo de morir si se es peatón comparado con el género masculino.
  
- Si se refiere a la edad, se encontró que las personas de la tercera edad , más de 60 años tiene hasta seis veces más probabilidad de morir en un accidente donde estén involucradas motocicletas
  
- Se concluye que género, el día, la hora, el objeto de colisión, las escolaridades, edad son las variables determinantes para el caso de los acompañantes del motociclista.
  
- El rango de edad entre los veintiséis a los veintinueve años para pasajeros, aumenta hasta dos veces el riesgo de morir respecto a las demás edades.
  
- El tipo de accidente choque aumenta en seis veces el riesgo de morir y de quedar herido del acompañante del motociclista.
  
  
- Los motociclistas muertos por cada 10.000 motocicletas es de 4.39, este indicador es concluyente con respecto al indicador por cada 10.000 vehículos de cuatro ruedas el cual es de igual valor 4.2, pero se debe tener en cuenta que el

número de vehículos de cuatro ruedas es seis veces el de las motocicletas en la ciudad de Bucaramanga.

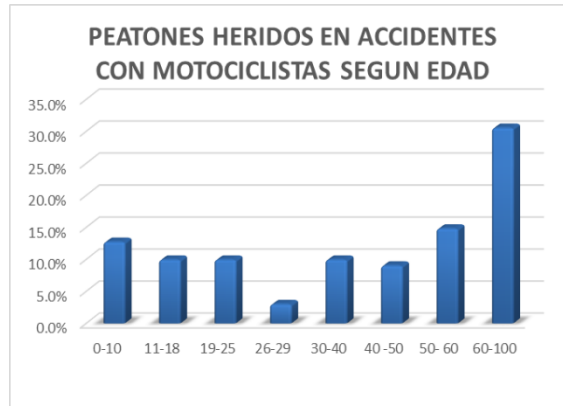
- El 30.3% de los motociclistas accidentados se encuentran entre los 19 y 25 años de edad, los motociclistas 24% y el 30.4% en accidentes con muertos y accidente con heridos respectivamente, esto no implica que la persona muerta o herida sea el motociclista.

- El 86% de los accidentes donde los motociclistas terminan muertos, ocurre en un choque con otro vehículo. El 96% de los motociclistas resultan heridos en un choque con otro vehículo.

-En los casos de los motociclistas muertos el día domingo, representa el día con menor porcentaje con un 6% de muertes y 9.1% de heridos siendo el día de más baja accidentalidad.

- El 81% de las personas muertas teniendo como participación en el accidente de peatón son mayores de 50 años, se evidencia la vulnerabilidad de las personas de la tercera edad y su poca reacción comparado con una persona joven.

**Grafica 14. Peatones heridos en accidentes con motocicletas por edad.**



**Grafica 15. Peatones muertos en accidentes con motocicletas por edad.**



-Para los pasajeros de motocicleta muerto, se repite que el choque con otro vehículo posee el mayor porcentaje con el 100%, para pasajeros heridos nuevamente el choque con otro vehículo posee el mayor porcentaje con el 93.6%.

- El género femenino presenta un gran porcentaje de pasajeros heridos y muertos el cual equivale a 70.6% y 50% respectivamente, se concluye una gran representación de la mujer como acompañante de los motociclistas.

## **9. PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES A LA PROBLEMÁTICA Y EJEMPLOS INTERNACIONALES.**

-El control a la corrupción debería ser realizado en todas las entidades que expidan licencias de conducción, en Colombia el Ministerio de Transporte, no solamente supervisando las Escuelas para que estén completamente en orden y ejecuten los procesos con toda la legitimidad del caso, sino también instruyendo a sus propios trabajadores, o seleccionándolos mejor, para que hagan sus tareas con juicio y legalmente.

-Un curso bien impartido y un examen riguroso pueden darle al aspirante las bases que necesita y a la ciudad la seguridad de que el conductor pueda tener menores probabilidades de sufrir un accidente de tránsito.

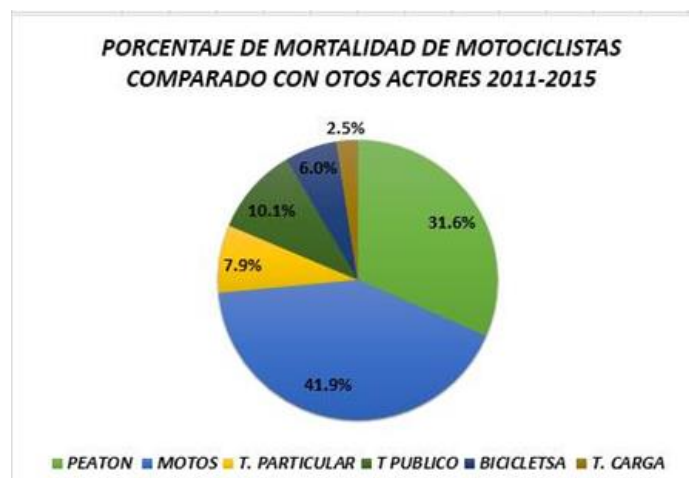
-Involucrar a los concesionarios y comercializadores de motos para que tengan convenios con escuelas de conducción y con las secretarías de tránsito, esto con el fin de que la persona antes de hacer efectiva la compra de la motocicletas sea asesorada y educada frente a la accidentalidad.

- Tratar de implementar una campaña en donde los motociclistas vean y compartan la recuperación de una persona que haya estado involucrada en un accidente de tránsito de motocicletas grave, esto con el objetivo de que sientan la vulnerabilidad que tienen y sean prudentes a la hora de manejar.

-En Colombia se puede adquirir una moto en óptimas condiciones en precios que oscilan entre tres y cinco millones de pesos y algunos tramitadores ofrecen la licencia para conducir una moto en 400 mil e incluso en 260 mil pesos. Por eso, revisar la manera cómo la gente obtiene una moto en Bucaramanga, es la tarea que deben reforzar las autoridades.

-El mecanismo que se podría considerar para la aplicación de campañas sería establecimiento de vallas publicitarias, que transmitan e informen de forma clara mediante datos estadísticos recientes enfocados a los motociclistas, para concientizarles que estos hacen parte de la problemática de accidentalidad de la ciudad como los partícipes del 41.94 % de los accidentes muestreados.

**Grafica 16. Mortalidad motociclistas y otros factores.**



Fuente: Dirección de tránsito Balance 2015

Esto con el fin de que adquieran conciencia en la forma como estos conducen y que puedan mejorar sus comportamientos y actitudes para lograr disminuir este índice de accidentalidad, considerando también que es alto debido al volumen de este tipo de vehículo en el parque automotor.

A continuación se muestra un ejemplo de la campaña publicitaria para los motociclistas.

### Ilustración 6. Valla publicitaria prevención.



Campañas internacionales:

EE.UU.: Uno de los puntos importantes dentro de las estrategias para mejorar la seguridad de los motociclistas en Estados Unidos era la regulación en la expedición de licencias en miras de verificar las habilidades del motociclista para conducir en la vía, además el desarrollo de estándares internaciones en cuanto a la capacitación de los pilotos de motocicletas con miras a incorporarlo en programas de formación en los Estados Unidos. [4]

España: Como primera medida en este ámbito se reiteró la importancia de la educación vial en todas las edades a lo largo de la vida teniendo como base las estadísticas en ese país, para reforzar esta medida se propuso un incentivo a los motoristas que asistan a cursos de seguridad vial de corta duración como vales para gasolina, para seguros entre otros. Para aquellos conductores reincidentes el plan estratégico de España planteó una mayor rigurosidad con estos con acciones como cursos obligatorios para estos, incremento en las multas por reincidencia, además investigaciones penales en contra de estos, como medida completaría se planteó un mayor costo en los seguros de aquellos conductores con reincidencia en la prácticas de riesgo con el fin de que este encarecimiento de los seguros un elemento disuasorio en el momento de cometer infracciones.[4]

Tailandia: En Tailandia en celebraciones como el año nuevo Tailandés se presentan por día más de 2 muertos y 160 heridos debido a esto el gobierno del país implemento una agresiva campaña para reducir estos índices la cual consiste en que cada conductor ebrio e infractor en general deberá trabajar un día en la morgue para tomar conciencia de lo que puede ocasionar sus actos irresponsables respecto a la imprudencia en el manejo de motocicletas.

## 10. RECOMENDACIONES

- La experiencia en la conducción de la motocicleta es una de los factores que más afectan la ocurrencia de los accidentes de tránsito, es por esta razón que se sugiere un estudio que analice este factor de forma detallada debido a la falta de información en las bases de datos de accidentalidad de Bucaramanga, donde se podrá determinar las horas mínimas para un curso de conducción de motocicleta y futura expedición de la licencia.

- Las bases de datos tienen una recolección deficiente de los datos en cuanto al uso del casco, por esa razón se recomienda una mayor conciencia en la recolección de los datos para estudios futuros en el análisis de este factor.

- Se recomienda un estudio futuro en donde se analicen las partes del cuerpo más afectadas en accidentes con motocicletas en la ciudad de Bucaramanga, para establecer los sistemas de protección más adecuados para los motociclistas.

- Se recomienda realizar un estudio donde se analice el factor cilindraje de la motocicleta para evaluar la importancia de este en los accidentes de tránsito donde están involucradas motocicletas, esto podría generar un patrón para poder establecer una categorización de las licencias de conducción otorgadas a los motociclistas.

Ubicación accidentes en ARCGIS:

-Se recomienda centralizar las bases de datos de Medicina Legal y Dirección de tránsito, ya que hay muchos accidentes que se registran en una entidad y en la otra no, lo que dificulto llevar a cabo un estudio completo con todos los accidentes ocurridos en la ciudad.

-Se recomienda exactitud a la hora de registrar la dirección, en la base de datos de medicina legal hay lugares donde la dirección no está bien identificada y dificulta su ubicación.

-Se recomienda que las entidades que registran los accidentes lleven a cabo un registro detallado del lugar teniendo en cuenta los factores que pudieron ser causales del accidente: estado de la vía, iluminación, señalización, muchos de estos datos permiten un mejor análisis y mayor control para prevenir nuevos accidentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD: [http://ccs.org.co/salaprensa/index.php?option=com\\_content&view=article&id=516:accidentalidadvial&catid=296&Itemid=830](http://ccs.org.co/salaprensa/index.php?option=com_content&view=article&id=516:accidentalidadvial&catid=296&Itemid=830) .

[2] ESTADÍSTICAS DE MEDICINA LEGAL <http://www.medicinalegal.gov.co/documents/10180/188820/FORENSIS+2013+4-+accidentes+de+transporte.pdf/51867e30-9ab5-4a15-8363-f2232d2c86ae>

[3] BUCARAMANGA, ESTADÍSTICAS DE SECRETARIA DE TRÁNSITO, Accidentalidad vial BALANCE (2016), [en línea], disponible en <http://www.transitobucaramanga.gov.co/files/estadisticos/controlVialprimerSemestre-2016.pdf>

[4] GUZMÁN D, (2011), Determinación de los factores de riesgo en accidentes donde están involucradas motocicletas en Bogotá, Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Civil, [en línea], disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co:8443/bitstream/handle/10554/7261/tesis503.pdf>

[5] SAMPIERRI, ROBERTO; Collado Carlos; BAPTISTA Pilar *Metodología de la Investigación* México, 1997. [en línea], disponible en: [https://competenciashg.files.wordpress.com/2012/10/sampieri-et-al-metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicion-sampieri-2006\\_ocr.pdf](https://competenciashg.files.wordpress.com/2012/10/sampieri-et-al-metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicion-sampieri-2006_ocr.pdf)

[6] INTRODUCCIÓN A LA REGRESIÓN LOGÍSTICA Departamento de estadísticas, Universidad Carlos III de Madrid, [en línea], disponible en: <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/amalonso/esp/bstat-tema9.pdf>

**[7]** DÓNATE L., C. (2006), Factores de riesgo de mortalidad y morbilidad en accidentes de tráfico de ciclomotores y motocicletas [tesis doctoral], Granada, Universidad de Granada, Doctorado en Medicina [en línea], disponible en: <http://0-hera.ugr.es.adrastea.ugr.es/tesisugr/16544390.pdf>

**[8]** FUNDACIÓN ANDALUZA BETURIA PARA LA INVESTIGACIÓN EN SALUD, Sevilla, Cómo hacer una Regresión Logística con SPSS© “paso a paso”. (I), [en línea], disponible en: <http://DocuWebfabis.org>

**[9]** BARRERO, I. Y PINILLA, A. (2005), Análisis causal de accidentalidad por tránsito y formulación de propuestas integrales para la reducción de atropellos en los sitios críticos de Bogotá D.C. Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, Ingeniería Industrial. [en línea], disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7261/tesis503.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**[10]** SORRIBAS, A., Análisis de regresión logística, [en línea] disponible en: <http://web.udl.es/Biomath/Bioestadistica/Dossiers/Doctorat/Regresion%20logistica.pdf>

**[11]** OSORIO J.; LLANOS G. y Osorno G. (1998), Epidemiología para clínicos, Cali, Corporación editora Medica del Valle. , [en línea] disponible en: [http://revistalatinoamericanaumanizales.cinde.org.co/wp-content/uploads/2013/03/revista\\_vol\\_11\\_No\\_1.pdf](http://revistalatinoamericanaumanizales.cinde.org.co/wp-content/uploads/2013/03/revista_vol_11_No_1.pdf)

**[12]** LOZANO, SERGIO, (1987) Estudio de los puntos críticos por accidentalidad en vías troncales de los departamentos de Cundinamarca, Tolima y Huila, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia. [en línea] disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/ingainv/article/view/21579>

## BIBLIOGRAFÍA

BARRERO, I. Y PINILLA, A. (2005), Análisis causal de accidentalidad por tránsito y formulación de propuestas integrales para la reducción de atropellos en los sitios críticos de Bogotá D.C. Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, Ingeniería Industrial. [en línea], disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7261/tesis503.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BUCARAMANGA, ESTADÍSTICAS DE SECRETARIA DE TRÁNSITO, Accidentalidad vial BALANCE (2016), [en línea], disponible en <http://www.transitobucaramanga.gov.co/files/estadisticos/controlVialprimerSemestre-2016.pdf>

CONSEJO COLOMBIANO DE SEGURIDAD: [http://ccs.org.co/salaprensa/index.php?option=com\\_content&view=article&id=516:accidentalidadvial&catid=296&Itemid=830](http://ccs.org.co/salaprensa/index.php?option=com_content&view=article&id=516:accidentalidadvial&catid=296&Itemid=830)

DÓNATE L., C. (2006), Factores de riesgo de mortalidad y morbilidad en accidentes de tráfico de ciclomotores y motocicletas [tesis doctoral], Granada, Universidad de Granada, Doctorado en Medicina [en línea], disponible en: <http://0-hera.ugr.es.adrastea.ugr.es/tesisugr/16544390.pdf>

ESTADÍSTICAS DE MEDICINA LEGAL <http://www.medicinalegal.gov.co/documents/10180/188820/FORENSIS+2013+4-+accidentes+de+transporte.pdf/51867e30-9ab5-4a15-8363-f2232d2c86ae>

FUNDACIÓN ANDALUZA BETURIA PARA LA INVESTIGACIÓN EN SALUD, Sevilla, Cómo hacer una Regresión Logística con SPSS© “paso a paso”. (I), [en línea], disponible en: <http://DocuWebfabis.org>

GUZMÁN D, (2011), Determinación de los factores de riesgo en accidentes donde están involucradas motocicletas en Bogotá, Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Civil, [en línea], disponible en:  
<https://repository.javeriana.edu.co:8443/bitstream/handle/10554/7261/tesis503.pdf>

INTRODUCCIÓN A LA REGRESIÓN LOGÍSTICA Departamento de estadísticas, Universidad Carlos III de Madrid, [en línea], disponible en: <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/amalonso/esp/bstat-tema9.pdf>

LOZANO, SERGIO, (1987) Estudio de los puntos críticos por accidentalidad en vías troncales de los departamentos de Cundinamarca, Tolima y Huila, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia. [en línea] disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/ingainv/article/view/21579>

OSORIO J.; LLANOS G. y Osorno G. (1998), Epidemiología para clínicos, Cali, Corporación editora Medica del Valle. , [en línea] disponible en: [http://revistalatinoamericanaumanizales.cinde.org.co/wp-content/uploads/2013/03/revista\\_vol\\_11\\_No\\_1.pdf](http://revistalatinoamericanaumanizales.cinde.org.co/wp-content/uploads/2013/03/revista_vol_11_No_1.pdf)

SAMPIERRI, ROBERTO; Collado Carlos; BAPTISTA Pilar *Metodología de la Investigación* México, 1997. [en línea], disponible en: [https://competenciashg.files.wordpress.com/2012/10/sampieri-et-al-metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicion-sampieri-2006\\_ocr.pdf](https://competenciashg.files.wordpress.com/2012/10/sampieri-et-al-metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicion-sampieri-2006_ocr.pdf)

SORRIBAS, A., Análisis de regresión logística, [en línea] disponible en:  
<http://web.udl.es/Biomath/Bioestadistica/Dossiers/Doctorat/Regresion%20logistica.pdf>