

Aplicación De Factores De Modificación De Accidentes Del *Highway Safety Manual* En Dos
Intersecciones De Alta Accidentalidad En La Ciudad De Bucaramanga.

Ian Harlleth Díaz Aldana

Mayrin Jareth Vega González

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero Civil

Director

Miller Humberto Salas Rondón

Ing. Civil, PhD

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Físico Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2020

Dedicatoria

A mi madre, mi abuela y toda mi familia por apoyarme diariamente

Ian H. Díaz Aldana

A mi madre y hermano por tanto esfuerzo y amor infinito que me hizo quien soy.

Mayrin Jareth Vega González

Agradecimientos

Agradezco a mi madre, mi abuela, mis tías y mi tío por estar para mí cuando más los necesité, a todos los amigos que pude conocer y con los cuales tuve la oportunidad de crecer como persona, a Mayrin por su apoyo y su resiliencia y, por último, pero no menos importante al profesor Miller que fue la piedra angular de este proyecto y durante el desarrollo de este nos guio y nos brindó su conocimiento.

Ian H. Díaz Aldana

Agradezco a la vida por darme el privilegio de estudiar en una universidad, a mi madre María del Carmen González Hernández, a mi tío Benjamín, a mi hermano y a Zoecita quienes con su amor y apoyo estuvieron siempre para mí, a mis primos Karol, Julián y Juan Esteban por inspirarme a ser mejor, a los grandes amigos que me dejó esta etapa de mi vida, en especial a mi compañero de proyecto Ian, al profesor Miller por su apoyo y guía en la realización de este proyecto, a toda mi familia y todas las personas que influyeron en la culminación de este gratificante proceso. Finalmente, a mis abuelos, que ya no están acá, pero sus enseñanzas me acompañan siempre.

Mayrin Jareth Vega González

Tabla de Contenido

	Pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. OBJETIVOS	14
1.1 Objetivo General	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. CUERPO DEL TRABAJO	15
2.1 Marco Referencial	15
2.1.1 Accidentalidad y seguridad vial	15
2.1.2 Intersección	16
2.1.3 Highway Safety Manual.....	18
2.2 Metodología.	20
2.2.1 Recopilación de información de accidentalidad en los sectores de estudio	20
2.2.2 Ubicación y descripción del sitio de estudio.....	20
2.2.3 Ubicación de los puntos de aforo	22
2.2.4 Seguridad en las intersecciones de estudio	23
2.2.5 Aplicación del método predictivo de <i>Highway Safety Manual</i> (HSM)	23
2.2.6 Escenario futuro	38
2.2.7 Intervención de la ANSV en la Carrera 24 con calle 33	47
2.3 Resultados.	48
3. CONCLUSIONES	50

4. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
APÉNDICES	55

Lista de Tablas

Tabla 1 Características de la intersección	25
Tabla 2 Factores de modificación de accidentes	29
Tabla 3 Consolidado de factores de calibración	30
Tabla 4 Características de la intersección	33
Tabla 5 Consolidado de factores de calibración	36
Tabla 6 Parque automotor Bucaramanga y su área metropolitana.....	38
Tabla 7 Proyección de TPDA futuro para la Cra 24 & Cl 33	39
Tabla 8 Consolidado de factores de calibración	41
Tabla 9 Proyección del TPDA futuro para la Cra 24 & Cl 35	43
Tabla 10 Consolidado de factores de calibración	45
Tabla 11 Resultados Cra 24 & Cl 33	48
Tabla 12 Resultados Cra 24 & Cl 33	49

Lista de Figuras

Figura 1 Intersección tipo del sector de estudio (Embarq, 2015) 17

Figura 2 Ciclorruta Cra 24 & Cl 35 18

Figura 3 Intersección de estudio 1, Cra 24 & Cl 33(Group, 2008)..... 21

Figura 4 Movimientos vehiculares permitidos en la intersección..... 21

Figura 5 Intersección de estudio 2, Cra 24 & Cl 35 (Group, 2008)..... 22

Figura 6 Movimientos vehiculares permitidos en la intersección..... 22

Lista de Apéndices

Apéndice A. Aforo de la carrera 24 con calle 33

Apéndice B. Aforo de la carrera 24 con calle 35

Resumen en español

Título: Aplicación De Factores De Modificación De Accidentes Del *Highway Safety Manual* En Dos Intersecciones De Alta Accidentalidad En La Ciudad De Bucaramanga*

Autor: Ian Harlleth Díaz Aldana**, Mayrin Jareth Vega González**

Palabras Clave: Manual de seguridad vial, accidentalidad vial, factores de modificación.

Descripción:

Actualmente la seguridad vial es uno de los retos a los cuales se enfrentan diferentes organismos públicos y privados, con altas cifras de fallecidos y daños materiales, es imperativo la creación de estrategias que permitan la disminución de accidentalidad vial que representa altos costos a los gobiernos locales y nacionales. Mediante la búsqueda de estas estrategias, en Estados Unidos fue creado el *Highway safety manual*, en el cual se estima la frecuencia de accidentes viales, en fases de planeación, diseño, construcción o funcionamiento de una vía mediante el método predictivo, que consta de 18 pasos, en los cuales tiene en cuenta la función del desempeño de seguridad, factores de modificación de accidentes, un factor de calibración y diferentes aspectos propios de cada vía como, por ejemplo, el flujo vehicular. En este estudio, se utilizaron datos de dos intersecciones del tipo 4ST de alta accidentalidad de la ciudad de Bucaramanga, ubicadas sobre la carrera 24, específicamente en calles 33 y 35 las cuales carecen de semaforización, en las que se evaluaron las condiciones base de la vía y una proyección de 5 años, determinando SPFs y CMFs, con la finalidad de estimar ya sea un aumento o reducción en la frecuencia de choques en las intersecciones de estudio y de esta forma, proponer una solución más adecuada a los problemas de accidentalidad presentes en la zona.

*Trabajo de grado

** Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Miller Humberto Salas Rondón, PhD en Gestión del Territorio e Infraestructuras del Transporte

Resumen en inglés

Title: Application of accident modification factors from the Highway Safety Manual in two high-accident intersections in the city of Bucaramanga.*

Author: Ian Harlleth Díaz Aldana**, Mayrin Jareth Vega González**

Key Words: Manual of road safety, road accident, modification factors.

Description:

Currently road safety is one of the challenges faced by different public and private bodies, with high numbers of deaths and property damage, it is imperative to create strategies that allow the reduction of road accidents that represent high costs to local and national governments. By finding these strategies, in the United States the Highway safety manual *was created*, in which the frequency *of* road accidents is estimated, in phases of planning, design, construction or operation of a track using the predictive method, consisting of 18 steps, in which it takes into account the function of safety performance, accident modification factors, a calibration factor and different aspects of each track, such as vehicular flow. In this study, data from two high-accidental 4ST intersections of the city of Bucaramanga were used, located on race 24, specifically on 33rd and 35th streets which lack metaphorization, in which the base conditions of the track and a projection of 5 years were evaluated, determining SPFs and CMFs, in order to estimate either an increase or reduction in the frequency of shocks at the study intersections and in this way, propose a more appropriate solution to the accidentality problems present in the area

* Bachelor Thesis

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Miller Humberto Salas Rondón, PhD in Territory Management and Transport Infrastructure.

Introducción

La accidentalidad vial es una de las mayores problemáticas en la sociedad actual, cada año, las cifras de víctimas fatales aumenta considerablemente, tanto así que se ubica entre las 10 principales causas de muerte en el mundo y se espera que para el 2030, se ubique entre las cinco principales. Según estadísticas de la OMS, un aproximado 90% de estas defunciones se dan en países en vía de desarrollo. (OMS, 2015)

En Colombia, las cifras no son alentadoras, pues en 2019, la siniestralidad vial, representó la segunda causa de muerte violenta en el país con 6329 personas fallecidas en accidentes viales, representando un incremento de 2% con respecto al año anterior.

Como estrategia para la disminución de accidentalidad vial en las carreteras del país que se viene presentando desde hace ya varios años, se creó por medio de la ley 1702 del año 2013 la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV), mediante la cual se busca el desarrollo de campañas y estrategias de prevención, además de articulaciones público-privadas para combatir esta situación. (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2020a)

Actualmente, en la búsqueda de estrategias que permitan la disminución de índices de accidentalidad, se implementó el Manual de Seguridad Vial (*Highway Safety Manual*) desarrollado por la *American Association of State Highway and Transportation Officials (ASSHTO)*, mediante el cual se orienta la incorporación de análisis cuantitativos de seguridad en los procesos de planificación y desarrollo de proyectos de transporte vial, en los cuales se permite evaluar medidas correctivas y seguido a esto, verificar la efectividad de las mismas por medio del método predictivo.

Planteamiento del problema

La accidentalidad vial viene presentándose como una problemática de la sociedad actual, se estima que aproximadamente cada año mueren 1.35 millones de personas en el mundo. En Colombia, para el año 2019 se presentó la accidentalidad vial como la segunda causa de muertes violentas (solo después de los homicidios) con una tasa de 20.8% con un total de 6329 personas fallecidas en los siniestros viales, en la cual se presenta un incremento de 2% con respecto al año inmediatamente anterior. Estas cifras indican que, durante el año 2019, diariamente en el país perdieron sus vidas en accidentes de tránsito 18 personas, siendo los motociclistas los más afectados con un 51.5% de las muertes, seguido de peatones con 24.3 y ciclistas con 6.6%. (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2020b)

Según la ANSV, con la puesta en marcha del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 se espera que esta cifra presente una reducción significativa en el número de personas fallecidas en siniestros viales con un mínimo de 1398. (*Agencia Nacional de Seguridad Vial. Misión.*, 2019)

En cuanto a Bucaramanga, se estableció según estadísticas de la ANSV 9 de cada 10 accidentes con víctimas fatales se presenta debido a fallas en el comportamiento humano, siendo el exceso de velocidad la principal causa. Durante los 365 días del año 2019, fallecieron 61 personas, siendo los motociclistas nuevamente los más afectados con un 47.54% de fallecidos, mientras que los peatones 44.26%.

Justificación del problema

Entre el gran número de sitios de alta accidentalidad en Bucaramanga, se tomaron 2 intersecciones ubicadas en la carrera 24, en calles 33 y 35, según cifras arrojadas, para 2018 ocurrieron 20 y 23 accidentes respectivamente.

Para reducir la accidentalidad en los sectores seleccionados, se aplicará la metodología del HSM para hallar factores de modificación de accidentes (*Crash Modification Factor, CMF*) utilizados para estimar la efectividad de las posibles soluciones a esta problemática.

Alcance

Este trabajo de investigación tiene como finalidad estudiar la alta accidentalidad en la zona anteriormente mencionada, usando el *HSM* se determinarán factores de modificación de accidentes y de esta manera predecir la cantidad de accidentes futuros y una posible solución, además se busca analizar la efectividad de la solución planteada por la ANSV en la calle 33. Se espera que este proyecto de investigación tenga alto impacto social, pues con el planteamiento de las soluciones presentadas se espera que la comunidad del sector, conductores y peatones sientan mayor seguridad vial a la hora de transitar por el sector

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Realizar un estudio de accidentalidad en dos puntos de la ciudad de Bucaramanga, ubicados en la carrera 24 entre calles 33 – calle 35 mediante datos obtenidos antes de Covid-19 con el fin de proponer una posible solución mediante el uso del *Highway Safety Manual*.

1.2 Objetivos Específicos

Compilar información proporcionada por la Dirección de Transito de Bucaramanga sobre índices de accidentalidad vial en la ciudad.

Evaluar la intervención realizada por la Agencia Nacional de Seguridad Vial en los dos puntos de este sector.

Identificar las horas de alta accidentalidad y sus posibles causas

Proponer unas posibles soluciones a esta problemática mediante el uso del método *Highway Safety Manual*.

Identificar los Factores de Modificación de Accidentes.

2. Cuerpo del Trabajo

2.1 Marco Referencial

2.1.1 Accidentalidad y seguridad vial

Con el desarrollo de las sociedades actuales, no solo se presentan factores positivos como la interconexión de personas a miles de Km de distancia, sino también negativos, como, por ejemplo, el aumento de accidentalidad vial, lo cual representa no solo pérdidas humanas, sino también económicas, que entre otras cosas, afectan el progreso de las naciones, especialmente en aquellas en vía de desarrollo, pues son las más afectadas en temas de accidentalidad vial con un costo aproximado de entre 1% y 3% del PIB de cada país (OMS, 2015), debido a los costos de atención médica y a la falta de productividad de las personas involucradas en los siniestros. En Colombia se calculó que dicho costo es próximo al 1% del PIB para el año 2010, cifra que no solo contempla costos médicos y humanos, sino también costos administrativos y pérdidas económicas por daños a la propiedad. (Bocarejo et al., 2010)

A pesar de las múltiples iniciativas para visibilizar este problema, ya considerado de salud pública, no ha logrado dominarse. La OMS y la Organización de Naciones Unidas (ONU, mediante la resolución 64/255 (Organización Mundial de la Salud, 2011) que tiene como finalidad gestar entre 2011 y 2020 una serie de medidas a nivel internacional, nacional y local que permitan controlar y paliar este problema, llamaron este periodo “La década de acción de la seguridad vial”, en la cual se pretendió que los países del mundo se involucraran en el diseño e implementación de acciones basados en cinco cimientos, entre los cuales se contempla la gestión de seguridad vial, vías más seguras, vehículos más seguros, usuarios más seguros y respuesta tras los accidentes de tránsito. (Rodríguez-Hernández, 2019)

Esta iniciativa, revalidada en 2015, en el lanzamiento de los Objetivos de Desarrollo sostenible, con lo cual se ratificó que para el 2020 debía reducirse como mínimo, 50% de muertes y lesiones (United Nations, 2018), sin embargo, este objetivo parece no lograrse.

En Colombia, numerosos estudios han relacionado el problema de baja seguridad vial con el aumento de motocicletas y vehículos en las calles del país, la fácil expedición de licencias de conducción, la falta de control por parte de las autoridades a las escuelas que expiden estas licencias, la débil estructura de control y otros múltiples factores como la falta de regulación moto y bici carros, normalizados en muchos lugares del territorio nacional. También debe tenerse en cuenta en este problema, la poca aplicación y cumplimiento del Código Nacional de Transito, como, por ejemplo, el no uso de implementos básicos de seguridad en motociclistas en diferentes lugares de Colombia, en los cuales, solo el conductor del vehículo utiliza casco. (Rodríguez-Hernández, 2019)

Para contrarrestar este problema, es necesario que los gobiernos destinen más recursos y se implemente eficazmente el desarrollo de campañas de prevención y medidas efectivas que disminuyan esta problemática que cada día aumenta en lugar de disminuir.

Es categórico, que colectivamente se tome conciencia acerca de la prevención vial, se debe tener como objetivo la necesidad de pensar antes de realizar alguna acción cuando se es un actor vial, tener como principio la prevención y de esta forma, mitigar las consecuencias perjudiciales de la accidentalidad vial que puedan afectar particular y generalmente a las personas.

2.1.2 Intersección

Una intersección vial que se puede definir como un cruce de dos o más calles donde su principal función es conectar una vía con otra, también se puede considerar el área donde se encuentran dos o más vías en las que se producen movimientos de tráfico, es considerada la parte más importante

de la red vial urbana dado que permite controlar la seguridad, el costo de la operación, la eficiencia y la velocidad de circulación (Pinos, 2016)

Figura 1 Intersección tipo del sector de estudio (Embarq, 2015)



El tráfico vehicular que caracteriza un sector mixto donde se incluyen agentes viales particulares, buses interurbanos, taxis, motocicletas, camiones de diferentes tipos de ejes, bicicletas y peatones, la cantidad de tráfico elevado que se presenta y la variedad del mismo hace que los vehículos se muevan a diferentes velocidades, provocando así que los más retrasados intenten avanzar buscando algún tipo de espacio medianamente aceptable para realizar un adelantamiento (Saha et al., 2020) esto afecta la seguridad de la vía y provoca agresividad vial en los conductores.

Existen diferentes factores que contribuyen a la accidentalidad en las intersecciones entre ellos se encuentran: la visibilidad de la zona, comportamiento del peatón, diseño de ciclo rutas y la geometría de la vía.

La buena visibilidad para el conductor en horas de la noche es fundamental, factores como la fecha de colocación de la bombilla, altura espaciado y uniformidad del montaje contribuyen a que

este se desenvuelva de la mejor manera, pero el sobreuso de la luminosidad durante el día puede con llevar a un aumento de la accidentalidad(Donnell et al., 2010).

El Cuando los conductores ven o esperan más bicicletas en las carreteras secundarias mientras conducen operan con más cuidado para evitar colisiones con ciclistas pero la presencia de carril para bicicletas en la carretera secundaria puede aumentar la cantidad de choques en las intersecciones (Chen et al., 2020)

Figura 2 Ciclorruta Cra 24 & Cl 35



Las intersecciones no señalizadas dependen principalmente de los volúmenes peatonales y vehiculares(Santhosh et al., 2020), en las cuales no hay control alguno y cada actor vial, interviene de la forma que considere y según sus necesidades, lo que produce siniestros viales.

2.1.3 Highway Safety Manual

El *Highway Safety Manual* (HSM) es un documento desarrollado por la AASHTO y publicado por primera vez en el año 2010 con un periodo de desarrollo de 15 años. Complementado en 2014 con autopistas.

El HSM nace como la necesidad de un documento, cuyo fin es reglamentar la estimación de los efectos de seguridad vial y promover la seguridad como condición fundamental en diferentes etapas de la vía.

Este manual funciona como guía para la integración de análisis cuantitativos de seguridad en fases de planeación y desarrollo de proyectos de transporte vial, sobre factores humanos, gestión de seguridad vial y métodos predictivos, entre otros. (AASHTO, 2010)

El manual está dividido en 4 partes, en la parte A, se encuentra la introducción, factores humanos y fundamentos, en la parte B, la administración de la seguridad en las carreteras, por otro lado, en la parte C se presenta el método predictivo que consta de 18 pasos, en el cual se tienen en cuenta factores de calibración. Finalmente, la parte D contiene los factores de modificación de accidentes.

Parte A: esta sección detalla herramientas analíticas y técnicas, cuyo fin es cuantificar el efecto potencial de los accidentes en consecuencia a las decisiones tomadas en fases de la vía, además de proponer una vista de los factores humanos en la seguridad de las carreteras.

Parte B: en esta sección se tiene en cuenta los pasos para controlar y reducir la frecuencia de los accidentes.

Parte C: en esta sección se plantea el método predictivo, aplicado a un periodo de tiempo determinado, con un tráfico y características de vía determinadas.

Parte D: resumen los efectos de diferentes tratamientos en modificaciones geométricas. (AASHTO, 2010)

2.2 Metodología.

2.2.1 Recopilación de información de accidentalidad en los sectores de estudio

Con la visita de campo a los sectores ubicados en la carrera 24 con calles 33 y 35 se inicia la recolección de datos, para empezar, se establecen los puntos de aforo y mediante la Dirección de Tránsito de Bucaramanga y el Observatorio Nacional de Seguridad Vial se recopilan datos de accidentalidad de los últimos años.

Teniendo en cuenta la situación sanitaria mundial debido al nuevo coronavirus SARS-CoV-2 (COVID 19) se realizó solo un día de aforo, el sábado 03 de octubre de 2020, con horario establecido de 6:15 hasta las 16:15 con el fin de calcular el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA).

2.2.2 Ubicación y descripción del sitio de estudio

Este sector está ubicado en la Comuna 13 en el oriente de Bucaramanga, en el barrio Antonia Santos, la zona está rodeada de algunos locales comerciales, viviendas y paradas de buses, las vías conectan hacia el centro de Bucaramanga, además de Cabecera del llano y diferentes destinos de la ciudad.

La carrera 24 tiene flujo vehicular en un solo carril, además de contar con carril peatonal con sentido norte-sur, mientras que la calle 33 con 2 carriles, siendo uno de ellos ciclo ruta en sentido occidente-oriente, la calle 35 tienen sentido oriente-occidente y cuenta con dos carriles.

Figura 3 Intersección de estudio 1, Cra 24 & Cl 33(Group, 2008)



Figura 4 Movimientos vehiculares permitidos en la intersección

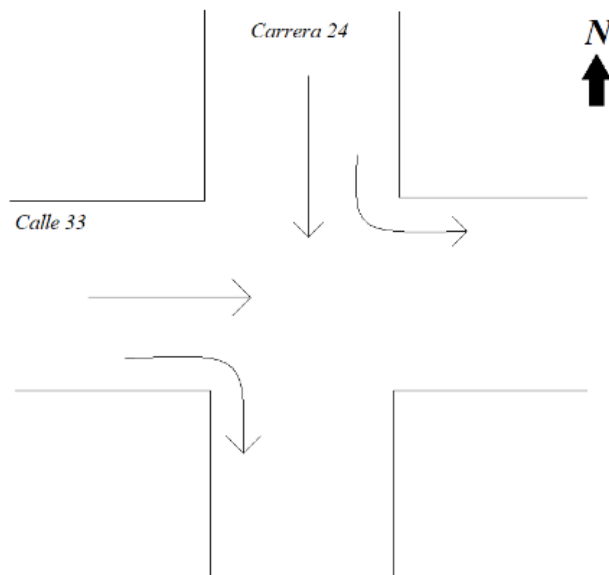
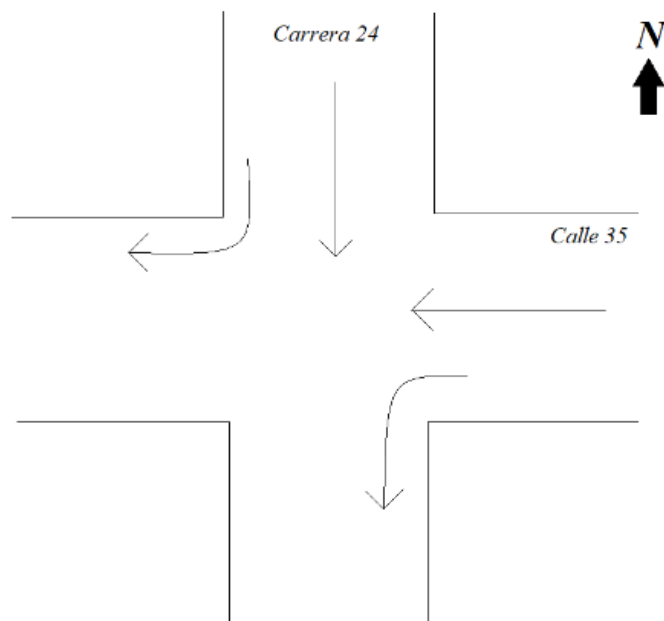


Figura 5 Intersección de estudio 2, Cra 24 & Cl 35 (Group, 2008)



Figura 6 Movimientos vehiculares permitidos en la intersección



2.2.3 Ubicación de los puntos de aforo

Al momento de realizar la visita de campo, se observó que en la intersección de la carrera 24 con calle 33 y calle 35 los vehículos podían efectuar cuatro movimientos: los carros que iban en dirección de la calle 33 o 35 podían tomar la carrera 24 o seguir su camino por la vía que llevaban,

mientras que los que transitaban por la carrera 24, podían seguir su camino o cruzar hacia la calle. Ver Apéndice A y B.

2.2.4 Seguridad en las intersecciones de estudio

Este sector presenta una problemática de seguridad vial muy alta, atribuida a la poca visibilidad que tienen los conductores debido a las esquinas cerradas de estas intersecciones, construcciones y postes de luz que obstaculizan la visión del conductor, en especial en la calle 33, pues los vehículos debían ingresar a la carrera 24 para observar si podían realizar el cruce, exponiéndose de esta forma y aumentando el riesgo de choque con quienes transitan por la carrera.

En el año 2019 el sector de la calle 33 fue intervenido por la ANSV con obras de señalización que busca brindar condiciones óptimas de seguridad en estos tramos críticos, mediante la instalación de hitos que disminuyen el carril de la vía, formando una especie de embudo para mejorar la visibilidad de los usuarios de la vía.

2.2.5 Aplicación del método predictivo de *Highway Safety Manual* (HSM)

Para este proyecto de investigación, se usa el capítulo 12 del HSM correspondiente a vías y arterias urbanas y suburbanas, los pasos se presentaron anteriormente en el estado del arte, además, se usarán condiciones de base y futuro, que se evaluarán para el periodo actual y en 5 años.

2.2.5.1 Intersección ubicada en la carrera 24 con calle 33

Las condiciones actuales de la vía serán denominadas escenario actual. El método predictivo consta de 18 pasos, a continuación, se llevarán a cabo.

- ✓ **Paso 1:** El primer paso es definir el tipo de infraestructura a estudiar, en este caso, una intersección de una arteria urbana o suburbana y dos carreteras secundarias, en la cual se proporciona una señal de “Pare” en ambos accesos a la intersección. En este caso es una intersección 4ST.

- ✓ **Paso 2:** en el segundo paso se busca determinar el periodo de estudio, el cual se tomó como 5 años.
- ✓ **Paso 3:** Para determinar el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), se realizó un aforo como se expuso anteriormente, en el cual se obtuvo que el Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) ocurrió entre las 11:45 am y las 12:45pm con un total de 1999 vehículos, el cual se tomó como Volumen Horario de Proyecto (VPH) debido a la escasez de datos de mínimo una semana. Se tomó además el mínimo VHMD, obtenido de las 6:15 am hasta las 7:15 am

De acuerdo con James Cardes (Cal y Naylor Reyes Spindola & Cardenas Grisales, 2013) el VPH en función del TPDA se expresa como:

$$VPH=k*TPDA$$

Donde K es el valor esperado de la relación entre el volumen de la nueva hora máxima seleccionada y el TPDA del año del proyecto en este caso para esta vía k se asume 0.08.

$$TPDA \text{ Max} = \frac{1999}{0.08} = 24.988 \text{ Veh/Día}$$

$$TPDA \text{ min} = \frac{752}{0.08} = 9.400 \text{ Veh/Día}$$

- ✓ **Paso 4:** en este paso se determinan las características de diseño geométrico, el sitio y sus alrededores para conocer las condiciones del sector.

Tabla 1 Características de la intersección

Datos de entrada	Condiciones del sitio
Tipo de infraestructura	4ST
Iluminación	Presenta
Control de velocidad automática	No presenta
Categoría de velocidad	30 km/h
Demarcación horizontal	No presenta
Factor de calibración	1

- ✓ Los pasos 5, 6 y 7 se omiten, ya que no aplican para este proyecto, debido a que no es un segmento de vía, sino una intersección.

✓ **Paso 9: Determinar el SPF**

Para la estimación del TPDA para intersecciones de vía en el uso del SPF (funciones de desempeño de seguridad) en intersecciones en arterias urbanas y suburbanas es válida si el TPDA está en los siguientes rangos:

- 3ST: $TPDA_{Max} - 0$ a 45.700 veh/día
 $TPDA_{Min} - 0$ a 9.300 veh/día
- 4ST: $TPDA_{Max} - 0$ a 46.800 veh/día
 $TPDA_{Min} - 0$ a 5.900 veh/día
- 3SG: $TPDA_{Max} - 0$ a 58.100 veh/día
 $TPDA_{Min} - 0$ a 16.400 veh/día
- 4SG: $TPDA_{Max} - 0$ a 67.700 veh/día

$TPDA_{Min} - 0$ a 33.400 veh/día

Los TPDA que estén por fuera de ese rango es posible que no proporcionen resultados confiables. Teniendo en cuenta que la intersección corresponde a una 4ST y el TPDA es 24.988 veh/día, se confirma que se encuentra en el rango mencionado.

Para hallar el SPF en intersecciones se aplica según el tipo de accidente como accidentes de múltiples vehículos, accidentes de un solo vehículo, accidentes vehículo-peatón y accidentes vehículo-bicicleta.

Accidentes de múltiples vehículos

$$N_{bimv} = \exp (a+ b \times \text{Ln}(TPDA) + c \times \text{Ln}(TPDA))$$

Donde:

TPDA= es el transito promedio diario anual.

a, b y c= coeficientes de regresión presentados en la tabla 12-19 del HSM.

$$N_{bimv} = \exp (-8.9+0.82 \times \text{Ln}(24.988)+0.25 \times \text{Ln}(9.400))$$

$$N_{bimv} = 5.42 \text{ accidentes/año}$$

$$N'_{bimv (FI)} = \exp (-11.13+0.93 \times \text{Ln}(24.988)+0.28 \times \text{Ln}(9.400))$$

$$N_{bimv (FI)} = 2.34 \text{ accidentes/año}$$

$$N'_{bimv (PDO)} = \exp (-8.74+0.77 \times \text{Ln}(24.988)+0.23 \times \text{Ln}(9.400))$$

$$N_{bimv(PDO)} = 3.19 \text{ accidentes/año}$$

Los valores iniciales para FI y PDO donde la traducción textual del *HSM* es:

FI = Choques mortales y con lesiones.

PDO= Choques que solo causan daños a la propiedad.

Estos valores se ajustan con la siguiente ecuación para confirmar el total de N_{bimv} de la siguiente manera:

$$N_{bimv(FI)} = N_{bimv(TOTAL)} \times \left(\frac{N'_{bimv(FI)}}{N_{bimv(FI)} + N_{bimv(PDO)}} \right)$$

$$N_{bimv(FI)} = 5.42 \times \left(\frac{2.34}{2.34 + 3.19} \right)$$

$$N_{bimv(FI)} = 2.29 \text{ accidentes /año}$$

$$N_{bimv(PDO)} = N_{bimv(TOTAL)} - N_{bimv(FI)}$$

$$N_{bimv(PDO)} = 5.42 - 2.29$$

$$N_{bimv(PDO)} = 3.16 \text{ accidentes/año}$$

$$N_{bimv(TOTAL)} = 3.16 + 2.29$$

$$N_{bimv(TOTAL)} = 5.42 \text{ accidentes/año}$$

Accidentes de un solo vehículo

$$N_{bisv} = \exp (a + b \times \ln(TPDA) + c \times \ln(TPDA))$$

a, b y c= coeficientes de regresión presentados en la tabla 12-19 del HSM.

$$N_{bisv} = \exp (-5.33 + 0.33 \times \ln(24.988) + 0.12 \times \ln(9.400))$$

$$N_{bisv} = 0.41 \text{ accidentes/año}$$

$$N'_{bisv (FI)} = N_{bisv (TOTAL)} \times f_{bisv}$$

Donde:

f_{bisv} = proporción de accidentes mortales y con lesiones para sitios combinados

$$N'_{bisv (FI)} = 0.41 \times 0.28$$

$$N'_{\text{bisv (FI)}} = 0.11 \text{ accidentes/año}$$

$$N_{\text{bisv(PDO)}} = N_{\text{bimv(TOTAL)}} - N_{\text{bimv(FI)}}$$

$$N_{\text{bimv(PDO)}} = 0.41 - 0.11$$

$$N_{\text{bisv(PDO)}} = 0.30 \text{ accidentes/año}$$

Total accidentes de vehículos por año

$$N_{\text{spf int}} = N_{\text{bimv}} + N_{\text{bisv}}$$

$$N_{\text{spf int}} = 5.42 + 0.41$$

$$N_{\text{spf int}} = 5.83 \text{ accidentes/año}$$

✓ **Paso 10: Aplicar los CMF**

Para este paso, el resultado es utilizado para ajustar el SPF del paso anterior con referencia a los efectos del diseño geométrico y el tránsito de la intersección de estudio.

En el capítulo 12 del *HSM* se encuentran los CMF aplicables para el tipo de infraestructura.

En este caso se tendrán en cuenta algunos factores de modificación de accidentes de colisiones vehículo-peatón en intersecciones señalizadas, teniendo en cuenta que en la intersección se presenta un establecimiento de venta de cervezas y los buses de servicio público realizan paradas en el lugar.

Tabla 2 Factores de modificación de accidentes

SPF Aplicable	CMF	Descripción
Colisiones de varios vehículos/un solo vehículo en intersecciones.	CMF1i	Intersección con carril de giro a la izquierda
	CMF2i	Giro a la izquierda (signal pashing)
	CMF3i	Intersección con carril de giro a la derecha
	CMF4i	Giro a la derecha en rojo
	CMF5i	Iluminación
	CMF6i	Cámara de luz roja
Colision vehículo-peatón en intersecciones señalizadas	CMF1p	Parada de bus
	CMF2p	Colegios
	CMF3p	Establecimiento de venta de alcohol

CMF para colisiones de múltiples vehículos/un solo vehículo

- ✓ **CMF_{1i}** = este factor aplica para las intersecciones con carril de giro a la izquierda, puesto que no se va a instalar ninguno, el valor asumido según el HSM es 1.
- ✓ **CMF_{2i}**= para intersecciones no señalizadas toma el valor de 1.
- ✓ **CMF_{3i}**= este factor aplica para las intersecciones con carril de giro a la derecha, ya que no se instalará ninguno, el valor asumido es 1.
- ✓ **CMF_{4i}** = por ausencia de carril de giro a la derecha, este factor toma el valor de 1.
- ✓ **CMF_{5i}** = la condición para aplicar este factor es la ausencia de iluminación, en este caso si se presenta, por tanto, el valor es 1.
- ✓ **CMF_{6i}**= en la intersección no se presentan cámaras de luz roja, por tanto, el valor que corresponde es 1.

CMF para colisión vehículo-peatón en intersecciones

- ✓ **CMF_{1p}**= este factor aplica para paradas de bus en un radio de 304.8 metros desde el centro de la intersección, en este caso, se tuvo en cuenta que, en Bucaramanga, los buses de

transporte público hacen paradas en cualquier lugar, así que se tomó 3 o más de la tabla 12-45 del HSM, dando un valor de 4.15 al factor.

- ✓ **CMF_{2P}**= la condición base de este factor es la cercanía de una institución de educación cerca a la intersección en un radio de 304.8 metros desde el centro de esta, en este caso no se presenta, por tanto, el factor toma el valor de 1 establecido en la tabla 12-46 del HSM.
- ✓ **CMF_{3P}**= en este factor, se tiene en cuenta la cantidad de establecimientos de venta de alcohol, en esta intersección estudiada, se tiene mínimo 1, por tanto, según la tabla 12-47 del HSM, toma el valor de 1.12.

Tabla 3 Consolidado de factores de calibración

CMF	Aplica (si/no)	Valor
CMF1i	No	1
CMF2i	No	1
CMF3i	No	1
CMF4i	No	1
CMF5i	Si	1
CMF6i	No	1
CMF1p	Si	4,15
CMF2p	No	1
CMF3p	Si	1,12

La combinación de CMF se obtiene de la siguiente formula:

$$CMF_{Comb} = CMF_{1i} \times CMF_{2i} \times CMF_{3i} \times CMF_{4i} \times CMF_{5i} \times CMF_{5i} \times CMF_{1P} \times CMF_{2P} \times CMF_{3P}$$

$$CMF_{Comb} = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 4.15 \times 1 \times 1.12$$

$$CMF_{Comb} = 4.65$$

Posterior, se calcula el N_{bi} para determinar el SPF de accidentes vehículo-bicicleta y vehículo-peatón.

$$N_{bi} = CMF_{Comb} \times N_{spf\ int}$$

$$N_{bi} = 4.65 \times 5.83$$

$$N_{bi}=27.11$$

SPF de accidentes vehículo-bicicleta

$$N_{bikei}=N_{bi} \times f_{bikei}$$

Donde:

F_{bikei} = factor de ajuste de accidentes de bicicleta, tabla 12-34 del HSM, que toma como valor 0.018 para intersecciones 4ST.

$$N_{bikei}=27.11 \times 0.018$$

$$N_{bikei}=0.49$$

SPF de accidentes vehículo-peatón

$$N_{pedi}=N_{bi} \times f_{pedi}$$

Donde:

F_{pedi} = factor de ajuste de accidentes de peatón, tabla 12-33 del HSM, que toma como valor 0.022 para intersecciones 4ST.

$$N_{pedi}=27.11 \times 0.022$$

$$N_{pedi}=0.60$$

✓ **Paso 11: Aplicar a los CMF el factor calibrador**

Se debe calcular la frecuencia de accidentalidad promedio pronosticado, para ellos se determina el factor de calibración (Cr) de 1.0.

$$N_{predicho\ int}=Cr \times (N_{bi} + N_{pedi} + N_{bikei})$$

$$N_{predicho\ int}=1.0 \times (27.11 + 0.60 + 0.49)$$

$$N_{predicho\ int}=28.2 \text{ accidentes/año}$$

2.2.5.2 Intersección ubicada en la carrera 24 con calle 35

Las condiciones actuales de la vía serán denominadas escenario actual. El método predictivo conta de 18 pasos, a continuación, se llevarán a cabo.

- ✓ **Paso 1:** El primer paso es definir el tipo de infraestructura a estudiar, en este caso, una intersección de una arteria urbana o suburbana y dos carreteras secundarias, en la cual se proporciona una señal de “Pare” en un acceso a la intersección. En este caso es una intersección 4ST.
- ✓ **Paso 2:** en el segundo paso se busca determinar el periodo de estudio, el cual se tomó como 5 años.
- ✓ **Paso 3:** Para determinar el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), se realizó un aforo como se expuso anteriormente, en el cual se obtuvo que el Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) ocurrió entre las 1:15 am y las 2:15pm con un total de 1241 vehículos, el cual se tomó como Volumen Horario de Proyecto (VPH) debido a la escasez de datos de mínimo una semana.

Como se explicó anteriormente en la ecuación utilizada en la intersección anteriormente estudiada, el valor del TPDA se calcula de la siguiente forma:

$$TPDA \text{ max} = \frac{1241}{0.08} = 15.513 \text{ Veh/Día}$$

$$TPDA \text{ min} = \frac{598}{0.08} = 7.475 \text{ Veh/Día}$$

- ✓ **Paso 4:** en este paso se determinan las características de diseño geométrico, el sitio y sus alrededores para conocer las condiciones del sector.

Tabla 4 Características de la intersección

Datos de entrada	Condiciones del sitio
Tipo de infraestructura	4ST
Iluminación	Presenta
Control de velocidad automática	No presenta
Categoría de velocidad	30 km/h
Demarcación horizontal	No presenta
Factor de calibración	1

✓ Los pasos 5, 6 y 7 se omiten, ya que no aplican para este proyecto, debido a que no es un segmento de vía, sino una intersección.

✓ **Paso 9: Determinar el SPF**

Para la estimación del TPDA para intersecciones de vía en el uso del SPF en intersecciones en arterias urbanas y suburbanas es válida si el TPDA está en los siguientes rangos:

- 3ST: $TPDA_{Max} - 0$ a 45.700 veh/día
 $TPDA_{Min} - 0$ a 9.300 veh/día
- 4ST: $TPDA_{Max} - 0$ a 46.800 veh/día
 $TPDA_{Min} - 0$ a 5.900 veh/día
- 3SG: $TPDA_{Max} - 0$ a 58.100 veh/día
 $TPDA_{Min} - 0$ a 16.400 veh/día
- 4SG: $TPDA_{Max} - 0$ a 67.700 veh/día
 $TPDA_{Min} - 0$ a 33.400 veh/día

Los TPDA que estén por fuera de ese rango es posible que no proporcionen resultados confiables. Teniendo en cuenta que la intersección corresponde a una 4ST y el TPDA es 15.513 veh/día, se confirma que se encuentra en el rango mencionado.

Para hallar el SPF en intersecciones se aplica según el tipo de accidente como accidentes de múltiples vehículos, accidentes de un solo vehículo, accidentes vehículo-peatón y accidentes vehículo-bicicleta.

Frecuencia de accidentes promedio total pronosticada

$$N_{bimv} = \exp(a + b \times \ln(TPDA_{max}) + c \times \ln(TPDA_{min}))$$

Donde:

TPDA= es el transito promedio diario anual.

a, b y c= coeficientes de regresión presentados en la tabla 12-21 del HSM.

$$N_{bimv} = \exp\left(\frac{-8.9 + 0.82 \times \ln(15.513) + 0.25}{\times \ln(7.475)}\right)$$

$$N_{bimv} = 3.46 \text{ accidentes/año}$$

$$N'_{bimv (FI)} = \exp\left(\frac{-11.13 + 0.93 \times \ln(15.513) + 0.28}{\times \ln(7.475)}\right)$$

$$N_{bimv (FI)} = 1.41 \text{ accidentes/año}$$

$$N'_{bimv (PDO)} = \exp\left(\frac{-8.74 + 0.77 \times \ln(15.513) + 0.23}{\times \ln(7.475)}\right)$$

$$N_{bimv (PDO)} = 2.10 \text{ accidentes/año}$$

Los valores iniciales para accidentes fatales y con lesiones (FI) y daños materiales (PDO) se ajustan con la siguiente ecuación para confirmar el total de N_{bimv} de la siguiente manera:

$$N_{\text{bimv(FI)}} = N_{\text{bimv(TOTAL)}} \times \left(\frac{N'_{\text{bimv(FI)}}}{N_{\text{bimv(FI)}} + N_{\text{bimv(PDO)}}} \right)$$

$$N_{\text{bimv(FI)}} = 3.46 \times \left(\frac{1.41}{1.41 + 2.10} \right)$$

$$N_{\text{bimv(FI)}} = 1.39 \text{ accidentes /año}$$

$$N_{\text{bimv(PDO)}} = N_{\text{bimv(TOTAL)}} - N_{\text{bimv(FI)}}$$

$$N_{\text{bimv(PDO)}} = 3.46 - 1.39$$

$$N_{\text{bimv(PDO)}} = 2.07 \text{ accidentes/año}$$

$$N_{\text{bimv(TOTAL)}} = 2.07 + 1.39$$

$$N_{\text{bimv(TOTAL)}} = 3.46 \text{ accidentes/año}$$

Accidentes de un solo vehículo

$$N_{\text{bisv}} = \exp (a + b \times \text{Ln}(TPDA) + c \times \text{Ln}(TPDA))$$

a, b y c= coeficientes de regresión presentados en la tabla 12-19 del HSM.

$$N_{\text{bisv}} = \exp \left(\begin{matrix} -5.33 + 0.33 \times \text{Ln}(15.513) + 0.12 \\ \times \text{Ln}(7.475) \end{matrix} \right)$$

$$N_{\text{bisv}} = 0.34 \text{ accidentes/año}$$

$$N'_{\text{bisv (FI)}} = N_{\text{bisv (TOTAL)}} \times f_{\text{bisv}}$$

Donde:

f_{bisv} = proporción de accidentes mortales y con lesiones para sitios combinados, para intersecciones 4ST toma el valor de 0.28 según la ecuación 12-27 del HSM

$$N'_{\text{bisv (FI)}} = 0.34 \times 0.28$$

$$N'_{\text{bisv (FI)}} = 0.1 \text{ accidentes/año}$$

$$N_{\text{bisv(PDO)}} = N_{\text{bisv(TOTAL)}} - N_{\text{bisv(FI)}}$$

$$N_{bimv(PDO)} = 0.34 - 0.10$$

$$N_{bisv(PDO)} = 0.24 \text{ accidentes/año}$$

Frecuencia de accidentes promedio total pronosticada

$$N_{spf \text{ int}} = N_{bimv} + N_{bisv}$$

$$N_{spf \text{ int}} = 3.46 + 0.34$$

$$N_{spf \text{ int}} = 3.8 \text{ accidentes/año}$$

✓ **Paso 10: Aplicar los CMF**

Para este paso, el resultado es utilizado para ajustar el SPF del paso anterior con referencia a los efectos del diseño geométrico y el tránsito de la intersección de estudio.

En el capítulo 12 del HSM se encuentran los CMF aplicables para el tipo de infraestructura.

Debido a la similitud de las intersecciones, los factores de calibración de accidentes arrojan los mismos resultados, por tanto, se omite la explicación de estos y se presentan directamente los resultados de estos.

Tabla 5 Consolidado de factores de calibración

AMF	Aplica (si/no)	Valor
CMF1i	No	1
CMF2i	No	1
CMF3i	No	1
CMF4i	No	1
CMF5i	Si	1
CMF6i	No	1
CMF1p	Si	4,15
CMF2p	No	1
CMF3p	Si	1,12

La combinación de CMF se obtiene de la siguiente formula:

$$CMF_{Comb} = CMF_{1i} \times CMF_{2i} \times CMF_{3i} \times CMF_{4i} \times CMF_{5i} \times CMF_{5i} \times CMF_{1p} \times CMF_{2p} \times CMF_{3p}$$

$$CMF_{Comb}=1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 4.15 \times 1 \times 1.12$$

$$CMF_{Comb}=4.65$$

Posterior, se calcula el N_{bi} para determinar el SPF de accidentes vehículo-bicicleta y vehículo-peatón.

$$N_{bi} = CMF_{Comb} \times N_{spf\ int}$$

$$N_{bi}=4.65 \times 3.8$$

$$N_{bi}=17.69$$

SPF de accidentes vehículo-bicicleta

$$N_{bikei}=N_{bi} \times f_{bikei}$$

Donde:

F_{bikei} = factor de ajuste de accidentes de bicicleta, tabla 12-34 del HSM, que toma como valor 0.018 para intersecciones 4ST.

$$N_{bikei}=17.69 \times 0.018$$

$$N_{bikei}=0.32$$

SPF de accidentes vehículo-peatón

$$N_{pedi}=N_{bi} \times f_{pedi}$$

Donde:

F_{pedi} = factor de ajuste de accidentes de bicicleta, tabla 12-33 del HSM, que toma como valor 0.022 para intersecciones 4ST.

$$N_{pedi}=17.69 \times 0.022$$

$$N_{pedi}=0.39$$

✓ **Paso 11: Aplicar a los CMF el factor calibrador**

Se debe calcular la frecuencia de accidentalidad promedio pronosticado, para ellos se determina el factor de calibración (Cr) de 1.0.

$$N_{\text{predicho int}} = Cr \times (N_{\text{bi}} + N_{\text{pedi}} + N_{\text{bikei}})$$

$$N_{\text{predicho int}} = 1.0 \times (17.69 + 0.39 + 0.32)$$

$$N_{\text{predicho int}} = 18.39 \text{ accidentes/año}$$

2.2.6 Escenario futuro

Para un escenario futuro se realiza una proyección estadística teniendo en cuenta el crecimiento vehicular de Bucaramanga y el Área metropolitana, los resultados se muestran a continuación.

Tabla 6 Parque automotor Bucaramanga y su área metropolitana.

Año	Girón	Floridablanca	Piedecuesta	Bucaramanga	TOTAL
2015	236.043	159.543	10.442	189.345	595.373
2016	258.943	163.357	11.949	197.855	632.104
2017	280.604	165.860	25.628	202.225	674.317
2018	300.836	167.126	14.120	220.993	703.075

Parque automotor matriculado hasta el 31 de diciembre de cada año.

Esta proyección arrojó como resultado un crecimiento estimado del 5.7% anual en el parque automotor, bajo estas condiciones se realizan el cálculo respectivo del TPDA de Cra 24 & Cl 33 y Cra 24 & Cl 35

Se retoman los cálculos en el paso 9

✓ **Paso 9: Determinar el SPF**

Frecuencia de accidentes promedio total pronosticada a 5 años para intersección de la carrera 24 con calle 33

Tabla 7 Proyección de TPDA futuro para la Cra 24 & Cl 33

Tráfico futuro	
Crecimiento	5,7%
n	5
TPDA max Proyectada	32967
TPDA min Proyectada	12402

$$N_{bimv} = \exp(a + b \times \ln(TPDA_{max}) + c \times \ln(TPDA_{min}))$$

Donde:

TPDA= es el tránsito promedio diario anual.

a, b y c= coeficientes de regresión presentados en la tabla 12-21 del HSM.

$$N_{bimv} = \exp\left(\frac{-8.9 + 0.82 \times \ln(32.1967) + 0.25}{\times \ln(12.402)}\right)$$

$$N_{bimv} = 7.29 \text{ accidentes/año}$$

$$N'_{bimv(FI)} = \exp\left(\frac{-11.13 + 0.93 \times \ln(32.967) + 0.28}{\times \ln(12.402)}\right)$$

$$N_{bimv(FI)} = 2.34 \text{ accidentes/año}$$

$$N'_{bimv(PDO)} = \exp\left(\frac{-8.74 + 0.77 \times \ln(32.967) + 0.23}{\times \ln(12.402)}\right)$$

$$N_{bimv(PDO)} = 3.19 \text{ accidentes/año}$$

Los valores iniciales para accidentes fatales y con lesiones (FI) y daños materiales (PDO) se ajustan con la siguiente ecuación para confirmar el total de N_{bimv} de la siguiente manera:

$$N_{bimv(FI)} = N_{bimv(TOTAL)} \times \left(\frac{N'_{bimv(FI)}}{N_{bimv(FI)} + N_{bimv(PDO)}}\right)$$

$$N_{bimv(FI)} = 7.29 \times \left(\frac{2.34}{2.34 + 3.19}\right)$$

$$N_{bimv(FI)} = 3.08 \text{ accidentes /año}$$

$$N_{\text{bimv(PDO)}} = N_{\text{bimv(TOTAL)}} - N_{\text{bimv(FI)}}$$

$$N_{\text{bimv(PDO)}} = 7.29 - 3.08$$

$$N_{\text{bimv(PDO)}} = 4.21 \text{ accidentes/año}$$

Accidentes de un solo vehículo

$$N_{\text{bisv}} = \exp (a+ b \times \text{Ln}(TPDA) + c \times \text{Ln}(TPDA))$$

a, b y c= coeficientes de regresión presentados en la tabla 12-19 del HSM.

$$N_{\text{bisv}} = \exp \left(\begin{array}{l} -5.33+0.33 \times \text{Ln}(32.967)+0.12 \\ \times \text{Ln}(12.402) \end{array} \right)$$

$$N_{\text{bisv}} = 0.46 \text{ accidentes/año}$$

$$N'_{\text{bisv (FI)}} = N_{\text{bisv (TOTAL)}} \times f_{\text{bisv}}$$

Donde:

f_{bisv} = proporción de accidentes mortales y con lesiones para sitios combinados, para intersecciones 4ST toma el valor de 0.28 según la ecuación 12-27 del HSM

$$N'_{\text{bisv (FI)}} = 0.46 \times 0.28$$

$$N'_{\text{bisv (FI)}} = 0.13 \text{ accidentes/año}$$

$$N_{\text{bisv(PDO)}} = N_{\text{bimv(TOTAL)}} - N_{\text{bimv(FI)}}$$

$$N_{\text{bisv(PDO)}} = 0.46 - 0.13$$

$$N_{\text{bisv(PDO)}} = 0.33 \text{ accidentes/año}$$

Frecuencia de accidentes promedio total pronosticada

$$N_{\text{spf int}} = N_{\text{bimv}} + N_{\text{bisv}}$$

$$N_{\text{spf int}} = 7.29 + 0.46$$

$$N_{\text{spf int}} = 7.76 \text{ accidentes/año}$$

✓ **Paso 10: Aplicar los CMF**

Para este paso, el resultado es utilizado para ajustar el SPF del paso anterior con referencia a los efectos del diseño geométrico y el tránsito de la intersección de estudio.

En el capítulo 12 del HSM se encuentran los CMF aplicables para el tipo de infraestructura.

Debido a la similitud de las intersecciones, los factores de calibración de accidentes arrojan los mismos resultados, por tanto, se omite la explicación de estos y se presentan directamente los resultados de estos.

Tabla 8 Consolidado de factores de calibración

AMF	Aplica (si/no)	Valor
CMF1i	No	1
CMF2i	No	1
CMF3i	No	1
CMF4i	No	1
CMF5i	Si	1
CMF6i	No	1
CMF1p	Si	4,15
CMF2p	No	1
CMF3p	Si	1,12

La combinación de CMF se obtiene de la siguiente formula:

$$CMF_{Comb} = CMF_{1i} \times CMF_{2i} \times CMF_{3i} \times CMF_{4i} \times CMF_{5i} \times CMF_{5i} \times CMF_{1P} \times CMF_{2P} \times CMF_{3P}$$

$$CMF_{Comb} = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 4.15 \times 1 \times 1.12$$

$$CMF_{Comb} = 4.65$$

Posterior, se calcula el N_{bi} para determinar el SPF de accidentes vehículo-bicicleta y vehículo-peatón.

$$N_{bi} = CMF_{Comb} \times N_{spf\ int}$$

$$N_{bi} = 4.65 \times 7.76$$

$$N_{bi} = 36.06$$

SPF de accidentes vehículo-bicicleta

$$N_{bikei} = N_{bi} \times f_{bikei}$$

Donde:

F_{bikei} = factor de ajuste de accidentes de bicicleta, tabla 12-34 del HSM, que toma como valor 0.018 para intersecciones 4ST.

$$N_{bikei} = 36.06 \times 0.018$$

$$N_{bikei} = 0.65$$

SPF de accidentes vehículo-peatón

$$N_{pedi} = N_{bi} \times f_{pedi}$$

Donde:

F_{pedi} = factor de ajuste de accidentes de bicicleta, tabla 12-33 del HSM, que toma como valor 0.022 para intersecciones 4ST.

$$N_{pedi} = 36.06 \times 0.022$$

$$N_{pedi} = 0.79$$

✓ **Paso 11: Aplicar a los CMF el factor calibrador**

Se debe calcular la frecuencia de accidentalidad promedio pronosticado, para ellos se determina el factor de calibración (Cr) de 1.0.

$$N_{predicho\ int} = Cr \times (N_{bi} + N_{pedi} + N_{bikei})$$

$$N_{predicho\ int} = 1.0 \times (36.06 + 0.79 + 0.65)$$

$$N_{predicho\ int} = 37.57 \text{ accidentes/año}$$

✓ **Paso 9: Determinar el SPF**

Frecuencia de accidentes promedio total pronosticada a 5 años para la intersección de la carrera 24 con calle 35

Tabla 9 Proyección del TPDA futuro para la Cra 24 & Cl 35

Tráfico futuro	
Crecimiento	5,7%
n	5
TPDA max Proyectada	20466
TPDA min Proyectada	9862

$$N_{bimv} = \exp (a+ b \times \text{Ln}(\text{TPDA}) + c \times \text{Ln}(\text{TPDA}))$$

Donde:

TPDA= es el transito promedio diario anual.

a, b y c= coeficientes de regresión presentados en la tabla 12-21 del HSM.

$$N_{bimv} = \exp \left(\begin{matrix} -8.9+0.82 \times \text{Ln}20.446+0.25 \\ \times \text{Ln}(9.862) \end{matrix} \right)$$

$$N_{bimv} = 4.66 \text{ accidentes/año}$$

$$N'_{bimv (FI)} = \exp \left(\begin{matrix} -11.13+0.93 \times \text{Ln}20.466+0.28 \\ \times \text{Ln}(9.862) \end{matrix} \right)$$

$$N_{bimv (FI)} = 1.97 \text{ accidentes/año}$$

$$N'_{bimv (PDO)} = \exp \left(\begin{matrix} -8.74+0.77 \times \text{Ln}20.466+0.23 \\ \times \text{Ln}(9.862) \end{matrix} \right)$$

$$N_{bimv(PDO)} = 2.77 \text{ accidentes/año}$$

Los valores iniciales para accidentes fatales y con lesiones (FI) y daños materiales (PDO) se ajustan con la siguiente ecuación para confirmar el total de N_{bimv} de la siguiente manera:

$$N_{bimv(FI)} = N_{bimv(TOTAL)} \times \left(\frac{N'_{bimv(FI)}}{N_{bimv(FI)} + N_{bimv(PDO)}} \right)$$

$$N_{bimv(FI)} = 4.66 \times \left(\frac{1.97}{1.97 + 2.77} \right)$$

$$N_{bimv(FI)} = 1.94 \text{ accidentes /año}$$

$$N_{bimv(PDO)} = N_{bimv(TOTAL)} - N_{bimv(FI)}$$

$$N_{bimv(PDO)} = 4.66 - 1.94$$

$$N_{bimv(PDO)} = 2.72 \text{ accidentes/año}$$

Accidentes de un solo vehículo

$$N_{bisv} = \exp (a+ b \times \text{Ln}(TPDA) + c \times \text{Ln}(TPDA))$$

a, b y c= coeficientes de regresión presentados en la tabla 12-19 del HSM.

$$N_{bisv} = \exp \left(\begin{matrix} -5.33 + 0.33 \times \text{Ln}(20.466) + 0.12 \\ \times \text{Ln}(9.862) \end{matrix} \right)$$

$$N_{bisv} = 0.39 \text{ accidentes/año}$$

$$N'_{bisv (FI)} = N_{bisv (TOTAL)} \times f_{bisv}$$

Donde:

f_{bisv} = proporción de accidentes mortales y con lesiones para sitios combinados, para intersecciones 4ST toma el valor de 0.28 según la ecuación 12-27 del HSM

$$N'_{bisv (FI)} = 0.39 \times 0.28$$

$$N'_{bisv (FI)} = 0.11 \text{ accidentes/año}$$

$$N_{bisv(PDO)} = N_{bimv(TOTAL)} - N_{bimv(FI)}$$

$$N_{bisv(PDO)} = 0.39 - 0.11$$

$$N_{bisv(PDO)} = 0.28 \text{ accidentes/año}$$

Frecuencia de accidentes promedio total pronosticada

$$N_{spf \text{ int}} = N_{bimv} + N_{bisv}$$

$$N_{spf \text{ int}} = 4.66 + 0.39$$

$$N_{spf\ int}=5.05 \text{ accidentes/año}$$

✓ **Paso 10: Aplicar los CMF**

Para este paso, el resultado es utilizado para ajustar el SPF del paso anterior con referencia a los efectos del diseño geométrico y el tránsito de la intersección de estudio.

En el capítulo 12 del HSM se encuentran los CMF aplicables para el tipo de infraestructura.

Debido a la similitud de las intersecciones, los factores de calibración de accidentes arrojan los mismos resultados, por tanto, se omite la explicación de estos y se presentan directamente los resultados de estos.

Tabla 10 Consolidado de factores de calibración

AMF	Aplica (si/no)	Valor
CMF1i	No	1
CMF2i	No	1
CMF3i	No	1
CMF4i	No	1
CMF5i	Si	1
CMF6i	No	1
CMF1p	Si	4,15
CMF2p	No	1
CMF3p	Si	1,12

La combinación de CMF se obtiene de la siguiente formula:

$$CMF_{Comb}=CMF_{1i} \times CMF_{2i} \times CMF_{3i} \times CMF_{4i} \times CMF_{5i} \times CMF_{5i} \times CMF_{1P} \times CMF_{2P} \times CMF_{3P}$$

$$CMF_{Comb}=1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 4.15 \times 1 \times 1.12$$

$$CMF_{Comb}=4.65$$

Posterior, se calcula el N_{bi} para determinar el SPF de accidentes vehículo-bicicleta y vehículo-peatón.

$$N_{bi} = CMF_{Comb} \times N_{spf\ int}$$

$$N_{bi}=5.05 \times 3.8$$

$$N_{bi}=23.45$$

SPF de accidentes vehículo-bicicleta

$$N_{bikei}=N_{bi} \times f_{bikei}$$

Donde:

F_{bikei} = factor de ajuste de accidentes de bicicleta, tabla 12-34 del HSM, que toma como valor 0.018 para intersecciones 4ST.

$$N_{bikei}=23.45 \times 0.018$$

$$N_{bikei}=0.42$$

SPF de accidentes vehículo-peatón

$$N_{pedi}=N_{bi} \times f_{pedi}$$

Donde:

F_{pedi} = factor de ajuste de accidentes de bicicleta, tabla 12-33 del HSM, que toma como valor 0.022 para intersecciones 4ST.

$$N_{pedi}=23.45 \times 0.022$$

$$N_{pedi}=0.52$$

✓ **Paso 11: Aplicar a los CMF el factor calibrador**

Se debe calcular la frecuencia de accidentalidad promedio pronosticado, para ellos se determina el factor de calibración (Cr) de 1.0.

$$N_{predicho\ int}=Cr \times (N_{bi} + N_{pedi} + N_{bikei})$$

$$N_{predicho\ int}=1.0 \times (23.45 + 0.52 + 0.42)$$

$$N_{predicho\ int}=24.39 \text{ accidentes/año}$$

2.2.7 Intervención de la ANSV en la Carrera 24 con calle 33

La intersección de la carrera 24 con calle 33 es uno de los puntos de mayor accidentalidad la ciudad de Bucaramanga, tan solo en 2018 hubo 20 accidentes, según cifras de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, es decir 1 accidente cada 18.25 días. Esta situación se viene presentando hace ya varios años, en 2013 esta intersección, fue catalogada como “una de las zonas más neurálgicas en el tema de accidentalidad del casco urbano” según el Fondo de Prevención Vial (FPV)(Vanguardia.com, 2013).

En el año 2017, la Agencia Nacional de Seguridad Vial lanzó la campaña “Salvando Ando”, que, mediante campañas, operativos de control y señalización, buscó de disminuir las cifras de accidentes y fallecidos. La estrategia se desarrolló en Santander y Norte de Santander, esta iniciativa contó con el apoyo de diferentes organismos de tránsito locales, que hicieron la labor de determinar los puntos de mayor accidentalidad de los municipios. En Bucaramanga se llevó a cabo en 5 tramos identificados como los de mayor accidentalidad, entre ellos la intersección aquí estudiada.

La señalización de esta intersección consto de reductores de velocidad, estoperoles e hitos de policarbonato para reducir la calzada y de esta manera, lograr que los vehículos se recuesten en el lado izquierdo para mejorar la visual del conductor que transita la calle 33.

Una de las causas de accidentalidad en esta intersección, se da por la poca visual que tiene el conductor, las esquinas cerradas, los postes de luz y las construcciones, ofrecen un campo visual limitado al conductor, lo que hace que tenga que deba ingresar en la carrera 24 para poder ver si puede realizar el cruce, exponiéndose a un choque con los vehículos que transitan la carrera.

Las obras ejecutadas a inicio de 2019 fueron altamente criticadas por la comunidad, ya que consideran que la solución definitiva era la semaforización de la vía, pues al contrario de lo que se esperaba, después de la instalación no se redujeron los siniestros, según el periódico local “Vanguardia”, para el 5 de marzo del mismo año, ya habían ocurrido seis accidentes entre la calle 33 y 34 sobre la carrera 24 (Vanguardia.com, 2019).

Sumado a esto, la nueva señalización ha generado focos de congestión, debido a la reducción de la calzada, sin embargo, el director de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, Germán Torres Prieto afirmó que efectivamente habían disminuido los siniestros viales en el sector.

2.3 Resultados.

Para concluir se realizan una serie de proyecciones futuras para estimar el número de accidentes Fatales (FI) y accidentes que incluyen solo daños materiales (PDO), esto con el fin de realizar una estimación de la siniestralidad que pueden tener la Cra 24 & Cl 33 y Cra 24 & Cl 35.

Tabla 11 Resultados Cra 24 & Cl 33

Resumen de resultados	
Actual	Total
Npredicho int	28 accidentes / año
Escenario futuro 5 años	Total
Npredicho int	38 accidentes / año
Escenario futuro 10 años	Total
Npredicho int	67 accidentes / año

Tabla 12 Resultados Cra 24 & Cl 33

Resumen de resultados	
Actual	Total
Npredicho int	18 accidentes / año
Escenario futuro 5 años	Total
Npredicho int	24 accidentes / año
Escenario futuro 10 años	Total
Npredicho int	43 accidentes / año

3. Conclusiones

La intervención realizada por la ANSV no funcionó en la carrera 24 con calle 33 debido en parte a la falta de cultura ciudadana, pues en el sector está normalizada la acción de no realizar el pare, además de hacer giro prohibidos que afectan el normal tránsito de la vía, también se debe a que el cuello de botella generado por los hitos a lo largo de la calle 33 congestiona la vía, generando que las personas omitan las normas de tránsito por el afán de llegar a sus lugares de destino y la incomodidad de los tipos de contaminación que se presenta normalmente en un embotellamiento.

De acuerdo con la metodología propuesta en el HSM, se puede concluir que el factor de modificación de accidentes (*Crash Modification Factor*) es decisivo en el número de accidentes, pues tiene en cuenta diversos factores que afectan funcionamiento de una vía, como su diseño y operación.

Al comparar el escenario actual con el escenario futuro, en las dos intersecciones se proyecta un incremento de aproximadamente 25% en la frecuencia de choques total pronosticada.

Con base en los resultados arrojados se concluye que la proyección de sufrir un accidente entre las intersecciones de estudio cada vez mayor, se relacionaría al incremento progresivo del parque automotor sumado a las malas prácticas conductivas como adelantos en lugares no permitidos o no respetar las señales de PARE o la cebra peatonal.

Los resultados arrojan que el punto más crítico es la Cra 24 & Cl 33, pero no se debe subestimar los resultados de la Cra 24 & Cl 35 dado que por esta transita gran cantidad de camiones de carga pesada debido a los locales comerciales cercanos del lugar.

4. Recomendaciones

El Manual de Seguridad Vial (HSM) a pesar de ser una excelente herramienta efectiva para la estimación de índices de accidentalidad, no representa la misma efectividad en países diferentes a Estados Unidos, pues, la función SPF y el factor CMF están fundamentadas en el tránsito e infraestructura vial de ese país, minimizando efectividad en otras zonas. Por lo cual se presenta oportunidad de desarrollar proyectos de investigación en los cuales se tengan en cuenta condiciones viales propias de Colombia.

Teniendo como finalidad la seguridad vial de la zona estudiada, se propone la implementación de campañas de prevención de accidentes en el sector, la cultura ciudadana es clave en la lucha por la disminución de los índices de accidentalidad, pues las personas son el principal actor en las vías.

La Dirección de Tránsito de Bucaramanga y la ANSV deben contemplar alternativas óptimas que atiendan las necesidades de la vía y no generen efectos adversos, por ejemplo, la implementación de semáforos en la vía que puedan brindar seguridad a los conductores y peatones que transiten por el sector, además, mejorar elementos constitutivos de la vía, como capa de rodadura, señalización vertical, demarcación horizontal, drenajes, entre otros, con la finalidad de guiar a una mejor toma de decisiones a la hora de transitar por la intersección

Referencias Bibliográficas

- AASHTO. (2010). *Highway Safety Manual Part A Preface*. 1057.
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. Misión. (2019). <https://ansv.gov.co/Funciones.html>
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2020a). *Observatorio Nacional de Seguridad Vial*.
<https://ansv.gov.co/observatorio/index2b89.html?op=Contenidos&sec=76&page=79>
- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2020b). *Observatorio Nacional de Seguridad Vial*.
<https://ansv.gov.co/observatorio/indexc990.html?op=Contenidos&sec=76>
- Bocarejo, J. P., Velásquez, J. M., & Díaz, C. a. (2010). *Desarrollo de Metodología de Valoración del Costo Económico de la Accidentalidad Vial en Colombia y Cálculo para el periodo 2008-2010*.
<https://sur.uniandes.edu.co/index.php/proyectos-externos/89-metodologia-de-valoracion-del-coste-economico-de-la-accidentalidad-vial-en-colombia-para-el-periodo-2008-2010>
- Cal y Nayar Reyes Spindola, R., & Cardenas Grisales, J. (2013). Ingeniería de Transito Fundamentos y Aplicaciones. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9, pp. 1689–1699).
- Chen, C., Wang, H., Roll, J., Nordback, K., & Wang, Y. (2020). Using bicycle app data to develop Safety Performance Functions (SPFs) for bicyclists at intersections: A generic framework. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 132(July 2018), 1034–1052.
<https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.12.034>
- Donnell, E. T., Porter, R. J., & Shankar, V. N. (2010). A framework for estimating the safety effects of roadway lighting at intersections. *Safety Science*, 48(10), 1436–1444.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.06.008>

- Embarq, W. (2015). Ciudades Más Seguras Mediante El Diseño. *World Resources Institute*, 104.
<https://publications.wri.org/citiessafer/es/>
- Group, T. G. (2008). *Google Maps*. 全国大会講演論文集.
<https://www.google.es/maps/@7.0900647,-73.123147,15z?hl=es>
- OMS. (2015). INFORME SOBRE LA SITUACION DE LA SEGURIDAD VIAL 2015. *WHO*, 1–16. http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/es/
- Organización Mundial de la Salud. (2011). *Plan Mundial de Seguridad Vial*. 25.
www.who.int/roadsafety/decade_of_action/
- Pinos, M. V. (2016). Diseño de intersecciones en vías urbanas. *Universidad Del Azuay, Colombia*, 51.
- Rodríguez-Hernández, J. M. (2019). “La Década de Acción de la Seguridad Vial” y la incidentalidad vial en Colombia: ¿qué es necesario hacer? *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 18(37), 1–5. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps18-37.dasv>
- Saha, P., Roy, N., & Basu, S. (2020). Influence of Safety in Performance Assessment of Two-Lane Highways: A Critical Review. *Transportation Research Procedia*, 44(2019), 35–39. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.006>
- Santhosh, D., Bindhu, B. K., & Koshy, B. I. (2020). Evaluation of pedestrian safety in unsignalized T and X – intersections through comparison of the frequency and severity of pedestrian conflicts. *Case Studies on Transport Policy*, September 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.09.006>
- United Nations. (2018). Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. In *A New Era in Global Health*. <https://doi.org/10.1891/9780826190123.ap02>
- Vanguardia.com. (2013). *Carrera 24, entre 33 y 34: paso de riesgo*.

<https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/carrera-24-entre-33-y-34-paso-de-riesgo-OYVL202084>

Vanguardia.com. (2019). *Irónico: instalaron reductores de velocidad para bajar la accidentalidad y ya van seis siniestros viales.* <https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/instalan-reductores-en-la-carrera-24-de-bucaramanga-para-frenar-accidentes-y-van-seis-siniestros-viales-AC589992>

Apéndices

Apéndice A – Aforo de la carrera 24 con calle 33

PERIODOS PARTICULAR	TAXI		MOTO		CAMIONES		PEATON		BICICLETAS			
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
6:15-6:30	15	5	11	1	19	5	0	0	6	1	1	0
6:30-6:45	17	6	9	2	36	4	0	0	12	1	1	1
6:45-7:00	19	3	10	3	37	17	0	1	10	1	3	0
7:00-7:15	1	32	4	27	10	59	0	0	15	0	2	1
7:15-7:30	0	38	0	13	0	82	0	1	11	0	1	5
7:30-7:45	0	42	0	32	0	88	0	1	22	0	3	0
7:45-8:00	0	53	0	25	0	119	0	1	22	5	5	1
8:00-8:15	0	58	0	31	0	80	0	3	18	1	3	0
8:15-8:30	0	39	0	31	0	96	0	2	19	0	2	0
8:30-8:45	0	54	0	37	0	80	0	0	17	0	3	1
8:45-9:00	0	60	0	36	0	105	0	2	10	1	8	0
9:00-9:15	0	75	0	33	0	107	0	3	24	0	5	2
9:15-9:30	0	48	0	30	0	67	0	1	15	0	3	0
9:30-9:45	0	62	0	68	0	113	0	2	30	0	4	0
9:45-10:00	0	57	0	39	0	105	0	3	16	0	5	0
10:00-10:15	0	61	0	35	0	97	0	1	18	0	7	0
10:15-10:30	0	71	0	56	0	76	0	1	12	0	2	0
10:30-10:45	0	78	0	48	0	94	0	1	4	0	1	0
10:45-11:00	0	67	0	41	0	84	0	5	18	0	3	0
11:00-11:15	0	75	0	34	0	122	0	3	10	0	2	0
11:15-11:30	0	95	0	45	0	127	0	2	13	1	1	0
11:30-11:45	0	70	0	55	0	96	0	0	8	0	3	0
11:45-12:00	0	80	0	24	0	112	0	4	5	5	3	0
12:00-12:15	0	68	0	30	0	89	3	0	15	6	2	0
12:15-12:30	0	72	0	60	0	118	3	0	9	2	1	0
12:30-12:45	0	87	0	64	0	98	0	0	7	0	4	0
12:45-1:00	0	76	0	33	0	92	0	0	5	0	0	0
1:00-1:15	0	72	0	51	0	85	0	4	6	0	0	0
1:15-1:30	0	79	0	20	0	79	3	3	3	0	0	0
1:30-1:45	0	85	0	17	0	85	0	1	5	3	0	0
1:45-2:00	40	10	18	8	56	17	2	1	2	7	1	0
2:00-2:15	51	14	19	0	47	9	1	0	3	2	4	0
2:15-2:30	49	3	13	2	76	1	0	0	7	0	1	0
2:30-2:45	41	5	22	1	41	3	2	0	6	0	1	0
2:45-3:00	55	4	23	0	51	2	4	0	10	0	1	0
3:00-3:15	69	0	28	0	66	7	2	0	7	0	3	0
3:15-3:30	33	0	10	4	11	0	0	0	3	0	0	0
3:30-3:45	61	0	26	0	85	0	0	0	5	0	0	0
3:45-4:00	51	0	34	0	42	2	3	0	7	1	2	0
4:00-4:15	35	0	34	1	54	0	2	0	0	0	1	0
4:15-4:30	47	2	15	0	37	0	2	0	3	3	0	0

Movimiento	Vehículo	Sub total	Total
A	Particular	584	2390
B		1806	
A	Taxi	276	1313
B		1037	
A	Moto	668	3290
B		2622	
A	Camión	27	73
B		46	
A	Peatón	438	478
B		40	
A	Bicicleta	92	103
B		11	

Apéndice B – Aforo de la carrera 24 con calle 35

PERIODOS PARTICULAR	TAXI		MOTO		CAMIONES		PEATON		BICICLETAS			
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
6:15-6:30	13	11	14	4	17	9	3	4	11	10	3	0
6:30-6:45	18	10	12	8	30	16	2	2	9	20	0	0
6:45-7:00	27	15	24	10	48	25	1	1	11	19	2	0
7:00-7:15	44	24	26	17	42	29	0	2	14	36	2	1
7:15-7:30	20	19	17	20	29	22	2	2	14	28	3	0
7:30-7:45	32	40	17	16	34	36	2	4	31	54	3	3
7:45-8:00	35	33	26	9	35	48	7	6	9	47	3	3
8:00-8:15	18	20	6	10	32	22	3	0	3	26	0	3
8:15-8:30	15	31	16	5	28	34	2	1	3	38	1	0
8:30-8:45	25	29	12	16	47	35	0	2	5	55	2	1
8:45-9:00	28	25	17	11	47	42	3	6	7	55	2	0
9:00-9:15	20	32	11	12	46	34	0	2	3	28	6	2
9:15-9:30	31	37	16	17	50	54	4	5	4	35	2	2
9:30-9:45	41	44	16	17	42	44	4	3	11	69	3	1
9:45-10:00	44	48	21	21	57	57	5	2	10	58	0	1
10:00-10:15	64	44	16	24	64	54	3	1	6	26	1	0
10:15-10:30	26	20	7	12	42	35	1	1	2	20	2	1
10:30-10:45	42	41	14	12	48	38	3	2	5	29	3	1
10:45-11:00	48	45	11	19	56	48	4	3	3	30	1	2
11:00-11:15	37	38	14	14	49	37	4	1	8	31	0	0
11:15-11:30	41	46	27	13	54	47	5	2	27	48	1	0
11:30-11:45	42	36	20	6	54	47	4	1	36	48	1	1
11:45-12:00	38	29	17	9	57	34	1	0	22	37	0	0
12:00-12:15	29	20	9	11	43	28	12	0	25	21	0	0
12:15-12:30	42	33	12	13	33	22	12	0	18	16	0	0
12:30-12:45	31	35	10	16	47	44	4	1	9	14	0	1
12:45-1:00	7	12	2	3	23	31	0	1	6	17	0	0
1:00-1:15	24	27	7	7	34	19	0	0	3	9	0	0
1:15-1:30	22	39	16	10	27	18	0	3	7	11	1	0
1:30-1:45	66	67	20	16	84	69	14	4	5	3	1	0
1:45-2:00	60	39	15	16	72	40	2	1	16	8	2	4
2:00-2:15	78	60	26	15	78	46	4	1	23	25	0	4
2:15-2:30	50	29	16	20	68	29	7	3	11	21	1	2
2:30-2:45	68	39	23	9	58	22	5	1	5	16	2	2
2:45-3:00	58	21	20	14	65	33	5	3	0	9	2	1
3:00-3:15	56	36	27	10	64	39	5	2	3	5	2	1
3:15-3:30	41	16	23	16	46	8	2	0	6	2	0	0
3:30-3:45	78	38	34	18	66	36	3	1	4	4	0	0
3:45-4:00	82	32	39	9	65	22	1	1	0	3	1	0
4:00-4:15	84	33	30	16	69	16	4	2	6	2	2	0

Movimiento	Vehículo	Sub Total	Total
A	Particular	1625	2918
B		1293	
A	Taxi	706	1227
B		521	
A	Moto	1950	3319
B		1369	
A	Camión	143	220
B		77	
A	Peatón	401	1434
B		1033	
A	Bicicleta	55	92
B		37	