

**ANÁLISIS DEL IMPACTO EN LA MOVILIDAD DEL MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA VÍA EXCLUSIVA
PARA MOTOS.**

JULIANA PATRICIA MARIN MACIAS

ANNY YURANY TEJADA PARDO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2016

**ANÁLISIS DEL IMPACTO EN LA MOVILIDAD DEL MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA VÍA EXCLUSIVA
PARA MOTOS.**

JULIANA PATRICIA MARIN MACIAS

ANNY YURANY TEJADA PARDO

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civi

Director

HERNÁN PORRAS DÍAZ

Ingeniero Civil, PhD.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2016

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por llegar hasta este punto y por haberme dado la paciencia necesaria para terminar mi tesis ya que sin el nada es posible porque él es la fortaleza y la razón de vivir.

A mi madre Inés Marín y mi padre Yimi Martínez

Por haberme tenido la paciencia necesaria para estar apoyándome en mis adversidades y en mis éxitos en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos

Pedro Andrés Mercado y Daniela Andrea Martínez, porque son mi motivo de salir adelante y porque los quiero mucho.

A mis Familiares

Por ser personas incondicionales en mi vida y por estar hay en el transcurso de mi carrera los amo a todos.

A mis amigos

Isabel Acevedo, Erick Chacón, Angie Galvis, Yojan Gil, Leidy Pardo, Ray Lester por la perseverancia y la compañía cuando nos fue necesaria sus ayudarnos en la realización de nuestro proyecto y por compartir los buenos y malos momentos.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

DEDICATORIA

Primeramente a **Dios**, por ser mi guía y mi fortaleza en cada paso de mi vida.

A mis padres **Raimundo** y **Teotista** por creer en mí y darme todo su apoyo durante la carrera. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

A mis hermanos **Ray** y **Mauricio**, por haberme permitido disfrutar a su lado de momentos inigualables desde mi infancia hasta la actualidad.

A todos mis familiares, que han sido de gran apoyo en mi vida.

A mi amiga y compañera de tesis **Juliana**, a quien admiro por su esfuerzo para el logro de su carrera y de este proyecto.

A los ingenieros **Hernán Porras** y **Claudia Báez**, por su incomparable apoyo y colaboración a lo largo del desarrollo de este trabajo.

A mis amigos (**David García**, **Ivan Lobo** y **David Fajardo**), por brindarme su amistad y comprensión y haber aguantado todos mis chistes buenos y malos.

Gracias

A todos aquellos que a pesar que no nombre saben que forman parte importante de mi vida.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	13
1. ANTECEDENTES.....	14
2. DEFINICIÓN DEL CORREDOR DE ESTUDIO EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.....	17
2.1.1 Accidentalidad.....	18
2.1.2 Congestión.....	20
3.1.2.1 Evaluación de congestión.....	24
2.1.3 Estado del pavimento.....	25
2.1.3.1. Inspección visual de pavimento flexible.....	26
2.1.3.2. Evaluación del Estado del pavimento.....	29
2.2 Selección de la vía de mayor impacto en la movilidad.....	32
3. PLANTEAMIENTO DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA.....	33
4. SIMULACIÓN DE LA ALTERNATIVA.....	34
4.1 Simulación de la situación actual y alternativa propuesta.....	34
4.2 Interpretación de resultados.....	36
4.2.1 Análisis de resultados.....	36
BIBLIOGRAFIA.....	42
ANEXOS.....	43

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Condición de la victima fatal	15
Figura 2. Distribución de viajes por municipios del área metropolitana de Bucaramanga.....	17
Figura 3. Tramos de estudio.	18
Figura 4. Curva típica de deterioro de un pavimento.	30
Figura 5. Estado del pavimento	31
Figura 6. Vías ilustrativas.....	33
Figura 7. Esquema de ubicación de las vías alternas.....	35
Figura 8. Situación actual (2020).....	38
Figura 9. Alternativa propuesta (2020) - Escenario 1.....	39
Figura 10. Alternativa propuesta (2020) - Escenario 2	39
Figura 11. Alternativa propuesta (2020) - Escenario 3	40

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Parque Automotor Acumulado Área Metropolitana.....	14
Tabla 2. Accidentalidad años 2012-2015	19
Tabla 3. Rangos de evaluación dependiendo del número total de accidentes.....	19
Tabla 4. Evaluación de accidentalidad	20
Tabla 5. Niveles de servicio en intersecciones con semáforo	20
Tabla 6. Módulo del nivel de servicio carrera 33 calle 56.....	22
Tabla 7. Módulo del nivel de servicio carrera 27 calle 34.....	23
Tabla 8. Módulo del nivel de servicio carrera 21 calle 36.....	24
Tabla 9. NDS de los ejes de estudio.....	24
Tabla 10. Rangos de evaluación dependiendo del nivel de servicio	25
Tabla 11. Evaluación de congestión	25
Tabla 12. Área y porcentaje de área afectada en la carrera 33 calle 30-56 (Sin incluir daños superficiales).....	27
Tabla 13. Área y porcentaje de área afectada en la carrera 33 calle 30-56 (Daños superficiales).....	27
Tabla 14. Área y porcentaje de área afectada en la carrera 27 calle 56-32 (Sin incluir daños superficiales).....	28
Tabla 15. Área y porcentaje de área afectada en la carrera 21 calle 30-56 (Sin incluir daños superficiales).....	29
Tabla 16. Área y porcentaje de área afectada en la carrera 27 calle 56-32 (Sin incluir daños superficiales).....	29
Tabla 17. Clasificación estado del pavimento	30
Tabla 18. Evaluación del pavimento	32
Tabla 19. Resultados de la selección.....	32
Tabla 20. Grado efectividad VMT y VHT (AMB) (Escenario 1).....	37
Tabla 21. Grado efectividad VMT y VHT (AMB) (Escenario 2).....	37
Tabla 22. Grado efectividad VMT y VHT (AMB) (Escenario 3).....	38

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Aforos vehiculares carrera 33 calle 56	43
ANEXO B. Cálculo nivel de servicio carrera 33 calle 56	46
ANEXO C. Aforos vehiculares carrera 27 calle 34	47
ANEXO D. Cálculo nivel de servicio carrera 27 calle 34	49
ANEXO E. Aforos vehiculares carrera 21 calle 36	50
ANEXO F. Cálculo nivel de servicio carrera 21 calle 36	52
ANEXO G. Formatos de inspección visual de pavimentos y procesamiento de la información de la carrera 33 entre calles 30-56.	53
ANEXO H. Formatos de inspección visual de pavimentos y procesamiento de la información de la carrera 27 entre calles 56-32.	57
ANEXO I. Formatos de inspección visual de pavimentos y procesamiento de la información de la carrera 21 entre calles 30-56.	60

RESUMEN.

TÍTULO: ANÁLISIS DEL IMPACTO EN LA MOVILIDAD DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA VÍA EXCLUSIVA PARA MOTOS¹

AUTORES: JULIANA PATRICIA MARÍN MACÍAS**
ANNY YURANY TEJADA PARDO

PALABRAS CLAVE: Movilidad, Congestión, Accidentalidad, Vía Exclusiva Para Motos, Nivel De Servicio, Modelo.

DESCRIPCIÓN:

Este artículo presenta el análisis para la implementación de una vía exclusiva para motos en aras de mitigar el impacto en la movilidad de la ciudad de Bucaramanga. Se hizo una revisión bibliográfica referente al tema para indagar las externalidades de este tipo de vehículos y las experiencias que se han tenido en Colombia y algunos países del funcionamiento de la propuesta, adicionalmente hubo un proceso para establecer la priorización del sector a intervenir en el cual se realizó una investigación para establecer tres ejes conectores de la ciudad sentido sur norte y que permitan la continuidad de la movilidad para finalmente evaluar con respecto a tres parámetros, tales como: la inspección visual de pavimentos flexibles, recolección del número total de accidentes y análisis del nivel de servicio. A partir de los factores considerados se determinó la vía alterna por la cual circularán las motocicletas, posteriormente se modeló en un software de macrosimulación de tráfico, donde se obtuvieron indicadores de tránsito, los cuales son: distancia recorrida (VMT) Y tiempo de viaje (VHT) de los vehículos particulares consignados en la matriz origen- destino que permitieron la comparación del estado actual versus el escenario futuro propuesto y finalmente se obtuvieron resultados significativos.

¹ Trabajo de grado

** Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Hernán Porras Díaz, PhD.

ABSTRACT

TITLE: ANALYSIS OF IMPACT ON THE MOBILITY OF THE MUNICIPALITY OF BUCARAMANGA IMPLEMENTATION OF AN EXCLUSIVE ROUTE FOR MOTORCYCLES²

AUTHORS: JULIANA PATRICIA MARÍN MACÍAS**

ANNY YURANY TEJADA PARDO

KEYWORDS: Mobility, Congestion, Accidents, Lanes Motorcycles, Service Level Model, Model.

This article presents the analysis for the implementation of a dedicated line for motorcycles in order to mitigate the impact on mobility of the city of Bucaramanga. one concerning the topic literature review was conducted to investigate the externalities of this type of vehicle and the experiences they have had in Colombia and some countries of the functioning of the proposal, in addition there was a process to establish the prioritization of the sector to intervene in which an investigation was conducted to establish three connectors axes of the city southbound north and to ensure continuity of mobility to finally evaluated with respect to three parameters, such as visual inspection of flexible pavements, collection of the total number of accidents and analysis service level. From the factors considered the alternative pathway by which circulate motorcycles, later model software macrosimulación traffic, where indicators transit were obtained, which are determined distance traveled (VMT) and travel time (VHT) of private vehicles entered in the origin-destination matrix that allowed the comparison of the current state versus the future scenario finally proposed and significant results were obtained.

² Degree work

** School of Physics and Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Hernán Porras Díaz, PhD.

INTRODUCCIÓN.

“La movilidad es una práctica social de desplazamiento entre lugares con el fin de concretar actividades cotidianas; involucra el desplazamiento de las personas y sus bienes, y conjuga deseos y/o necesidades de viaje (o requerimientos de movilidad) y capacidades subjetivas de satisfacerlos, de cuya interacción resultan las condiciones de acceso a la vida cotidiana” [1]. Día a día en la ciudad de Bucaramanga el tema de movilidad se hace más complicado debido a la congestión vehicular, la accidentalidad vial, demoras en el tiempo de viaje, el incremento del gasto familiar dedicado al transporte cotidiano, la desorganización del tránsito, contaminación ambiental, la ausencia de respeto por el espacio público y las normas. Todos estos problemas se evidencian gracias a que en los últimos años se ha visto un aumento acelerado del crecimiento de la población y su parque automotor, la centralización de las actividades de servicios, comercio y educación, que generan aumento del número de viajes [2].

En el área Metropolitana de Bucaramanga el parque automotor de motocicletas está creciendo aceleradamente, en datos suministrados por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga (DTB) el 58% de los vehículos son motos [3] como se muestra en la tabla 1. Por esta razón, se hace necesario buscar alternativas para mejorar las condiciones de movilidad relacionadas con estas.

La presente investigación se enfocará en el análisis de la implementación de una vía exclusiva para motocicletas. Inicialmente se hizo una revisión referente al tema actual de la problemática en la movilidad urbana del municipio de Bucaramanga y se tomaron experiencias en Colombia y en otros países de la implementación de vías o carriles exclusivos para motos, seguidamente se procedió a la selección de tres corredores viales de la ciudad sentido sur-norte evaluados de acuerdo a 3 parámetros como son accidentalidad, congestión y estado del pavimento; para así escoger la más crítica y dependiendo de esta una vía alterna por la cual circulen las motocicletas.

Con el fin de conocer a futuro el impacto que tendrá esta alternativa es necesario la utilización de un programa de simulación de transporte, por esta razón utilizamos el paquete computacional TransCAD. Para la ejecución de los modelos se utilizaron: la matriz origen- destino de los viajes del AMB, el mapa

de zonificación y la red de transporte suministrados por parte del grupo de Investigación de Geomática de la Universidad Industrial de Santander los cuales se utilizaron para la simulación de la situación actual versus vía exclusiva para motocicletas.

Con los datos arrojados por la simulación se realizó una comparación de la situación actual versus la alternativa propuesta para analizar si la existencia de vías exclusivas para motocicletas mejoraría la seguridad vial y la movilidad en la ciudad de Bucaramanga.

1. ANTECEDENTES

Debido al crecimiento demográfico que se presenta en la actualidad, la movilidad en la ciudad de Bucaramanga cada vez se ve más obstaculizada, lo que conlleva a que las personas tengan dificultades al llevar a cabo determinados desplazamientos para satisfacer sus necesidades y/o deseos. Por esta razón nace la necesidad de emplear determinados sistemas de transporte tales como automóviles, motocicletas, bicicletas, transporte público o ya sea caminando; con el objetivo de disminuir el tiempo de llegada incrementando el parque automotor.

En la Tabla 1 se muestra las cifras del parque automotor acumulado del área metropolitana al 31 de diciembre 2015.

Tabla 1. Parque Automotor Acumulado Área Metropolitana

CLASE	GIRON	B/MANGA	F/BLANCA	P/CUESTA	TOTAL	%
MOTOCICLETA	198800	34110	101752	7396	342058	58%
AUTOMÓVIL	19415	91901	29098	1237	141651	24%
CAMIONETA	8355	32276	10613	623	51867	9%
CAMPERO	1862	16567	3512	253	22194	4%
CAMIÓN	4210	7677	3832	504	16223	3%
T CAMIÓN	564	2353	2519	107	5543	1%
SEMI REMOLQUE	321	0	3863	0	4184	1%
VOLQUETA	899	1656	690	98	3343	1%
BUS	339	1360	1127	30	2856	1%
MICROBUS	395	692	1284	127	2498	1%
BUSETA	284	678	1023	64	2049	1%
MOTOCARRO	422	30	216	0	668	1%
CUATRIMOTOS	117	25	0	2	144	1%
MAQ. CONSTRUCCIÓN	34	0	0	0	34	1%
MAQ. AGRÍCOLA	17	9	0	0	26	1%
MAQ. INDUSTRIAL	6	11	0	0	17	1%
REMOLQUE	3	0	0	0	3	1%
MINIBUS	0	0	0	0	0	0%
MOTOCICLO	0	0	0	1	1	1%
TOTAL	236043	189345	159529	10442	595359	
%	40%	32%	27%	2%	2%	

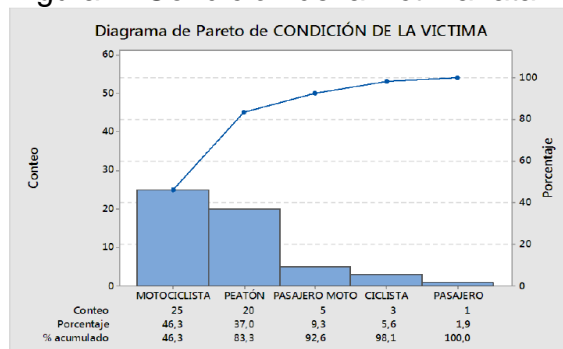
Fuente: Dirección de Tránsito de Bucaramanga.

La mayoría de los problemas de movilidad se presentan, debido a: el crecimiento del parque automotor, la sobreoferta de taxis, buses y busetas, la falta de zonas azules, el deterioro de la infraestructura vial, la falta de cultura vial, etc.

Sin embargo la necesidad y/o el deseo de movilizarnos de un punto de origen a un punto de destino, con lleva a la utilización de modos de desplazamiento urbano motorizado. Entre las alternativas de transporte las motocicletas hoy en día se han convertido en el vehículo de mayor preferencia para las personas porque permite el fácil y rápido desplazamiento y por los bajos costos de mantenimiento que presenta. Este tipo de comportamiento produce un aumento significativo en la participación modal de este tipo de vehículo que como consecuencia producen malestar, incomodidad, caos, aumento de los índices de accidentalidad, entre otros.

Uno de los mayores problemas del uso de las motos es la alta tasa de accidentalidad vial donde según informe presentado por la dirección de tránsito de Bucaramanga del año 2015 el 46,3% de las víctimas fatales fueron motociclistas, como se muestra en la figura 1 [9].

Figura 1. Condición de la victima fatal



Fuente: Dirección de Tránsito de Bucaramanga

Por último, la falta de estacionamientos públicos, la facilidad para acceder a zonas peatonales y su proximidad al usuario hace que este modo de transporte sea ubicado en zonas que interfieren con el libre tránsito de los peatones.

En países industrializados el uso de las motocicletas está creciendo aceleradamente dadas las ventajas económicas en comparación con las de los

vehículos. Debido a este crecimiento se han implementado vías o carriles para mitigar el impacto de este tipo de vehículo. A continuación, se listan algunas experiencias a nivel mundial y regional.

El país pionero en la implementación de carriles exclusivos para motocicletas es Malasia, el cual instauró un carril de este tipo en la década de los setentas. Una evaluación realizada en esta ciudad en la autopista conocida como Federal Highway Route 2, que tiene un carril exclusivo para motocicletas, indicó que tras la construcción de este carril, los accidentes se habían reducido en un 39% (Organización Mundial de la Salud, 2010). Esto demuestra que este tipo de carriles implementados en Malasia, reducen de forma eficaz los accidentes viales producidos por las mismas ya que permiten instaurar un entorno de conducción más seguro para los usuarios de la vía. [4]

Otro caso de estudio realizado en la generación de un carril exclusivo para motocicletas es el de la ciudad de Taiwán, el cual fue implementado en 1992 y se encuentra situado en el centro de la ciudad de Taipéi. Esta medida se tomó dado que Taiwán es el país con la mayor propiedad de motocicletas con 523 motos por cada 1.000 personas. [5]

A nivel nacional, en la ciudad de Medellín, en el año 2008 se realizó una prueba piloto para la implementación de un carril exclusivo para motocicletas. Los resultados en esta prueba no fueron los esperados puesto que arrojaron resultados negativos para su implementación, ya que la geometría de la vía era muy variable y no daban soluciones a los puntos de conflicto [6]

En la ciudad de Cali (Colombia) en el 2013 se implementó una prueba piloto que consiste en un carril exclusivo para motocicletas. En el Artículo de investigación de Cisalva publicado el 15 de Julio del 2015 se tuvo por objetivo evaluar el carril exclusivo para motocicletas en Cali, desde la percepción de sus usuarios 2012-2013. De este estudio se concluyó que se facilita las maniobras de manejo y disminución de viaje, es segura y eficaz para motociclistas y estos aprueban su continuidad y replicación. Sin embargo para ciclistas y conductores de automóviles cuestionan los tiempos de viajes y las cuestiones de seguridad [7].

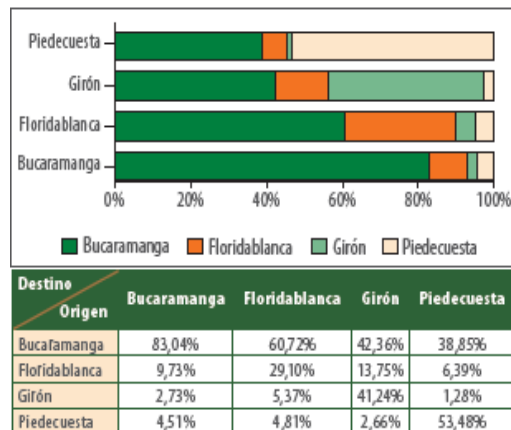
Por ultimo en la ciudad de Bucaramanga la Dirección de Tránsito y Transporte de Bucaramanga en pro del mejoramiento del flujo vial y accidentalidad en el

área metropolitana, propuso un carril preferencial para motocicletas en la carrera 27, en sentido sur-norte entre calle 56 y calle 32. [8]

2. DEFINICIÓN DEL CORREDOR DE ESTUDIO EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA.

Según el estudio de implantación Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) realizado por la Universidad Industrial de Santander en el año 2003, la distribución de viajes entre los diferentes municipios del área metropolitana tiene como principal destino la ciudad de Bucaramanga cuyos orígenes se encuentran los municipios de Floridablanca, Piedecuesta y Girón; como se ilustra en la Figura 2. Los corredores más transitados para llevar a cabo estos desplazamientos son la autopista Bucaramanga- Piedecuesta y Bucaramanga-Girón, así como los corredores viales de la carrera 33, 27, 21, 22 y la diagonal 15.

Figura 2. Distribución de viajes por municipios del área metropolitana de Bucaramanga.



Fuente: UIS 2000- Estudio implantación SITM

Para seleccionar el corredor por donde se implementará la vía exclusiva para motocicletas, se determinó la vía más crítica sentido sur-norte con respecto a tres ejes viales que conduzcan el tránsito a la ciudad de acuerdo a tres parámetros: accidentalidad, congestión y estado del pavimento.

La movilidad interna Sur-Norte en la ciudad de Bucaramanga, se genera desde la Autopista Piedecuesta- Bucaramanga, e ingresa a la ciudad por las carreras 15, 21, 27 y 33. [10] Ya que se requiere evaluar un corredor exclusivo para

motocicletas que asegure la conectividad en este sentido se propusieron para el análisis la carrera 33, 27 y 21 entre las calles 56 y 30 por ser ejes que aseguran la conectividad y continuidad de la movilidad en la ciudad. La carrera 15 no es de relevancia en este estudio ya que parte de ella es un eje vial exclusivo del Sistema Integrado de Transporte Masivo- Metrolínea.

Los tramos propuestos de estudio son:

- Carrera 33 entre calles 56 Y 30. Longitud: 2,1 Km.
- Carrera 27 entre calles 56 y 32 con una longitud de 1,7 Km (Por la ejecución del intercambiador carrera 27 con avenida quebrada seca)
- Carrera 21 entre calles 56 y 30. Longitud: 1,67 Km.

Las trayectorias de los ejes viales de estudio se pueden observar a continuación:

Figura 3. Tramos de estudio.



Fuente: Google Earth

2.1 Evaluación de los parámetros para definir el corredor de estudio.

2.1.1 Accidentalidad.

En la tabla 2 se muestra el número total de accidentes desde el año 2012-2015 de la carrera 33, 27 y 21 entre calle 56 y calle 30 sentido sur-norte. Datos suministrados por la dirección de tránsito de Bucaramanga.

Tabla 2. Accidentalidad años 2012-2015

AÑO	TIPOS DE ACCIDENTALIDAD	CARRERA 21 ENTRE CALLE 56 Y CALLE 30	CARRERA 27 ENTRE CALLE 56 Y CALLE 30	CARRERA 33 ENTRE CALLE 56 Y CALLE 30
2012	SOLO DAÑO	39	87	103
	CON HERIDO	21	35	42
	CON MUERTOS	1	1	0
2013	SOLO DAÑO	27	102	95
	CON HERIDO	24	39	51
	CON MUERTOS	0	0	1
2014	SOLO DAÑO	20	70	80
	CON HERIDO	20	52	34
	MUERTOS	0	3	2
2015	SOLO DAÑO	27	65	82
	CON HERIDO	17	48	35
	CON MUERTOS	1	2	1
TOTAL SOLO DAÑO		113	324	360
TOTAL CON HERIDOS		82	174	162
TOTAL CON MUERTOS		2	6	4
TOTAL GENERAL		197	504	526

Fuente: Dirección de Tránsito de Bucaramanga

Teniendo esta información y de acuerdo al número total acumulado de accidentes (solo daños, con muertos y con heridos) del año 2012 al 2015 se estableció un rango de valores con un valor cuantitativo que permitiera asignar una calificación a cada corredor de estudio para posteriormente hacer una comparación entre estos y determinar el corredor crítico, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. Rangos de evaluación dependiendo del número total de accidentes

RANGO ACCIDENTES	CALIFICACIÓN
0-262	1
263-525	2
526-788	3

De acuerdo a la tabla anterior se asignó la calificación cuantitativa dependiendo del número total de accidentes de los ejes de estudio; como por ejemplo: en la carrera 21 entre calles 56 y 30 se presentaron un total de 197 accidentes que se encuentra en el rango de 0-262 obteniendo una calificación de 1. A continuación se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de accidentalidad para cada corredor de estudio.

Tabla 4. Evaluación de accidentalidad

VÍA	# ACCIDENTES	CALIFICACIÓN
CARRERA 21 ENTRE CALLE 56 Y CALLE 30	197	1
CARRERA 27 ENTRE CALLE 56 Y CALLE 30	504	2
CARRERA 33 ENTRE CALLE 56 Y CALLE 30	526	3

Como resultado se encontró que en la carrera 33 se presenta mayor número de accidentes, seguida por la carrera 27 y finalmente la carrera 21.

2.1.2 Congestión

En Colombia como en la mayoría de países latinoamericanos, para analizar la capacidad y los niveles de servicio, se utiliza la metodología expuesta en el manual de capacidad de carreteras norteamericano HCM 2000 [11] que establece un proceso de cálculo para el tipo de infraestructura vial, como lo son los segmentos básicos de autopista, las carreteras de múltiples carriles, las carreteras de dos carriles, calles urbanas, las intersecciones con semáforo e intersecciones sin semáforos o de prioridad.

Para el desarrollo de la investigación se usó el método de intersecciones semaforizadas. Esta metodología determina el nivel de servicio bajo condiciones de circulación discontinua, es decir, con continuas paradas y arrancadas por la existencia de elementos fijos que producen interrupciones periódica en la circulación vial (semáforos) que obligan a reducir la velocidad significativamente en un momento dado [12]. En la Tabla 5 se definen los seis niveles de servicio.

Tabla 5. Niveles de servicio en intersecciones con semáforo

Nivel de servicio	Demora por control (segundos/vehículo)
A	≤ 10
B	$> 10 - 20$
C	$> 20 - 35$
D	$> 35 - 55$
E	$> 55 - 80$
F	≥ 80

Fuente: TRB, HCM 2000

Inicialmente, se recolectó información histórica suministrada por el grupo de investigación Geomática en los años 2009 y 2012 de volúmenes vehiculares en intersecciones semaforizadas que hacen parte de los corredores de estudio, luego se procesó y analizó dicha información con el fin de conocer cuál de las intersecciones ubicadas en cada tramo era la más crítica para actualizar los aforos de acuerdo a conteos y aplicar la metodología de intersecciones semaforizadas. Como resultado de esta evaluación preliminar, fueron seleccionadas 3 intersecciones, en las que se hicieron los respectivos aforos vehiculares.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los diferentes tramos de estudio determinando el Nivel de servicio (NDS) al cual opera la intersección.

- **Carrera 33 calle 56-30.**

La actualización de los volúmenes vehiculares en la intersección carrera 33 calle 56 se realizó el día martes 31 mayo del 2016, para el período comprendido de 7:15 - 8:15 a.m., para cada uno de los carriles de la intersección y para cada uno de los movimientos presentes; empleando una clasificación vehicular según el formato presentado por el Invías de conteo vehicular. En el Anexo A se presentan los aforos vehiculares en la hora pico, clasificados según el tipo de vehículo, carril y movimiento.

En el Anexo B se explica en detalle el procedimiento de cálculo del análisis operacional del nivel de servicio de la intersección semaforizada.

Como resultado se obtuvo un nivel de servicio global de la intersección "F" la cual describe operaciones de control de demora, por encima de 80 seg. por vehículo. Este nivel es considerado inaceptable para muchos conductores, puede ocurrir con altas relaciones v/c mayores de 1.0 con fallas individuales del ciclo, mala progresión y largas duraciones de ciclo, como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Módulo del nivel de servicio carrera 33 calle 56

ACCESOS	OCCIDENTE	ORIENTE		SUR		NORTE
Sentido del flujo vehicular	EB	WB		NB		SB
Grupo de carriles	T	L	TR	T	R	TR
Tasa de flujo ajustado del grupo: V_i (veh/h)	408	339	370	696	571	912
Relación de verde: g_i/C	0,17	0,24	0,24	0,45	0,45	0,46
Capacidad del grupo de carriles: C_i (veh/h)	350	347	284	688	585	861
Relación volumen a capacidad: $X_i = V_i/C_i$	1,17	0,98	1,30	1,01	0,98	1,06
Demora uniforme: d_1 (s/veh)	50,0	45,2	45,5	33,0	32,4	32,5
Demora incremental: d_2 (s/veh)	101,60	42,81	160,25	37,05	31,70	47,66
Demora por cola inicial: d_3 (s/veh)	0	0	0	0	0	0
Demora media por control del grupo: d_i (s/veh)	151,6	88,0	205,8	70,0	64,1	80,2
Nivel de servicio del grupo de carriles	F	F	F	E	E	F
Demora por acceso: D_a (s/veh)	151,6	149,44		60,44		80,2
Nivel de servicio del acceso	F	F		E		F
Demora en toda la intersección: d_l (s/veh)	96					
Nivel de servicio global de la intersección	F					

- **Carrera 27 calle 56-32.**

El registro de datos se realizó a cabo el día miércoles 01 junio del 2016, en la intersección carrera 27 calle 34 para el período comprendido de 11:30 – 12:30 p.m., para cada uno de los carriles de la intersección y para cada uno de los movimientos presentes; empleando una clasificación vehicular según el formato presentado por el Invías de conteo vehicular. En el anexo C se presentan los aforos vehiculares en la hora pico, clasificados según el tipo de vehículo, carril y movimiento.

En el Anexo D se explica en detalle el procedimiento de cálculo del análisis operacional del nivel de servicio de la intersección semaforizada

Luego de emplear la metodología se obtuvo un nivel de servicio global de la intersección “D” la cual describe operaciones de control de demora, entre 35 y 55 seg. por vehículo. En este punto empiezan a notarse la influencia de congestión ocasionada por ciclo largo y/o una coordinación desfavorable o relaciones v/c altas, causando que muchos vehículos se detengan, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Módulo del nivel de servicio carrera 27 calle 34

ACCESOS	ORIENTE	SUR	NORTE
Sentido del flujo vehicular	WB	NB	SB
Grupo de carriles	T	T	T
Tasa de flujo ajustado del grupo: V_i (veh/h)	900	608	889
Relación de verde: g_i/C	0,33	0,50	0,50
Capacidad del grupo de carriles: C_i (veh/h)	1078	747	948
Relación volumen a capacidad: $X_i = V_i/C_i$	0,83	0,81	0,94
Demora uniforme: d_1 (s/veh)	37,5	25,3	28,2
Demora incremental: d_2 (s/veh)	7,6	9,5	17,6
Demora por cola inicial: d_3 (s/veh)	0	0	0
Demora media por control del grupo: d_i (s/veh)	45,2	34,8	45,8
Nivel de servicio del grupo de carriles	D	D	D
Demora por acceso: D_a (s/veh)	45,2	34,8	45,8
Nivel de servicio del acceso	D	C	D
Demora en toda la intersección: d_l (s/veh)	43		
Nivel de servicio global de la intersección	D		

- **Carrera 21 calle 56-30.**

El registro de datos se llevó a cabo el día lunes 13 junio del 2016, en la intersección carrera 21 calle 36 para el período comprendido de 7:15 - 8:15 a.m., para cada uno de los carriles de la intersección y para cada uno de los movimientos presentes; empleando una clasificación vehicular según el formato presentado por el Invías de conteo vehicular. En el anexo F se presentan los aforos vehiculares en la hora pico, clasificados según el tipo de vehículo, carril y movimiento.

En el Anexo G se explica en detalle el procedimiento de cálculo del análisis operacional del nivel de servicio de la intersección semaforizada.

Luego de emplear la metodología se obtuvo un nivel de servicio global de la intersección "F" la cual describe operaciones de control de demora, por encima de 80 seg. por vehículo. Este nivel es considerado inaceptable para muchos conductores, puede ocurrir con altas relaciones v/c mayores de 1.0 con fallas individuales del ciclo, mala progresión y largas duraciones de ciclo, como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Módulo del nivel de servicio carrera 21 calle 36

ACCESOS	OCCIDENTE	ORIENTE	SUR
Sentido del flujo vehicular	EB	WB	NB
Grupo de carriles	T	TR	TRL
Tasa de flujo ajustado del grupo: V_i (veh/h)	127	527	809
Relación de verde: g_i/C	0,50	0,50	0,33
Capacidad del grupo de carriles: C_i (veh/h)	835	963	684
Relación volumen a capacidad: $X_i= V_i/C_i$	0,15	0,55	1,18
Demora uniforme: d_1 (s/veh)	16,2	20,7	40,5
Demora incremental: d_2 (s/veh)	0,4	2,2	96,4
Demora por cola inicial: d_3 (s/veh)	0	0	0
Demora media por control del grupo: d_i (s/veh)	16,6	22,9	136,9
Nivel de servicio del grupo de carriles	B	C	F
Demora por acceso: D_a (s/veh)	16,6	22,9	136,9
Nivel de servicio del acceso	B	C	F
Demora en toda la intersección: d_l (s/veh)	85		
Nivel de servicio global de la intersección	F		

3.1.2.1 Evaluación de congestión

De acuerdo a los datos procesados en las Tablas 6, 7 y 8 se obtuvo el nivel de servicio de cada uno de los corredores de estudio del sistema prestado a los usuarios, como se muestra a continuación.

Tabla 9. NDS de los ejes de estudio

VÍA	NDS
Carrera 33 Calle 30-56	F
Carrera 27 Calle 32-56	D
Carrera 21 Calle 30-56	F

El Manual de Capacidad Vial HCM 2000 ha establecido seis Niveles de Servicio denominados: A, B, C, D, E y F, que van del mejor al peor. Para la presente investigación se asignó un valor cuantitativo a cada nivel de servicio dentro de un rango de valores de 1 a 6, que va del mejor al peor el cual permite asignar

una calificación para posteriormente comparar los corredores de estudio y determinar el más crítico. Como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10. Rangos de evaluación dependiendo del nivel de servicio

NDS	CALIFICACIÓN
A	1
B	2
C	3
D	4
E	5
F	6

En función de los valores de la Tabla 10, se establece el valor cuantitativo para el nivel de servicio de cada uno de los corredores de estudio como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Evaluación de congestión

VÍA	NDS	CALIFICACIÓN
Carrera 33 Calle 30-56	F	6
Carrera 27 Calle 32-56	D	4
Carrera 21 Calle 30-56	F	6

2.1.3 Estado del pavimento

Uno de los problemas de movilidad tiene como origen el deterioro de las vías. Una vía es una infraestructura de transporte- constituida principalmente por el pavimento, dispositivos de seguridad y señalización, entre otros- cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos con niveles de servicio adecuados y seguridad a sus usuarios ^[13].

Una estructura de pavimento necesita de tratamientos, con el fin de poder garantizar, durante su vida útil, la prestación de un buen servicio. Sin embargo,

con el paso del tiempo factores tales como el tránsito, el medio ambiente, la construcción o los materiales afectan las características funcionales o estructurales del pavimento; presentándose daños que informan sobre su condición y las causas posibles de la misma.

Para la inspección y el reporte de daños que se pueden encontrar en los pavimentos flexibles existen diferentes metodologías, en este estudio se trabajará con el manual para la inspección visual de pavimentos flexibles desarrollada entre la Universidad Nacional de Colombia y El Instituto Nacional de Vías Inviás [15], el cual permite identificar el tipo, la magnitud y severidad de los daños, así como su localización y los tramos de vía más afectados.

2.1.3.1. Inspección visual de pavimento flexible.

Para la realización del procedimiento de evaluación del estado del pavimento, se desarrolló una primera etapa que consistió en el trabajo de campo, a través del cual se identificaron los daños dependiendo de la patología, severidad y extensión de los mismos.

- **Carrera 33 calle 30-56.**

Se hizo un abscisado cada 100 metros sobre el pavimento flexible tomando como punto de inicio (PR0+000) la carrera 33 calle 30 y punto final (PR2+100) la carrera 33 calle 56, con un ancho promedio de 6,30 m.

La información se procesó inicialmente en un primer formato, el cual detalla los daños encontrados y los cuantifica; luego se realizó el análisis y procesamiento de los datos de la información levantada en campo donde se evidencia los resultados de la inspección visual de los daños. En las siguientes tablas se muestra el área y porcentaje afectada del corredor:

Tabla 12. Área y porcentaje de área afectada en la carrera 33 calle 30-56 (Sin incluir daños superficiales)

TRAMO	ABSCISA	TOTAL	% ÁREA AFECTADA
	DESDE-HASTA		
T1	T1: PR0+000 PR0+100	25,56	4,19%
T2	T2: PR0+100 PR0+200	25,31	4,15%
T3	T3: PR0+200 PR0+300	30,69	5,03%
T4	T4: PR0+300 PR0+400	0	0,00%
T5	T5: PR0+400 PR0+500	46,66	7,65%
T6	T6: PR0+500 PR0+600	1,49	0,24%
T7	T7: PR0+600 PR0+700	1,91	0,31%
T8	T8: PR0+700 PR0+800	0,00	0,00%
T9	T9: PR0+800 PR0+900	1,07	0,18%
T10	T10: PR0+900 PR1+000	0	0,00%
T11	T11: PR1+000 PR1+100	0,11	0,02%
T12	T12: PR1+100 PR1+200	0,00	0,00%
T13	T13: PR1+200 PR1+300	31,69	5,19%
T14	T14: PR1+300 PR1+400	9,48	1,55%
T15	T15: PR1+400 PR1+500	56,51	9,26%
T16	T16: PR1+500 PR1+600	17,69	2,90%
T17	T17: PR1+600 PR1+700	0,00	0,00%
T18	T18: PR1+700 PR1+800	25,62	4,20%
T19	T19: PR1+800 PR1+900	14,60	2,39%
T20	T20: PR0+100 PR0+200	6,43	1,05%
T21	T21: PR2+000 PR2+100	17,59	2,88%

Tabla 13. Área y porcentaje de área afectada en la carrera 33 calle 30-56 (Daños superficiales)

TRAMO	ABSCISA	TOTAL	% ÁREA AFECTADA
	DESDE-HASTA		
T1	T1: PR0+000 PR0+100	610	100%
T2	T2: PR0+100 PR0+200	610	100%
T3	T3: PR0+200 PR0+300	610	100%
T4	T4: PR0+300 PR0+400	610	100%
T5	T5: PR0+400 PR0+500	610	100%
T6	T6: PR0+500 PR0+600	350	57%
T7	T7: PR0+600 PR0+700	0	0%
T8	T8: PR0+700 PR0+800	0	0%
T9	T9: PR0+800 PR0+900	0	0%
T10	T10: PR0+900 PR1+000	0	0%
T11	T11: PR1+000 PR1+100	0	0%
T12	T12: PR1+100 PR1+200	0	0%
T13	T13: PR1+200 PR1+300	0	0%
T14	T14: PR1+300 PR1+400	0	0%
T15	T15: PR1+400 PR1+500	0	0%
T16	T16: PR1+500 PR1+600	0	0%
T17	T17: PR1+600 PR1+700	0	0%
T18	T18: PR1+700 PR1+800	0	0%
T19	T19: PR1+800 PR1+900	0	0%
T20	T20: PR0+100 PR0+200	0	0%
T21	T21: PR2+000 PR2+100	0	0%

- **Carrera 27 calle 56-30.**

Se inició haciéndole un abscisado cada 100 metros sobre el pavimento flexible tomando como punto de inicio (PR0+000) la carrera 27 calle 56 y punto final (PR1+800) la carrera 27 calle 32, con un ancho promedio de 10,00 m.

La información se procesó como se explica anteriormente en la carrera 33 entre calles 56 y 30. En las siguientes tablas se muestra el área y porcentaje afectada del corredor:

Tabla 14. Área y porcentaje de área afectada en la carrera 27 calle 56-32 (Sin incluir daños superficiales)

TRAMO	ABSCISA	TOTAL	%ÁREA AFECTADA
	DESDE-HASTA		
T1	T1: PR0+000 PR0+100	109,59	10,96%
T2	T2: PR0+100 PR0+200	4,15	0,41%
T3	T3: PR0+200 PR0+300	17,65	1,77%
T4	T4: PR0+300 PR0+400	71,16	7,12%
T5	T5: PR0+400 PR0+500	10,90	1,09%
T6	T6: PR0+500 PR0+600	2,16	0,22%
T7	T7: PR0+600 PR0+700	2,03	0,20%
T8	T8: PR0+700 PR0+800	4,28	0,43%
T9	T9: PR0+800 PR0+900	9,07	0,91%
T10	T10: PR0+900 PR1+000	18,13	1,81%
T11	T11: PR1+000 PR1+100	14,75	1,48%
T12	T12: PR1+100 PR1+200	63,60	6,36%
T13	T13: PR1+200 PR1+300	37,58	3,76%
T14	T14: PR1+300 PR1+400	17,34	1,73%
T15	T15: PR1+400 PR1+500	11,46	1,15%
T16	T16: PR1+500 PR1+600	5,60	0,56%
T17	T17: PR1+600 PR1+700	10,80	1,08%

- **Carrera 21 calle 30-56.**

Se hizo un abscisado cada 100 metros sobre el pavimento flexible tomando como punto de inicio (PR0+000) la carrera 21 calle 30 y punto final (PR2+100) la carrera 21 calle 56, con un ancho promedio de 10,00 m.

La información se procesó como se explica anteriormente en la carrera 33 entre calles 56 y 30. En las siguientes tablas se muestra el área y porcentaje afectada del corredor:

Tabla 15. Área y porcentaje de área afectada en la carrera 21 calle 30-56 (Sin incluir daños superficiales)

TRAMO	ABSCISA	TOTAL	% ÁREA AFECTADA
	DESDE-HASTA		
T1	T1: PR0+000 PR0+100	520,63	52,06%
T2	T2: PR0+100 PR0+200	125,72	12,57%
T3	T3: PR0+200 PR0+300	48,13	4,81%
T4	T4: PR0+300 PR0+400	177,79	17,78%
T5	T5: PR0+400 PR0+500	103,95	10,40%
T6	T6: PR0+500 PR0+600	50,00	5,00%
T7	T7: PR0+600 PR0+700	125,89	12,59%
T8	T8: PR0+700 PR0+800	52,19	5,22%
T9	T9: PR0+800 PR0+900	457,31	45,73%
T10	T10: PR0+900 PR1+000	1122,50	112,25%
T11	T11: PR1+000 PR1+100	15,73	1,57%
T12	T12: PR1+100 PR1+200	322,97	32,30%
T13	T13: PR1+200 PR1+300	251,40	25,14%
T14	T14: PR1+300 PR1+400	386,34	38,63%
T15	T15: PR1+400 PR1+500	95,37	9,54%
T16	T16: PR1+500 PR1+600	172,70	17,27%
T17	T17: PR1+600 PR1+670	550	82,09%

Tabla 16. Área y porcentaje de área afectada en la carrera 27 calle 56-32 (Sin incluir daños superficiales)

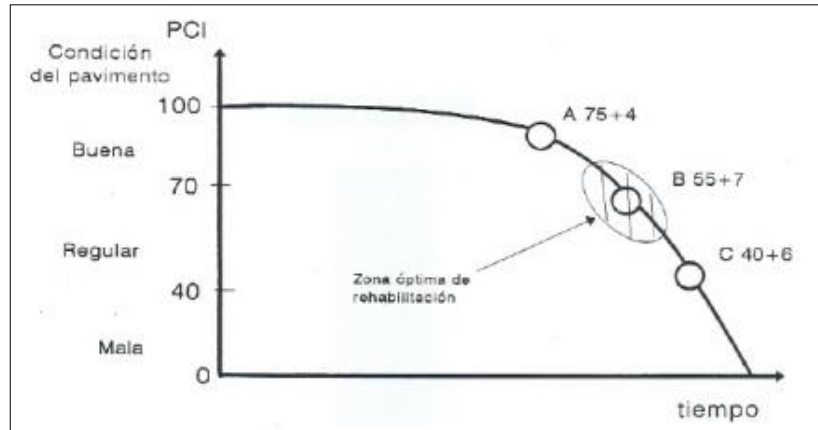
TRAMO	ABSCISA	TOTAL	% ÁREA AFECTADA
	DESDE-HASTA		
T1	T1: PR0+000 PR0+100	1000	100%
T2	T2: PR0+100 PR0+200	1000	100%
T3	T3: PR0+200 PR0+300	1000	100%
T4	T4: PR0+300 PR0+400	0	0%
T5	T5: PR0+400 PR0+500	1000	100%
T6	T6: PR0+500 PR0+600	500	50%
T7	T7: PR0+600 PR0+700	1000	100%
T8	T8: PR0+700 PR0+800	1000	100%
T9	T9: PR0+800 PR0+900	0	0%
T10	T10: PR0+900 PR1+000	0	0%
T11	T11: PR1+000 PR1+100	0	0%
T12	T12: PR1+100 PR1+200	0	0%
T13	T13: PR1+200 PR1+300	700	70%
T14	T14: PR1+300 PR1+400	0	0%
T15	T15: PR1+400 PR1+500	0	0%
T16	T16: PR1+500 PR1+600	0	0%
T17	T17: PR1+600 PR1+670	0	0%

2.1.3.2. Evaluación del Estado del pavimento.

Los pavimentos muestran diferentes relaciones deterioro-tiempo de acuerdo a los distintos factores involucrados en la vida útil de este y se ha determinado curvas de deterioro en función del tiempo que permite llevar a cabo una política

de mantenimiento y rehabilitación del pavimento, como la mostrada a continuación [17]

Figura 4. Curva típica de deterioro de un pavimento.



Fuente: Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles

La definición de estructuras que no fallan catastróficamente -como los pavimentos- no es fácil de determinar ya que tienen un importante componente subjetivo. Existen diversos esquemas para clasificar el pavimento y definir etapas de su curva de deterioro. En el presente estudio se adoptó el método PCI el cual cuantifica la condición del pavimento de 0-100, para efectos de generar un mapa en el cual se evidencie los resultados obtenidos de forma visual se establecieron códigos de color como se muestra a continuación para representar el estado del pavimento.

Tabla 17. Clasificación estado del pavimento

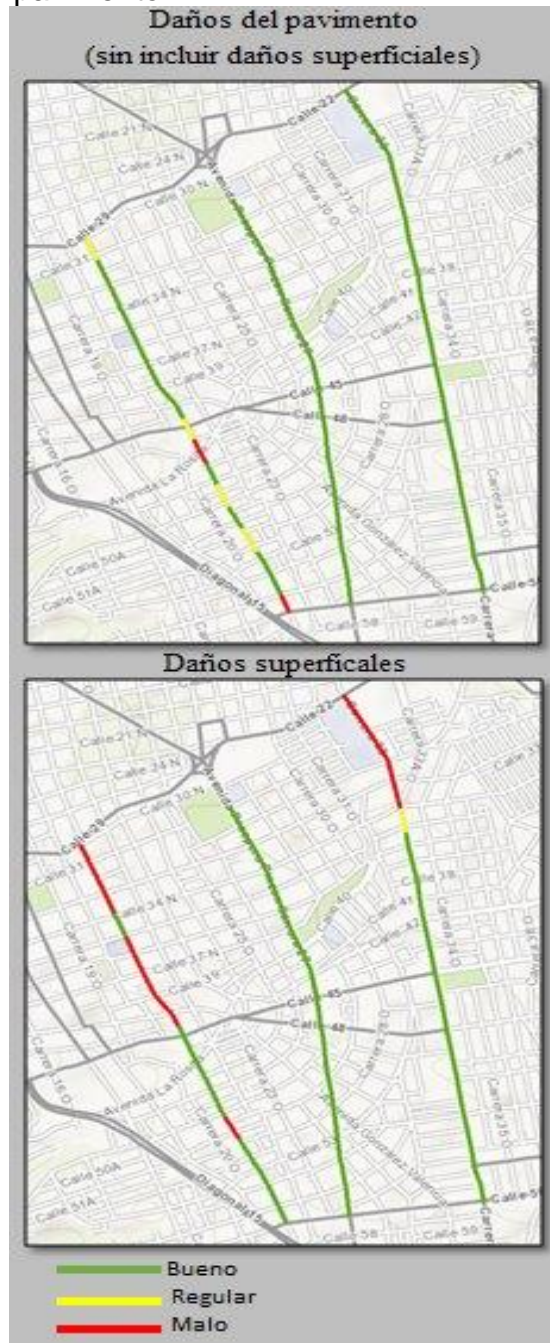
PCI	CONDICIÓN	COLOR IDENTIFICA
>70	Buena	
40-70	Regular	
<40	Mala	

Fuente: Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles

De acuerdo a la información procesada en el Anexo H, I y J donde se presentan los formatos de inspección visual del pavimento flexible y el procesamiento de la información se obtuvo los siguientes resultados que se ilustran en la figura 5, en la cual en la parte superior se observa el estado del pavimento sin incluir los daños superficiales y en la inferior solo se muestran los daños superficiales presentes en el pavimento. En el Anexo K se puede apreciar localización, área

afectada, severidad y fotografía de los daños de cada uno de los tramos de estudio.

Figura 5. Estado del pavimento



Como resultado visual del código de colores que se ilustra en la figura anterior, se determina que la carrera 21 presenta un grado de deterioro superior, seguida por la carrera 33 y finalmente la carrera 27.

Con el fin de comparar los corredores de estudio se asumió un rango de valores que varía de 1 a 3, siendo 1 para el pavimento que presenta un grado de deterioro inferior y 3 para el pavimento que presenta un grado de deterioro superior, como se muestra a continuación.

Tabla 18. Evaluación del pavimento

VÍA	CALIFICACIÓN
Carrera 33 Calle 30-56	2
Carrera 27 Calle 32-56	1
Carrera 21 Calle 30-56	3

2.2 Selección de la vía de mayor impacto en la movilidad.

Con el fin de comparar los 3 ejes viales de estudio se sumó el resultado obtenido de acuerdo a los parámetros evaluados anteriormente determinando así el corredor crítico, dando como resultado los datos que se muestran a continuación.

Tabla 19. Resultados de la selección.

VÍA	ACCIDENTALIDAD	CONGESTIÓN	ESTADO DEL PAVIMENTO	CALIFICACIÓN
CARRERA 33 ENTRE CALLE 56 Y CALLE 30	3	6	2	11
CARRERA 27 ENTRE CALLE 56 Y CALLE 32	2	4	1	7
CARRERA 21 ENTRE CALLE 56 Y CALLE 30	1	6	3	10

De los resultados mostrados en la tabla 19 podemos concluir que la carrera 33 entre calle 54 y calle 30, en sentido sur-norte es la más crítica y por ende es la vía seleccionada para el análisis.

3. PLANTEAMIENTO DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA.

Se desea analizar si la existencia de una vía exclusiva para motocicletas mejorará la movilidad en la ciudad. Para lo cual se hizo en un eje vial alterno al eje crítico seleccionado en 4.2 Selección de la vía de mayor impacto en la movilidad.

Analizando la problemática existente en el sector, se propuso una vía alternativa para el tránsito exclusivo de motocicletas de forma que se logre aliviar el flujo en la carrera 33 entre calles 56 y 30. Esta medida se desarrolló en la carrera 36 entre las calles 56 y 34, sentido sur-norte. Se escogió este eje vial ya que está muy cerca de la vía crítica (carrera 33 calle 56-30) y es el único eje vial que por la geometría de la ciudad no se conecta nuevamente a los ejes principales, permitiéndoles utilizar una vía alternativa generando mayor seguridad a los motociclistas al no interactuar con vehículos grandes. En la figura se ilustra la vía crítica y el corredor de la investigación.

Figura 6. Vías ilustrativas



Fuente: Google Maps

4. SIMULACIÓN DE LA ALTERNATIVA

4.1 Simulación de la situación actual y alternativa propuesta.

La necesidad de conocer en un futuro el impacto que tendrá la alternativa propuesta sobre la reestructuración de la red de transporte público, hace necesario evaluar los cambios que se obtendrán en las redes de transporte propuestas, el grado de cobertura y accesibilidad, así como indicadores operacionales globales del sistema y por ruta, sin olvidar el impacto que esta tendrá sobre la circulación de vehículos privados en la ciudad.

Para la realización de estos modelos se utilizó archivos suministrados por el grupo de investigación Geomática, los cuales constan de un mapa de zonificación, la matriz origen destino de los viajes realizados en el área metropolitana de Bucaramanga y la red vial. Con esto se procede a modelar la situación del tráfico vehicular privado actual (2015) y a futuro (2020) con el cual se obtendrán rangos de volumen de vehículos que transitan por los corredores viales y así determinar el impacto que tendrá sobre la movilidad.

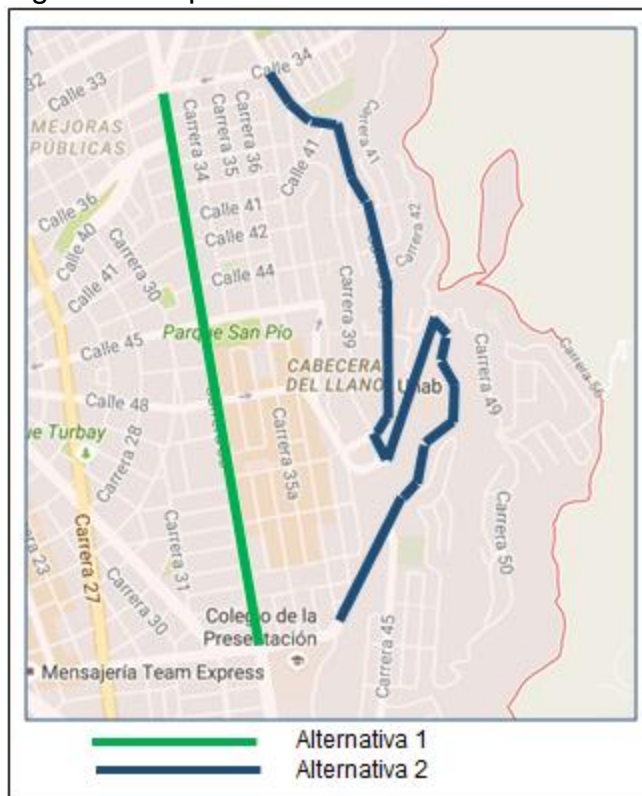
Para el modelo de la situación futura del tráfico vehicular en el área metropolitana de Bucaramanga se modelará 3 escenarios para realizar un comparativo de indicadores de tránsito. Los escenarios propuestos consideran el flujo de vehículos que ya no transitaran por la carrera 36 entre calles 56- 34 y que por consiguiente elegirán una vía alterna para llegar a su destino.

Las vías alternas permiten la conectividad a las zonas aledañas para que las personas satisfagan sus deseos y/o necesidades, las cuales serán:

- Alternativa 1: Circular por la carrera 33 entre calles 56-34
- Alternativa 2: Circular por la diagonal 56 luego seguir por la avenida 42. En este punto deberán continuar por la carrera 39 entre calles 51- 41 y empalmar con la carrera 41 hasta la calle 34.

A continuación se presenta un esquema que permite ubicar las vías alternas.

Figura 7. Esquema de ubicación de las vías alternas.



Fuente: Google Maps

Los escenarios planteados para la modelación de la situación futura son:

- Escenario 1. El 100% de los vehículos que transitaban por la 36 ahora circularan por la alternativa 1
- Escenario 2. El 100% de los vehículos que transitaban por la 36 ahora circularan 80% por la alternativa 1 y el resto (20%) por la alternativa 2.
- Escenario 3. El 100% de los vehículos que transitaban por la 36 ahora circularan 50% por la alternativa 1 y el resto (50%) por la alternativa 2.

Para el procesamiento de los datos, es necesario adoptar un método de asignación en el cual el algoritmo que mejor se adapte al modelo. El método que se utilizará para desarrollar la investigación es el algoritmo de Equilibrio Estocástico, el cual asume que los usuarios del sistema no tienen un conocimiento exacto del tiempo de viaje ni una percepción uniforme de su coste, motivo por el que no siempre coinciden el camino óptimo y el camino escogido para desarrollar un desplazamiento, existiendo múltiples relaciones O/D que son utilizadas por los usuarios. [18]

4.2 Interpretación de resultados.

A continuación se hace una explicación de los indicadores usados para el análisis de los resultados obtenidos en el proceso de simulación.

- **Indicadores de tráfico**

Para la situación actual y la situación vía exclusiva para motocicletas se calcularon indicadores de tráfico. Los cuales son: distancia recorrida (VMT) y el tiempo de viaje (VHT) de los vehículos particulares consignados en el matriz origen-destino y expresados, respectivamente, en kilómetros y horas. Con estos dos indicadores se pretende analizar el grado de efectividad de la propuesta de una vía exclusiva para motocicletas en el municipio de Bucaramanga.

Los resultados de tiempo (VHT) y de distancia (VMT) son importantes porque señalan, en general, cuanto fue el tiempo y la distancia recorrida respectivamente por todos los usuarios. Sirven como valores de comparación entre diferentes escenarios ^[19]. También tenemos en cuenta que si la relación v/c es mayor que 1 representa que hay congestión

- **Grado de efectividad.**

Posteriormente, para el año futuro (2020) de la situación actual y la situación vía exclusiva para motos, se calculó la reducción o aumento porcentual de cada indicador.

4.2.1 Análisis de resultados

Después de la simulación de cada una de las situaciones se realizaron las siguientes tablas donde se comparan el VHT y el VMT.

En la tabla 20 se ilustra una comparación el valor de VMT y VHT de las dos situaciones para el área metropolitana de Bucaramanga, mostrando un aumento

de la distancia recorrida del orden de 37,94% y disminución del tiempo de viaje en 0,90%.

Tabla 20. Grado efectividad VMT y VHT (AMB) (Escenario 1)

	VMT	VHT
Situación actual AMB	235719,60	21390,27
Situación vía exclusiva motos. AMB (Escenario 1)	379844,25	21200,13
% Diferencia	-37,94%	0,90%

En la tabla 21 se ilustra una comparación el valor de VMT y VHT de las dos situaciones para el área metropolitana de Bucaramanga, mostrando un aumento de la distancia recorrida del orden de 37,92% y disminución del tiempo de viaje en 0,93%

Tabla 21. Grado efectividad VMT y VHT (AMB) (Escenario 2)

	VMT	VHT
Situación actual AMB	235719,60	21390,27
Situación vía exclusiva motos. AMB (Escenario 2)	379675,98	21193,74
% Diferencia	-37,92%	0,93%

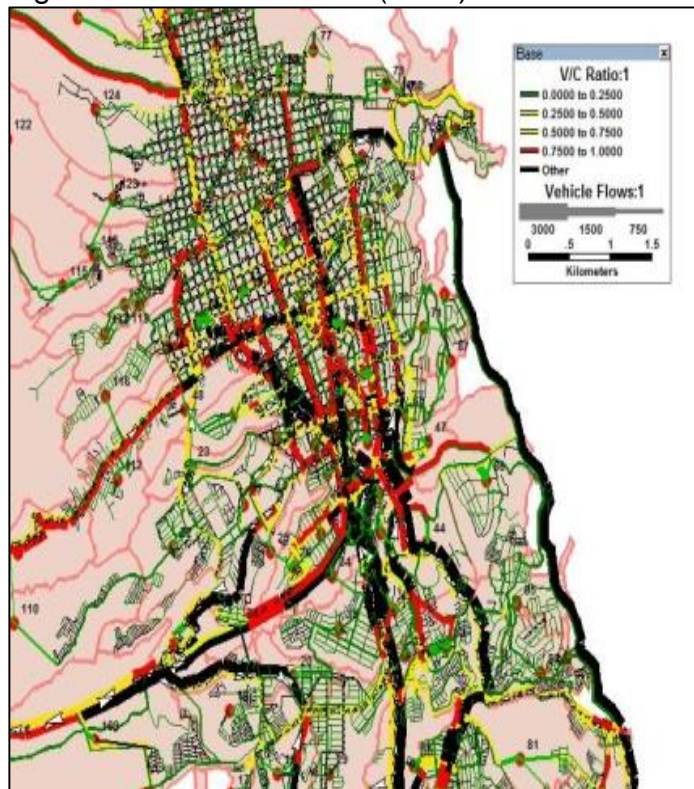
En la tabla 21 se ilustra una comparación el valor de VMT y VHT de las dos situaciones para el área metropolitana de Bucaramanga, mostrando un aumento de la distancia recorrida del orden de 38,01% y disminución del tiempo de viaje en 1,32%.

Tabla 22. Grado efectividad VMT y VHT (AMB) (Escenario 3)

	VMT	VHT
Situación actual AMB	235719,60	21390,27
Situación vía exclusiva motos. AMB (Escenario 3)	380252,98	21111,96
% Diferencia	-38,01%	1,32%

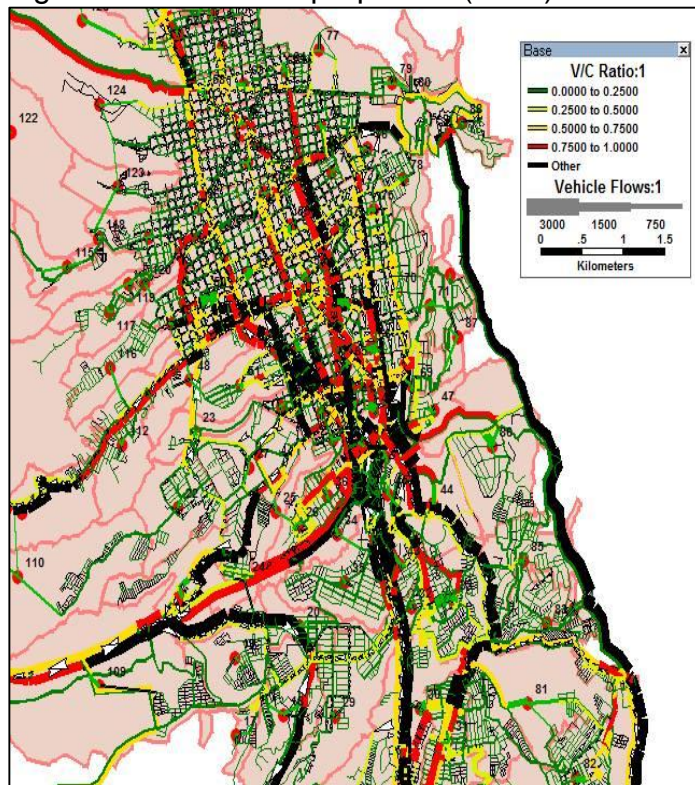
A continuación se muestra los resultados de la simulación de la situación actual (2020) y la alternativa propuesta, ilustrada en la figura 8, 9, 10 y 11, respectivamente. Según las convenciones el color de las vías representa el nivel de congestión que va desde el color verde, pasando por amarillo, amarillo más fuerte, naranja, rojo y negro. El color negro representa una relación v/c mayor que 1, es decir, está congestionado.

Figura 8. Situación actual (2020)



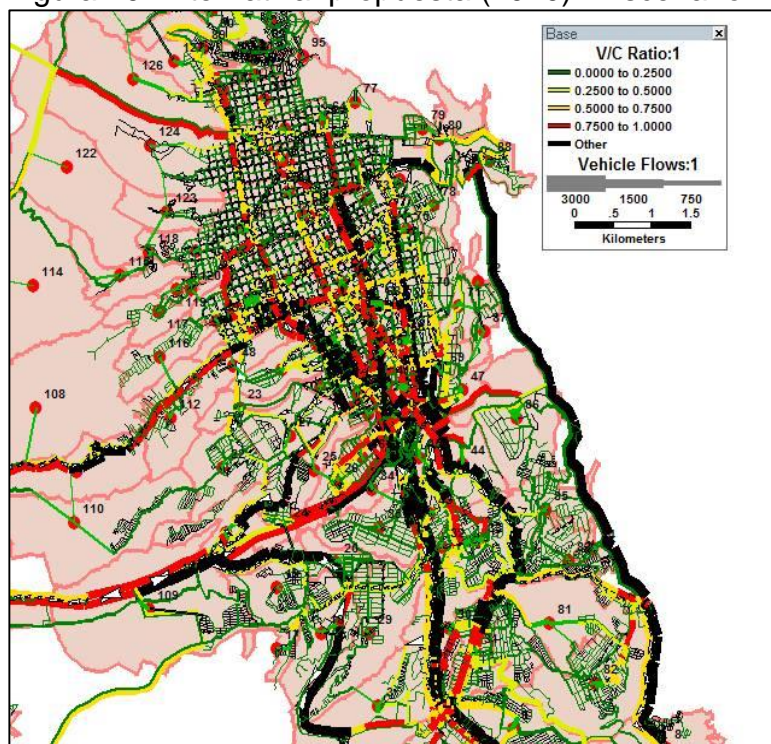
Fuente: TransCAD

Figura 9. Alternativa propuesta (2020) - Escenario 1



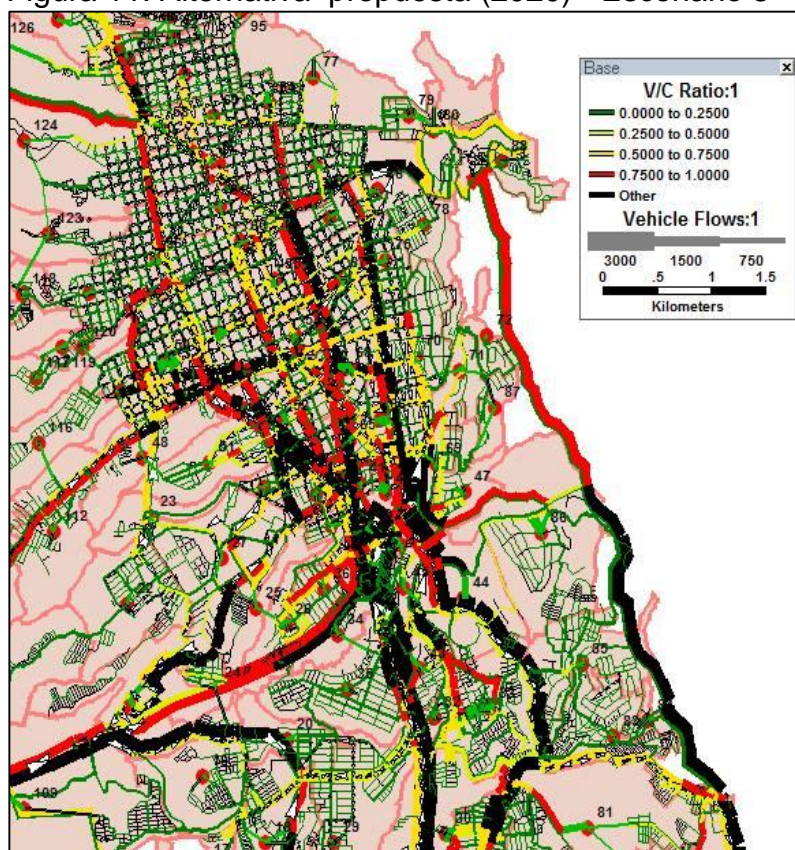
Fuente: TransCAD

Figura 10. Alternativa propuesta (2020) - Escenario 2



Fuente: TransCAD

Figura 11. Alternativa propuesta (2020) - Escenario 3



Fuente: TransCAD

5. CONCLUSIONES

La información suministrada del parque automotor muestra claramente la superioridad de motocicletas con respecto a otros medios de transportes. La motocicleta ha obtenido una mayor participación en el esquema de movilidad, debido entre otros aspectos, a que es utilizada como medio de transporte o herramienta de trabajo de miles de ciudadanos que ven en este vehículo un transporte urbano más ágil y rápido; además de económico, tiene una disminución en el tiempo de viaje; mejorando la calidad de vida de la gente que utiliza este transporte

Como resultado de la investigación presentada, es posible concluir que la carrera 33 entre la calle 56 y la calle 30 evidencia la problemática que se está presentando en ese sector como uno de los principales polos generadores y a tractores de viajes debido a las actividades que allí se realizan tales como: servicio, comercio y educación.

De los resultados obtenidos de las simulaciones se concluye que este tipo de medida de la forma en que quiso implementarse no proporciona una solución viable para la movilidad en la ciudad, ya que aumenta significativamente la distancia recorrida de todos los vehículos privados que conforman el parque automotor del área metropolitana de Bucaramanga y genera un mayor grado de congestión en las vías aledañas. Sin embargo, cabe anotar que disminuye el tiempo de viaje de los usuarios pero comparado con el aumento de la distancia recorrida podría despreciarse.

Esta investigación evidencia los crecientes problemas relacionados con la movilidad de la ciudad que se acrecientan día a día, por lo que debe pensarse en soluciones que propendan a solucionar los problemas de movilidad que a diario se presentan en el área Metropolitana de Bucaramanga, ya sea empezando con el respeto a las normas, concientización y responsabilidad ciudadana o alternativas de sistemas inteligentes de transporte.

Cabe resaltar que es de gran importancia la calidad y cantidad de información actualizada del matriz origen destino para la asignación de datos de tráfico en la modelación, donde se obtendrá así resultados reales y el porcentaje de error sea mínimo.











BIBLIOGRAFIA











- [1] A. Gutiérrez, “¿Qué es la movilidad? ELEMENTOS PARA[RE] CONSTRUIR LAS DEFINICIONES BASICAS DEL CAMPO DE TRANSPORTE”, Bitácora Urbano Territorial, 2012, pp 61-74.
- [2] Grupo de Investigación Geomática, PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA, Bucaramanga 2011-2030, p. 3
- [3] Crecimiento del Parque Automotor,
Http://Www.Amb.Gov.Co/Observatorio2/Indicadores/Sector_Movilidad/Paginas/1.Crecparqaut.Php [citado 23 de junio 2015]
- [4]<http://www.acofipapers.org/index.php/eiei2015/2015/paper/viewFile/1412/518>
[Citado 22 julio 2016)
- [5] Guevara, A. y Jiménez, A. (2013). Estrategias de mitigación del impacto producido en la movilidad por parte de las motocicletas en el casco urbano de la ciudad de Barrancabermeja. Universidad Industrial de Santander. Barrancabermeja. Colombia
- [6] Secretaría de Transportes y Tránsito de Medellín. (2008). Carril solo motos. Prueba piloto. Medellín. Colombia.
- [7] G. Osorio Cuéllar and S. Pacichana Quinayaz, F. Bonilla Escobar and A. Fandiño Losada and C. Jaramillo Molina & M. Gutiérrez Martínez, First motorcycle-exclusive lane (Motovia) in Colombia: perceptions of users in Cali, 2012–2013, 2015, International Journal of Injury Control and Safety Promotion, 70-77
- [8] Comunicado de prensa,
<https://www.facebook.com/TransitoBucaramanga/photos/a.196364433845118.1073741835.194266150721613/599073233574234/?type=3&theater> [citado 15 marzo del 2016]
- [9] Dirección De Transito De Bucaramanga-Informe Accidentalidad 2015 No. 002-16, 2016, pp. 1-11
- [10]http://www.bucaramanga.gov.co/documents/ACUERDO_014_PDM_2012-2015._version_final_mayo_31.pdf [citado 22 julio 2016]
- [11] TRB (2000) Highway Capacity Manual 2000, Washington D.C.: Transportation Research Board, National Research Council.











- [12] Cal & Mayor, Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones, 8ª edición, Alfa omega, México 2007, Capítulo 12, pp 353-432
- [13] Glosario de Manual de diseño geométrico de carreteras, <http://200.21.20.196/invias/index.php/servicios-al-ciudadano/glosario/13>, [citado 16 marzo de 2016]
- [14] Pavimentos. División de Investigación y Asesorías Universidad de Medellín., 1997
- [15] Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red de carreteras, manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, octubre de 2006, pp. 5-20.
- [16] Vera F, Aplicabilidad de las metodologías del HCM 2000 y Synchro 7.0 para analizar intersecciones semaforizadas en Lima, Tesis pregrado, Pontificia Universidad Católica Del Perú. Lima, Enero del 2012
- [17] Jugo A, Manual De Mantenimiento Y Rehabilitación De Pavimentos Flexibles, Versión revisada 2005.
- [18]<http://www.protransporte.gob.pe/pdf/biblioteca/2008/ConsultoriaCapacitacionTransCAD.pdf> [Citado el 14 de Julio de 2016]
- [19] C. Barajas and C. Flórez, Línea elevada de metro ligero como propuesta para que permita disminuir el nivel de tráfico en el área metropolitana de Bucaramanga [pregrado tesis], Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2016.











ANEXOS











ANEXO A. Aforos vehiculares carrera 33 calle 56











MUNICIPIO		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Nublada									AFORADOR: Proyecto de grado II	
INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56		INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56									SUPERVISOR:	
FECHA(D.M.A):		HORA DE INICIO: 7:15 am									HORA FINAL: 8:15 a.m.	
DÍA		DÍA TÍPICO: SI									HORA DE ENTREGA:	
												
SENTIDO		2									TOTAL	
INTERVALO												
7:15-7:30	0	220	174	145	76	3	2	1	0	0	621	
7:30-7:45	0	223	176	165	76	3	2	1	0	0	646	
7:45-8:00	0	231	182	178	71	3	2	1	0	0	668	
8:00-8:15	0	237	182	175	74	3	2	1	0	0	674	
TOTAL	0	911	714	663	297	12	8	4	0	0	2609	
%	0%	35%	27%	25%	11%	0%			0%		100%	











MUNICIPIO		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Nublada									AFORADOR: Proyecto de grado II	
INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56		INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56									SUPERVISOR:	
FECHA(D.M.A):		HORA DE INICIO: 7:15 am									HORA FINAL: 8:15 a.m.	
DÍA		DÍA TÍPICO: SI									HORA DE ENTREGA:	
												
SENTIDO		9(2)									TOTAL	
INTERVALO												
7:15-7:30	0	262	162	96	12	4	2	0	0	0	538	
7:30-7:45	0	251	158	99	12	4	4	0	0	0	528	
7:45-8:00	0	214	162	104	12	4	2	0	0	0	498	
8:00-8:15	0	257	171	102	12	5	2	0	0	0	549	
TOTAL	0	984	653	401	48	17	10	0	0	0	2113	
%	0%	47%	31%	19%	2%	1%			0%		100%	











MUNICIPIO		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Nublada									AFORADOR: Proyecto de grado II	
INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56		INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56									SUPERVISOR:	
FECHA(D.M.A):		HORA DE INICIO: 7:15 am									HORA FINAL: 8:15 a.m.	
DÍA		DÍA TÍPICO: SI									HORA DE ENTREGA:	
												
SENTIDO		3									TOTAL	
INTERVALO												
7:15-7:30	0	92	74	61	12	2	2	0	0	0	243	
7:30-7:45	0	82	57	55	12	2	3	0	0	0	211	
7:45-8:00	0	94	75	62	14	2	2	0	0	0	249	
8:00-8:15	0	85	68	56	13	2	2	0	0	0	226	
TOTAL	0	353	274	234	51	8	9	0	0	0	929	
%	0%	38%	29%	25%	5%	1%			1%		100%	











MUNICIPIO		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Nublada									AFORADOR: Proyecto de grado II	
INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56		INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56									SUPERVISOR:	
FECHA(D.M.A):		HORA DE INICIO: 7:15 am									HORA FINAL: 8:15 a.m.	
DÍA		DÍA TÍPICO: SI									HORA DE ENTREGA:	
												
SENTIDO		9(3)									TOTAL	
INTERVALO												
7:15-7:30	0	45	49	26	8	2	1	0	0	0	131	
7:30-7:45	0	45	44	31	8	2	1	0	0	0	131	
7:45-8:00	0	47	45	34	8	2	1	0	0	0	137	
8:00-8:15	0	49	46	26	8	3	1	0	0	0	133	
TOTAL	0	186	184	117	32	9	4	0	0	0	532	
%	0%	35%	35%	22%	6%	2%			1%		100%	

MUNICIPIO		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Nublada									AFORADOR: Proyecto de grado II	
INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56		INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56									SUPERVISOR:	
FECHA(D.M.A):		HORA DE INICIO: 7:15 am									HORA FINAL: 8:15 a.m.	
DÍA		DÍA TÍPICO: SI									HORA DE ENTREGA:	
												
SENTIDO		9(1)									TOTAL	
INTERVALO												
7:15-7:30	0	43	61	59	17	5	3	0	0	0	188	
7:30-7:45	0	38	55	44	19	4	3	0	0	0	163	
7:45-8:00	0	42	62	51	17	5	3	0	0	0	180	
8:00-8:15	0	46	61	58	21	4	3	0	0	0	193	
TOTAL	0	169	239	212	74	18	12	0	0	0	724	
%	0%	23%	33%	29%	10%	2%			2%		100%	

MUNICIPIO Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Nublada				AFORADOR: Proyecto de grado II					
INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56		INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56				SUPERVISOR:					
FECHA(D.M.A.):		HORA DE INICIO: 7:15 am				HORA FINAL: 8:15 a.m.					
DÍA Martes		DÍA TÍPICO: SI				HORA DE ENTREGA:					
											
SENTIDO	1										
INTERVALO											TOTAL
7:15-7:30	0	219	201	147	51	2	2	0	0	0	622
7:30-7:45	0	240	179	129	50	4	1	0	0	0	603
7:45-8:00	0	213	187	153	51	2	2	0	0	0	608
8:00-8:15	0	240	198	168	55	2	1	0	0	0	664
TOTAL	0	912	765	597	207	10	6	0	0	0	2497
%	0%	37%	31%	24%	8%	0%		0%			100%

MUNICIPIO Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Nublada				AFORADOR: Proyecto de grado II					
INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56		INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56				SUPERVISOR:					
FECHA(D.M.A.):		HORA DE INICIO: 7:15 am				HORA FINAL: 8:15 a.m.					
DÍA Martes		DÍA TÍPICO: SI				HORA DE ENTREGA:					
											
SENTIDO	4										
INTERVALO											TOTAL
7:15-7:30	1	79	84	47	4	5	4	0	0	0	224
7:30-7:45	3	81	89	54	4	4	2	0	0	0	237
7:45-8:00	4	83	89	56	4	3	2	0	0	0	241
8:00-8:15	3	84	86	61	4	4	3	1	0	0	246
TOTAL	11	327	348	218	16	16	11	1	0	0	948
%	1%	34%	37%	23%	2%	2%		1%			100%

MUNICIPIO Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Nublada				AFORADOR: Proyecto de grado II					
INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56		INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56				SUPERVISOR:					
FECHA(D.M.A.):		HORA DE INICIO: 7:15 am				HORA FINAL: 8:15 a.m.					
DÍA Martes		DÍA TÍPICO: SI				HORA DE ENTREGA:					
											
SENTIDO	8										
INTERVALO											TOTAL
7:15-7:30	1	121	80	61	15	4	4	0	0	0	286
7:30-7:45	2	116	79	78	15	5	2	0	0	0	297
7:45-8:00	1	132	76	69	15	4	2	0	0	0	299
8:00-8:15	1	140	80	74	15	5	3	1	0	0	319
TOTAL	5	509	315	282	60	18	11	1	0	0	1201
%	0%	42%	26%	23%	5%	1%		1%			100%

MUNICIPIO Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Nublada				AFORADOR: Proyecto de grado II					
INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56		INTERSECCIÓN: Carrera 33 calle 56				SUPERVISOR:					
FECHA(D.M.A.):		HORA DE INICIO: 7:15 am				HORA FINAL: 8:15 a.m.					
DÍA Martes		DÍA TÍPICO: SI				HORA DE ENTREGA:					
											
SENTIDO	9(4)										
INTERVALO											TOTAL
7:15-7:30	0	35	34	23	3	3	2	0	0	0	100
7:30-7:45	0	34	35	28	5	3	2	0	0	0	107
7:45-8:00	0	35	36	25	4	3	2	0	0	0	105
8:00-8:15	0	36	36	30	3	3	2	0	0	0	110
TOTAL	0	140	141	106	15	12	8	0	0	0	422
%	0%	33%	33%	25%	4%	3%		2%			100%

ANEXO B. Cálculo nivel de servicio carrera 33 calle 56

Datos

ACCESO	Ancho carril [m]	%HV	% G	FASES (s)			Arranque [s]
				Verde	Amarillo	Rojo	
Occidente	2,60	5,68	1,2	21	3	96	4
Oriente	2,90	3,54	1,5	30	3	87	4
Sur	3,10	7,31	-3,3	55	3	62	4
Norte	3,00	8,72	-5,2	56	3	61	4

Módulo de ajuste de volúmenes

ACCESOS	OCCIDENTE			ORIENTE			SUR			NORTE		
Sentido del flujo vehicular	EB			WB			NB			SB		
Movimiento	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT
Volúmenes: V(veh/h)	--	249	137	319	246	110		674	549		664	193
FHMD		0,93	0,97	0,94	0,96	0,96		0,97	0,96		0,94	0,94
Flujo ajustado: Vp (veh/h)		267	141	339	255	115		696	571		706	206
Grupo de carriles		--	TR	L	TR	--		T	R		--	TR
Número de carriles: N		--	2	1	1	--		2	1		--	2
Flujo del grupo: vi (veh/h)		--	408	339	370	--		696	571		--	912
Prop. De vueltas: PLT o PRT			0,35		0,31							0,23











Módulo del flujo de saturación











ACCESOS	OCCIDENTE	ORIENTE		SUR		NORTE
Sentido del flujo vehicular	EB	WB		NB		SB
Grupo de carriles	TR	L	TR	T	R	TR
Número de carriles: N	2	1	1	2	1	2
Flujo de saturación base: So (autos/h verde/carril)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: Fw	0,889	0,922	0,922	0,944	0,944	0,933
Factor de ajuste por vehículos pesados: Fhw	0,946	0,966	0,966	0,932	0,932	0,920
Factor de ajuste por pendiente del acceso: Fg	0,994	0,993	0,993	1,017	1,017	1,026
Factor de ajuste por estacionamiento: Fp	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por bloqueo de buses: Fbb	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por tipo de área: Fa	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Factor de ajuste por utilización de carriles: Flu	0,78	1,00	1,45	0,50	1,00	0,65
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: Flt	1,00	0,95	1,00	1,00	1	0,97
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: Frt	0,95	1	0,54	1,00	0,85	1,00
Factor de ajuste izquierdo peatones y ciclistas: Flpb	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste derecho peatones y ciclistas: Frpb	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Flujo de saturación ajustado: Si (autos/h verde)	2098	1436	1174	1530	1300	1878











Módulo de análisis de capacidad











ACCESOS	OCCIDENTE	ORIENTE		SUR		NORTE
Sentido del flujo vehicular	EB	WB		NB		SB
Grupo de carriles	T	L	TR	T	R	TR
Número de la fase: i	Φ1	Φ3	Φ3	Φ2	Φ2	Φ4
Tipo de fase: P=Prefijada, A=Accionada	P	P	P	P	P	P
Tasa de flujo ajustado del grupo: Vi (veh/h)	408	339	370	696	571	912
Flujo de saturación ajustado: Si (vehiculos/h verde)	2098	1436	1174	1530	1300	1878
Tiempo de verde efectivo: gi (s)	20	29	29	54	54	55
Relación de verde: gi/C	0,17	0,24	0,24	0,45	0,45	0,46
Capacidad del grupo de carriles: Ci (veh/h)	350	347	284	688	585	861
Relación volumen a capacidad: Xi= Vi/Ci	1,17	0,98	1,30	1,01	0,98	1,06
Relacion de flujo: Vi/Si	0,19	0,24	0,32	0,45	0,44	0,49
Grupo de carriles crítico por fases:	✓		✓	✓		✓











ANEXO C. Aforos vehiculares carrera 27 calle 34











MUNICIPIO:		Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA:		Soleado		AFORADOR:		Proyecto de grado II													
INTERSECCIÓN:		Carrera 27 calle 34		INTERSECCIÓN:		Carrera 27 calle 34		SUPERVISOR:															
FECHA(D.M.A.):				HORA DE INICIO:		11:30 am		HORA FINAL:		12:30 pm													
DÍA:		Miércoles		DÍA TÍPICO:		Si		HORA DE ENTREGA:															
																							
SENTIDO																							
INTERVALO																							
11:30-11:45		0	138	179	119	31	10	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	483		
11:45-12:00		0	174	217	137	25	11	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	571		
12:00-12:15		0	208	192	96	25	16	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	542		
12:15-12:30		0	144	179	191	21	6	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	548		
TOTAL		0	664	767	543	102	43	21	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2144		
%		0%	31%	36%	25%	5%	2%														100%		

MUNICIPIO:		Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA:		Soleado		AFORADOR:		Proyecto de grado II													
INTERSECCIÓN:		Carrera 27 calle 34		INTERSECCIÓN:		Carrera 27 calle 34		SUPERVISOR:															
FECHA(D.M.A.):				HORA DE INICIO:		11:30 am		HORA FINAL:		12:30 pm													
DÍA:		Miércoles		DÍA TÍPICO:		Si		HORA DE ENTREGA:															
																							
SENTIDO																							
INTERVALO																							
11:30-11:45		0	81	48	36	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168		
11:45-12:00		0	74	44	41	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	162		
12:00-12:15		0	74	38	34	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149		
12:15-12:30		0	72	48	34	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157		
TOTAL		0	301	178	145	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	636		
%		0%	47%	28%	23%	2%	0%														100%		

MUNICIPIO:		Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA:		Soleado		AFORADOR:		Proyecto de grado II													
INTERSECCIÓN:		Carrera 27 calle 34		INTERSECCIÓN:		Carrera 27 calle 34		SUPERVISOR:															
FECHA(D.M.A.):				HORA DE INICIO:		11:30 am		HORA FINAL:		12:30 pm													
DÍA:		Miércoles		DÍA TÍPICO:		Si		HORA DE ENTREGA:															
																							
SENTIDO																							
INTERVALO																							
11:30-11:45		0	175	164	114	25	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	494		
11:45-12:00		2	207	131	110	26	10	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	502		
12:00-12:15		1	268	207	102	19	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	610		
12:15-12:30		0	205	139	102	24	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	485		
TOTAL		3	855	641	428	94	30	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2091		
%		0%	41%	31%	20%	4%	1%														100%		

MUNICIPIO:		Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA:		Soleado		AFORADOR:		Proyecto de grado II													
INTERSECCIÓN:		Carrera 27 calle 34		INTERSECCIÓN:		Carrera 27 calle 34		SUPERVISOR:															
FECHA(D.M.A.):				HORA DE INICIO:		11:30 am		HORA FINAL:		12:30 pm													
DÍA:		Miércoles		DÍA TÍPICO:		Si		HORA DE ENTREGA:															
																							
SENTIDO																							
INTERVALO																							
11:30-11:45		0	166	86	63	15	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	335		
11:45-12:00		0	156	76	56	14	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	307		
12:00-12:15		0	186	82	65	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	348		
12:15-12:30		0	158	73	41	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	285		
TOTAL		0	666	317	225	54	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1275		
%		0%	52%	25%	18%	4%	1%														100%		

MUNICIPIO:		Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA:		Soleado		AFORADOR:		Proyecto de grado II													
INTERSECCIÓN:		Carrera 27 calle 34		INTERSECCIÓN:		Carrera 27 calle 34		SUPERVISOR:															
FECHA(D.M.A.):				HORA DE INICIO:		11:30 am		HORA FINAL:		12:30 pm													
DÍA:		Miércoles		DÍA TÍPICO:		Si		HORA DE ENTREGA:															
																							
SENTIDO																							
INTERVALO																							
11:30-11:45		1	182	118	61	6	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	381		
11:45-12:00		1	177	114	45	6	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	358		
12:00-12:15		2	202	126	45	6	12	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	396		
12:15-12:30		0	202	109	57	6	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	388		
TOTAL		4	763	467	208	24	51	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1523		
%		0%	50%	31%	14%	2%	3%														100%		

MUNICIPIO: Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Soleado				AFORADOR: Proyecto de grado II					
INTERSECCIÓN: Carrera 27 calle 34		INTERSECCIÓN: Carrera 27 calle 34				SUPERVISOR:					
FECHA(D.M.A):		HORA DE INICIO: 11:30 am				HORA FINAL: 12:30 pm					
DÍA: Miércoles		DÍA TÍPICO: Si				HORA DE ENTREGA:					
											
	1. Bicletas	2. Motos	3. Autos	4. Taxis	5. Busetas	7. Camion 2 ejes <	8. Camion 2 ejes.	9. Camion 3 o 4 ejes.	10. Camion 5 ejes.	11. Camion >= 5 ejes.	
SENTIDO	9(4)										TOTAL
INTERVALO											
11:30-11:45	0	39	29	33	0	0	1	0	0	0	102
11:45-12:00	0	38	31	29	0	0	0	0	0	0	98
12:00-12:15	0	36	27	24	0	0	0	0	0	0	87
12:15-12:30	0	38	31	28	0	0	1	0	0	0	98
TOTAL	0	151	118	114	0	0	2	0	0	0	385
%	0%	39%	31%	30%	0%	0%			1%		100%

ANEXO D. Cálculo nivel de servicio carrera 27 calle 34

Datos

ACCESO	Ancho carril [m]	%HV	% G	FASES (s)			Arranque [s]
				Verde	Amarrillo	Rojo	
Occidente	3,60	2,45	6,1	40	3	77	4
Sur	3,10	4,76	6,1	61	3	56	4
Norte	3,10	3,89	2,3	61	3	56	4

Módulo de ajuste de volúmenes

ACCESOS	ORIENTE			SUR			NORTE		
Sentido del flujo vehicular	WB			NB			SB		
Movimiento	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT
Volúmenes: V(veh/h)	396	348	102	--	571	--	--	610	168
FHMD	0,96	0,92	0,94	--	0,94	--	--	0,86	0,95
Flujo ajustado: Vp (veh/h)	412	380	108	--	608	--	--	712	178
Grupo de carriles	TRL			--	T	--	--	TR	
Número de carriles: N	2			--	3	--	--	3	
Flujo del grupo: vi (veh/h)	900			--	608	--	--	889	
Prop. De vueltas: PLT o PRT	0,47		0,12						0,22











Módulo del flujo de saturación











ACCESOS	ORIENTE	SUR	NORTE
Sentido del flujo vehicular	WB	NB	SB
Grupo de carriles	TRL	T	TR
Número de carriles: N	2	3	3
Flujo de saturación base: So (autos/h verde/carril)	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: Fw	1,000	0,944	0,944
Factor de ajuste por vehículos pesados: Fhw	0,976	0,955	0,963
Factor de ajuste por pendiente del acceso: Fg	0,9695	0,9695	0,9885
Factor de ajuste por estacionamiento. Fp	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por bloqueo de buses: Fbb	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por tipo de area: Fa	0,90	0,90	0,90
Factor de ajuste por utilizacion de carriles: Flu	1,07	0,33	0,43
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: Flt	0,98	1,00	1,00
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: Frt	0,98	1,00	0,97
Factor de ajuste izquierdo peatones y ciclistas: Flpb	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste derecho peatones y ciclistas: Frpb	1,00	1,00	1,00
Flujo de saturación ajustado: Si (autos/h verde)	3317	1495	1896











Módulo de análisis de capacidad











ACCESOS	ORIENTE	SUR	NORTE
Sentido del flujo vehicular	WB	NB	SB
Grupo de carriles	T	T	T
Número de la fase: i	Φ1	Φ2	Φ3
Tipo de fase: P=Prefijada, A=Accionada	P	P	P
Tasa de flujo ajustado del grupo: Vi (veh/h)	900	608	889
Flujo de saturación ajustado: Si (vehiculos/h verde)	3317	1495	1896
Tiempo de verde efectivo: gi (s)	39	60	60
Relación de verde: gi/C	0,33	0,50	0,50
Capacidad del grupo de carriles: Ci (veh/h)	1078	747	948
Relación volumen a capacidad: Xi= Vi/Ci	0,83	0,81	0,94
Relacion de flujo: Vi/Si	0,27	0,41	0,47
Grupo de carriles crítico por fases:	✓	✓	✓











ANEXO E. Aforos vehiculares carrera 21 calle 36











MUNICIPIO: Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Soleado				AFORADOR: Proyecto de grado II					
INTERSECCIÓN: Carrera 21 calle 36		INTERSECCIÓN: Carrera 21 calle 36				SUPERVISOR:					
FECHA(D.M.A.):		HORA DE INICIO: 7:15 am				HORA FINAL: 8:15 am					
DÍA: Lunes		DÍA TÍPICO: Si				HORA DE ENTREGA:					
											
SENTIDO	6										
INTERVALO											TOTAL
7:15-7:30	0	46	34	17	3	1	0	0	0	0	101
7:30-7:45	0	48	23	23	3	1	0	0	0	0	98
7:45-8:00	0	58	32	41	3	0	0	0	0	0	134
8:00-8:15	0	50	36	39	3	1	2	0	0	0	131
TOTAL	0	202	125	120	12	3	2	0	0	0	464
%	0%	44%	27%	26%	3%	1%		0%			100%

MUNICIPIO: Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Soleado				AFORADOR: Proyecto de grado II					
INTERSECCIÓN: Carrera 21 calle 36		INTERSECCIÓN: Carrera 21 calle 36				SUPERVISOR:					
FECHA(D.M.A.):		HORA DE INICIO: 7:15 am				HORA FINAL: 8:15 am					
DÍA: Lunes		DÍA TÍPICO: Si				HORA DE ENTREGA:					
											
SENTIDO	2										
INTERVALO											TOTAL
7:15-7:30	0	205	152	91	12	3	0	0	0	0	463
7:30-7:45	0	199	148	80	11	4	0	0	0	0	442
7:45-8:00	0	291	136	86	10	2	1	0	0	0	526
8:00-8:15	0	179	134	75	9	2	1	0	0	0	400
TOTAL	0	874	570	332	42	11	2	0	0	0	1831
%	0%	48%	31%	18%	2%	1%		0%			100%

MUNICIPIO: Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Soleado				AFORADOR: Proyecto de grado II					
INTERSECCIÓN: Carrera 21 calle 36		INTERSECCIÓN: Carrera 21 calle 36				SUPERVISOR:					
FECHA(D.M.A.):		HORA DE INICIO: 7:15 am				HORA FINAL: 8:15 am					
DÍA: Lunes		DÍA TÍPICO: Si				HORA DE ENTREGA:					
											
SENTIDO	9(2)										
INTERVALO											TOTAL
7:15-7:30	0	20	12	1	0	0	0	0	0	0	33
7:30-7:45	2	23	14	5	0	0	0	0	0	0	44
7:45-8:00	1	21	16	4	0	0	0	0	0	0	42
8:00-8:15	0	23	16	6	0	0	0	0	0	0	45
TOTAL	3	87	58	16	0	0	0	0	0	0	164
%	2%	53%	35%	10%	0%	0%		0%			100%

MUNICIPIO: Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Soleado				AFORADOR: Proyecto de grado II					
INTERSECCIÓN: Carrera 21 calle 36		INTERSECCIÓN: Carrera 21 calle 36				SUPERVISOR:					
FECHA(D.M.A.):		HORA DE INICIO: 7:15 am				HORA FINAL: 8:15 am					
DÍA: Lunes		DÍA TÍPICO: Si				HORA DE ENTREGA:					
											
SENTIDO	9(4)										
INTERVALO											TOTAL
7:15-7:30	0	43	28	20	22	1	0	0	0	0	114
7:30-7:45	0	40	30	16	20	2	0	1	0	0	109
7:45-8:00	0	41	32	19	18	1	0	0	0	0	111
8:00-8:15	0	39	33	18	16	1	0	0	0	0	107
TOTAL	0	163	123	73	76	5	0	1	0	0	441
%	0%	37%	28%	17%	17%	1%		0%			100%

MUNICIPIO: Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Soleado				AFORADOR: Proyecto de grado II					
INTERSECCIÓN: Carrera 21 calle 36		INTERSECCIÓN: Carrera 21 calle 36				SUPERVISOR:					
FECHA(D.M.A.):		HORA DE INICIO: 7:15 am				HORA FINAL: 8:15 am					
DÍA: Lunes		DÍA TÍPICO: Si				HORA DE ENTREGA:					
											
SENTIDO	4										
INTERVALO											TOTAL
7:15-7:30	1	115	41	57	5	4	1	1	0	0	225
7:30-7:45	1	114	45	52	5	3	1	1	0	0	222
7:45-8:00	2	120	56	99	5	3	1	2	0	0	288
8:00-8:15	0	143	70	105	7	3	1	1	0	0	330
TOTAL	4	492	212	313	22	13	4	5	0	0	1065
%	0%	46%	20%	29%	2%	1%		1%			100%

MUNICIPIO: Bucaramanga		CONDICIÓN CLIMÁTICA: Soleado				AFORADOR: Proyecto de grado II					
INTERSECCIÓN: Carrera 21 calle 36		INTERSECCIÓN: Carrera 21 calle 36				SUPERVISOR:					
FECHA(D.M.A):		HORA DE INICIO: 7:15 am				HORA FINAL: 8:15 am					
DÍA: Lunes		DÍA TÍPICO: Si				HORA DE ENTREGA:					
											
	1. Bicicletas	2. Motos	3. Autos	4. Taxis	5. Busetas	7. Camion 2 ejes <	8. Camion 2 ejes.	9. Camion 3 o 4 ejes.	10. Camion 5 ejes.	11. Camion >= 5 ejes.	
SENTIDO	3										TOTAL
INTERVALO											
7:15-7:30	0	45	36	33	0	0	1	0	0	0	115
7:30-7:45	0	38	33	29	0	0	0	0	0	0	100
7:45-8:00	0	51	45	31	0	0	0	0	0	0	127
8:00-8:15	0	48	38	28	0	0	1	0	0	0	115
TOTAL	0	182	152	121	0	0	2	0	0	0	457
%	0%	40%	33%	26%	0%	0%			0%		100%

ANEXO F. Cálculo nivel de servicio carrera 21 calle 36

Datos

ACCESO	Ancho carril [m]	%HV	% G	FASES (s)			Arranque [s]
				Verde	Amarrillo	Rojo	
Occidente	3,60	-	4,60	61	3	56	4
Oriente	3,10	6,51	3,70	61	3	56	4
Sur	3,10	2,20	- 2,60	40	3	77	4

Módulo de ajuste de volúmenes

ACCESOS	OCCIDENTE			ORIENTE			SUR		
Sentido del flujo vehicular	EB			WB			NB		
Movimiento	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT
Volúmenes: V(veh/h)	--	127	--	--	330	114	134	526	45
FHMD	--	0,90	--	--	0,81	0,97	0,87	0,87	0,91
Flujo ajustado: Vp (veh/h)	--	141	--	--	409	118	155	604	49
Grupo de carriles	--	T	--	--	TR		TRL		
Número de carriles: N	--	2	--	--	2		3		
Flujo del grupo: vi (veh/h)	--	127	--	--	527		809		
Prop. De vueltas: PLT o PRT	--		--			0,26	0,19		0,06

Módulo del flujo de saturación

ACCESOS	OCCIDENTE	ORIENTE	SUR
Sentido del flujo vehicular	EB	WB	NB
Grupo de carriles	T	TR	TRL
Número de carriles: N	2	2	3
Flujo de saturación base: So (autos/h verde/carril)	1900	1900	1900
Factor de ajuste por ancho de carril: Fw	1,000	0,944	0,944
Factor de ajuste por vehículos pesados: Fhw	1,000	0,939	0,979
Factor de ajuste por pendiente del acceso: Fg	0,977	0,9815	1,013
Factor de ajuste por estacionamiento. Fp	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por bloqueo de buses: Fbb	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste por tipo de area: Fa	0,90	0,90	0,90
Factor de ajuste por utilizacion de carriles: Flu	0,50	0,67	0,45
Factor de ajuste por vueltas a la izquierda: Flt	1,00	1,00	0,99
Factor de ajuste por vueltas a la derecha: Frt	1,00	0,96	0,99
Factor de ajuste izquierdo peatones y ciclistas: Flpb	1,00	1,00	1,00
Factor de ajuste derecho peatones y ciclistas: Frpb	1,00	1,00	1,00
Flujo de saturación ajustado: Si (autos/h verde)	1671	1925	2105

Módulo de análisis de capacidad

ACCESOS	OCCIDENTE	ORIENTE	SUR
Sentido del flujo vehicular	EB	WB	NB
Grupo de carriles	T	TR	TRL
Número de la fase: i	$\Phi 1$	$\Phi 2$	$\Phi 3$
Tipo de fase: P=Prefijada, A=Accionada	P	P	P
Tasa de flujo ajustado del grupo: Vi (veh/h)	127	527	809
Flujo de saturación ajustado: Si (vehiculos/h verde)	1671	1925	2105
Tiempo de verde efectivo: gi (s)	60	60	39
Relación de verde: gi/C	0,50	0,50	0,33
Capacidad del grupo de carriles: Ci (veh/h)	835	963	684
Relación volumen a capacidad: Xi= Vi/Ci	0,15	0,55	1,18
Relacion de flujo: Vi/Si	0,08	0,27	0,38
Grupo de carriles crítico por fases:	✓	✓	✓

ANEXO G. Formatos de inspección visual de pavimentos y procesamiento de la información de la carrera 33 entre calles 30-56.



ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 0587 DE 2003

FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - V2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ

TERRITORIAL: Bucaramanga(Santander) FECHA: 28/05/2016 CONCESIÓN: PR INICIAL: PR0+000
 CÓDIGO DE LA VÍA: _____ CONTRATO No.: _____ MITO INTEGRAL: PR FINAL: PR2+100
 NOMBRE DE LA VÍA: Carrera 33 Calle 30-56 LEVANTADO POR: Proyecto de Grado II A.M.V.: HOJA: 1 DE 2

Carril	Tipo	Sever	PATOLOGÍA				Foto	Aclaraciones
			Daño		Reparación			
			Largo (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Ancho (m)		
PR0+900								
I	BCH	A	0,05	0,05			44	
I	FL	A	1,78				43	
PR0+800								
PR0+700								
I	BCH	A	2,3	0,83			42	
PR0+600								
I	DSU	M	100	3,5			41	
I	PCH	A	1,22	1,22			40	
PR0+500								
I	PCH	A	4,75	1,56			39	
I	PCH	A	3,2	3,2			38	
I	FT	M	1				37	
I	PC	A	3	0,4			36	
I	DSU	M	100	6,1			35	
I	FL	M	2				34	
I	FL	A	3,27				33	
I	FT	M	1,1				32	
I	DC	B	6,7	3,5			31	
PR0+400								
I	DSU	M	100	6,1			30	
PR0+300								
I	DSU	M	100	6,1			29	
I	PCH	M	0,5	0,7			28	
I	PC	M	5,38	1,17			27	
I	BCH	A	1,4	1,36			26	
I	PCH	M	4,12	2			25	
I	PCH	B	2,26	3			24	
I	PCH	M	2,43	1,95			23	
I	FT	M	0,74				22	
I	PC	A	4,3	0,45			21	
PR0+200								
I	PCH	B	2,95	2,5			20	
I	PC	M	6,86	1,4			19	
I	PCH	A	1,45	0,85			18	
I	DSU	A	100	6,1			17	
I	PC	A	1,55	0,7			16	
I	AB	A	3,4	0,4			15	
I	BCH	M	0,6	0,6			14	
I	PC	A	2,42	1,03			13	
I	FL	A	3,00				12	
PR0+100								
I	PC	M	4,60	0,86			11	
I	PC	A	1,50	1,50			10	
I	FL	A	1,90				9	
I	PC	A	2,00	0,90			8	
I	FL	A	2,80				7	
I	FJL	A	5,08				6	
I	PC	M	6,00	1,40			5	
I	FL	A	0,60				4	
I	FL	A	1,30				3	
I	DSU	A	100	6,10			2	
I	PCH	M	4,30	0,50			1	
PR0+000								

Número de calzadas:	2	COMENTARIOS:	
Número de carriles por calzada:	2		
Ancho de carril:	3,05	Ancho de berma:	0,1



ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA
RED NACIONAL DE CARRETERAS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 0587 DE 2003

FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - V2



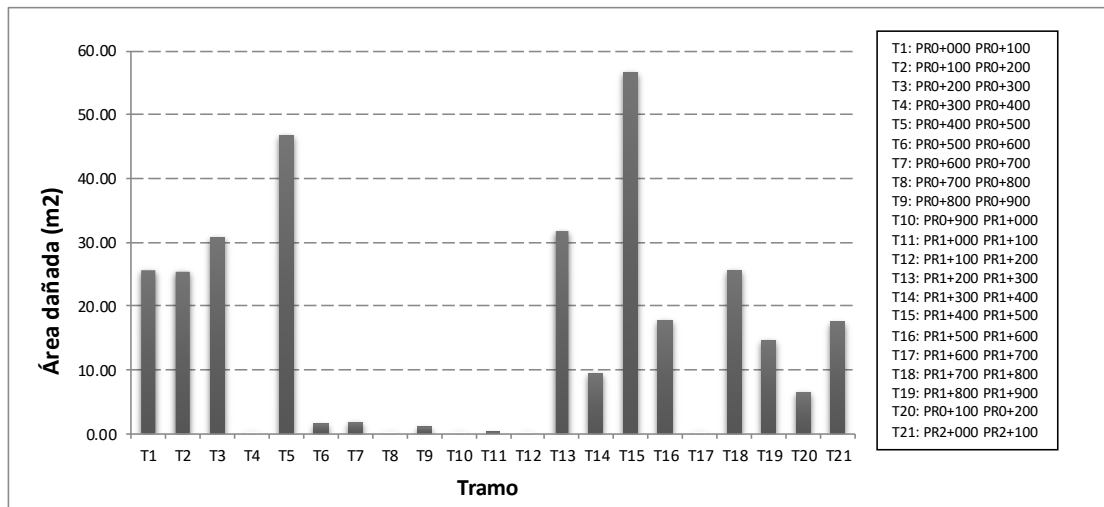
UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

TERRITORIAL: Bucaramanga(Santander) FECHA: 28/05/2016 CONCESIÓN: PR INICIAL: PR0+000
 CÓDIGO DE LA VÍA: _____ CONTRATO No.: _____ MITO INTEGRAL: PR FINAL: PR2+100
 NOMBRE DE LA VÍA: Carrera 33 Calle 30-56 LEVANTADO POR: Proyecto de Grado II A.M.V.: HOJA: 2 DE 2

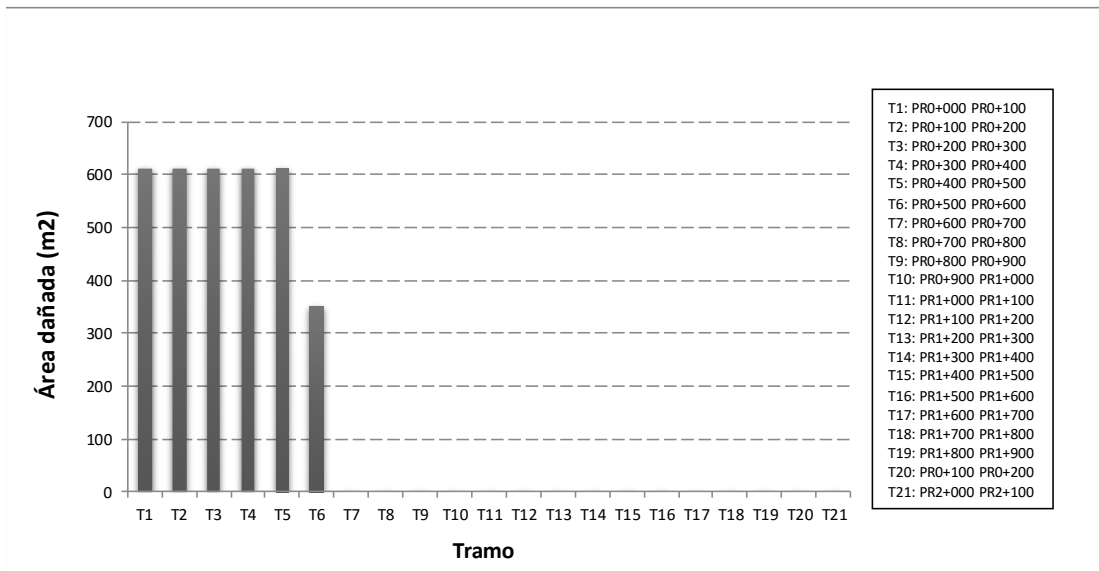
Carril	Tipo	Sever	PATOLOGIA				Foto	Aclaraciones
			Daño		Reparación			
			Largo (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Ancho (m)		
PR2+100								
I	PC	A	2,22	1,1			83	
I	PC	A	2,49	3,5			82	
I	PCH	A	1,65	1,65			81	
I	PCH	M	1,11	1,11			80	
I	PC	A	3,3	0,75			79	
PR2+000								
I	DC	M	0,2	0,3			78	
I	PCH	A	2,3	1,9			77	
I	PC	M	2	1			76	
PR1+900								
I	PCH	A	1,3	1,4			75	
I	PCH	A	1	1			74	
I	PCH	A	2,1	2,68			73	
I	PCH	A	2,1	1,7			72	
I	PCH	M	1,1	0,94			71	
I	PCH	M	2,98	0,52			70	
PR1+800								
I	PCH	A	2,2	2,2			69	
I	PCH	A	1,46	1,46			68	
I	PCH	A	1,2	1,2			67	
I	PCH	A	3,44	3,89			66	
I	PCH	A	1,48	1,48			65	
I	PCH	A	1,28	1,28			64	
PR1+700								
PR1+600								
I	PCH	M	2,37	0,95			63	
I	PCH	A	2,74	1,66			62	
I	PCH	B	3,3	3,3			61	
PR1+500								
I	PCH	A	1,19	1,19			60	
I	AHU	A	7,69	7			59	
I	PCH	A	1,16	1,09			58	
PR1+400								
I	PCH	A	1,8	2,08			57	
I	PC	A	2,56	1,15			56	
I	PCH	M	1,85	1,51			55	
PR1+300								
I	PCH	A	0,71	0,48			54	
I	PCH	A	1,86	2,35			53	
I	PCH	A	10,15	2,05			52	
I	FT	M	3,32				51	
I	FL	M	3,88				50	
I	FL	A	0,91				49	
I	FL	A	0,84				48	
I	FL	A	0,74				47	
I	FT	M	0,59				46	
PR1+200								
PR1+100								
I	DC	B	0,49	0,22			45	
PR1+000								
PR0+900								

Número de calzadas:	2	COMENTARIOS:	
Número de carriles por calzada:	2		
Ancho de carril:	3,05	Ancho de berma:	0,1

Detalle de la gráfica de área afectada por tramos (Sin incluir daños superficiales)



Detalle de la gráfica de área afectada por tramos (Solo daños superficiales)



ANEXO H. Formatos de inspección visual de pavimentos y procesamiento de la información de la carrera 27 entre calles 56-32.



ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 0587 DE 2003

FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - V2



TERRITORIAL: Bucaramanga(Santander) FECHA: 28/05/2016 CONCESIÓN: PR INICIAL: PR0+000
 CÓDIGO DE LA VÍA: _____ CONTRATO No.: _____ MITO INTEGRAL: PR FINAL: PR1+800
 NOMBRE DE LA VÍA: Carrera 27 Calle 56-32 LEVANTADO POR: Proyecto de Grado II A.M.V.: HOJA: 1 DE 2

Carril	Tipo	Sever	PATOLOGÍA				Foto	Aclaraciones
			Daño		Reparación			
			Largo (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Ancho (m)		
PR0+800								
	DC	B	2.2	0.6			47	
	DC	B	2.23	0.75			46	
	PCH	A	3.65	0.24			45	
	PCH	A	0.65	0.25			44	
	PCH	M	0.5	0.5			43	
PR0+700								
	PCH	M	1.5	1.25			42	
	PCH	A	0.5	0.3			41	
PR0+600								
	PCH	M	1.43	1.43			40	
	PCH	A	0.3	0.4			39	
PR0+500								
	PCH	A	0.45	0.38			38	
	FL	A	1				37	
	PCH	A	1.4	1.38			36	
	PC	M	1.6	0.6			35	
	PC	M	4	0.37			34	
	PCH	M	2.2	0.78			33	
	PCH	A	1.4	1.3			32	
	PCH	M	3.5	0.45			31	
	PCH	M	0.5	0.6			30	
	PCH	A	0.5	0.7			29	
PR0+400								
	PCH	A	0.5	0.6			28	
	PCH	A	2	0.4			27	
	PCH	A	0.65	1.89			26	
	PCH	M	0.7	0.8			25	
	PCH	A	6.45	1			24	
	PCH	A	6.68	9			23	
	PCH	M	3.4	0.5			22	
PR0+300								
	FT	B	0.6				21	
	FL	B	1.3				20	
	PC	M	1	1			19	
	FL	A	3.54				18	
	PC	A	1.43	0.72			17	
	FL	M	20.6				16	
PR0+200								
	PCH	A	0.3	9			15	
	BCH	A	0.07	0.12			14	
	DC	A	1.10	1.06			13	
	DC	B	0.16	0.20			12	
	DC	B	0.60	0.40			11	
PR0+100								
	PCH	B	7.70	2.00			10	
	PCH	B	8.50	2.00			9	
	BCH	M	0.13	0.17			8	
	PCH	B	10.60	2.00			7	
	BCH	M	0.60	0.30			6	
	PCH	A	3.00	0.90			5	
	PCH	A	1.48	1.30			4	
	PCH	A	4.90	2.80			3	
	PCH	A	6.86	3.53			2	
	PCH	A	9	1.47			1	
PR0+000								

Número de calzadas: 2	COMENTARIOS:
Número de carriles por calzada: 3	
Ancho de carril: 3.1 Ancho de berma: 0.2	



ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 0587 DE 2003

FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - V2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ

TERRITORIAL: Bucaramanga(Santander) FECHA: 28/05/2016 CONCESIÓN: PR INICIAL: PR0+000
 CÓDIGO DE LA VÍA: _____ CONTRATO No.: _____ MITO INTEGRAL: PR FINAL: PR1+800
 NOMBRE DE LA VÍA: Carrera 27 Calle 56-32 LEVANTADO POR: Proyecto de Grado II A.M.V.: HOJA: 2 DE 2

Carril	Tipo	Sever	PATOLOGÍA				Foto	Aclaraciones
			Daño		Reparación			
			Largo (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Ancho (m)		
PR1+700								
	PCH	M	1.2	9			86	
PR1+600								
	PCH	B	1.92	1.93			85	
	FL	A	1.1				84	
	PCH	M	1.46	1.3			83	
PR1+500								
	PCH	A	1.2	9			82	
PR1+400								
	FL	M	6.6				81	
	FL	M	22.3				80	
PR1+300								
	FL	A	6.2				79	
	PC	A	1.5	0.8			78	
	PC	A	13.6	0.78			77	
	PC	A	6.8	1			76	
	PC	A	9.3	1.64			75	
PR1+200								
	PCH	B	4.3	4.4			74	
	FL	A	20.3				73	
	FL	A	6.8				72	
	FL	A	7.9				71	
	PCH	B	14.2	3			70	
PR1+100								
	DC	B	5	0.4			69	
	PCH	M	3.6	0.87			68	
	PCH	M	1.53	0.7			67	
	PC	A	3	0.56			66	
	FL	M	2.4				65	
	DC	M	0.60	0.50			64	
	DC	M	0.30	0.10			63	
	FL	M	3.30				62	
	PC	M	2.60	1.20			61	
PR1+000								
	FL	M	1				60	
	PC	M	8.9	0.83			59	
	PC	M	9.7	1.00			58	
	DC	A	0.6	0.70			57	
	DC	A	0.1	0.20			56	
PR0+900								
	FT	M	1.8				55	
	PCH	M	2.20	0.50			54	
	DC	A	0.50	0.40			53	
	FL	A	4.2				52	
	PCH	M	0.65	0.6			51	
	FL	A	2.3				50	
	FL	M	3.3				49	
	FL	M	0.7				48	
PR0+800								

Número de calzadas: 2	COMENTARIOS:
Número de carriles por calzada: 3	
Ancho de carril: 3.1 Ancho de berna: 0.2	

ANEXO I. Formatos de inspección visual de pavimentos y procesamiento de la información de la carrera 21 entre calles 30-56.



ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS
CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 0587 DE 2003
FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - V2



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Sede Bogotá

TERRITORIAL: Bucaramanga(Santander)

FECHA: 26/06/2016

CONCESIÓN:

PR INICIAL: PR0+000

CÓDIGO DE LA VÍA: _____

CONTRATO No.: _____

MITO INTEGRAL:

PR FINAL: PR1+670

NOMBRE DE LA VÍA: Carrera 21 Calle 30-56

LEVANTADO POR: Proyecto de Grado II

A.M.V.:

HOJA: 1 DE 2

Carril	Tipo	Sever	PATOLOGÍA		Reparación		Foto	Aclaraciones
			Daño		Largo (m)	Ancho (m)		
PR0+600								
	PC	A	2,46	0,96			105	
	BCH	B	5,3	0,7			104	
	PCH	M	2,1	1,85			103	
	PCH	M	3,3	0,94			102	
	FL	B	5,3				101	
	PCH	B	1,55	1,55			100	
	PCH	M	1,6	1,6			99	
	FL	M	2,1				98	
	PCH	B	1,45	1,45			97	
	PCH	M	2	1,4			96	
	PCH	B	1,4	1,4			95	
	PCH	B	2,5	1,3			94	
	FL	A	5,6				93	
	PC	M	0,5	0,56			92	
	PCH	B	2,13	2,13			91	
	PCH	B	2,13	2,13			90	
	PCH	M	1,4	1,4			89	
	DSU	B	50	10			88	
	PCH	M	1,4	1,4			87	
							86	
PR0+500								
	PCH	A	2,2	2,3			85	
	PCH	M	1,48	1,48			84	
	PCH	M	1,48	1,48			83	
	PCH	B	1,2	1,29			82	
	PCH	B	1,2	1,29			81	
	FT	A	4,1				80	
	PCH	M	1,9	1,15			79	
	PCH	B	1,9	1,9			78	
	PCH	B	1,2	1,1			77	
	PCH	B	1,84	1,75			76	
	PC	M	1,5	0,58			75	
	PCH	B	2,5	2,5			74	
	PCH	B	2,5	2,5			73	
	PCH	A	4,23	2,58			72	
	DSU	B	100	10			71	
PR0+400								
	PCH	M	1,2	1,2			70	
	PCH	B	1,2	1,2			69	
	PCH	B	1,2	1,2			68	
	PC	M	1,7	1,2			67	
	PCH	B	15,9	6,5			66	
	PC	B	5,2	2,6			65	
	PC	A	1	4,2			64	
	PC	M	12,7	3			63	
	PCH	M	1,38	1,38			62	
	PCH	M	1,79	1,79			61	
	FT	A	4,67				60	
	PCH	B	1,52	1,52			59	
	FT	A	1				58	
PR0+300								
	BCH	A	1,18	0,79			57	
	BCH	M	0,4	0,2			56	
	FL	A	0,98				55	
	FL	A	4,3				54	
	PCH	B	1,7	1,6			53	
	DSU	M	100	10			52	
	BCH	B	0,4	0,2			51	
	PCH	A	1,7	1,7			50	
	PC	A	9,7	3			49	
	PCH	A	1,15	1,15			48	
	FL	A	9,8				47	
	PCH	M	1,4	1,4			46	
PR0+200								
	PCH	M	1,2	1,2			45	
	PCH	A	5,6	1			44	
	FL	M	1,8				43	
	FT	A	1,7				42	
	PCH	M	1,1	1,1			41	
	FT	A	9,31				40	
	BCH	M	0,24	0,3			39	
	FT	A	2,7				38	
	FL	A	20,3				37	
	DSU	M	100	10			36	
	PC	M	2,35				35	
	PC	A	3,3	0,6			34	
	FL	A	5,5				33	
	DC	A	0,52	0,35			32	
	PC	A	2,7	1,2			31	
	PCH	M	1,34	1,39			30	
	PC	B	5	2,96			29	
	PCH	A	0,85	0,96			28	
	PCH	A	2,3	0,75			27	
	FT	B	1,62				26	
	FT	M	0,9				25	
	PCH	B	4,6	2			24	
	BCH	B	0,2	0,2			23	
	BCH	A	4	0,2			22	
	BCH	A	4	0,2			21	
PR0+100								
	BCH	B	0,2	0,5			20	
	BCH	B	0,2	0,5			19	
	BCH	B	0,2	0,5			18	
	BCH	B	0,2	0,5			17	
	PCH	A	50	5			16	
	BCH	M	0,35	0,29			15	
	PC	A	5,3	10			14	
	FT	M	0,2				13	
	PCH	M	1,28	1,28			12	
	PCH	B	1,25	1,25			11	
	PCH	B	0,9	0,9			10	
	PCH	M	0,9	0,9			9	
	PCH	A	0,9	0,9			8	
	PCH	M	0,9	0,9			7	
	DSU	M	100	10			6	
	PC	M	40	5			5	
	FL	M	5,1	5			4	
	PCH	B	2,5	2,50			3	
	PC	A	0,72	0,85			2	
	PC	A	0,65	1,00			1	
PR0+000								

Número de calzadas: 2	COMENTARIOS:	
Número de carriles por calzada: 3		
Ancho de carril: 3,1	Ancho de berma: 0,2	



ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS
CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 0587 DE 2003
FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - V2



TERRITORIAL: Bucaramanga (Santander) FECHA: 26/06/2016 CONCESIÓN: PR INICIAL: PR0+000
CÓDIGO DE LA VÍA: _____ CONTRATO No.: _____ MITO INTEGRAL: PR FINAL: PR1+670
NOMBRE DE LA VÍA: Carrera 21 Calle 30-56 LEVANTADO POR: Proyecto de Grado II A.M.V.: HOJA: 2 DE 2

Carril	Tipo	Sever	PATOLOGÍA		Reparación		Foto	Aclaraciones
			Largo (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Ancho (m)		
PR1+670	PCH	M	20	5			197	
	PCH	M	75	6			196	
PR1+600	FT	M	2.3				195	
	FT	A	1.1				194	
	FT	M	1.79				193	
	PC	M	2.78	3.1			192	
	BCH	A	1.29	0.75			191	
	PCH	M	40	4			190	
PR1+500	BCH	M	0.2	0.5			189	
	FL	M	3.5				188	
	FL	B	0.4				187	
	FL	B	2.3				186	
	BCH	M	0.57	0.6			185	
	BCH	A	0.3	0.63			184	
	PC	A	1.4	0.6			183	
	PCH	A	30	3			182	
PR1+400	PC	A	0.9	0.5			181	
	FT	M	2.66				180	
	FL	M	1.1				179	
	FT	B	1.1				178	
	PC	M	9.5	2.2			177	
	PC	M	5.75	2.1			176	
	PCH	M	70	5			175	
PR1+300	PC	A	1.75	30			174	
	BCH	M	0.2	0.7			173	
	PCH	A	10.53	9.55			172	
	PCH	M	1.96	2.92			171	
	DSU	A	100	7			170	
	PCH	A	3.34	2.71			169	
	PC	M	4	3.74			168	
	PC	M	0.7	1.55			167	
	PCH	A	8	6.38			166	
	PC	A	2	7			165	
	PCH	M	1.45	2.82			164	
PR1+200	PCH	A	6.45	2.69			163	
	PCH	B	4.73	1.35			162	
	PCH	M	4.66	1.09			161	
	FT	A	1.35				160	
	PCH	A	2.8	3.40			159	
	PC	A	1.95	0.90			158	
	BCH	M	5.92	0.45			157	
	PCH	B	5.64	1.85			156	
	PCH	A	4.2	4.40			155	
	BCH	M	0.6	0.48			154	
	BCH	A	0.4	0.50			153	
	PCH	B	50	5.00			152	
PR1+100	PC	A	3.48	3.48			151	
	PCH	M	1.42	1.42			150	
	PCH	B	1.23	1.3			149	
PR1+000	PCH	M	75	7.5			148	
	PCH	A	80	7			147	
PR0+900	PCH	A	1.27	1.27			146	
	PCH	A	50	5			145	
	BCH	B	0.25	0.29			144	
	PCH	A	2.2	10			143	
	PCH	A	8.56	7.3			142	
	PCH	A	34.2	2.1			141	
PR0+800	PCH	B	2.2	2.4			139	
	PCH	A	2.2	5			138	
	PCH	B	4.4	3.5			137	
	PCH	M	1	1			136	
	PCH	M	0.9	0.9			135	
	FT	M	2.1	0.7			134	
	FT	A	4.5				133	
	PCH	A	1.2	1.2			132	
	PCH	A	1.2	1.2			131	
	PCH	A	1.2	1.2			130	
	PCH	B	1.2	1.2			129	
	PCH	B	1.6	1.8			128	
	PCH	B	2.5	2.1			127	
	PCH	A	0.4	0.4			126	
	BCH	M	0.4	0.6			125	
	DSU	M	100	10			124	
PR0+700	PCH	B	1.9	1.4			122	
	PCH	B	1.35	1.35			122	
	FT	B	1.7				121	
	PCH	A	3.2	2.5			120	
	PCH	M	2	1.8			119	
	PCH	M	1.5	1.2			118	
	PCH	M	0.9	0.85			117	
	PCH	A	3.2	2.2			116	
	PCH	B	1.4	1.4			115	
	PCH	A	15.3	2.1			114	
	BCH	A	1	1			113	
	PCH	A	1.1	1.1			112	
	PCH	M	1.7	0.95			111	
	PCH	A	1	0.85			110	
	DSU	M	100	10			109	
	PCH	A	1.5	1.2			108	
	PCH	A	32	1.75			107	
	PCH	M	1.46	1.43			106	
PR0+600								

Número de calzadas: 2	COMENTARIOS:	
Número de carriles por calzada: 3		
Ancho de carril: 3.1	Ancho de berma: 0.2	61

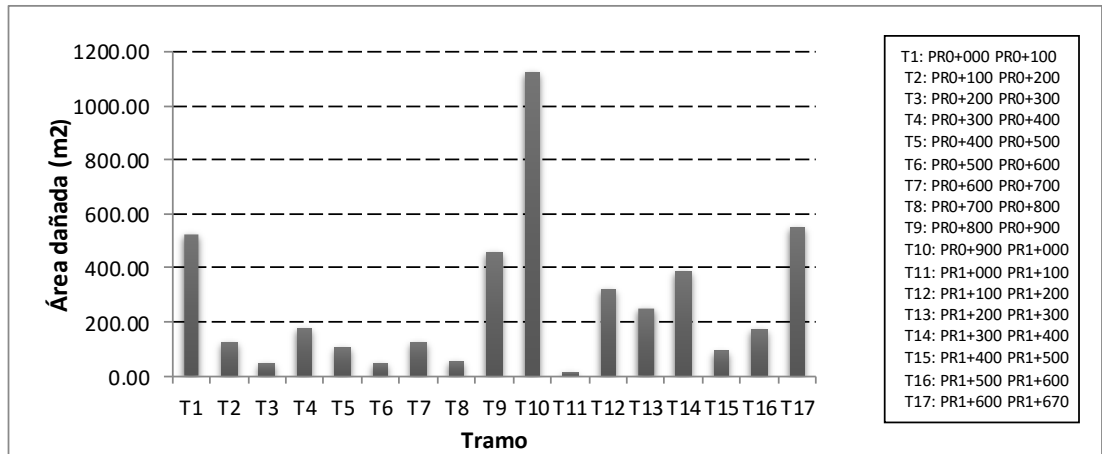
TRAMO	ABSCISA		ÁREA TRAMO (m2)		DAÑOS EN EL PAVIMENTO (SIN INCLUIR DAÑOS SUPERFICIALES NI DAÑOS EN BERMAS)																								%AFECTACIÓN POR TRAMO
					FL				FT				PC				DC				BCH				PCH				
					B	M	A		B	M	A		B	M	A		B	M	A		B	M	A		B	M	A		
T1	PRO+000	PRO+100	1000	3.06	15.48	1.09	1.95	0.12	0.12	54.26	200	54.26	0.40	0.10	8.62	3.26	250.81	520.63	52.06%										
T2	PRO+100	PRO+200	1000	10.8	8.46	1.09	1.95	1.95	1.95	5.22	200	5.22	0.40	0.10	8.62	3.26	250.81	520.63	52.06%										
T3	PRO+200	PRO+300	1000	8.46	8.46	1.09	1.95	1.95	1.95	5.22	200	5.22	0.40	0.10	8.62	3.26	250.81	520.63	52.06%										
T4	PRO+300	PRO+400	1000							29.10	3.402	29.10	0.08	0.08	2.72	1.96	4.21	48.13	4.81%										
T5	PRO+400	PRO+500	1000							4.2	13.52	40.14						177.79	17.78%										
T6	PRO+500	PRO+600	1000	3.18	1.26	3.36				2.46	2.46	0.87						103.95	10.40%										
T7	PRO+600	PRO+700	1000							2.36	0.28	2.36						50.00	5.00%										
T8	PRO+700	PRO+800	1000							1.02	1.47							52.19	5.22%										
T9	PRO+800	PRO+900	1000							4.38								145.92	14.59%										
T10	PRO+900	PR1+000	1000							1.32								560	56.00%										
T11	PR1+000	PR1+100	1000															15.73	1.57%										
T12	PR1+100	PR1+200	1000							0.81	12.11							322.97	32.30%										
T13	PR1+200	PR1+300	1000							1.755	16.05	66.5	2.95	0.2	266.82	5.08	45.35	251.40	25.14%										
T14	PR1+300	PR1+400	1000							0.66	32.98	0.45	0.14					350	38.63%										
T15	PR1+400	PR1+500	1000							1.62	2.28	0.84	0.442	0.19				90	9.54%										
T16	PR1+500	PR1+600	1000							2.454	8.618			0.97				172.70	17.27%										
T17	PR1+600	PR1+670	670															550	82.09%										
Área total inspeccionada (m2)			16670	Área total afectada y porcentaje de afectación																								4578.62	27.47%

Área total afectada por severidad y por daño (m2)	4.8	18.06	27.30	2.77	6.12	21.85	28.32	300.40	176.80	0.00	0.18	4.30	4.03	4.99	533.23	1339.24	2106.2				
Área total afectada por daño (m2)	50.16																	30.74	505.52	13.32	3978.71
Peso del daño dentro del área inspeccionada según severidad (%)	0.03%	0.11%	0.16%	0.02%	0.04%	0.13%	0.17%	1.80%	1.06%	0.00%	0.00%	0.03%	0.02%	0.03%	3.20%	8.03%	12.63%				
Peso total dentro del área inspeccionada (%)	0.30%																	0.18%	3.03%	0.08%	23.87%

TRAMO	ABSCISA		ÁREA TRAMO (m2)	DAÑOS EN EL PAVIMENTO (SOLO DAÑOS SUPERFICIALES)				TOTAL	%AFECTACIÓN POR TRAMO
				DSU		A			
				B	M				
T1	PRO+000	PRO+100	1000		1000		1000.00	100%	
T2	PRO+100	PRO+200	1000		1000		1000.00	100%	
T3	PRO+200	PRO+300	1000		1000		1000.00	100%	
T4	PRO+300	PRO+400	1000		0		0.00	0%	
T5	PRO+400	PRO+500	1000	1000			1000.00	100%	
T6	PRO+500	PRO+600	1000	500			500.00	50%	
T7	PRO+600	PRO+700	1000		1000		1000.00	100%	
T8	PRO+700	PRO+800	1000		1000		1000.00	100%	
T9	PRO+800	PRO+900	1000		0		0.00	0%	
T10	PRO+900	PR1+000	1000		0		0.00	0%	
T11	PR1+000	PR1+100	1000		0		0.00	0%	
T12	PR1+100	PR1+200	1000		700		700.00	70%	
T13	PR1+200	PR1+300	1000		0		0.00	0%	
T14	PR1+300	PR1+400	1000		0		0.00	0%	
T15	PR1+400	PR1+500	1000		0		0.00	0%	
T16	PR1+500	PR1+600	1000		0		0.00	0%	
T17	PR1+600	PR1+670	670		0		0.00	0%	
Área total inspeccionada (m2)			16670						

1500.00	5700.00	0
9.00%	34.19%	0.00%
43.19%		

Detalle de la gráfica de área afectada por tramos (Sin incluir daños superficiales)



Detalle de la gráfica de área afectada por tramos (Solo daños superficiales)

