

**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD VEHICULAR EN  
LA INTERSECCIÓN UBICADA EN LA CALLE 107 CON TEJAR 104 DEL  
MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA, SANTANDER**

**DAVID MAURICIO LEMUS GUZMAN  
JUAN CAMILO QUINTERO MURCIA**

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

**2017**

**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD VEHICULAR EN  
LA INTERSECCIÓN UBICADA EN LA CALLE 107 CON TEJAR 104 DEL  
MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA, SANTANDER**

**DAVID MAURICIO LEMUS GUZMAN  
JUAN CAMILO QUINTERO MURCIA**

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

**Director**

**CLAUDIA PATRICIA BAEZ TRUJILLO  
Ingeniera Civil**

**Co-Director**

**HERNAN PORRAS DIAZ  
PhD. en Telecomunicaciones**

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

**2017**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	12
1. ANTECEDENTES .....	13
2. METODOLOGIA .....	17
2.1 CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE LA ZONA EN ESTUDIO .....	17
2.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN .....	19
2.3 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN .....	20
2.4 MODELACIÓN DEL SECTOR EN ESTUDIO .....	20
2.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	20
3. CONDICIÓN ACTUAL .....	22
3.1. UBICACIÓN .....	22
3.2 PERFIL VIAL ACTUAL.....	23
3.3 TIEMPOS SEMAFÓRICOS.....	23
3.4 COMPOSICION VEHICULAR.....	24
3.5 AREAS DE ACTIVIDAD Y USO DEL SUELO.....	25
3.6 INVENTARIO DE RUTAS DE TRANSPORTE.....	26
4. TOMA DE INFORMACIÓN EN CAMPO .....	27
4.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	27
4.2. AFORO .....	28
5. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN .....	34
5.1. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN AÑO 2006 .....	34
5.2. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN AÑO 2015 .....	35
5.3. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PROPUESTA .....	36
6. RESULTADOS.....	38
6.1 CALIBRACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL.....	38
6.2 CONDICIÓN ACTUAL .....	39

6.3 MODELO PROPUESTO EN EL AÑO 2006 .....	40
6.4 MODELO PROPUESTO EN EL AÑO 2015 .....	41
6.5 MODELO PROPUESTO PROPIO .....	42
7. CONCLUSIONES .....	44
CITAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
BIBLIOGRAFIA .....	49

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Automotores matriculados en el area metropolitana.....	14
Figura 2. Comparativo de vehiculos y motos por municipio. ....	16
Figura 3. <i>Localización de la intersección</i> .....	18
Figura 4. Estado de la malla vial. ....	19
Figura 5. Composición Vehicular Porcentual. ....	24
Figura 6. Uso del suelo en el área de la intersección.....	25
Figura 7. Levantamiento topográfico con el escaner.....	27
Figura 8. Curvas de nivel de la zona de estudio en el software AutoCAD .....	28
Figura 9. Codificación Movimientos viales norma RILSA.....	28
Figura 10. Flujo vehicular por sentido y por tipo de vehículo (en día atípico) .....	30
Figura 11. Flujo vehicular del año 2006 por hora y por tipo de vehículo (en día atípico) .....	31
Figura 12. Actualización del flujo vehicular por hora y por tipo de vehículo (en día atípico). ....	32
Figura 13. Comparativo de la hora pico máxima entre el año 2006 y el 2016 .....	33
Figura 14. Modelo 2006 AutoCAD .....	34
Figura 15. Modelo 2006 TransModeler .....	35
Figura 16. Modelo 2015 AutoCAD .....	35
Figura 17. Modelo 2015 TransModeler .....	36
Figura 18. Modelo propuesto TransModeler .....	36
Figura 19. Modelo 2006 TransModeler .....	40
Figura 20. Modelo 2015 TransModeler .....	41
Figura 21. Modelo propuesto TransModeler .....	42

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Medidas de la malla vial .....	23
Tabla 2. Tiempos y secuencia semafóricos Fuente. Información tomada en campo. ....	24
Tabla 3. Inventario de rutas de transporte .....	26
Tabla 4. Aforo 2016, factor de aumento y reducción del flujo vehicular. ....	32
Tabla 5. Comparativo de la hora pico máxima entre el año 2006 y el 2016.....	33
Tabla 6. Calibración general de la condición actual.....	38
Tabla 7. Estadísticas de la condición actual .....	39
Tabla 8. Nivel de servicio condición actual .....	39
Tabla 9. Estadísticas del modelo año 2006 .....	40
Tabla 10. Nivel de servicio modelo propuesto en el 2006.....	41
Tabla 11. Estadísticas del modelo año 2015 .....	42
Tabla 12. Nivel de servicio modelo propuesto en el 2015.....	42
Tabla 13. Estadísticas del modelo propuesto propio .....	43
Tabla 14. Nivel de servicio modelo propuesto propio.....	43

## RESUMEN

**TITULO:** PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN UBICADA EN LA CALLE 107 CON TEJAR 104 DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA, SANTANDER\*

**AUTOR:** DAVID MAURICIO LEMUS GUZMAN  
JUAN CAMILO QUINTERO MURCIA\*\*

**PALABRAS CLAVE:** Flujo vehicular, Niveles de servicio, tiempos de viaje.

### DESCRIPCIÓN

En la presente investigación se caracterizó la situación de movilidad de la intersección ubicada en la calle 107 con tejar 104, del municipio de Floridablanca Santander, punto donde existe un alto flujo vehicular y gran congestión que ocasiona un desorden en la movilidad y accidentes que ponen en peligro la vida de las personas. Se analizaron dos alternativas existentes, la situación actual y se propuso una nueva solución, simulándolas y estudiándolas en un software de micro-simulación, donde se representó el comportamiento del flujo vehicular en las tres alternativas y en el escenario actual, teniendo en cuenta problemáticas derivadas del crecimiento del parque automotor. Del estudio se obtuvieron datos estadísticos que se analizaron para determinar cuál era la alternativa de solución más adecuada, teniendo en cuenta parámetros como lo son: demoras en los semáforos, flujo vehicular, tiempos de viaje, niveles de servicio, tiempos de paradas, demoras totales, número de paradas, entre otros. Se concluyó que el intercambiador tipo trébol, que se presenta como propuesta de solución, es el más adecuado para mejorar la movilidad vehicular entre las tres alternativas estudiadas, se comprobó que las demás propuestas existentes no tienen un comportamiento óptimo y que para el flujo vehicular actual no permitiría un buen tránsito de vehículos.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director Miguel Antonio Peralta Hernández

## ABSTRACT

**TITLE:** PROPOSAL FOR THE IMPROVEMENT OF VEHICULAR MOBILITY IN THE INTERSECTION LOCATED IN STREET 107 WITH TEJAR 104 OF THE MUNICIPALITY OF FLORIDABLANCA, SANTANDER \*

**AUTHOR:** DAVID MAURICIO LEMUS GUZMAN  
JUAN CAMILO QUINTERO MURCIA \*\*

**KEYWORDS:** Vehicle flow, service levels, travels times.

In the present investigation, it was characterized by the mobility situation of the Calle intersection on 107th street with address 104, of the municipality of Floridablanca Santander, point where there is a high traffic flow and great congestion that causes a disorder in the mobility and accidents that they endanger the lives of people Two existing alternatives were analyzed, the current situation and a new solution was proposed, simulating them and studying in a micro-simulation software, where the behavior of the vehicular flow is represented in the three alternatives and in the real scenario, taking into account problems derived from the growth of the automotive fleet. From the study we obtained the statistical data that was analyzed to determine which was the most appropriate solution alternative, taking into account parameters such as: traffic signal delays, traffic flow, travel times, service levels, stop times, total delays, number of stops, among others. It was concluded that the trefoil-type exchanger, which is presented as a solution proposal, is the most suitable for better vehicular mobility between the three alternatives studied, it was found that other things as well as integrated, there is no optimal behavior and that for the real vehicular flow would not allow a good transit of vehicles.

---

\* Project of grade

\*\* Faculty of Engineering Physical Mechanical. School of Engineering Civil. Director Miguel Antonio Peralta Hernández

## INTRODUCCIÓN

“El transporte es vital para el desarrollo de las ciudades, pero el patrón actual del Área Metropolitana de Bucaramanga definitivamente no es sostenible” [1]. Este tipo de afirmaciones son fundamentales en la evidencia encontrada en las ciudades, con altos niveles de congestión vehicular, mal estado de la malla vial, escasos de andenes adecuados para circulación de peatones, entre otras problemáticas que se encuentran en la mayoría de los municipios y que particularmente se estudiarán a lo largo del presente artículo, en el cual se analizará la situación actual en términos de movilidad de la intersección ubicada en la calle 107 con Tejar 104 de municipio de Floridablanca, Santander.

Se dará a conocer dos alternativas de solución existentes para problemáticas existentes derivadas del crecimiento del parque automotor, la implementación del sistema de transporte masivo Metrolínea y la imprudencia de los conductores, entre otros factores que impiden el buen tránsito de los vehículos y la cohesión de los diferentes modos de transporte.

Como resultado de este análisis, se propondrá una solución para la situación presentada en el sector y se estudiará su validez comparándolas con planteamientos existentes evaluando características como los niveles de servicio, con el fin de determinar cuál es la solución óptima para el sector estudiado.

## 1. ANTECEDENTES

Problemas tan neurálgicos como la falta de vías, el pésimo estado de la capa asfáltica, los desperfectos de los semáforos, la deficiente señalización, el desaforado aumento del parque automotor, la poca presencia de alféreces en las calles, la constante invasión del espacio público por parte de carros mal parqueados, la falta de infraestructura para el tránsito de bicicletas y, sobre todo, la no ejecución de verdaderas políticas de control vial en la meseta, llevarán a los cuatro municipios del área a mayores congestiones y, por ende, a más traumatismos vehiculares. [1]

Según el diagnóstico, “el principal problema de la movilidad en los cuatro municipios del área obedece, entre muchas razones, a la fuerte tendencia hacia la motorización. Lo anterior sin contar que el transporte informal evidenciado en un mayor uso de los mal llamados ‘mototaxis’, seguido por los incrementos en la accidentalidad vial y las deficiencias del Sistema Integrado de Transporte Masivo, hacen que la congestión haga ebullición”. [1]

Según un estudio de movilidad realizado por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, por cada dos habitantes del área metropolitana de Bucaramanga hay en promedio un vehículo en circulación, que podría ser moto, carro, camioneta, campero, bus o camión. [2]

La cifra aumentaría si se tiene en cuenta que el reporte no incluye a los automotores matriculados en otras ciudades y que también usan las vías del área, según lo observado en campo.

De acuerdo con el último registro mostrado el presente año por la Dirección de Transito de Bucaramanga en el periódico “Vanguardia Liberal”, en Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta y Girón, los cuatro municipios que conforman el área metropolitana, hay aproximadamente 1’132.339 habitantes, y a su vez, la investigación de la entidad de transporte reveló que el parque automotor terminó el 2016 con 632.104 vehículos. De estos vehículos, 147.390 son autos, 369.564 motocicletas y los restantes 117.307 corresponden a buses, camiones, volquetas, maquinaria de construcción y similares [2], como lo podemos observar en la siguiente gráfica.

**Figura 1. Automotores matriculados en el area metropolitana.**

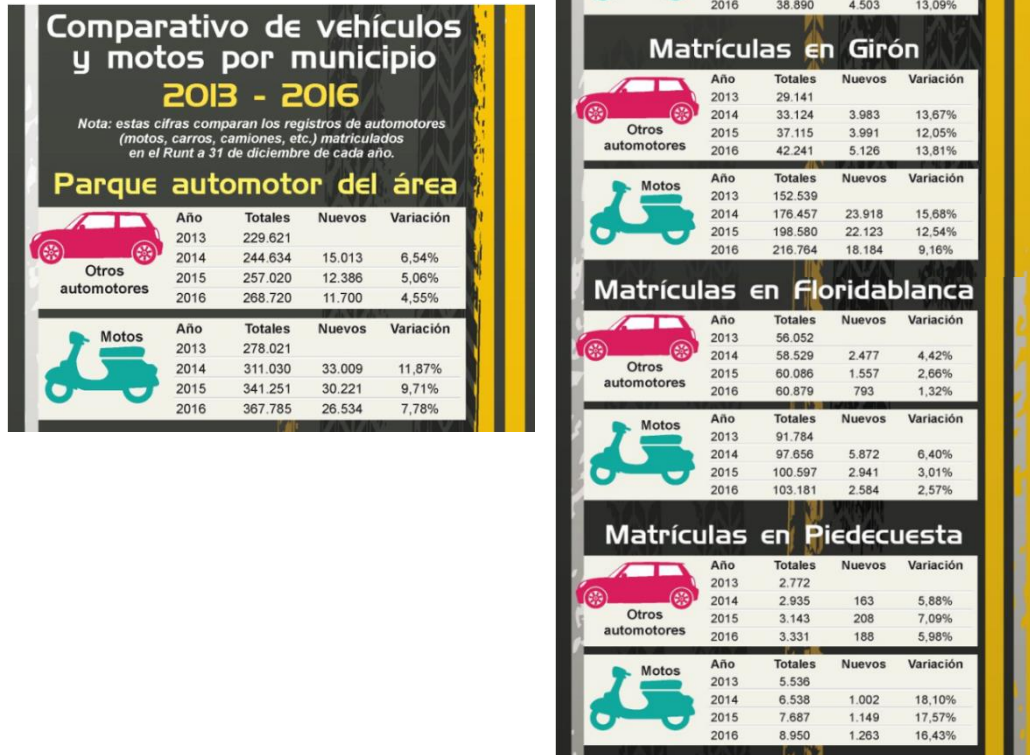


Fuente. Vanguardia liberal. [2]

La calle 107 con Tejar 104 es una intersección de gran importancia para la movilidad del área metropolitana, como se verá más adelante de acuerdo a los aforos realizados para actualizar los datos existentes y los estudios realizados de las rutas de los automóviles que por allí transitan; esto junto con lo observado en campo nos evidencia las grandes aglomeraciones de vehículos que usan esta intersección para llegar a su destino, siendo más significativa la ruta que proviene del Centro Comercial Cacique y se dirige hacia el barrio El Carmen (sentido norte – sur) y lo más preocupante, los accidentes que se observan en este punto por el afán de los conductores de lograr pasar con rapidez los semáforos allí localizados.

En la siguiente figura se muestran el crecimiento del parque automotor en los diferentes municipios que conforman el área metropolitana de Bucaramanga, además de la variación por año a partir del año 2013 hasta el año 2016, esto con el fin de visualizar que la tendencia es de crecimiento en el parque automotor y esta problemática mencionada cada día será de prestar más atención.

Figura 2. Comparativo de vehículos y motos por municipio.



Fuente. Vanguardia liberal. [2]

En la anterior figura, se muestra y se hace referencia a los vehículos del Área metropolitana, ya que en campo se observó que por esta intersección transitan vehículos de todos los municipios, y provenientes de otras ciudades.

## **2. METODOLOGIA**

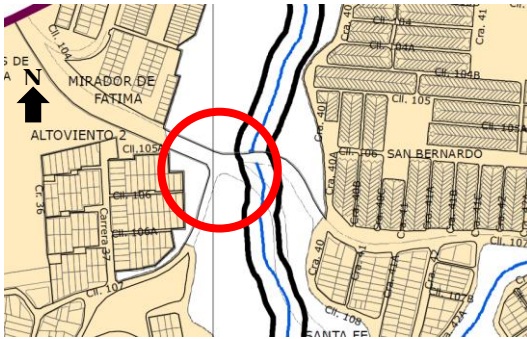
Se realizó una caracterización y un estudio de la condición actual de la Calle 107 con Tejar 104, en donde se evidencia la necesidad de un estudio que proponga soluciones que conlleven a mejorar la movilidad vehicular actual, se analizaron tres alternativas de solución, realizando la metodología que se presenta a continuación.

### **2.1 CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE LA ZONA EN ESTUDIO**

Se recolecto la información secundaria existente, que contiene los datos del año 2006 y del año 2015 que fueron obtenidos en la alcaldía de Floridablanca gracias a estudios realizados en esta zona para también dar solución a la problemática de movilidad. De esta información se obtuvo el diseño y los aforos del año 2006, el diseño del año 2015 y el plan de ordenamiento territorial (POT) del municipio de Floridablanca.

Se dió paso a la verificación de la malla vial del punto de estudio, encontrando que existen 2 vías definidas según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Floridablanca como son la calle 107 y la calle 104.

**Figura 3. Localización de la intersección**



Fuente. Plan de ordenamiento territorial de Floridablanca (POT)

Acto seguido, se realizó una verificación en campo de la situación actual de la intersección, se actualizó la información secundaria existentes según levantamientos realizados y realizó una caracterización del estado actual de la vía. Se encontraron daños mediante inspeccion preliminar sobre la Transversal Oriental, en intersección de la calle 107 con Tejar 104 del municipio de Floridablanca, Santander, que se han convertido en un obstáculo para de los conductores de Floridablanca y Bucaramanga. A lo largo del día se registran accidentes debido a motociclistas que al tratar de esquivarlos se ven obligados a realizar maniobras bastante peligrosas, esto provoca que 15 accidentes por mes se están presentando, en promedio, en el punto también conocido como Cruce de Fátima que es límite entre dos municipios del área metropolitana. [3] Esto explica el por qué es uno de los puntos de gran accidentalidad, según las autoridades del municipio de Floridablanca.

**Figura 4. Estado de la malla vial.**



Por otra parte deben considerarse las constantes infracciones de los conductores que no respetan la semaforización, realizando cruces no permitidos, irrespetando las distancias de frenado, excediendo los límites de velocidad e irrespetando la prelación del sentido de las vías. [3]

## **2.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN**

Fue necesaria la utilización de un escáner para tener la topografía del terreno, la cual fue utilizada en el micro-simulador para dibujar y modelar la malla vial, se realizaron levantamientos de aforos vehiculares con el fin de actualizar los aforos del año 2006 tomados por parte de la Alcaldía de Floridablanca y estimar el crecimiento del parque automotor. Se tomaron medidas del ancho de calzada, carril y andenes, así como la localización de estos, se contabilizaron los tiempos semafóricos y se ubicó la zona de acuerdo a lo estipulado en el POT (Plan de Ordenamiento Territorial).

### **2.3 PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN**

Con los datos recolectados del año 2006 se establecieron las horas pico del día los cuales se usaron para hacer una relación y hallar de esta forma un factor de aumento, para actualizar los aforos del 2016. Acto seguido, se analizó el comportamiento creciente y decreciente de todos los tipos de vehículos con el fin de comprender la dinámica de movilidad en los últimos años y obtener información actualizada como suministro para el modelo.

### **2.4 MODELACIÓN DEL SECTOR EN ESTUDIO**

Como primera medida, la topografía obtenida por el escáner se importó al software de micro-simulación, el cual sirvió como guía para hacer el trazado de la malla vial, teniendo ya la malla vial en el micro-simulador se procedió a crear la matriz origen – destino con la información de los aforos tomados en campo, se crearon las rutas. Se realizó la calibración del modelo y se obtuvieron los niveles de servicio para cada una de ellas, se implementó el modelo obteniendo como principales resultados los tiempos de viaje, las demoras y los niveles de servicio.

Este procedimiento se siguió en los modelamientos de los escenarios propuestos, considerando las variaciones respectivas en cada uno de ellos, como la incorporación de semáforos y la modificación de geometrías según fuera el caso.

### **2.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

Se realizó el análisis de los resultados obtenidos con la simulación, entre los cuales se consideraron niveles de servicio, tiempos de viaje, demoras y estadísticas de

viaje, con el fin de tener insumos que permitieran determinar la mejor opción estudiada como propuesta de solución para la intersección estudiada.

### **3. CONDICIÓN ACTUAL**

En este capítulo se dará a conocer la condición en que se encuentra la Calle 107 con Tejar 104 del Municipio de Floridablanca para finales del año 2016, año en que se comenzó este estudio de la intersección, se dará a conocer la ubicación de este importante punto, los tiempos semaforicos, los perfiles viales existentes, entre otros.

#### **3.1. UBICACIÓN**

La intersección estudiada se encuentra ubicada en el municipio de Floridablanca (Santander), en límites con la ciudad de Bucaramanga, su principal vía, la avenida Tejar 104, conecta a estos dos importantes municipios por lo cual es un punto que presenta gran flujo vehicular, conectando sectores importantes en los que se desarrollan actividades que atraen flujos importantes de la población de ambos municipios, como el centro Comercial el Cacique, Colegio El Caldas, entre otros. Esta

avenida se intersecta en el punto de estudio con la calle 107, vía que conecta puntos importantes como la Plaza Satélite ubicada en la carrera 33 con calle 107 del Municipio de Bucaramanga, y importante cantidad de barrios residenciales en los alrededores del sector de “la virgen del Campanazo”, como Zapamanga, Oasis, Hacienda San Juan, el Reposo, ubicados en el municipio de Floridablanca.

### 3.2 PERFIL VIAL ACTUAL

En la **Tabla 1** que se muestra a continuación, se podrá conocer el ancho de calzada, andenes y separadores del sector en estudio, se vera cada una de estas medidas por sentido y una explicación de cada una de las siglas utilizadas.

Las medidas de la malla vial en la intersección estudiada son las siguientes:

**Tabla 1. Medidas de la malla vial**

SENTIDO	ANCHO DE CALZADA [m]	ANDENES [m]	SEPARADORES [m]
N - S - D - Se	6,92	1,73	0,73
S - N - A - Se	8,00	-	
S - N - D - Se	7,00	1,15	0,46
N - S - A - Se		1,25	
E - W - D - Se	3,59	1,10	-
W - E - A - Se		1,24	
E - W - A - Se	3,80	-	
W - E - D - Se		0,96	
	<b>N</b>	NORTE	
	<b>S</b>	SUR	
	<b>E</b>	ESTE	
	<b>W</b>	OESTE	
	<b>A</b>	ANTES	
	<b>D</b>	DESPUES	
	<b>Se</b>	SEMAFORO	

Fuente. Información tomada en campo.

### 3.3 TIEMPOS SEMAFÓRICOS.

Como resultado de la caracterización de la situación actual de la infraestructura de la intersección, se hizo el registro de tiempos semafóricos en la zona de estudio. En la tabla 1 que se encuentra a continuación se muestran el orden en que cambian los semáforos y el tiempo de demora en cada una de sus fases.

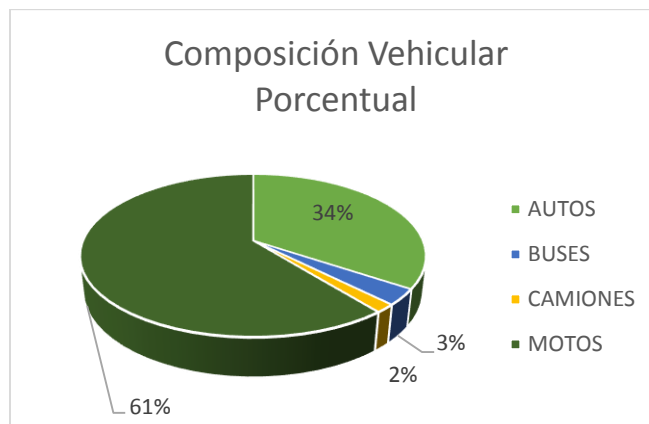
**Tabla 2. Tiempos y secuencia semafóricos Fuente. Información tomada en campo.**

Secuencia semafórica	Sentido	Fase [s]		
		Rojo	Amarillo	Verde
1	N - S	107	3	33
2	S - N	87	3	53
3	E - W	118	3	22
4	W - E	117	3	23

### 3.4 COMPOSICION VEHICULAR

Después de realizar los aforos en la intersección estudiada tomando como día típico para el levantamiento de información el día martes 22 de Noviembre de 2016 se procesó y analizó dichos datos para establecer la hora con mayor flujo de vehículos, dando como resultado la hora comprendida entre las 12:00 m y la 1:00 pm en el día sábado, con un flujo de 4274 vehículos. La composición vehicular de la hora de mayor demanda se muestra a continuación:

**Figura 5. Composición Vehicular Porcentual.**

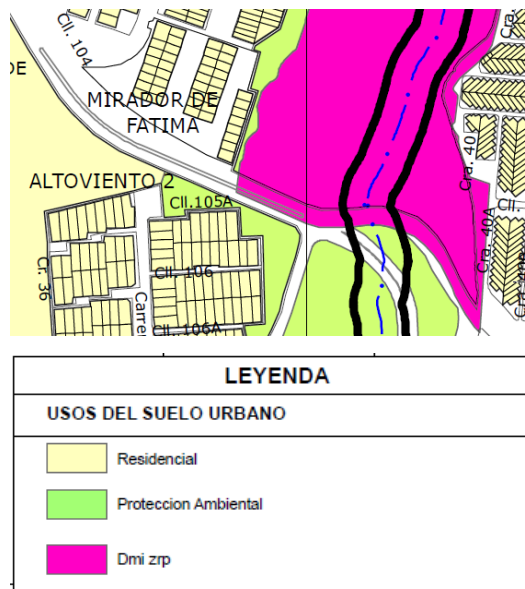


En el análisis se demuestra que existe un alto flujo vehicular, siendo las motocicletas el vehículo con el porcentaje más alto de tránsito en el sector, siendo el 60.8% de los vehículos que por allí transitan.

### 3.5 AREAS DE ACTIVIDAD Y USO DEL SUELO.

El área de actividad presente en el sector es residencial, los usos de suelo urbano son de protección ambiental y Dmi zrp [4]. En la **Figura 7** Según el POT del municipio de Floridablanca se determina las diferentes áreas de actividad y uso del suelo para la zona de influencia.

**Figura 6. Uso del suelo en el área de la intersección**



Fuente. Plan de ordenamiento territorial de Floridablanca (POT)

Nota: Dmi zrp – Zonas de recuperación para la preservación.

### 3.6 INVENTARIO DE RUTAS DE TRANSPORTE.

Según el Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB), actualmente, el servicio de transporte público es prestado por diferentes modalidades como son el sistema integrado de transporte masivo (SITM) Metrolínea que cuenta con 29 rutas mediante líneas troncales y alimentadoras y el servicio de transporte público colectivo complementario por medio de 12 empresas con 49 rutas distribuidos entre buses, busetas y microbuses.

Para el sector en estudio el sistema de transporte público es prestado por 9 rutas de las cuales 8 pertenecen al sistema de transporte público colectivo complementario y 1 al Sistema Integrado de Transporte Masivo Metrolínea. En la **Tabla 3** se muestran las diferentes rutas e sus respectivos recorridos.

**Tabla 3. Inventario de rutas de transporte**

Empresa	Ruta	Nombre	Sentido	Corredor vial
Unitransa S.A.	5	Altos de Carrizal - Campanazo	N -S S- N	Tejar 104 Calle 107
Transcolombia S.A.				
Cotrander LTDA				
Unitransa S.A.	7	Limoncito	N -S S- N	Tejar 104
Transcolombia S.A.				
Cotrander LTDA				
Unitransa S.A.	10	Quinta Estrella - Reposo	N -S S- N	Tejar 104 Calle 107
Transcolombia S.A.				
Cotrander LTDA				
Unitransa S.A.	16	Hamacas - Reposo	N -S S- N	Tejar 104 Calle 107
Transcolombia S.A.				
Cotrander LTDA				
Unitransa S.A.	26	Cumbre - Pinos	N -S S- N	Tejar 104
Transcolombia S.A.				
Cotrander LTDA				
Lusitania S.A.	28	Laureles - Centro	E - W W - E	Calle 107
Lusitania S.A.	28A	Cumbre - Carrera 36	N - E E - N	Tejar 104 Calle 107
Lusitania S.A.	41	Caracolí - Centro	N -S S- N	Tejar 104
Metrolínea	AP1	Diamante 2 - Cra 14 con ClI 58	E - W W - E	Calle 107

Fuente. Área Metropolitana de Bucaramanga.

## 4. TOMA DE INFORMACIÓN EN CAMPO

### 4.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Para el estudio de la condición actual, fue necesario conocer la topografía del terreno, la cual da a conocer las limitaciones de las propuestas que se iban a evaluar, para esto se utilizó un escáner el cual arroja datos de las curvas de nivel tanto de la vía a estudiar como del terreno a su alrededor.

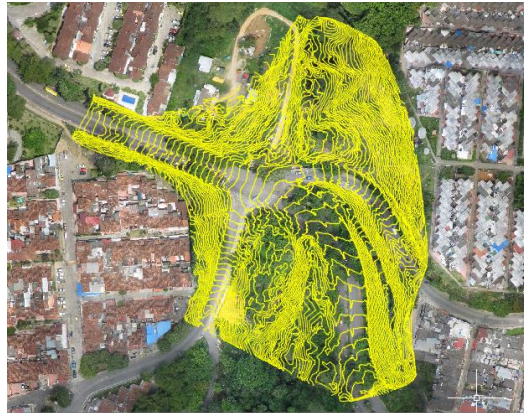
**Figura 7. Levantamiento topográfico con el escaner**



Fuente. Información tomada en campo.

Los datos obtenidos se exportaron al software AutoCAD Civil, obteniendo el resultado que se muestra a continuación, en donde se pueden evidenciar las limitantes del terreno.

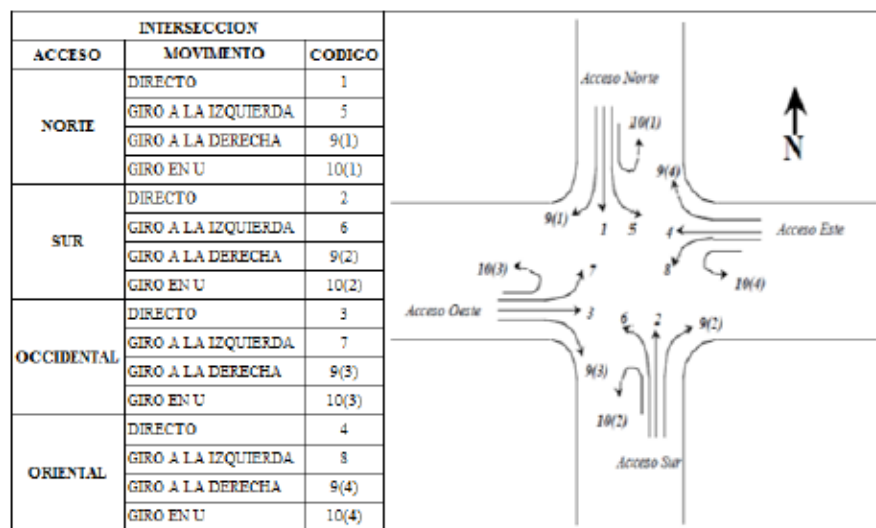
**Figura 8. Curvas de nivel de la zona de estudio en el software AutoCAD**



#### 4.2. AFORO

Con base en la información de los aforos, se citaron los giros respecto a la normal RILSA “Figura 10” y se procedió a realizar el análisis para conocer los volúmenes vehiculares en cada giro. Los giros en U no se tienen en cuenta, debido a que no son permitidos.

**Figura 9. Codificación Movimientos viales norma RILSA**

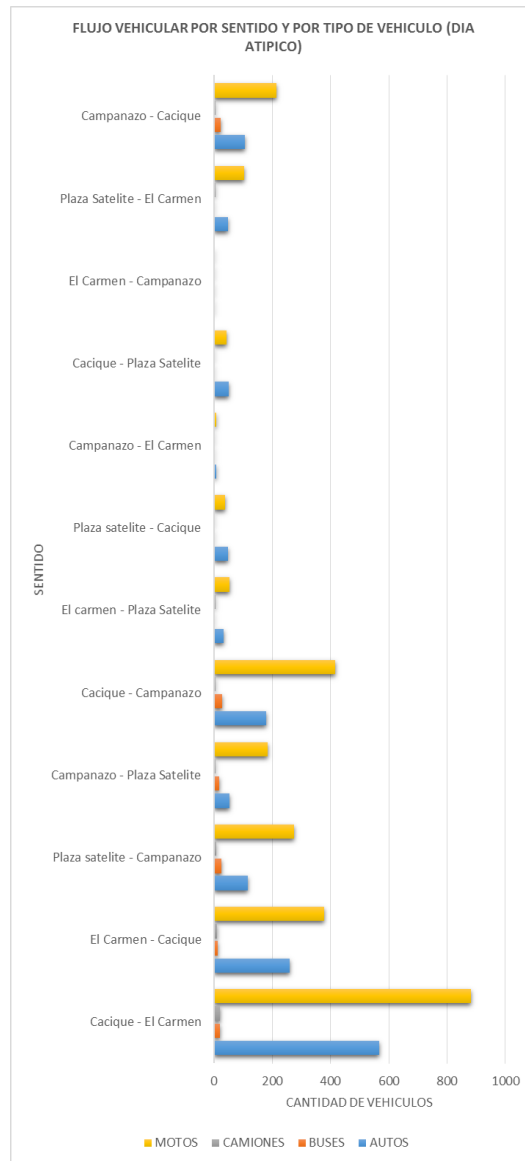


Fuente. Manual de señalización.

Se realizaron aforos el día martes 22 de noviembre de 2016 (día típico) y el día sábado 26 de noviembre de 2016 (día atípico), de 11:00 am a 2:00 pm cada día, con intervalos de 15 minutos. Con base en los aforos realizados tanto por la alcaldía de Floridablanca en el año 2006 como los aforos realizados para este proyecto en el año 2016, se evidencia que la hora pico se encuentra entre las 12:00 m y la 1:00 pm del día atípico, todo esto con el fin de actualizar los aforos realizados en el año 2006 por parte de la alcaldía de Floridablanca. En las siguientes graficas se muestra el comportamiento evidenciado en la intersección.

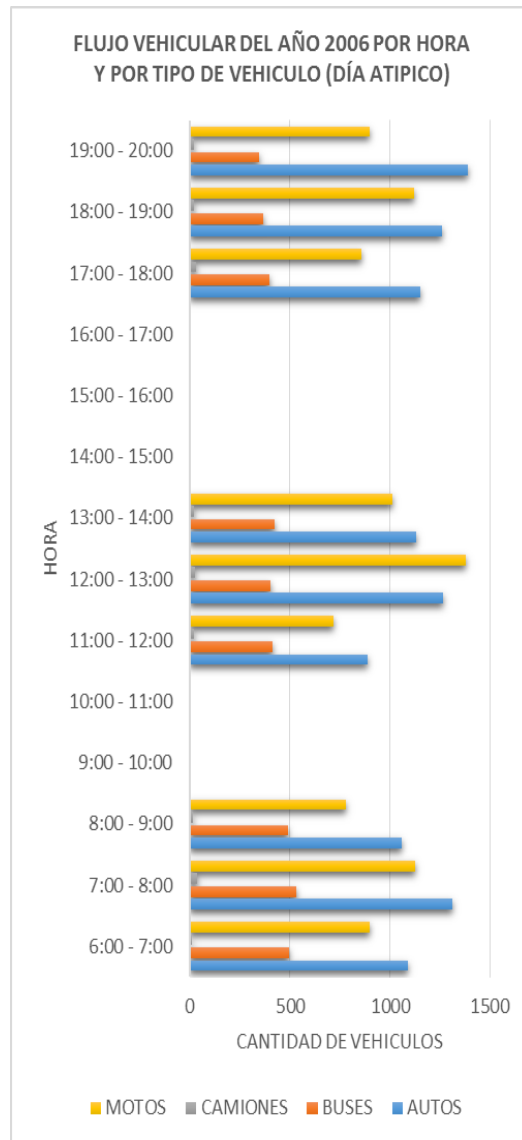
En la **Figura 10** mostrada a continuación se dan a conocer el flujo vehicular por sentido y por tipo de vehículo en día atípico, se puede contemplar en un gráfico de barras horizontales, en el que se podrá fácilmente observar las cantidades de vehículos que transitan por cada sentido.

**Figura 10. Flujo vehicular por sentido y por tipo de vehículo (en día atípico)**



En la **Figura 11** mostrada a continuación se dan a conocer el flujo vehicular por hora y por tipo de vehículo en día atípico, se puede contemplar en un gráfico de barras horizontales, en el que se podrá fácilmente observar las cantidades de vehículos que transitan por hora.

**Figura 11. Flujo vehicular del año 2006 por hora y por tipo de vehículo (en día atípico)**



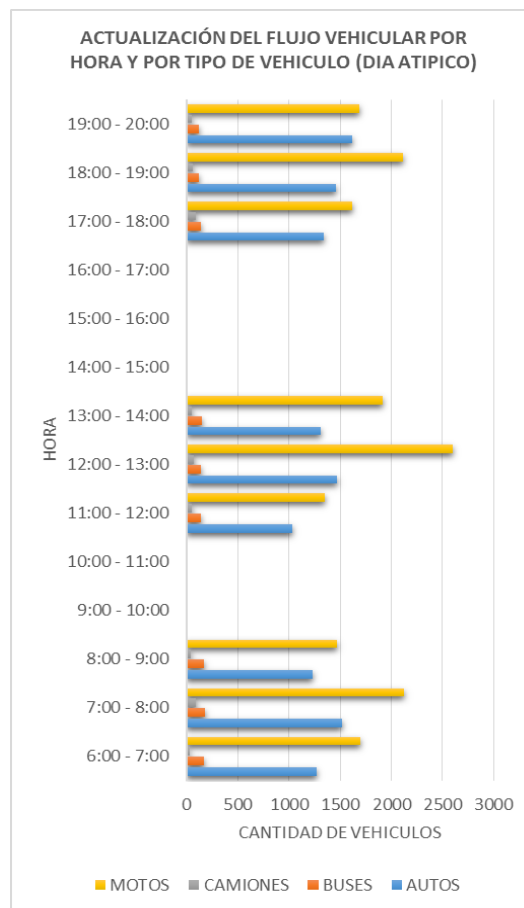
En la **Tabla 4** mostrada a continuación se puede observar los conteos de los vehículos, buses, camiones y motos tomados en campo en un día atípico, como también el factor de aumento del flujo vehicular calculado con los datos del año 2006 y el 2016.

**Tabla 4. Aforo 2016, factor de aumento y reducción del flujo vehicular.**

AFORO 2016 (HORA PICO Y DIA ATIPICO)			
AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS
1467	136	71	2600
FACTOR DE AUMENTO DEL FLUJO VEHICULAR			
1,16	0,34	2,84	1,88

En la **Figura 12** mostrada a continuación se da a conocer la actualización del flujo vehicular del año 2006 por hora y por tipo de vehículo en día atípico, se puede contemplar en un gráfico de barras horizontales, en el que se podrá fácilmente observar las cantidades de vehículos que transitan por hora.

**Figura 12. Actualización del flujo vehicular por hora y por tipo de vehículo (en día atípico).**

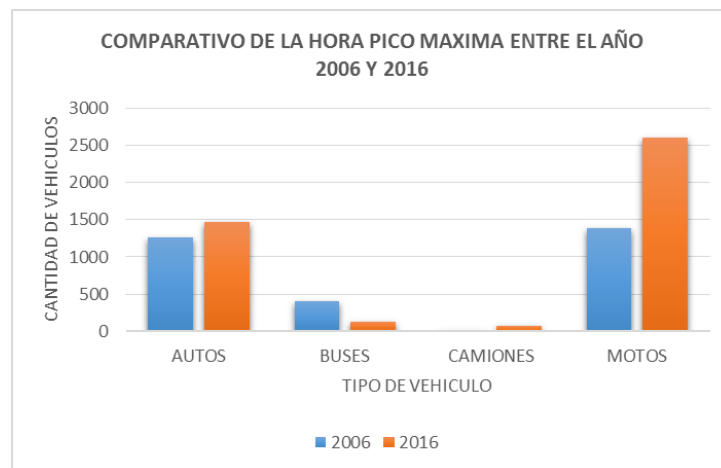


En la **Tabla 5** mostrada a continuación se puede observar un comparativo de las cantidades de vehículos que transitan en la hora pico máxima entre el año 2006 y el 2016, estando clasificada por autos, buses, camiones y motos, así como también un gráfico de barras verticales (Ver **Figura 13**) donde se aprecia un comparativo de la hora pico máxima entre el año 2006 y 2016

**Tabla 5. Comparativo de la hora pico máxima entre el año 2006 y el 2016**

AÑO	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS
2006	1265	401	25	1381
2016	1467	136	71	2600

**Figura 13. Comparativo de la hora pico máxima entre el año 2006 y el 2016**



Se puede observar de estos datos que la cantidad de motos ha aumentado aproximadamente al doble, caso contrario pasa con los buses, que disminuyó desde la implementación del sistema de transporte masivo Metrolínea, además se puede notar que la cantidad de camiones que pasa por el sector es baja comparada con los demás vehículos.

## 5. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

Desde hace más de 11 años se ha venido pensando en mejorar la movilidad en este sector, para el flujo vehicular actual se modelaron las alternativas de las propuestas presentadas en el año 2006 y 2015, recopiladas de Planeación en la alcaldía de Floridablanca, además de la propuesta realizada por los autores, todo esto con el fin de obtener resultados que sirvan de base para una toma de decisiones.

### 5.1. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN AÑO 2006

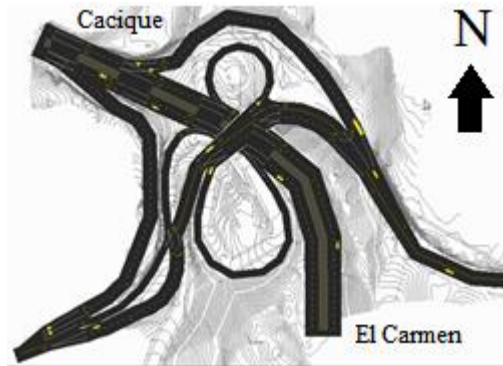
Los flujos vehiculares que pasan en los sentidos SUR – NORTE y viceversa, transitan por una vía libre de intersecciones y doble carril por sentido, los demás flujos vehiculares transitan por un puente elevado.

**Figura 14. Modelo 2006 AutoCAD**



Fuente. Planeación, Alcaldía de Floridablanca.

**Figura 15. Modelo 2006 TransModeler**



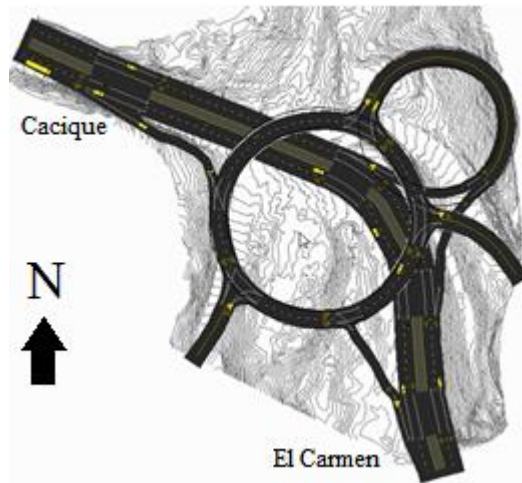
## **5.2. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN AÑO 2015**

Los flujos vehiculares que pasan en los sentidos SUR – NORTE y viceversa, transitan por una vía libre de intersecciones y doble carril por sentido, los demás flujos vehiculares transitan por una glorieta aérea.

**Figura 16. Modelo 2015 AutoCAD**



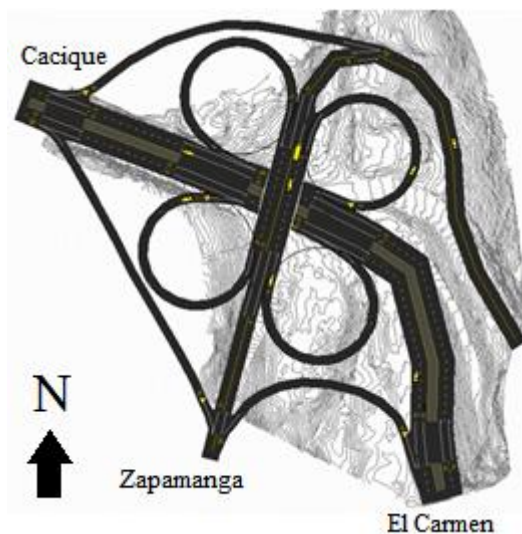
**Figura 17. Modelo 2015 TransModeler**



### **5.3. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PROPUESTA**

La alternativa que se propone en este proyecto consta de un intercambiador tipo trébol. Los flujos vehiculares que pasan en los sentidos SUR – NORTE y viceversa, transitan por una vía libre de intersecciones y doble carril por sentido, los demás flujos vehiculares transitan por un puente elevado de doble carril por sentido.

**Figura 18. Modelo propuesto TransModeler**



Se escoge este tipo de intercambiador debido a que ofrece salidas rápidas y directas a las vías laterales, no tiene semáforos, no interrumpe ningún flujo especialmente el flujo NORTE-SUR y viceversa ya que es el más transitado, cada sentido tiene su carril y el área que se encuentra alrededor se presta para un intercambiador de esta magnitud.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 CALIBRACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL

Se compararon los resultados tomados en campo con los obtenidos por el software Transmodeler. Según el criterio de parámetros de aceptación para la calibración de modelos emitidos por Wisconsin DOT Freeway, donde la estadística de GES, ecuación (1) es una fórmula utilizada en la ingeniería de tránsito y el modelamiento de tránsito para comparar dos conjuntos de volúmenes de tráfico, calculando un porcentaje de error admisible inferior al 5 %, para considerarse una buena correlación entre los volúmenes modelados y observados por intervalo de 1 hora [6].

$$G = \sqrt{\frac{2*(M-C)^2}{M+C}} \quad (1)$$

$M$ = Volumen del tráfico por intervalo de tiempo a partir del modelo.

$C$ = Volumen del tráfico por intervalo de tiempo a partir de la información de campo.

En la **Tabla 6** se muestran los resultados de la calibración, proceso más detallado (ver anexo A)

**Tabla 6. Calibración general de la condición actual**

C	1300
M	1451
G(%)	<b>4.075</b>

A continuación se muestran los resultados de los niveles de servicio de cada uno de los intercambiadores vehiculares propuestos.

## 6.2 CONDICIÓN ACTUAL

Una vez modelada la condición actual, en la **Tabla 7** se evidencia los resultados obtenidos.

**Tabla 7. Estadísticas de la condición actual**

Tiempo total de paradas [s]	Numero de paradas	Tiempo total de viaje [s]	Demoras totales [s]
5073,56	7224,00	21160,21	20906,77

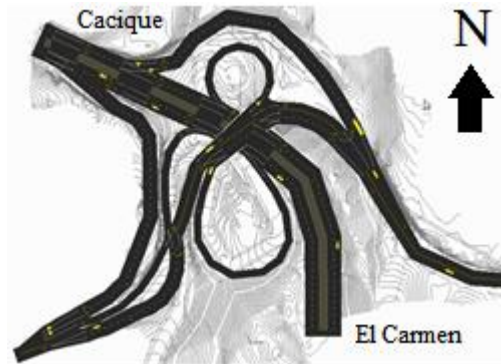
**Tabla 8. Nivel de servicio condición actual**

TRAMO VIAL	NIVEL DE SERVICIO
Cacique - El Carmen	F
El Carmen - Cacique	F
Plaza satelite - Campanazo	F
Campanazo - Plaza Satelite	F
Cacique - Campanazo	F
El carmen - Plaza Satelite	F
Plaza satelite - Cacique	F
Campanazo - El Carmen	F
Cacique - Plaza Satelite	F
El Carmen - Campanazo	F
Plaza Satelite - El Carmen	F
Campanazo - Cacique	F

Fuente. Software Transmodeler.

### 6.3 MODELO PROPUESTO EN EL AÑO 2006

Figura 19. Modelo 2006 TransModeler



Una vez modelada la alternativa de año 2006, en la **Tabla 12** se evidencia los resultados obtenidos.

Tabla 9. Estadísticas del modelo año 2006

Tiempo total de paradas [s]	Numero de paradas	Tiempo total de viaje [s]	Demoras totales [s]
1308,89	999,00	4374,56	3669,60

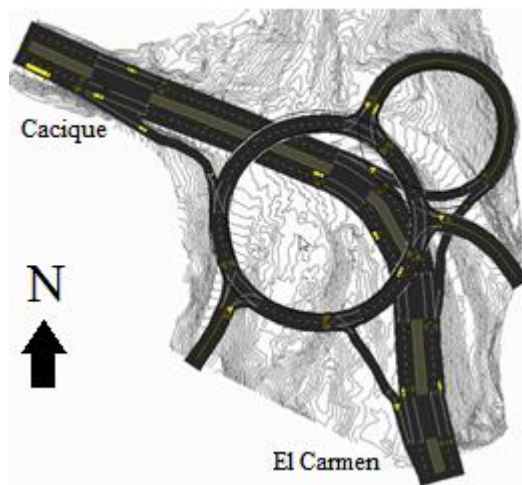
**Tabla 10. Nivel de servicio modelo propuesto en el 2006.**

TRAMO VIAL	NIVEL DE SERVICIO
Cacique - El Carmen	B
El Carmen - Cacique	B
Plaza satelite - Campanazo	F
Campanazo - Plaza Satelite	F
Cacique - Campanazo	D
El carmen - Plaza Satelite	F
Plaza satelite - Cacique	F
Campanazo - El Carmen	F
Cacique - Plaza Satelite	D
El Carmen - Campanazo	F
Plaza Satelite - El Carmen	F
Campanazo - Cacique	D

Fuente. Software Transmodeler.

#### 6.4 MODELO PROPUESTO EN EL AÑO 2015

**Figura 20. Modelo 2015 TransModeler**



Una vez modelada la alternativa de año 2015, en la **Tabla 14** se evidencia los resultados obtenidos.

**Tabla 11. Estadísticas del modelo año 2015**

Tiempo total de paradas [s]	Numero de paradas	Tiempo total de viaje [S]	Demoras totales [s]
98,50	895,00	1824,21	1010,46

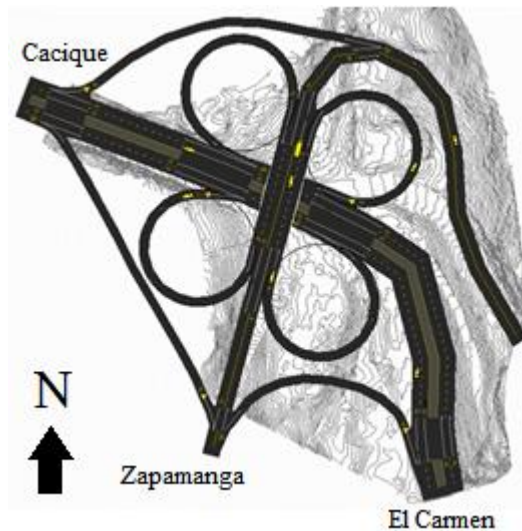
**Tabla 12. Nivel de servicio modelo propuesto en el 2015.**

TRAMO VIAL	NIVEL DE SERVICIO
Cacique - El Carmen	D
El Carmen - Cacique	D
Plaza satelite - Campanazo	E
Campanazo - Plaza Satelite	C
Cacique - Campanazo	D
El carmen - Plaza Satelite	C
Plaza satelite - Cacique	D
Campanazo - El Carmen	D
Cacique - Plaza Satelite	E
El Carmen - Campanazo	C
Plaza Satelite - El Carmen	E
Campanazo - Cacique	D

Fuente. Software Transmodeler.

## 6.5 MODELO PROPUESTO PROPIO

**Figura 21. Modelo propuesto TransModeler**



Una vez modelada la alternativa de solución propuesta, en la **Tabla 11** se evidencia los resultados obtenidos.

**Tabla 13. Estadísticas del modelo propuesto propio**

Tiempo total de paradas [s]	Numero de paradas	Tiempo total de viaje [s]	Demoras totales [s]
26,99	193,00	1239,75	444,33

**Tabla 14. Nivel de servicio modelo propuesto propio.**

TRAMO VIAL	NIVEL DE SERVICIO
Cacique - El Carmen	A
El Carmen - Cacique	A
Plaza satelite - Campanazo	B
Campanazo - Plaza Satelite	A
Cacique - Campanazo	B
El carmen - Plaza Satelite	A
Plaza satelite - Cacique	C
Campanazo - El Carmen	D
Cacique - Plaza Satelite	C
El Carmen - Campanazo	C
Plaza Satelite - El Carmen	E
Campanazo - Cacique	B

Fuente. Software Transmodeler.

## 7. CONCLUSIONES

- Analizando la información del flujo vehicular en el sector de estudio, se encontró que en automóviles aumento en un 15%, el de buses se redujo un 66%, el de camiones aumento casi dos veces más con un porcentaje de 184% y el de motos aumento en un 88% desde el año 2006 hasta la fecha.
- Se evidencia la reducción del flujo vehicular de buses se debe al cambio de transporte colectivo por el transporte masivo Metrolínea, a pesar de eso existen muchas rutas de transporte colectivo y solo una de transporte masivo Metrolínea en el sector. .
- El flujo vehicular de motos es el mayor con relación a los demás tipos de vehículos que transitan por esta intersección, siendo aproximadamente el doble con respecto a los automóviles, lo cual concuerda con las cifras existentes del parque automotor del área metropolitana.
- Se observa en campo que el semáforo en sentido SUR-NORTE, presenta demora significativas en el tiempo de verde y se evidenció que este tiempo excede el necesario lo que ocasiona que otros vehículos infrinjan la normativa de transito estipulada para el sector.
- Se observa en campo que la malla vial se encuentra deteriorada y la demarcación es inexistente, esto ocasiona que los vehículos transiten a menor velocidad por la intersección y aumenta las probabilidades de ocurrencia de siniestros.

- Se observó en campo que existen tramos en donde no se cuenta con infraestructura de andén y en los lugares en donde existe esta obstaculizada por ventas informales, lo que explica el tránsito actual de peatones sobre la infraestructura vehicular del sector, que implica una situación de inseguridad para los mismos.
- Se observa en campo que parte de los accidentes son generados por la imprudencia de los conductores, debido a que no se respetan los semáforos que están habilitados actualmente.
- Los anchos de calzada y carriles no son constantes en la malla vial y no cumplen con lo dispuesto por la normativa municipal.
- Los flujos vehiculares más altos son los de las motocicletas y los automóviles con un porcentaje de 60.8% y 34% respectivamente.
- En la situación actual de la intersección son permitidos 11 giros, pero hay un giro adicional que no es permitido, que es el que se dirige en sentido SUR a ORIENTE, el cual se tuvo en cuenta en la presente investigación debido a que los conductores lo realizan.
- El mayor flujo vehicular se encuentra en el sentido que va de NORTE a SUR, ya que conecta hacia el norte con sectores importantes como el Centro Comercial El Cacique y barrios aledaños como: Lagos del Cacique, Alto Viento, El Tejar, además de los automóviles que provienen de la carrera 33 del Municipio de Bucaramanga, y hacia el sur con el Municipio de Floridablanca con barrios como: El Carmen, Hacienda San Juan, El Campanazo, La Cumbre, entre otros.
- La toma de datos en campo, nos muestra que el sentido Norte – Sur, es el de más flujo vehicular, por lo cual debería ser el que debe tener más tiempo el

semaforo cuando se encuentre en su color verde, pero evidenciamos que en los tiempos semaforicos el sentido Sur – Norte es el que mas tiempo toma en su color verde, por lo cual haciendo los tiempos semaforicos mas eficientes podría obtenerse una mejora en la situacion actual de la intersección.

- En base a la información recolectada, en los análisis de la condición actual y en los niveles de servicios que se obtuvieron de la micro-simulación, se evidencio una gran congestión vehicular ya que los niveles de servicio en todos sus tramos viales son F.
- Al analizar el modelo propuesto en el año 2006 que estaba proyectado para que funcionara durante 20 años, se demostró que 10 años después el modelo hubiera sido ineficiente, ya que al estudiarlo con el flujo vehicular actual los niveles de servicio en varios de sus tramos viales son F.
- El modelo propuesto en el año 2015 muestra un buen desempeño en la movilidad vehicular, debido a que tiene niveles de servicio entre C y E.
- El modelo propuesto en esta investigación muestra un excelente desempeño en la movilidad vehicular, ya que más de la mitad de sus tramos viales muestran un nivel de servicio A y B.
- Al analizar todos los modelos, se demuestra que la mejor alternativa para contribuir con el mejoramiento de la movilidad en el sector es el modelo de intercambiador tipo trébol que fue el propuesto por los autores.

## CITAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ARDILA, EUCLIDES. Estudio advierte que el caos vial en Bucaramanga puede empeorar. En Vanguardia.com [seriado en línea]. 2014, Septiembre, 16. Recuperado de: <http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/278751-estudio-advier-te-que-el-caos-vial-en-bucaramanga-puede-empeorar> el 22 de mayo de 2017.

[2] ARDILA, EUCLIDES. Por cada dos habitantes hay un automotor en el área metropolitana de Bucaramanga. En Vanguardia.com [seriado en línea]. 2017, Febrero, 13. Recuperado de: <http://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/388923-por-cada-dos-habitantes-hay-un-automotor-en-el-area-metropolit> el 22 de mayo de 2017.

[3] ARDILA, EUCLIDES. Transversal Oriental de Floridablanca se llenó de trampas para motociclistas. En Vanguardia.com [seriado en línea]. 2017, Abril, 12. Recuperado de: <http://www.vanguardia.com/area-metropolitana/floridablanca/394656-transversal-oriental-se-lleno-de-trampas-para-motociclistas> el 22 de mayo de 2017.

[4] ALCALDIA DE FLORIDABLANCA. Plan de ordenamiento territorial. Segunda generación 2013-2027. Floridablanca. Acuerdo 011, 2014. 197 p.

[5] BASTO, Cristian Andrés y QUIROZ, Erlinson. Medición del impacto de la invasión del espacio público sobre la movilidad vehicular- caso de estudio Bucaramanga. Trabajo de grado de Ingeniería Civil. Bucaramanga, Santander: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico mecánicas, 2013. 68p.

[6] CHAVEZ, Katherine y SILVA, Mayra Alejandra. Diagnóstico de la situación actual y propuesta de solución de movilidad para la zona de influencia del sector “plaza satélite” ubicado entre la carrera 33 con calle 107 y la diagonal 105, en los municipios de Bucaramanga y Floridablanca, Santander. Trabajo de grado de Ingeniería Civil. Bucaramanga, Santander: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico mecánicas, 2016. 11p.

## BIBLIOGRAFIA

ALCALDÍA DE BUCARAMANGA. Plan de Ordenamiento Territorial (POT). Municipio de Floridablanca. 2013

ALCALDIA DE FLORIDABLANCA. Plan de ordenamiento territorial. Segunda generación 2013-2027. Floridablanca. Acuerdo 011, 2014. 197 p.

ARDILA, EUCLIDES. Estudio advierte que el caos vial en Bucaramanga puede empeorar. En Vanguardia.com [seriado en línea]. 2014, Septiembre, 16. Recuperado de: <http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/278751-estudio-advierte-que-el-caos-vial-en-bucaramanga-puede-empeorar> el 22 de mayo de 2017.

ARDILA, EUCLIDES. Por cada dos habitantes hay un automotor en el área metropolitana de Bucaramanga. En Vanguardia.com [seriado en línea]. 2017, Febrero, 13. Recuperado de: <http://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/388923-por-cada-dos-habitantes-hay-un-automotor-en-el-area-metropolit> el 22 de mayo de 2017.

ARDILA, EUCLIDES. Transversal Oriental de Floridablanca se llenó de trampas para motociclistas. En Vanguardia.com [seriado en línea]. 2017, Abril, 12. Recuperado de: <http://www.vanguardia.com/area-metropolitana/floridablanca/394656-transversal-oriental-se-lleno-de-trampas-para-motociclistas> el 22 de mayo de 2017.

BASTO, Cristian Andrés y QUIROZ, Erlinson. Medición del impacto de la invasión del espacio público sobre la movilidad vehicular- caso de estudio Bucaramanga.

Trabajo de grado de Ingeniería Civil. Bucaramanga, Santander: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico mecánicas, 2013. 68p.

CHAVEZ, Katherine y SILVA, Mayra Alejandra. Diagnóstico de la situación actual y propuesta de solución de movilidad para la zona de influencia del sector “plaza satélite” ubicado entre la carrera 33 con calle 107 y la diagonal 105, en los municipios de Bucaramanga y Floridablanca, Santander. Trabajo de grado de Ingeniería Civil. Bucaramanga, Santander: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico mecánicas, 2016. 11p.

IAN THOMSON; Alberto Bull. La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales. Revista de la Cepal, 76. abril 2002 109-121.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Colombia. 2008

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Plan Maestro de Movilidad del Área Metropolitana de Bucaramanga (2011-2030). Municipio de Bucaramanga. 2011

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Plan Maestro de Movilidad de Floridablanca (2011-2030). Municipio de Floridablanca. 2011