

**Pasantía en el grupo de investigación Geomática, gestión y optimización de sistemas, para analizar el impacto en la movilidad de la zona de influencia de la "Universidad Pública de Floridablanca" por la implementación de una sede de la Universidad Industrial de Santander**

**Diana Marcela Muñoz Pinzón**

**Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniera Civil**

**Director**

**Hernán Porras Díaz**

**Ingeniero Civil, PhD en Telecomunicaciones**

**Codirector**

**Claudia Patricia Báez Trujillo**

**Ingeniera Civil**

**Universidad Industrial de Santander**

**Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas**

**Escuela de Ingeniería Civil**

**Bucaramanga**

**2018**

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	12
1. Objetivos .....	14
1.1 Objetivo General .....	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. Caracterización del sector en estudio.....	15
2.1 Zona de Influencia .....	15
2.2 Caracterización Vial.....	16
2.2.1 Perfiles Viales .....	18
2.2.2 Estado de Andenes.....	20
2.2.3 Estado de calzadas .....	20
2.3 Señalización Vertical .....	23
2.3.1 Señalización Horizontal .....	24
2.3.2 Volúmenes Vehiculares .....	24
2.3.3 Rutas del Transporte Público y nivel de ocupación.....	27
2.3.4 Zonas normativa.....	28
2.3.5 Áreas de Actividad.....	29
2.4 Conflictos de Movilidad .....	30
3. Análisis de información .....	31

---

3.1 Perfiles Viales .....	32
3.2 Estado de andén .....	32
3.3 Estado de Calzada .....	34
3.4 Condiciones de las señales .....	36
3.4.1 Señales Verticales .....	36
3.4.2 Señales Horizontales .....	39
3.5 Volúmenes Vehiculares .....	40
3.6 Inventario Rutas del Transporte Público .....	42
4. Modelo de micro simulación de la zona de influencia .....	43
4.1 Estructuración de la Red de simulación .....	43
4.2 Asignación de flujos de la Red de Simulación .....	44
4.3 Calibración y Validación del Modelo .....	45
5. Escenarios de proyección de tráfico .....	47
5.1 Proyección de volúmenes vehiculares .....	48
5.2 Escenarios .....	50
5.2.1 Escenario 1 .....	51
5.2.2 Escenario 2 .....	52
5.3 Resultados de los escenarios de proyección de tráfico. ....	53
6. Conclusiones .....	56
Referencias Bibliográficas .....	59

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Zona de influencia del proyecto. ....	16
Figura 2. Sistema de Infraestructura Vial. ....	17
Figura 3. Vías inventariadas. ....	18
Figura 4. Corredores correspondientes a cada tipología proyectada. ....	19
Figura 5. Pérdida de capa asfáltica.: ....	21
Figura 6. Fisuras.....	21
Figura 7. Deformaciones.....	22
Figura 8. Grietas.....	22
Figura 9. Deterioro superficial.....	22
Figura 10. Distancias ubicación lateral. ....	23
Figura 11. Nomenclatura para los movimientos vehiculares de una intersección. ....	25
Figura 12. Estaciones de conteos vehiculares día típico.....	25
Figura 13. Estaciones de conteos vehiculares día atípico. ....	26
Figura 14. Puntos de inventario Rutas de Transporte. ....	28
Figura 15. Zona Normativa.....	29
Figura 16. Áreas de Actividad. ....	30
Figura 17. Tipo de material de andén. ....	33
Figura 18. Tipo de rampas. ....	33

---

Figura 19 Tipos de daños presentes en la capa asfáltica.....	34
Figura 20. Estado de los pavimentos flexibles.....	35
Figura 21. Tipos de daños presentes en el pavimento de concreto. ....	35
Figura 22. Estado de daños de calzadas.....	36
Figura 23. Condiciones de señales verticales. ....	37
Figura 24. Tipo de señales Verticales. ....	37
Figura 25. Estado de señales Reglamentarias. ....	38
Figura 26. Estado de señales Informativas. ....	38
Figura 27. Estado de señales Preventivas. ....	39
Figura 28. Estado de señales Horizontales. ....	39
Figura 29. Distribución horaria de los flujos vehiculares en día típico. ....	41
Figura 30. Distribución modal en el sector para la hora pico. ....	41
Figura 31. Distribución modal en el sector para la hora pico. ....	42
Figura 32. Peatonalización de la calle 6.....	51
Figura 33. Escenario de proyección de tráfico 1.....	52
Figura 34. Escenario de proyección de tráfico 2.....	53

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Factores de equivalencia pcu. ....	26
Tabla 2. Niveles de ocupación de Transporte Publico.....	27
Tabla 3 Tipo de señales Horizontales. ....	40
Tabla 4. Brechas Criticas .....	44
Tabla 5. Resultados de calibración .....	45
Tabla 6. Resultados Situación Actual. ....	46
Tabla 7. Nivel de servicio .....	47
Tabla 8. Factor de crecimiento de viajes .....	49
Tabla 9. Resultados del Escenario 1-2027.....	53
Tabla 10. Nivel de servicio Escenario 1 viajes 2027.....	54
Tabla 11. Resultados de simulación de escenario 2.....	55
Tabla 12. Nivel de servicio de los corredores principales .....	55

## **Lista de Apéndices**

**(Ver apéndices adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la Biblioteca UIS)**

Apéndice A. Zona de Influencia del Proyecto

Apéndice B. Vías inventariadas y jerarquización Vial.

Apéndice Perfiles Viales

Apéndice D. Estado de Andenes

Apéndice E. Estado de Calzadas

Apéndice F. Señalización Vertical.

Apéndice G. Señalización Horizontal.

Apéndice H. Volúmenes Vehiculares de día típico

Apéndice I. Volúmenes Vehiculares de día atípico

Apéndice J. Inventario de rutas de Transporte Público

Apéndice K Inventario de intersecciones controladas por semáforos

Apéndice L. Estimación de Viajes

Apéndice M. Calibración de modelo de la situación actual.

Apéndice N. Escenarios Propuestos.

Apéndice Ñ. Tiempo semafórico de Intersecciones controladas por semáforos propuestas

Apéndice O. Nivel de servicio de modelos de simulación.

Apéndice P. Registro Fotográfico

Apéndice Q. Videos de Modelos de Simulación

## Resumen

**Título:** Pasantía en el grupo de investigación geomática, gestión y optimización de sistemas, para analizar el impacto en la movilidad de la zona de influencia de la "Universidad Pública de Floridablanca" por la implementación de una sede de la Universidad Industrial de Santander\*

**Autor:** Diana Marcela Muñoz Pinzón\*\*

**Palabras clave:** Inventario Vial, Micro simulación, Transmodeler, estimación de viajes, proyección de viajes

### Descripción

En este estudio se presenta el análisis de impacto de tráfico para el sector aledaño a la “Universidad Pública de Floridablanca” por la puesta en funcionamiento de una sede de la Universidad Industrial de Santander realizado en la pasantía con el grupo de investigación Geomática, gestión y optimización de sistemas. Para su desarrollo se realizó la caracterización de la actual trama vial urbana tanto en su geometría como en su operación, por medio de un inventario vial que incluyó la recolección de información de perfiles viales, estado de andenes, estado de calzadas, estado de la señalización, inventario de rutas de transporte, volúmenes vehiculares y se identificaron los principales conflictos de movilidad de la zona aledaña al nuevo campus. Se modelaron las condiciones del tráfico actual en el software Transmodeler. Se estimaron los viajes que generará o atraerá el nuevo campus universitario y se determinó el crecimiento del tráfico en la zona para los años 2027 y 2032 para evaluar la operación de la infraestructura vial actual ante el crecimiento de los flujos vehiculares. Por último, se configuraron 2 escenarios de tráfico en los que se evaluaron la operación del tráfico ante el crecimiento de los flujos vehiculares y cambios en la configuración de la infraestructura vial.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director Hernán Porras Díaz, Ingeniero Civil. PhD en Telecomunicaciones. Tutora: Claudia Patricia Báez Trujillo. Ingeniera Civil

## Abstract

**Title:** Pasantía en el grupo de investigación Geomática, gestión y optimización de sistemas, para analizar el impacto en la movilidad de la zona de influencia de la "Universidad Pública de Floridablanca" por la implementación de una sede de la Universidad Industrial de Santander\*

**Author:** Diana Marcela Muñoz Pinzón\*\*

**Keywords:** Road Inventory, Micro simulation, Transmodeler, trip estimation, traffic projection

### Description

This study presents the traffic impact analysis for the sector adjacent to the "Universidad Pública de Floridablanca" for the start-up of a branch of the Universidad Industrial de Santander, carried out in the internship with the Geomatics, management and research group. systems optimization. For its development the characterization of the current urban road plot was carried out both in its geometry and in its operation, by means of a road inventory that included the collection of information of road profiles, state of platforms, state of roads, state of signaling. inventory of transport routes, vehicle volumes and the main mobility conflicts in the area surrounding the new campus were identified. They are modeling the conditions of the current traffic in the Transmodeler software. The trips generated or attracted by the new university campus were estimated and traffic growth in the area was determined for the years 2027 and 2032 to evaluate the operation of the current road infrastructure in view of the growth of vehicular flows. Finally, 2 traffic scenarios were configured in which the operation of the traffic was evaluated with the growth of vehicle flows and changes in the configuration of the road infrastructure

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director Hernán Porras Díaz, Ingeniero Civil. PhD en Telecomunicaciones. Tutora: Claudia Patricia Báez Trujillo. Ingeniera Civil

## Introducción

Las universidades son centros que reúnen una porción importante de los propósitos de viaje de los habitantes de una ciudad y esto influye en el comportamiento general del tránsito, constituyéndose como nodos importantes dentro de la trama vial urbana de la misma; se caracterizan por albergar actividades que se desarrollan a lo largo del día. El normal desarrollo de las diferentes actividades genera una gran cantidad de viajes que surgen como respuesta a las necesidades de desplazamiento de los usuarios que confluyen a los campus universitarios en diversos modos de transporte entre los que se incluyen vehículos particulares, transporte público colectivo, transporte público individual, modos activos de transporte y una intensa actividad peatonal (Franco, 2014).

La Universidad Industrial de Santander (UIS) es un ente de gran valor cultural, social y educativo para la comunidad Santandereana, hace presencia no sólo en la Zona Metropolitana de Bucaramanga sino en todo el departamento de Santander, cuenta con 4 sedes regionales en las cuales concentra una buena parte de su quehacer educativo. El desarrollo regional de la Universidad ha provocado la necesidad de generar nuevos espacios para satisfacer la demanda provocada por el cumplimiento de su misión educativa, lo que ha convertido a los diferentes espacios designados para tal fin, en nodos importantes de atracción de viajes. Por esta razón, actualmente la Universidad estudia la implementación y adecuación de una nueva sede en el municipio de Floridablanca, la cual se ubicará en la llamada “Universidad Pública de Floridablanca” entre las carreras 4 y 5 con calle 5. (Universidad Industrial de Santander, 2007)

Conscientes de que este proyecto por su envergadura y ubicación, implica una cuota de tráfico adicional al sector y municipio, y con el propósito de estudiar estrategias para mitigar el eventual

impacto causado en la movilidad por la implementación de mismo, el grupo de Investigación Geomática, propone el desarrollo de la pasantía en investigación, la cual busca realizar el análisis del impacto en la movilidad en la zona de influencia de la “Universidad Pública de Floridablanca” por la implementación de una sede de la UIS.

El desarrollo del presente proyecto primero se determinó el área de influencia del sector aledaño a la Universidad Pública de Floridablanca, seguido de la caracterización vial efectuada mediante un inventario vial, el cual fue realizado con el fin de conocer las condiciones de operación y funcionalidad de las vías a partir de una descripción detallada de sus condiciones físicas, geométricas y de diseño por medio de una inspección visual. (Quintero, 2011)

Acto seguido se consultaron los documentos normativos que rigen en el municipio en cuestión, se realiza el análisis de la información recolectada y por último se realizaron los modelos de micro simulación los cuales son particularmente adecuados para el análisis de escenarios en proyectos de planificación del tráfico urbano, en este tipo de modelos se simula el movimiento de vehículos individuales a través de la aplicación de modelos de comportamiento del conductor, se representó la situación actual y dos escenarios de proyección de tránsito , para finalmente dar paso a la evaluación y análisis de los resultados y las propuestas de algunas recomendaciones. (F Dion, 2012)

## 1. Objetivos

### 1.1 Objetivo General

Realizar la pasantía como auxiliar de investigación en el grupo de investigación GEOMÁTICA, Gestión y Optimización de Sistemas con el propósito de realizar el análisis del impacto en la movilidad peatonal y vehicular, así como aspectos en seguridad vial en la zona de influencia de la “Universidad Pública de Floridablanca” por la implementación de una nueva sede de la Universidad Industrial de Santander.

### 1.2 Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico del sector aledaño al proyecto de una nueva sede de la Universidad Industrial de Santander a través de una caracterización geométrica y operacional con base a la información primaria y secundaria que permita definir la zona de influencia del proyecto
- Elaborar un modelo de micro simulación de la situación actual del sector en estudio en el software Transmodeler que permita analizar la situación actual de la movilidad de la zona de influencia.
- Establecer el impacto a la movilidad por la puesta en funcionamiento de la nueva sede de la universidad mediante la definición de dos escenarios de proyección de tráfico.

## **2. Caracterización del sector en estudio**

La caracterización geométrica y operacional del área de influencia se efectuó por medio de actividades de trabajo planeado y organizado en campo que permitieron identificar las intersecciones y vías que aportan grandes volúmenes vehiculares y están ubicadas en cercanías de las instalaciones de la nueva sede de la Universidad, los giros permitidos, los principales problemas de congestión, equipamientos que generan y/o atraen de viajes, la geometría de los corredores viales, el estado de andenes y calzadas, la señalización horizontal y vertical, las rutas de transporte público y volúmenes vehiculares en días típicos y atípicos.

### **2.1 Zona de Influencia**

La zona de influencia fue definida con base a lo proyectado en el Plan Maestro UIS, sede Floridablanca y a las visitas de inspección del funcionamiento de la movilidad vehicular y peatonal del sector.

El área de estudio se encuentra ubicada en el municipio de Floridablanca, Departamento de Santander. Inmediaciones la llamada “Universidad Pública de Floridablanca”. comprendiendo los corredores existentes entre la calle 3 hasta el puente Aranzoque y desde la carrera 8 hasta el intercambiador de Papi Quiero Piña (PQP), lo cuales coinciden con los corredores los viales principalmente afectados por el tráfico que entra y salen de esta parte del municipio diariamente. Debido a que esta parte de municipio conecta directamente con la Autopista Floridablanca-



Vial Local y Red Vial intermedia y Red Arterial Regional y Metropolitana. En la "Figura 2" se muestra la jerarquización vial del sector. (Ver Apéndice B)

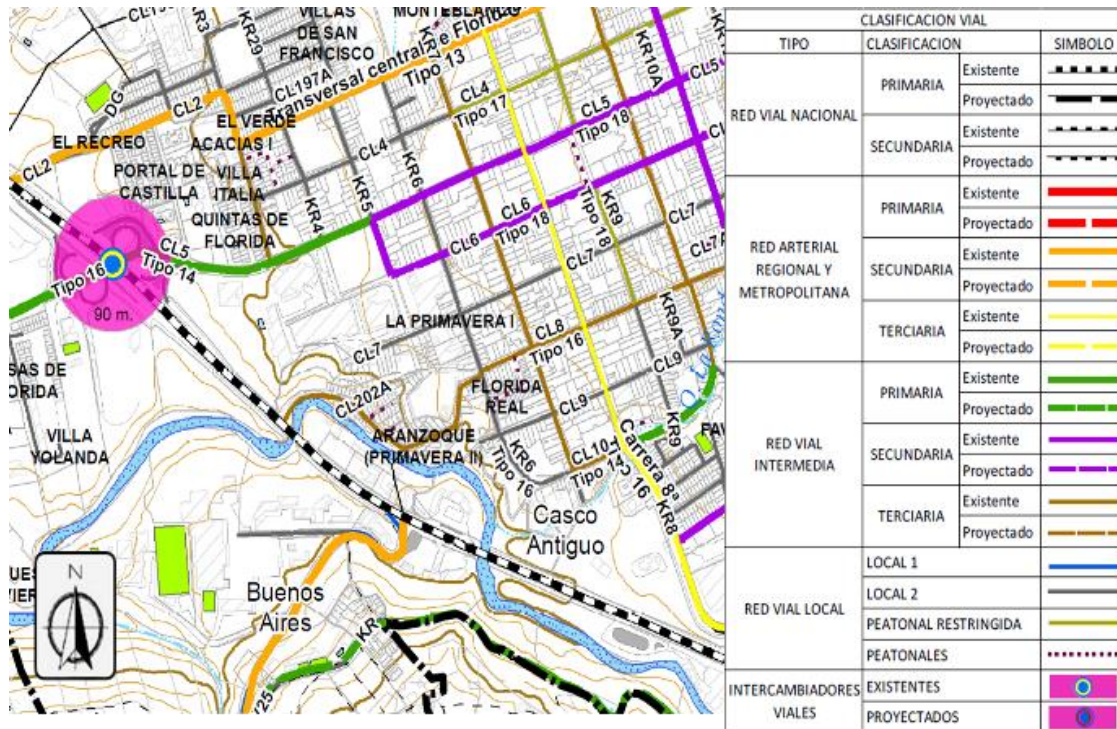


Figura 2. Sistema de Infraestructura Vial.

Adaptado de: Infraestructura Vial. POT. (Alcaldía de Floridablanca, 2016)

Una vez identificado el tipo de vías presentes en el sector y con base al reconocimiento del sector en campo y las proyecciones definidas por parte de la UIS en el plan maestro, se definieron los corredores que tendrán mayor afectación, que se muestran en la "Figura 3" y para los cuales, mediante un levantamiento de campo, se recolectó información de la geometría, estado de andenes, estado de calzada, señalización vertical y señalización horizontal.

Para cada ítem analizado se tomó un registro fotográfico y se georreferenció cada punto en que se registró información.



Figura 3. Vías inventariadas.

**2.2.1 Perfiles Viales** Por medio de la medición con cinta métrica se registraron las dimensiones de ancho de andenes, ancho de carriles, ancho de calzadas, anchos de separadores, además de las alturas de los andenes y separadores respecto a la superficie de la calzada en el punto medio de cada corredor, se tuvo en cuenta los posibles cambios de geometría que podía presentar cada corredor y en cuyo caso se tomaba registro antes y después de la variación.

La dirección que aparece en el campo nomenclatura en la tabla de recolección de información mostrada en el Apéndice C corresponde a la intersección en la que inicia el tramo a analizar. Con el fin de diferenciar las medidas de los andenes que tiene cada tramo vial, se incluyó la nomenclatura Sentido A y Sentido B, el primero representa el costado por el que aumenta las calles

o carreras y el segundo en el que disminuyen. La información recolectada se encuentra en el Apéndice C.

Con el fin de corroborar si las dimensiones encontradas en campo son las permitidas por el municipio se revisó el Plan Maestro de Movilidad (PMM) Floridablanca 2011-2030 donde se definen 17 tipos de perfiles proyectados para los diferentes corredores del municipio., encontrando que las tipologías viales que tienen incidencia en el sector en estudio, son la 13,14,16,18. (Universidad Industrial de Santander, 2011-2030)

De los 46 perfiles medidos en campo, 26 deben cumplir con las dimensiones normativas establecidas del perfil tipo 16, 14 del perfil tipo 14, 5 del perfil tipo 18 y 1 del perfil tipo 13, los corredores que deben cumplir con dichas dimensiones se muestran en la Figura 4”.



Figura 4. Corredores correspondientes a cada tipología proyectada.

**2.2.2 Estado de Andenes** Para el levantamiento del estado de la infraestructura peatonal en el sector, se realizó una inspección visual de las interrupciones del tránsito peatonal en los andenes, las cuales van desde postes de energía empotrados sobre el andén, señalización vial mal ubicada, árboles o jardines, bancas en sitios inadecuados, gradas y otras formas de discontinuidad como rampas. (Universidad Industrial de Santander , 2010) Adicionalmente se identificaron el tipo de material del andén y el estado de del mismo .

Con el fin de identificar si existía la infraestructura adecuada para el desplazamiento de personas en condición de discapacidad se realizó un registro de las medidas de las rampas existentes en los andenes de los distintos corredores y se clasificaron como normales aquellas que sirven de acceso a edificaciones y discapacitados a las que sirven de paso a personas con movilidad reducida de un corredor a otro. La información resultada del levantamiento de presenta en el Apéndice D.

**2.2.3 Estado de calzadas** En esta sección se describe la forma en la que se revisó las condiciones del pavimento de los tramos viales en estudio. La evaluación superficial del pavimento consiste básicamente en identificar las fallas, defectos o daños que presenta, y que provocan un funcionamiento deficiente y una reducción en su vida útil.(Gonz, 2011)

Para el proyecto se hizo un recorrido por el sector, donde se identificaron con base a los manuales de inspección de pavimento rígido y flexible, el estado de la capa de rodadura , el tipo de pavimento y tipo de daño en cada corredor vial. (Toledo, Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras.Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006) (Toledo, Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de

carreteras. Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos, 2006). La información resultada del levantamiento de presenta en el Apéndice E.

El estado de la rodadura hace referencia a las condiciones en que se encuentra el pavimento, se considera leve cuando la vía presenta pequeñas irregularidades en la capa asfáltica, severo cuando las vías presentan grandes irregularidades sobre la capa asfáltica, dificultando el tránsito, y crítico cuando la capa de rodadura ha desaparecido y presentan grandes irregularidades del terreno. Para el pavimento asfáltico se encontró daños por pérdida en capa asfáltica, como el mostrado en la “Figura 5”, fisuras longitudinales y transversales, como la mostrada en la “Figura 6”, y deformaciones como en la “Figura 7”.



*Figura 5.* Pérdida de capa asfáltica.:



*Figura 6.* Fisuras.



*Figura 7.* Deformaciones.

En cuanto al pavimento de concreto, durante el levantamiento se encontraron daños del tipo grietas como se observa en la “Figura 8”, y en la “Figura 9” deterioro superficial.



*Figura 8.* Grietas.



*Figura 9.* Deterioro superficial.

### 2.3 Señalización Vertical

Se inventariaron las señales verticales existentes en la zona de estudio, discreteándose según su tipo considerando las Preventivas, Informativas, Reglamentarias y Transitorias, estableciendo la codificación pertinente, dimensionamiento y el estado actual de las mismas. (Ver Apéndice F)

Se determinó si la ubicación de las señales era adecuada para ser percibidas por los conductores de acuerdo a lo especificado en el manual de señalización, vial, registrando en campo las medidas del ancho del tablero, las distancias A, B, y C que corresponden a la separación entre la calzada y la señal, la separación entre la señal y el ancho del sendero peatonal y la altura de la señal, tal como se observa en la “Figura 10”. Además, se clasificó el estado de las señales en Bueno, Regular y Malo, donde Bueno corresponde, aquellas señales que su pintura está en perfecto estado, Regular, aquellas señales que tienen deterioros parciales como desgaste de pintura o grafitis y Malo, aquellas que no son visibles, tienen dobleces o tienen publicidad en su tablero. (Ministerio de Transporte, 2015)

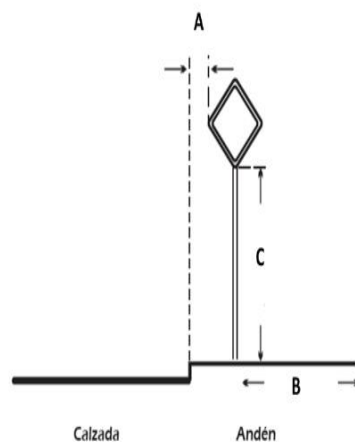


Figura 10. Distancias ubicación lateral.

Adaptado de: Manual de señalización vial. Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. (2015). Ministerio de Transporte. Figura 2.1-4.

**2.3.1 Señalización Horizontal** En cuanto a la información registrada en la inspección a las señales horizontales en primer se identificó las señales existentes, se tomó medidas de cada una y se evaluó su estado en Bueno, Regular o Malo, donde bueno corresponde, aquellas señales que su pintura está en perfecto estado, Regular, aquellas señales que tienen deterioros parciales y Malo, aquellas que no son visibles. La información recopilada se encuentra en el Apéndice G.

**2.3.2 Volúmenes Vehiculares** Se identificaron las intersecciones con mayor congestión dentro del área de influencia, con el fin de caracterizar los flujos vehiculares, en un día típico y uno atípico.

Los aforos del día típico se realizaron el 3 de octubre de 2017 y el 16 de noviembre de 2017 en 19 intersecciones, durante 15 horas, desde las 5 a.m. a las 8 p.m., distribuidas como observa en la “Figura 12”.

En cada intersección se verifico los giros permitidos, codificándolos según la nomenclatura del Manual de Planeación y diseño para la administración del tránsito y el Transporte (Cal y Mayor y Asociados, 2005) , tal como se observa en la “Figura 11”.

También se realizaron conteos vehiculares en un día atípico el domingo 3 de diciembre de 2017 durante 12 horas, de 6:30 a.m. a 6:30 p.m. en las intersecciones mostradas la “Figura 13”.

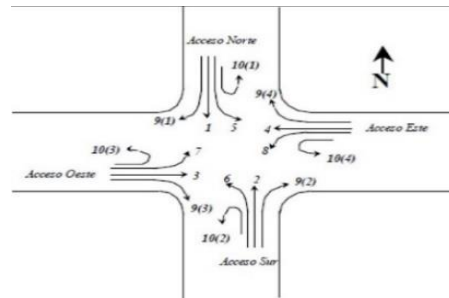


Figura 11. Nomenclatura para los movimientos vehiculares de una intersección.

Adaptado de: Manual de Planeación y diseño para la administración del tránsito y el Transporte Tomo III Figura 5.3.



Figura 12. Estaciones de conteos vehiculares día típico.



Figura 13. Estaciones de conteos vehiculares día atípico.

Con el fin de identificar los movimientos permitidos más cargados en cada intersección, establecer la hora pico por intersección y el área de influencia se convirtieron los flujos vehiculares mixtos a vehículos equivalentes, los cuales permiten expresar el espacio ocupado por cada modo como un vehículo liviano de pasajeros, utilizando los factores de equivalencia mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1.

*Factores de equivalencia pcu.*

Modo	Factor de equivalencia
Bicicleta	0.3
Moto	0.5
Liviano	1.0
Bus	2.0
Camión	2.5

Fuente: Manual de diseño y evaluación social de proyectos de viabilidad urbana. (1988). Chile.

**2.3.3 Rutas del Transporte Público y nivel de ocupación.** Con el fin de caracterizar el transporte público en el sector en estudio, se realizó el levantamiento de información de las rutas de transporte público colectivo que transitan por la zona en estudio y el nivel de ocupación que llevan, el día 29 de noviembre en los puntos mostrados en la “Figura 14” y la información se muestra en el Apéndice J

La tasa de ocupación del transporte colectivo consiste en inspeccionar la cantidad de pasajeros carga los vehículos colectivos que transitan el sector y el cual se realizó en distintos puntos del área de estudio que no fueran un paradero, identificando la ruta, la empresa y las categorías de ocupación por vehículo. La tasa de ocupación es definida en una escala de 1 a 5, donde 1 es menos de la mitad de los asientos ocupados y 5 corresponde al hecho en el que totalidad de asientos y el pasillo están ocupados. La tabla 2 muestra cada una de las categorías tenidas en cuenta en la actividad de campo. (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, 2008)

Tabla 2.

*Niveles de ocupación de Transporte Publico*

<b>Categoría</b>	<b>Característica</b>
<b>1</b>	Menos de la mitad de los asientos ocupados
<b>2</b>	Más de la mitad de los asientos ocupados
<b>3</b>	Todos los asientos ocupados y menos de la mitad del pasillo ocupado
<b>4</b>	Todos los asientos ocupados y más de la mitad del pasillo ocupado
<b>5</b>	Asientos y pasillo ocupados

Adaptado de: Metodología de medición de tasas de ocupación en punto (2008). Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.Chile.



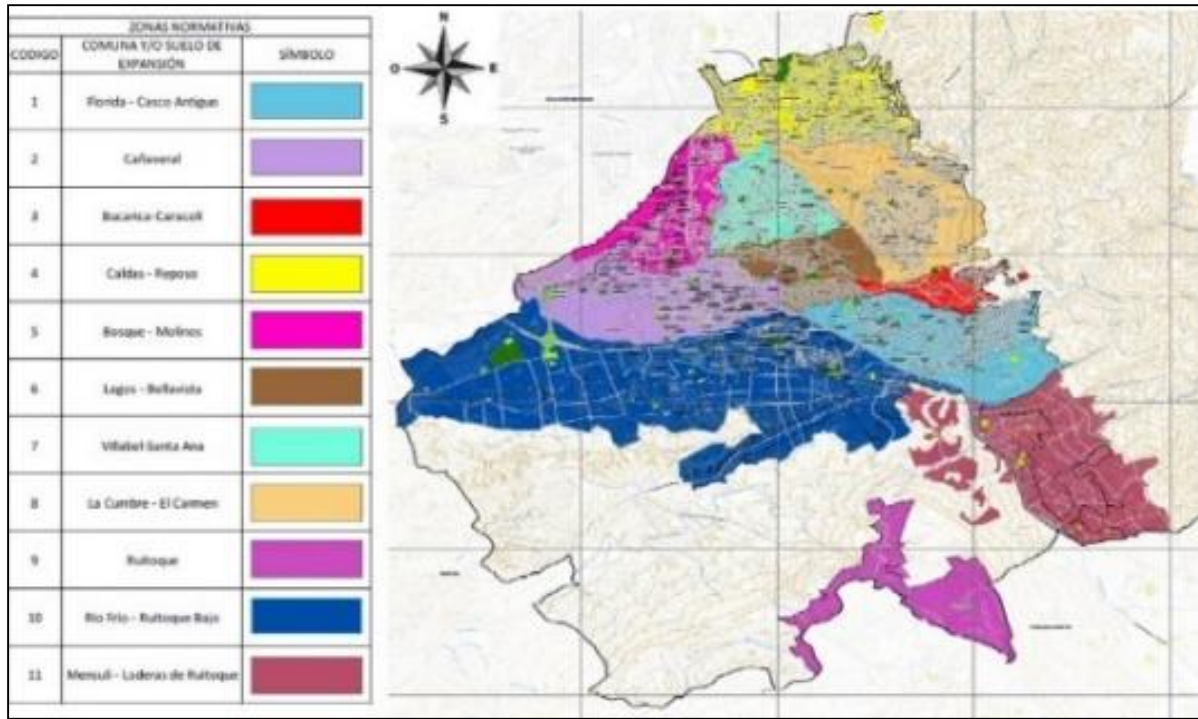


Figura 15. Zona Normativa.

Adaptado de: Zonas Normativas. POT. Alcaldía Floridablanca, 2016.

**2.3.5 Áreas de Actividad** El área de actividad del campus está definida como zona dotacional, designado para equipamientos de uso público, como se muestra en la “Figura 16”. A sus alrededores prima la actividad comercial y de servicios livianos que satisfacen las necesidades de la comunidad. Dentro del casco antiguo del municipio se encuentran áreas dotación como El Instituto Santa Teresita, Colegio Nuestra Señora del Rosario, la Casa de la cultura Piedra del Sol, la Cámara de comercio, el Hospital Juan de Dios y Palacio Municipal entre otros. (Alcaldía de Floridablanca, 2016)

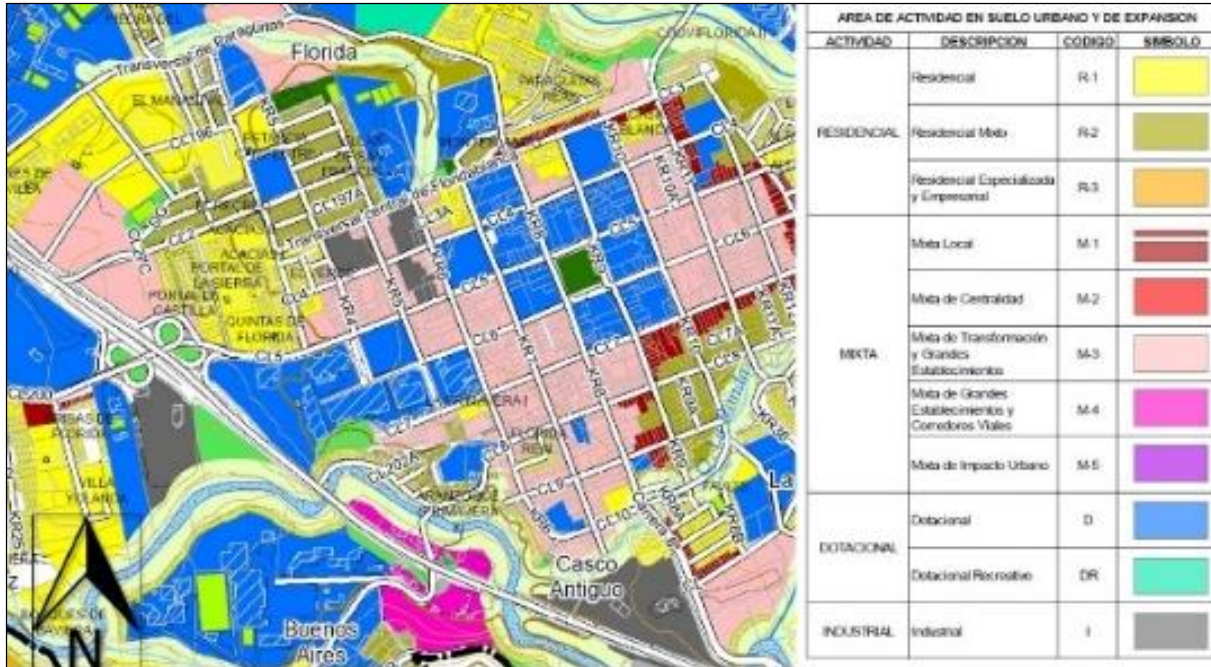


Figura 16. Áreas de Actividad.

Adaptado de: Áreas de actividad. POT. Alcaldía Floridablanca 2016

## 2.4 Conflictos de Movilidad

La mayoría de vías aledañas a las instalaciones de la “Universidad Pública de Floridablanca” presentan un alto volumen vehicular en relación al sector residencial en el que se encuentra debido a la presencia de vías principales y los centros atractores de viajes que representa los equipamientos educativos, recreativos, comerciales y de salud cercanos.

En la intersección de la carrera 4 y 5 se presenta un alto flujo vehicular ya que los corredores que conecta sirven de entrada y salida del Casco Antiguo, la ampliación de carril existente hace que se sobre cargan algunos giros los cuales generan demoras y congestión.

Sobre la calle 3 entre las carreras 7 y 5, existe una problemática de congestión vehicular en el corredor vial, relacionado con la falta de planeación y organización del sector. El tráfico en este

punto se ve visiblemente afectado por el estacionamiento de vehículos no autorizado en vía (en su mayoría rutas escolares y vehículos particulares que recogen a los alumnos del colegio), lo cual está provocando dificultades en el flujo libre del corredor. Adicionalmente, la falta de un control o direccionamiento por parte de las directivas del colegio o de la entidad de tránsito del municipio, ha provocado un alto grado de desorganización, el cual es el principal problema del sector.

Sumado a lo presentado anteriormente, el tráfico generado por los equipamientos cercanos al sector, tales como el colegio Técnico Industrial José Elías Payana y la clínica Guane, “Más x menos”, los cuales están ubicadas sobre la calle 4 entre carreras 6 y 11 generan peligrosos entrecruzamientos, giros prohibidos, maniobras indebidas, entre otros, que entorpecen aún más la situación del sector. Sobre el corredor mencionado la señalización existente indica que su uso debe ser exclusivo para peatones, pero no se cumple con esta medida, pues es evidente el desplazamiento de motocicletas, vehículos livianos y algunas rutas escolares.

Al frente de la plaza de mercado ubicada en la carrera 8 entre calle 6 y 7, se presenta colas a diferentes horas del día producto del parqueo indebido de vehículos de carga, obstaculizando el flujo libre en el corredor y haciendo que la vía se reduzca a un solo carril.

En el intercambiador de PQP existe un paradero ilegal de buses de transporte intermunicipal por lo que a lo largo del día se generan congestiones en los corredores paralelos a la autopista Floridablanca Piedecuesta, además el gremio de taxistas ubica sus vehículos en las orejas del intercambiador haciendo que estas se reduzcan a un solo carril.

### **3. Análisis de información**

En este capítulo se muestra los resultados del análisis realizado a la información recolectada en la caracterización del sector objeto de estudio. Para el caso de los perfiles viales, la señalización vertical y horizontal se comparó la información primaria y secundaria de la zona de influencia, con el fin de identificar cuáles de los datos recogidos en campo están cumpliendo con las especificaciones de las normativas. Para los datos de estado de andenes se determinó el tipo de material que predomina sobre el sector, y el tipo de rampas existentes, Para el estado de calzada, se identificó los tipos de daños que se presentan en los corredores y la gravedad de estos. En cuanto a los volúmenes vehiculares se identificaron las horas punta del sector en días típicos y atípicos y por último se muestra el inventario de las rutas de transporte colectivo y el nivel de ocupación.

### **3.1 Perfiles Viales**

Una vez terminado el levantamiento y procesada la información, se dio paso a realizar la verificación de los perfiles proyectados en el PMM Floridablanca 2011-2030. Se encontró que ninguno de los perfiles propuestos está cumpliendo, principalmente por que los andenes que se encuentran al costado de cada corredor no tiene el ancho minino estipulado que es de 2.5 m.

### **3.2 Estado de andén**

El tipo de material de andenes usado con mayor frecuencia en el sector es el concreto encontrándose que un 70% de los andenes se encuentran contruidos con este material, se encontró que los adoquines son usados en un 3%, baldosas en un 15% y el mortero con un 11% como se muestra en la “Figura 17”.

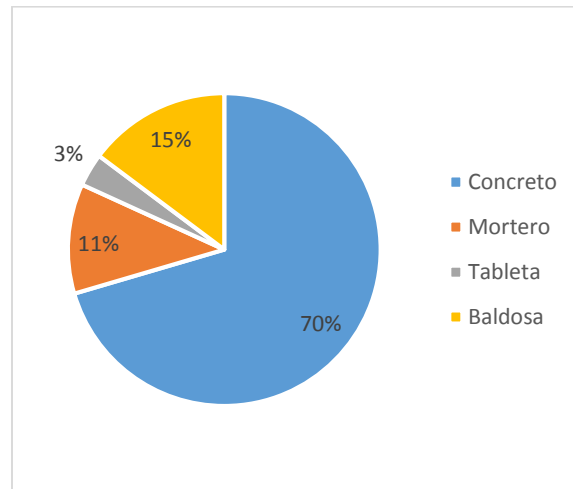


Figura 17. Tipo de material de andén.

Con base a la inspección realizada en campo, se encontró que el 82% de las rampas presentes son de tipo normal (corresponde a aquellas rampas de acceso vehicular a edificaciones), este valor muestra que el desplazamiento para personas con limitaciones no puede ser libre y seguro, en cuanto a las rampas tipo discapacitados, se presentan en un 18% en los corredores de estudio, indicando que para el cruce peatonal de personas en condición de discapacidad física o con coches, la infraestructura existente no cumple con lo establecido en el Manual de Señalización vial (Ministerio de Transporte, 2015). como de muestra en la “Figura 18”.

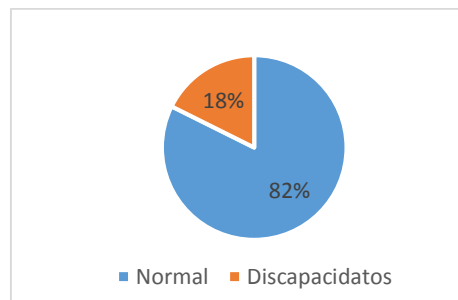
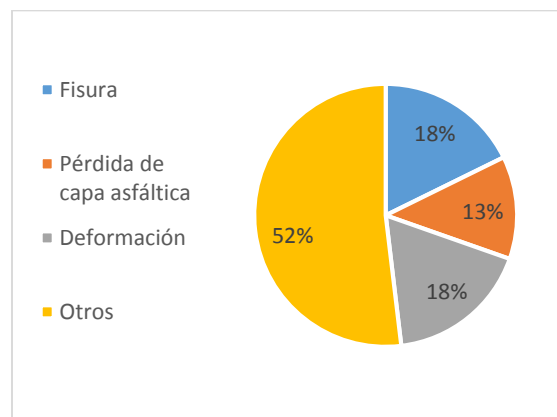


Figura 18. Tipo de rampas.

### 3.3 Estado de Calzada

Se encontró que, de los 39 corredores inventariados, 2 presentan pavimento rígido que corresponde a los corredores existentes por la calle 3 entre carreas 28 y 5, los demás tienen pavimento flexible. Los principales daños encontrados sobre las vías de carpeta asfáltica la carpeta asfáltica de los diferentes tramos viales, se distribuyen así: 18% correspondientes daños por fisuras, 13% por pérdida en capa asfáltica, 18% Deformaciones y un 52% equivalente a otros daños, los porcentajes son mostrados en la “Figura 19”.



*Figura 19* Tipos de daños presentes en la capa asfáltica.

Se identificaron 79 daños distribuidos en el sector en estudio de los cuales el 47,95% tienen estado severo, el 49,95% en estado Leve y el 4,11% restante presenta un estado crítico. Tal como se muestra “Figura 20”

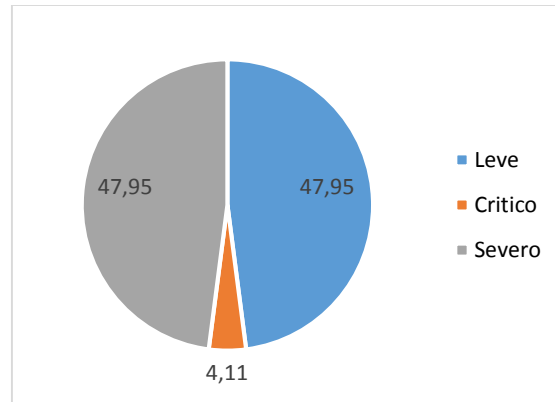


Figura 20. Estado de los pavimentos flexibles.

Por otra parte, en la inspección a las vías en pavimento rígido se hallaron un total de 35 daños, de los cuales la mayor proporción corresponde a grietas, como se muestra en la “Figura 21”, el 89% de los daños son grietas, el porcentaje restante corresponde a 6% de daños por Deformación y otro 6% correspondiente a otros tipos de daños.

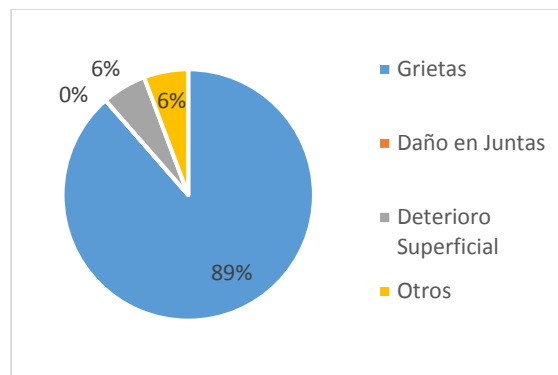


Figura 21. Tipos de daños presentes en el pavimento de concreto.

En cuanto al estado de los corredores con rodadura de concreto, se percibió que el 54% de los daños se encuentran en un estado severo, como se muestra en la “Figura 22”, un 20 % en estado Severo y en estado Leve un 26 % del total de daños inspeccionados.

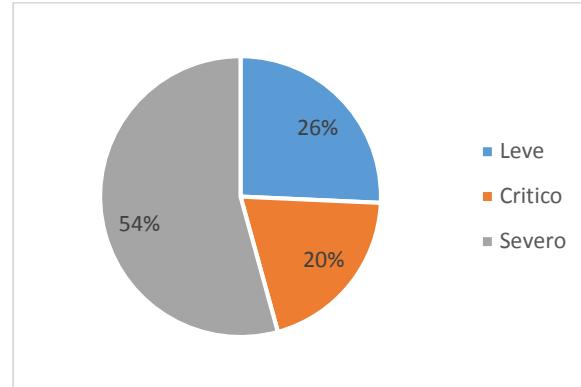


Figura 22. Estado de daños de calzadas.

### 3.4 Condiciones de las señales

A continuación, se muestra la condición en las que se muestra las condiciones de las señales verticales y horizontales, el estado y la proporción en que se encuentran.

**3.4.1 Señales Verticales** De acuerdo la comparación de los datos medidos en campo y los dispuestos por el Manual se encontró que el 97% de las señales no cumplen con las dimensiones de visibilidad exigidas, en el caso del dimensionamiento un 22% de las señales no cumple esta condición. “Figura 23”.

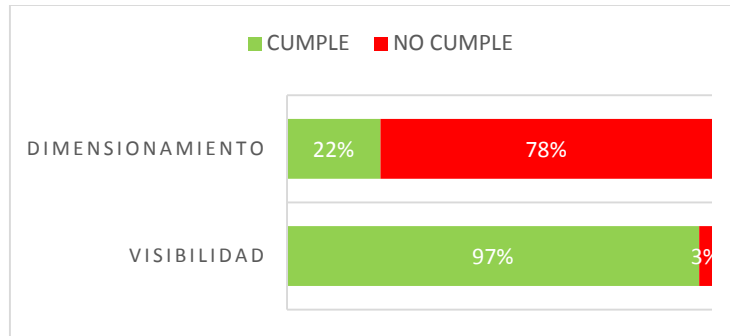


Figura 23. Condiciones de señales verticales.

Se encontró que, de las 59 señales verticales halladas, el 37% representan a las señales preventivas equivalente a 22 señales, un 51%, porcentaje respectivo a 30 señales y las señales informativas son el 12% restante, tal como se evidencia en la “Figura 24”

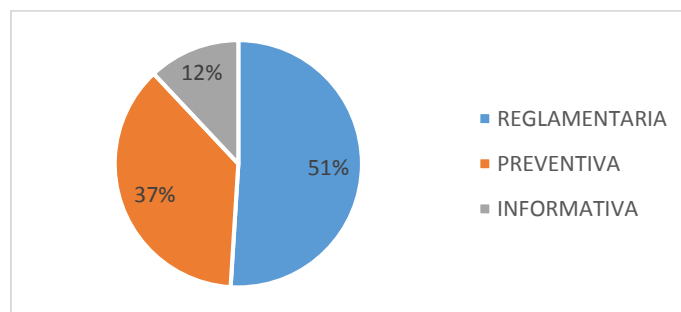


Figura 24. Tipo de señales Verticales.

Para las 30 señales Reglamentarias se encontró que el 67% de las señales tienen condiciones Buenas, el 27%, tienen un estado regular y tan solo un 7% un estado malo. Como se muestra en la “Figura 25”

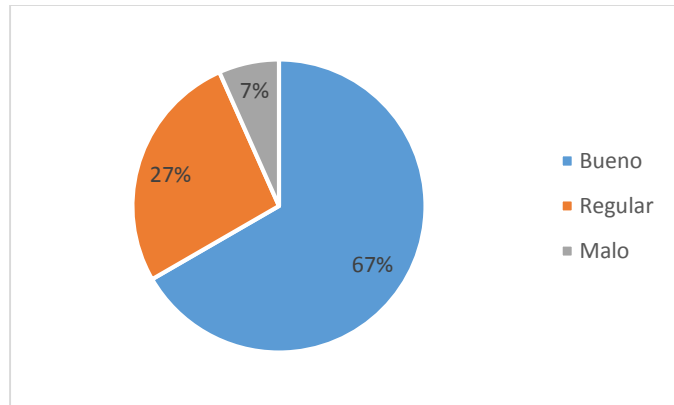


Figura 25. Estado de señales Reglamentarias.

El 57 % de las señales informativas revisadas en campo tienen un estado regular el 43 % un estado Bueno, como se observa en la “Figura 26”.

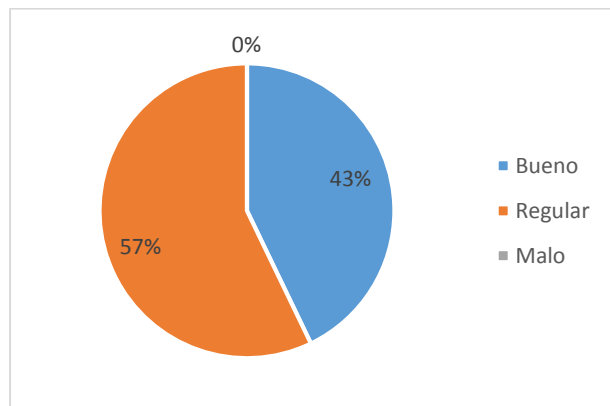


Figura 26. Estado de señales Informativas.

De la inspección realizada se halló que el 82 % de las señales Preventivas tiene un estado bueno y el 18 % restante corresponde a un estado regular, como se parecía en la “Figura 27”

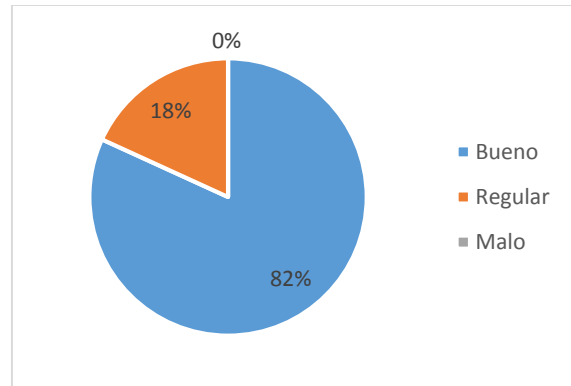


Figura 27. Estado de señales Preventivas.

**3.4.2 Señales Horizontales** En la Tabla 3 se observan los tipos de señales horizontales halladas en la inspección del sector en estudio, donde la señal que está más se presenta son los prohibidos parquear.

En cuanto al estado de la señalización horizontal localizada en el sector de estudio, se muestra en “Figura 28” que el 78% presenta un estado regular, el 15% tienen una condición Buena y tan solo el 7% tienen estado Malo

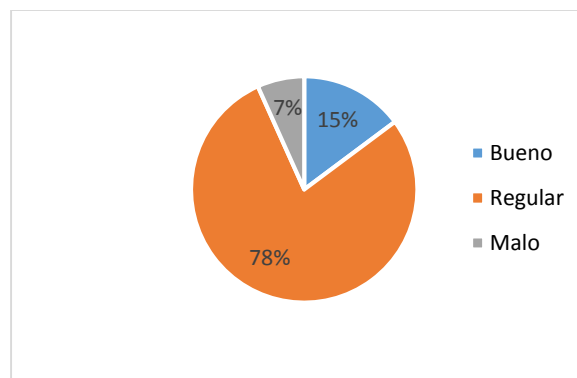


Figura 28. Estado de señales Horizontales.

Tabla 3

*Tipo de señales Horizontales.*

<b>Tipo de señal</b>	<b>Cantidad</b>
Prohibido Parquear	164
Pare	12
Parada	1
Cebra	12
Resalto	4
Cruce Sendero Peatonal	4
Flecha de Frente	11
Flecha a la derecha	4
De frente o a la derecha	8
A la derecha o a la izquierda	1
Zona de control vial	1
Demarcación de transición en el acho de carril	1
<b>TOTAL</b>	<b>223</b>

### 3.5 Volúmenes Vehiculares

La hora pico se determinó para el periodo comprendido entre las 05:45 a 06:45 de la mañana, en la cual se observó que la principal concentración de flujos en dicha hora tiene lugar en la intersección del Puente Papi Quiero Piña con aproximadamente 4380 vehículos mixtos por hora. (Ver Apéndice H)

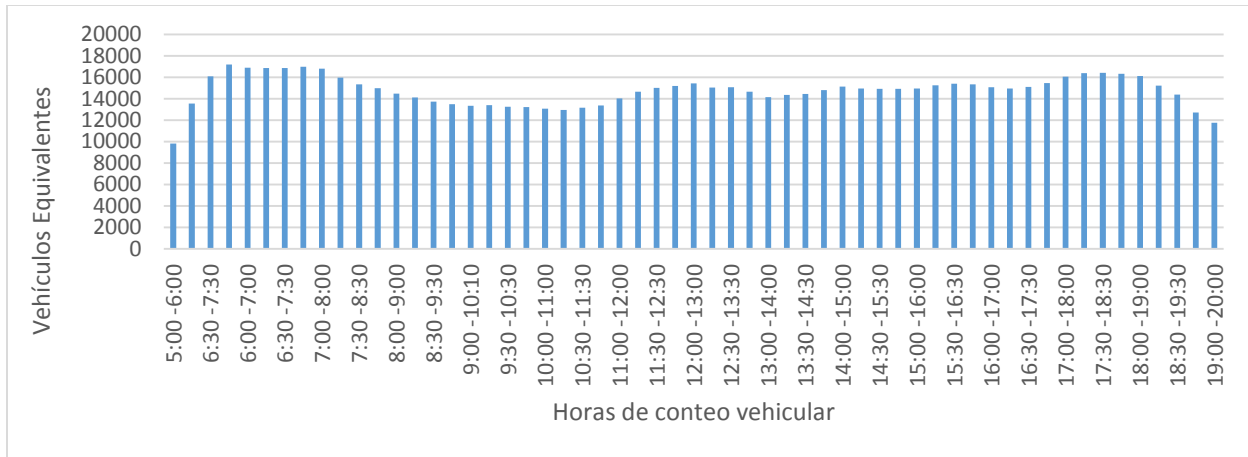


Figura 29. Distribución horaria de los flujos vehiculares en día típico.

Analizando la distribución modal del tráfico vehicular en la zona de estudio, se presenta una clara superioridad en la participación de los vehículos livianos (taxis y automóviles particulares) con respecto a los demás modos motorizados, representando cerca del 52% del volumen de tráfico. Además, vale la pena destacar la participación modal de los viajes en motocicleta (con aproximadamente 41% de presencia en el tráfico del sector, seguido en menor medida por los buses con el 5% del total de los desplazamientos, las bicicletas con el 1% y los camiones con el 1%, lo cual es una evidencia clara el uso intensivo de los vehículos particulares por parte de los habitantes de Floridablanca. Como se muestra en la “Figura 30”

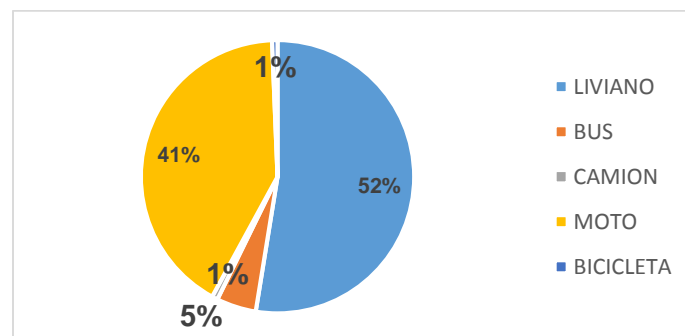


Figura 30. Distribución modal en el sector para la hora pico.

Para los conteros vehiculares realizados en un día atípico se encontró que igual que en el día típico la intersección con más flujo vehicular corresponde a la de PQP con aproximadamente 2476 vehículos mixtos por hora.

Respecto a la distribución modal para esta intersección el tipo de vehículo más utilizado son los livianos con un 62%, seguido de las motocicletas con un 34%, y menor proporción los buses con 3% y las bicicletas con 1%, como se muestra en la "Figura 31".

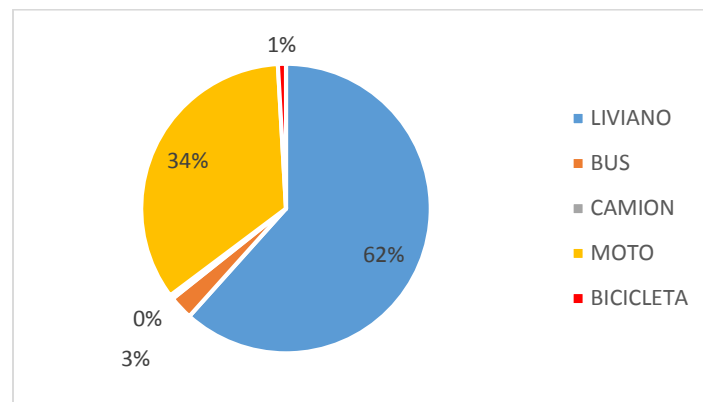


Figura 31. Distribución modal en el sector para la hora pico.

Se identificaron dos picos de intensidad vehicular a lo largo del día, los cuales corresponden a 10:15 a 11:15 y de 16:15 a 17:15. Apéndice I.

### 3.6 Inventario Rutas del Transporte Público

Según la información tomada en campo, existe: 1 ruta del sistema de transporte público Masivo Metro línea que corresponde a la línea alimentadora AF1 y 14 rutas de transporte Colectivo Convencional, que hacen parte de las empresas, Flotax, Lusitania, Cotrander, San Juan Villa de San Carlos y Trans-Piedecuesta que tienen influencia directa sobre la zona de influencia del sector en estudio, las cuales se muestran en el Apéndice J. Las tasas de ocupación del transporte colectivo

se midieron en distintos puntos del área de influencia, donde se encontró el bajo nivel de ocupación de vehículos durante las horas valle, encontrando que para la ruta del sistema masivo metro línea en estas horas el nivel de ocupación es 2 y el nivel de las otras rutas se encuentra en el rango de 1 a 2. En las horas pico mañana y tarde se encontró que el nivel de ocupación oscila entre 3 y 5, lo que concuerda con la hora de desplazamiento de los habitantes de Floridablanca hacia sus lugares de trabajo, estudio o descanso. (Apéndice J)

#### **4. Modelo de micro simulación de la zona de influencia**

En esta sección se describe la metodología utilizada para la realización de modelos de simulación de tráfico a nivel microscópico, se describe la estructuración de la red de simulación, la asignación de flujos sobre la red, la calibración y validación y por último se muestra los resultados obtenidos.

##### **4.1 Estructuración de la Red de simulación**

En la estructuración de la red de transporte se realizó el trazado de las vías que componen la zona de influencia y en las cuales se presentan los principales conflictos, asignando a cada corredor la correspondiente jerarquía vial, las dimensiones obtenidas en levantamiento de campo. Además, en cada una de las intersecciones se establece los movimientos viales permitidos y los controles de señales existentes, como semáforos, pares y reductores de velocidad, para lo cual fue necesario revisar la información de la señalización recolectada y realizar un inventario de las intersecciones semaforizadas donde se identificó las fases y el tiempo de verde de cada una. (Apéndice K)

## 4.2 Asignación de flujos de la Red de Simulación

Una vez trazada la red de la simulación se agregó la demanda de tráfico de la zona para la hora de máxima demanda definida en el análisis a los volúmenes vehiculares de un día típico, por medio de una distribución de flujos entre varios nodos de origen y destino de viajes, que permiten relacionar los viajes realizados por los habitantes del municipio.

En los modelos de micro simulación, la capacidad de los vehículos para ajustar sus viajes en una red en respuesta a las condiciones cambiantes del tráfico es posible por medio de la función de selección ruta que puede llevarse a cabo usando un simple algoritmo todo o nada o un algoritmo estocástico. Se define la elección de la ruta por el método estocástico ya que se basa en la estimación de los costos de viaje para llegar a un destino.

El programa transmodeler por defecto usa valores de costo por giro definidos para tráfico de ciudades americanas, sin embargo el comportamiento de los conductores en ciudades colombianas es más agresivo que el de los americanos, por lo que se modificaron los tiempos de giro en las intersecciones incluyendo los valores de brechas establecidas en distintas intersecciones de la ciudad de Medellín, que se determinaron analizando los giros realizados por los distintos vehículos cuyo valores se muestran la tabla 4. (Rivera Betancur & Cárdenas Suárez, 2012)

Tabla 4.

### *Brechas Criticas*

Giro a la derecha	<b>6.0</b>
Giro a la izquierda	6.1
Cruce Directo	5.7

Adaptado de: Rivera Betancur, S.A; Cárdenas Suárez, D.E(2012)

### 4.3 Calibración y Validación del Modelo

Con el propósito de garantizar que la información generada en el modelo de la situación actual del sector sea la existente, se compara los flujos vehiculares observados en campo con los flujos simulados, teniendo en cuenta el error relativo, por medio del indicador GEH, nombrado así en honor a su inventor Geoffrey E. Havers. (Apéndice M)

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

*O = Volumen de tráfico observado en campo.*

*M = Volumen de tráfico que pasa en el modelo*

Para asegurar que el modelo está completamente calibrado se debe cumplir con que al menos el 60 % de los arcos tienen un GEH inferior a 5, el 95% de los arcos tienen un GEH inferior a 10 y todos los arcos tienen un GEH inferior a 12. (Tola & Ulloa, 2017)

La tabla 5, se muestra que el modelo está cumpliendo con las condiciones de aceptación de la calibración.

Tabla 5.

*Resultados de calibración*

GEH<5	74%
GEH<10	100%
GEH<12	100%

Analizando los resultados obtenidos, se observa que existen tiempos muy altos de paradas, demoras y en el total de los viajes, igual que en el número de paradas. Tal como se aprecia en la tabla 6.

Tabla 6.

*Resultados Situación Actual.*

FACTORES SITUACIÓN ACTUAL	
<b>Tiempo total de paradas(seg)</b>	5902,9
<b>Número de paradas</b>	19166
<b>Tiempo total de demoras (seg)</b>	31267,69
<b>Tiempo total de viaje (seg)</b>	38174,65

En la tabla 7 se puede observar que el nivel de servicio de la mayoría de los corredores se encuentra en categoría F, indicando que la operación de tránsito es Malo, puesto que el nivel de servicio se clasifica desde A hasta F, donde A es excelente y F es Malo, este resultado concuerda con los altos volúmenes vehiculares que transitan por las vías que sirven de acceso a los Equipamientos educativos, de la zona, , alas que reciben el flujo proveniente de la parte alta de Ruitoque y las que sirven salida del casco antiguo por el intercambiador de PQP, puesto que la modelación describe el flujo de existente en la hora de máxima demanda se aprecia en la misma tabla que los corredores se dirigen al parque principales provenientes del intercambiador de PQP, presentan un nivel de servicio en el rango de B y C.

Tabla 7.

*Nivel de servicio*

<b>Corredor</b>	<b>Velocidad promedio</b>	<b>NDS</b>
Calle 5 entre carreras 28 c y 9 E-O	14.2	F
Calle 6 entre carreras 5 y 6	31.5	C
Calle 6 entre carreras 6 y 7	38.5	B
Calle 6 entre carreras 7 y 8	7.1	F
Calle 6 entre carreras 8 y 9	50.2	A
Carrera 4 entre calles 4 y 5	17.2	F
Calle 7 entre carreras 8 y 9	16.3	F
Calle 5 entre carreras 28c y 4 E-O	28.2	E
Calle 4 entre carreras 8 y 10	45.6	B
Retorno Menzuli	12.5	F
Salida via ruitoque	12.4	F
Carrera 8 entre calles 5 y 6 N-S	12.7	D
Carrera 8 entre calles 6 y 7 N-S	36.0	B
Entrada Campus	38.7	A
Calle 5 entre carreras 4 y 5 O-E	24.5	F
Carrera 8 entre calles 5 y 7 S-N	15.2	F
Carrera 28 c entre calles 4 y 5	3.0	F
Calle 3 entre carreras 8 y 5	7.8	F
Calle 5 entre carrera 6 y 5	3.2	F

### 5. Escenarios de proyección de tráfico

Con el fin de estimar el impacto de tráfico que eventualmente tendrá la zona de influencia en estudio, por la implementación de la nueva sede UIS, se configuran 2 escenarios de tráfico en los que se evaluará la operación del tráfico ante el crecimiento de los flujos vehiculares y cambios en la configuración de la infraestructura vial. Además, se evalúa la operación de la infraestructura vial actual ante el crecimiento de los flujos vehiculares.

### 5.1 Proyección de volúmenes vehiculares

La estimación de los volúmenes vehiculares futuros de la zona, fue determinada por medio del método de crecimiento de viajes, el cual relaciona los viajes actuales con una tasa de crecimiento, como se muestra en la ecuación (2)

$$T_i = F_i * t_i \quad (2)$$

$T_i =$  Viajes futuros de la zona  $i$

$t_i =$  Viajes actuales de la zona  $i$

$F_i =$  Factor de crecimiento

El factor de crecimiento se define como la relación de población y parque automotor actual y futuro, como se observa en la ecuación (3)

$$F_i = \frac{P_i^N * M_i^n}{P_i^0 * M_i^0} \quad (3)$$

Donde P es la población y M es el número de motorizados, El súper índice 0 corresponde al año base y el súper índice n al año futuro. (Girardotti, 2001)

Los datos de la población del municipio fueron tomados de las proyecciones de población proporcionadas por el DANE, y la motorización se tomó del histórico del Parque Automotor de este municipio proporcionado por la Dirección de Transito de Floridablanca.

Se calculó el factor de crecimiento de viajes para el año 2022, 2027 y 2032 por modo de transporte, obteniendo los valores mostrados en la Tabla 8.

Tabla 8.

Factor de crecimiento de viajes

AÑOS	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS
2022	1,24	1,13	1,23	1,31
2027	1,48	1,24	1,44	1,61
2032	1,77	1,37	1,64	1,91

Dado que la construcción del campus universitario generará nuevos viajes, por propósitos de estudio, trabajo u otros, se estiman los viajes atraídos por este desarrollo en la hora pico de la mañana, por medio de la elección del factor crítico, el que más generación de viajes presentaría y que depende de las variables uso de suelo y del área de construcción. Para proyectos de carácter educativo las variables dependen del área de construcción y el número de estacionamientos. (Carmona, 2013)

$$\begin{aligned}
 & \text{Demanda de proyectonuevo} = \\
 & \#pareqaderos \text{ nuevo} * \frac{\text{Demanda modelo aforado}}{\text{Parqueaderos del modelo}} \quad (4)
 \end{aligned}$$

Donde la relación demanda del modelo aforado y numero de parqueaderos del modelo es 1, puesto que el proyecto será completamente nuevo, por lo que la demanda del nuevo proyecto para la hora pico corresponde al número de parqueaderos.

La totalidad de estacionamientos que tendrá la sede se definieron por medio de lo dispuesto en el POT Floridablanca 2016, los cuales dependen del área construida, que se escoge de lo definido en el Plan Maestro de UIS, sede Floridablanca puesto que establece 4 opciones de áreas construcción.

Para la estimación de estacionamientos se escogió el área de construcción más grande que corresponde a la opción 4, y aporta un total de aporta mayor numero de 822 espacios de parqueo,

que corresponde al número de vehículos que llegaran al campus. En el Apéndice L observa el área construcción para cada tipo de propuesta y el número de parqueaderos.

Con base a los volúmenes hallados en la sección 5.1 se procedió a evaluar el tránsito futuro sobre con la malla vial actual, observando que el crecimiento del flujo incrementa los problemas de congestión y demoras existentes en la zona de estudio. Por esta razón se validan dos escenarios que buscan generar cambios en la infraestructura vial y/o ordenación del tránsito en el sector; estos escenarios de proyección de tráfico se basan en lo definido en el Plan Maestro UIS, sede Floridablanca. (Apéndice O)

## **5.2 Escenarios**

Para suplir con la eventual demanda peatonal ocasionado por la nueva sede, se propone peatonalizar la calle 6 desde el parque principal hasta el Campus, como indica la “Figura 32”, se busca promover el uso de modos de transporte activo y generar espacios de esparcimientos agradables para la población del municipio; por tal razón en los modelos de los escenarios de proyección se tiene en cuenta la peatonalización de dicha calle. (Universidad Industrial de Santander, 2017)



Figura 32. Peatonalización de la calle 6. Adaptado de: Plan Maestro UIS, sede Floridablanca

**5.2.1 Escenario 1** En el primer escenario se plantea continuar el perfil vial existente en calle 5 entre carreras 4 y 5, desde frente a la Universidad Pública de Floridablanca hasta el puente de PQP, además se propone dejar las vías en un solo sentido hasta llegar al campus Universitario, tal como se muestra en la “Figura 33”.



Figura 33. Escenario de proyección de tráfico 1. Adaptado de: Plan Maestro UIS, sede Floridablanca.

Se propone implementar intersecciones semaforizadas a la altura de la carrera 4 con calle 5 y en la carrera 7 con calle 8, de forma que pueda reducirse la congestión y ordenar los desplazamientos realizados en el sector. La estimación de los tiempos semafóricos se presenta en el Apéndice Ñ.

**5.2.2 Escenario 2** En el segundo escenario se plantea continuar el perfil vial existente en la calle 5 entre carreras 4 y 5, desde el frente de la Universidad Pública de Floridablanca hasta el Parque Principal y hasta puente de PQP, proponiendo que la Calle 5 y la Carrera 8 se vuelvan doble calzada, como se indica en la “Figura 34”.

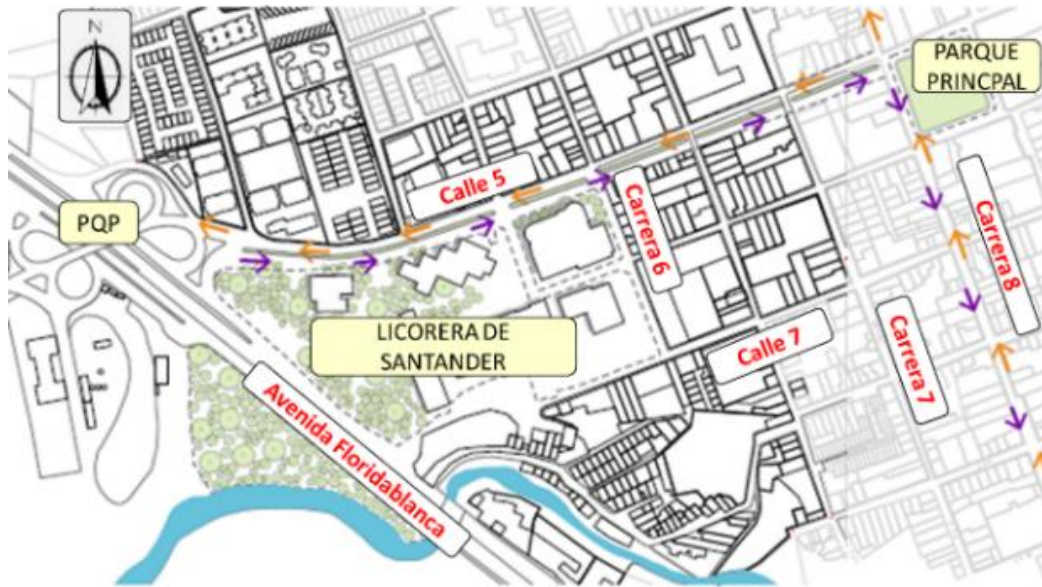


Figura 34. Escenario de proyección de tráfico 2. Adaptado de: Plan Maestro UIS, sede Floridablanca.

En esta alternativa se decide implementar intersecciones semafóricas nuevamente en la intersección de la calle 5 con carrera 4, y añadir algunas fases al sistema semafórico existente en la intersección de la calle 5 con carrera 8. (Apéndice Ñ)

### 5.3 Resultados de los escenarios de proyección de tráfico.

Para el escenario 1 como se esperaba los tiempos de demoras y paradas aumentaron debido al incremento del flujo vehicular igual, como se aprecia en la tabla 9.

Tabla 9.

*Resultados del Escenario 1-2027*

<b>Tiempo total de parada [seg]</b>	<b>17845,9</b>
-------------------------------------	----------------

Número de paradas	47177,0
Demoras Totales [seg]	90462,0
Tiempo total de viaje [seg]	91604,2

En cuanto al nivel de servicio prestado por los corredores viales que reciben flujo de los equipamientos educativos, de comercio del área de influencia se puede observar en la tabla 10 que se encuentran en un rango F, el corredor que representa la vía que da salida a los viajes del municipio de Ruitoque se encuentra en nivel A, puesto que los viajes no se están realizando producto de la alta demanda que hay sobre la Autopista Floridablanca-Piedecuesta, la vía que sirve recibe los vehículos que entran al nuevo campus tiene un nivel de servicio C, producto los viajes que se atraerán

Para el escenario 2 como se esperaba los tiempos de demoras y paradas aumentaron debido al incremento del flujo vehicular, como se aprecia en la tabla 11.

Tabla 10.

*Nivel de servicio Escenario 1 viajes 2027*

<b>Corredor</b>	<b>Velocidad promedio</b>	<b>NDS</b>
Calle 5 entre carreras 28c y 4 O-E	14.0	F
Calle 5 entre carreras 6 y 7	47.3	C
Calle 5 entre carreras 7 y 8	33.4	D
Calle 5 ente carreras 8 y 9	6.0	F
Calle 6 entre carreras 8 y 9	39.3	C
Carrera 4 entre calles 4 y 5	24.9	F
Calle 7 entre carreras 8 y 9	9.8	F
Calle 5 entre carreras 28c y 4 E-O	6.4	F
Calle 4 entre carreras 7 y 8	14.6	F
Retorno Menzuli	17.7	F
Salida via ruitoque	55.2	A
Carrera 8 entre calles 3 y 7 N-S	5.0	F
Entrada Campus	35.5	C

<b>Corredor</b>	<b>Velocidad promedio</b>	<b>NDS</b>
Carrera 8 entre calles 5 y 8 S-N	20	<b>F</b>
Calle 200 PQP	13.2	<b>F</b>
Calle 7 entre carreras 5 y 8	15.9	<b>F</b>
Calle 5 entre carreras 4 y 5 E-O	5.9	<b>F</b>
Carrera 28 c entre calles 4 y 5	2.1	<b>F</b>

Tabla 11.

*Resultados de simulación de escenario 2*

<b>Tiempo total de parada [seg]</b>	<b>14249</b>
Número de paradas	50053
Demoras Totales [seg]	67015
Tiempo total de viaje [seg]	75137

En cuanto al nivel de servicio prestado por los corredores viales que reciben flujo de los equipamientos educativos, de comercio del área de influencia se puede observar en la tabla 12 que se encuentran en un rango F, la vía que sirve recibe los vehículos que entran al nuevo campus tiene un nivel de servicio B, producto los viajes que se atraerán.

Tabla 12.

*Nivel de servicio de los corredores principales*

<b>Corredor</b>	<b>Velocidad promedio</b>	<b>NDS</b>
Calle 5 entre carreras 28c y 4 O-E	18,89	<b>F</b>
Calle 5 entre carreras 6 y 7 E-O	36,65	<b>D</b>
Calle 5 entre carreras 7 y 8 E-O	30,68	<b>E</b>
Calle 5 ente carreras 8 y 9 E-O	15,38	<b>F</b>
Calle 6 entre carreras 8 y 9	42,72	<b>B</b>
Carrera 4 entre calles 4 y 5	17,22	<b>F</b>
Carrera 5 entre calles 4 y 5	15,33	<b>C</b>
Calle 7 entre carreras 8 y 9	21,69	<b>F</b>
Calle 5 entre carreras 28c y 4 E-O	28,85	<b>C</b>
Calle 4 entre carreras 7 y 8	4,08	<b>F</b>

Retorno Menzuli	18,17	<b>F</b>
Salida via ruitoque	0,98	<b>F</b>
Carrera 8 entre calles 3 y 4 N-S	9,24	<b>F</b>
Entrada Campus	35,07	<b>B</b>
Calle 200 PQP O-E	26,52	<b>F</b>
Carrera 28 c entre calles 4 y 5	10,02	<b>F</b>
Calle 3 entre carreras 7 y 8 O-E	17,14	<b>F</b>
Calle 3 entre calles 5 y 7	7,22	<b>F</b>
Calle 5 entre carrera 6 y 5 E-O	18,47	<b>F</b>

## 6. Conclusiones

El diagnóstico operacional realizado al casco antiguo de Floridablanca permitió determinar el área de influencia del estudio, la cual incluye los corredores de mayor demanda vehicular del sector, que coinciden con los accesos de entrada y/o salida de esta parte del municipio por PQP, por la carrera 8 con calle 3, por la Avenida Bucarica y por el Puente de Aranzoque, los corredores que dan acceso a los principales equipamientos del sector como Colegios, Universidades, Instituciones Públicas (Alcaldía, Notarias, Hospitales), Centros de comercio, entre otros.

El diagnóstico realizado al área de influencia permitió identificar la existencia de problemáticas de movilidad tales como parqueos indebidos de vehículos livianos, de transporte público y de carga pesada, un alto flujo vehicular, desorganización de los flujos vehiculares y peligrosos entrecruzamiento ente otros, que se deben a la falta de control de las entidades públicas y ausencia de cultura ciudadana de los habitantes del sector. Se recomienda la realización de campañas de cultura vial que permitan generar mejores prácticas de conducción para el municipio.

La infraestructura peatonal presente en el sector en estudio no cumple con lo estipulado en la normativa nacional y municipal, habiendo encontrado que el 98% de los 39 corredores inventariados no tiene las dimensiones mínimas del ancho de andén que garantizan el

desplazamiento seguro de peatones sobre esta, se recomienda asegurar las condiciones de transitabilidad que incluyan espacios para el desplazamiento seguro de personas con condiciones especiales.

El uso de transporte colectivo y bicicletas en la zona de estudio es bajo comparado con los vehículos particulares de tipo liviano y motocicleta que se desplazan en el sector habiendo encontrado que en la intersección de máxima demanda de los 4380 vehículos mixtos el 52% corresponde a vehículos livianos y el 41% a motocicletas, mientras que tan solo el 4% a buses y el 0% a bicicletas, los cuales son los principales causantes del congestionamiento y cuellos de botella, se sugiere promover el uso de bicicletas y del transporte colectivo ya que es una alternativa adecuada para mejorar las condiciones del tráfico y reducir el uso masivo de vehículo privado.

La señalización horizontal y vertical permiten la organización del tráfico, sin embargo en el sector en estudio se encontró que las condiciones en las que se encuentran está afectando el comportamiento, el 78% de las señales verticales inspeccionadas no cumplen con las dimensiones previstas por el manual de señalización, y de las 223 señales horizontales presentes el 78% se encuentra en estado regular, por lo que se sugiere realizar mejoras al sistema de señalización vial de tal manera que cumpla con los requerimiento exigidos y mejore la organización de la movilidad.

La modelación de la situación actual de la movilidad del sector permitió observar que el alto flujo vehicular que entra y sale del municipio genera grandes colas y congestión, especialmente sobre las vías adyacentes a equipamientos de tipo institucional además, por lo que se recomienda habilitar nuevas vías de acceso a estos lugares que alivianen el flujo de los corredores que tiene alta demanda vehicular y promover el uso de modos de transporte que sean amigables con el medio ambiente y que reduzca demoras en el desplazamientos.

La implementación del campus universitario generará un incremento en los desplazamientos a la zona en diferentes modos de transporte; los nuevos viajes estarán asociados en su mayoría a los desplazamientos en transporte colectivo y/o a pie, más que los realizados en vehículos particulares, por lo cual debe garantizarse espacios y medidas que garanticen condiciones adecuadas para el tránsito de esta población

El estudio demostró que es evidente el aumento del uso de los modos de transporte privado, vehículos livianos y motocicletas, para el año 2027 el factor de crecimiento de viajes en vehículos livianos se estima que sea de 1.48 y para el año 2032 de 1.77, haciendo pensar que a mediano plazo se incrementarán los problemas de en la movilidad , por lo cual se recomienda la implementación de medidas para promover el uso del transporte activo entre las que se encuentran ciclorrutas, espacios para el tránsito peatonal agradables y seguros y el mejoramiento de los modos de transporte público colectivo asegurando un servicio más eficiente y cómodo para los habitantes del área metropolitana.

Los escenarios de proyección de tráfico que fueron evaluados, no permiten una solución definitiva a las problemáticas encontradas en el área de estudio y a las que se podrán generar por el crecimiento vehicular y la implementación del campus universitario, únicamente aportan a la mitigación de algunos de los conflictos, se sugiere considerar alternativas permita disminuir los demás conflictos de movilidad.

### Referencias Bibliográficas

- Alcaldía de Floridablanca. (2016). *Plan de Ordenamiento Territorial(POT)*. Floridablanca.
- Cal y Mayor y Asociados, A. M. (2005). *Manual de Planeación y Diseño para la administración del Tránsito y el Transporte*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería. Recuperado de [https://documentslide.org/the-philosophy-of-money.html?utm\\_source=manual-de-planeacion-y-diseno-para-la-administracion-del-transito-y-del-transporte-tomo-3-pdf-pedestrian-transport](https://documentslide.org/the-philosophy-of-money.html?utm_source=manual-de-planeacion-y-diseno-para-la-administracion-del-transito-y-del-transporte-tomo-3-pdf-pedestrian-transport)
- Carmona, J. D. (2013). *Evaluación y estimación de la demanda vehicular para proyectos de diferentes usos de suelo y estrato socioeconómico en medellín*. Tesis de maestría, Universidad EAFIT, Departamaneto de Ingeniería Civil, Medellín. Recuperado de <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/1239>
- F Dion, K. S. (2012). *Evaluation of Traffic Simulation Model Use in the Development of Corridor System Management Plans (CSMPs)*. *Partners for Advanced Transportation Technology*. Recuperado de: [http://www.path.berkeley.edu/sites/default/files/my\\_folder\\_45/2012%20-%20Report%20-%20CSMP%20Simulation%20Evaluation.pdf](http://www.path.berkeley.edu/sites/default/files/my_folder_45/2012%20-%20Report%20-%20CSMP%20Simulation%20Evaluation.pdf)
- Franco, L. (2014). La movilidad sostenible en campus universitarios: una comparación de las mejores prácticas en Estados Unidos y Europa. Aplicado en universidades Venezolanas. *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V*, 29(2), 23-40. Recuperado de: [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_fiucv/article/view/7113/6841](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_fiucv/article/view/7113/6841)
- Girardotti, L. (2001). *Demanda de Transporte dirigida a redes*. Guía de estudio, Facultad de ingeniería UBA. Recuperado de: <http://materias.fi.uba.ar/6808/contenidos/DemandaRedes.pdf>
- Institute of Transportation Engineers. (2017). *Trip Generation Manual*. Washignton, Estados Unidos:ITE.
- Ministerio de Transporte. (2015). *Manual de señalización vial. Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia*. Ministerio de Transporte. Diseñum Tremens. Recuperado de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3825-manual-de-senalizacion-vial-2015?format=html>

- Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. (2008). *Metodología de medición de tasas de ocupación en punto y paradero*. Recuperado de <https://www.dtpm.cl/descargas/manuales/Methodolog%C3%ADa%20Medici%C3%B3n%20de%20Tasas%20de%20Ocupaci%C3%B3n.pdf>
- Quintero, J. R. (2011). Inventarios viales y categorización de la red vial en estudios de Ingeniería de Tránsito y Transporte. *Revista Facultad de Ingeniería UPTC*, 20(30), 65-77. Recuperado de: <http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/ingenieria/article/view/1413/1408>
- Rivera Betancur, S. A., & Cárdenas Suárez, D. E. (2012). *Aceptabilidad de intervalos (brechas) para maniobras en intersecciones de prelación vial*. Tesis, Universidad de Medellín, Medellín. Recuperado de: <http://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/196/Aceptabilidad%20de%20intervalos%20%28brechas%29%20para%20maniobras%20en%20intersecciones%20de%20prelaci%C3%B3n%20vial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tola, C. F., & Ulloa, I. P. (2017). *Análisis de Tráfico en las principales intersecciones del área de influencia de la Universidad de Azuay*. Trabajo de Grado, Universidad de Azuay, Cuenca. Recuperado de: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7071>
- Toledo, F. A. (2006). *Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles*. Manual, Ministerio de Transporte, Bogotá. Recuperado de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/974-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles/file>
- Toledo, F. A. (2006). *Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras. Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos*. Manual, Ministerio de Transporte, Bogotá. Recuperado de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/664-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-rigidos/file>
- Universidad Industrial de Santander . (2010). *Caracterización de las vías de mediano y bajo flujo vehicular, implementación de un sistema de gestión de pavimentos para la malla vial vehicular y modelamiento, diagnóstico y alternativas de solución para la movilidad urbana del municipio de Bucaramanga*. Informe diagnóstico, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. Recuperado
- Universidad Industrial de Santander. (2011-2030). *Plan Maestro de Movilidad de Floridablanca*.

Universidad Industrial de Santander. (2017). *Plan Maestro sede Floridablanca*. Bogotá.

Universidad Industrial de Santander. (2007). *Plan de desarrollo institucional 2008-2018*. Recuperado de:  
<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/rectoria/documentos/planDesarrollo.pdf>