

**Interacción de bim y lean construction para la detección y ajuste de errores en los planes de manejo de trafico, en etapas tempranas de proyectos de infraestructura vial**

**Ahuris Juliana Galeano Osorio**

**Joulie Pauline Torres Saenz**

**Proyecto de grado para optar al titulo de Ingeniera Civil**

**Director:**

**Omar Giovanni Sanchez Rivera**

**PhD. en Ingeniería - Gestión de Desarrollo Tecnológico**

**Universidad Industrial de Santander**

**Facultad de Ingenierías Fisicomecanicas**

**Escuela de Ingeniería Civil**

**Bucaramanga**

**2019**

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	12
1. Marco Teórico.....	15
1.1 Planificación de proyectos de infraestructura vial .....	15
1.2 building information modeling (bim) .....	16
1.3 Lean Construction.....	17
1.4 Plan de manejo de tráfico.....	17
2. Metodología .....	18
2.1 Revisión bibliográfica.....	19
2.2 Recopilación de información del sitio. ....	20
2.2.1 Localización del proyecto .....	20
2.2.1.1 Macrolocalización.....	20
2.2.1.2 Microlocalización .....	21
2.2.2 Tipo de obra .....	21
2.2.3 Tiempo de ejecución .....	22
2.2.4 Zona de influencia.....	22
2.2.5 Usos del suelo .....	23
2.2.6 Sitios especiales de influencia .....	23
2.3 Recopilación de información de tránsito .....	24

2.3.1 Inventario de señalización.....	24
2.3.2 Aforos .....	24
2.3.3 Volúmenes vehiculares .....	27
2.3.4 Velocidades.....	28
2.4. Plan de manejo de tráfico.....	28
2.4.1 Sistema Vial.....	29
2.4.2 Transporte público .....	30
2.4.3 Señalización y adecuaciones temporales .....	30
2.4.3.1 Señales informativas .....	32
2.4.3.2 Dispositivos para la canalización del tránsito.....	33
2.4.4 Adecuaciones temporales.....	36
2.4.5 Información y divulgación.....	36
2.4.6 Mantenimiento de vías.....	36
2.4.7 Campamento .....	37
2.4.8 Seguridad Vial .....	37
2.4.9 Cierres totales.....	39
2.4.10 Procedimiento para la movilización de maquinaria y equipos .....	39
2.4.11 Transito de peatones .....	39
2.4.12 Transito vehículos de carga .....	40
2.4.13 Rutas alternas .....	40
2.4.14 Etapas.....	42
2.4.15 Equipo a emplear .....	44
2.5. Modelamiento .....	45

---

2.6 Simulación .....	47
2.4.1. Tiempo de transito .....	47
2.4.2. Origen y destino del vehiculo .....	47
2.4.3. Tipo de vehículos .....	48
3. Resultados .....	49
4. Conclusiones .....	51
Referencias Bibliográficas .....	53

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Localización geográfica de santander .....	220
<i>Figura 2.</i> Localización del proyecto .....	201
<i>Figura 3.</i> Área de influencia del proyecto .....	223
<i>Figura 4.</i> Sitios de zona de influencia .....	223
<i>Figura 5.</i> Inventario de señalización vial .....	234
<i>Figura 6.</i> Evidencia de toma de datos .....	245
<i>Figura 7.</i> Evidencia de toma de datos .....	245
<i>Figura 8.</i> Evidencia de toma de datos .....	246
<i>Figura 9.</i> Evidencia de toma de datos .....	256
<i>Figura 10.</i> Movimientos aforados en la intersección .....	256
<i>Figura 11.</i> Volúmenes vehiculares por movimiento .....	267
<i>Figura 12.</i> Categorías viales .....	289
<i>Figura 13.</i> Flechas luminosas .....	312
<i>Figura 14.</i> Flasher luminoso .....	312
<i>Figura 15.</i> Trabajo en la vía .....	323
<i>Figura 16.</i> Señal de desvío .....	323
<i>Figura 17.</i> Inicio y fin de obra .....	323
<i>Figura 18.</i> Elementos canalizadores .....	334

<i>Figura 19.</i> Barricada con desvío y sin desvío.....	335
<i>Figura 20.</i> Barreras plasticas de aislamiento .....	345
<i>Figura 21.</i> Delineador tubular .....	345
<i>Figura 22.</i> Rutas costado occidental de la autopista.....	41
<i>Figura 23.</i> Rutas costado oriental de la autopista.....	401
<i>Figura 24.</i> Fase 1 .....	412
<i>Figura 25.</i> Fase 2 .....	423
<i>Figura 26.</i> Fase 3 .....	434
<i>Figura 27.</i> Modelo Base .....	446
<i>Figura 28.</i> Modelo definitivo .....	456
<i>Figura 29.</i> .....	468
<i>Figura 30.</i> .....	478
<i>Figura 31.</i> .....	478
<i>Figura 32.</i> .....	479
<i>Figura 33.</i> .....	479
<i>Figura 34.</i> .....	489
<i>Figura 35.</i> Beneficios de la tecnología BIM .....	51

## Resumen

**Título:** Interacción de bim y lean construction para la detección y ajuste de errores en los planes de manejo de tráfico, en etapas tempranas de proyectos de infraestructura vial.\*

**Autores:** Ahuris Juliana Galeano Osorio  
Joulie Pauline Torres Saenz\*\*

**Palabras Clave:** Infraestructura Vial, simulación, Plan de manejo de tráfico, planificación, Building Information Modeling, Lean Construction.

La mejora de la infraestructura vial tiene un impacto significativo en el crecimiento y el desarrollo económico del país. Este impacto promueve un avance social que no solo resulta en términos de comercio y competitividad, sino, sobre el desarrollo de las comunidades que poseen una influencia directa en la ejecución en este tipo de proyectos, Es importante destacar la necesidad de utilizar herramientas y procesos tecnológicos, ya que las etapas de planificación en proyectos de ingeniería civil se pueden optimizar de manera eficiente. BIM brinda una serie de herramientas de tecnología de modelado y un conjunto asociado de procesos para producir, comunicar y analizar, logrando hacer frente a una gran variedad de conflictos en la planificación de proyectos de infraestructura. El presente artículo, se realizó una investigación que se enfoca en demostrar como BIM junto con la filosofía Lean Construction genera un efecto positivo en la detección y ajuste de errores en los planes de manejo de tráfico a través del software Infracore, centralizándose en la creación de representaciones digitales que permiten observar la viabilidad basada en el modelamiento, visualización y simulación de diferentes propuestas que brindarían solución al congestionamiento de tránsito en el intercambiador de PQP en el municipio de Floridablanca.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director: Omar Giovanni Sanchez Rivera

## Abstract

**Title:** Interaction of BIM and Lean Construction for the detection and adjustment of errors in traffic management plans, in the early stages of road Infrastructure projects \*

**Author:** Ahuris Juliana Galeano Osorio  
Joulie Pauline Torres Saenz \*\*

**Keywords:** Infrastructure road, simulation, traffic management plans, planning, Building Information Modeling, Lean Construction.

The improvement of the road infrastructure has a significant impact on the growth and economic development of the country. This impact promotes a social advance that not only result in terms of trade and competitiveness, but also on the development of communities that have a direct influence on the execution of this type of project. It is important to highlight the need to use technological tools and processes, since the planning stages in civil engineering projects can be optimized efficiently. BIM give a series of technology tools of modeling and an associated group of process to produce, communicate and analyze, achieving the possibility to face to a wide variety of conflicts in the planning of infrastructure projects. In this article, a research was carried out that focuses on demonstrating how BIM together with the Lean Construction philosophy generates a positive effect in the detection and adjustment of errors in traffic management plans through Infracore software, focusing on the creation of digital representations that allow observing the viability based on the modeling, visualization and simulation of different proposals that would provide a solution to traffic congestion in the PQP interchange in the municipality of Floridablanca.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director: Omar Giovanni Sanchez Rivera

## Introducción

En la actualidad, la infraestructura vial colombiana se encuentra con un gran atraso respecto al desarrollo presentado en grandes países latinoamericanos; lo que es perjudicial para la economía nacional, ya que el sistema de movilidad presenta un deterioro ocasionado por el alto flujo vehicular y las malas condiciones de las vías, situación que se puede evidenciar notoriamente en vías primarias y secundarias.

Una de las soluciones más comunes ante el evidente problema vial es ampliar estructuralmente el sistema de transporte; La construcción de una nueva vía obedece a la necesidad de complementar la malla vial existente y obtener beneficios de ello, beneficios tales como ahorro en el costo y el tiempo de viaje del usuario en la vía. Como la motivación es fundamentalmente de índole económica y teniendo en cuenta que se requiere una inversión importante (Carretera, s.f.); es fundamental realizar obras cada vez mejores que cumplan las necesidades y que generen un beneficio a la comunidad.

Para cumplir con los requerimientos de cada proyecto ingenieril y que su desarrollo sean un éxito, se debe enfatizar en los pilares del mismo, es decir, tener claridad desde la etapa de planificación del proyecto con los recursos necesarios para ejecutarlo; teniendo en cuenta factores importantes como tiempo, inversión, calidad, utilidad y costos. Los costos de un proyecto se conocen como una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del mismo, la exactitud de la estimación del costo de un proyecto

aumenta según avanza el proyecto, de manera que es un proceso iterativo (Bradley, Li, Lark, & Dunn, 2016) (Arayici, y otros, s.f.) (Chong, Lopez, Wang, Wang, & Zhao, 2016).

Debido al avance tecnológico, entonces se podrán dar soluciones tempranas a problemáticas en la construcción vial como lo puede ser el flujo vehicular, la falta de planeación de los proyectos (Oti, Tizani, Abanda, Jaly-Zada, & Tah, 2016), (Nacional, 2002) y el mal planteamiento del manejo del tráfico.

Para el desarrollo de un proyecto vial es de vital importancia tener un buen plan de manejo del tráfico, puesto que se debe manejar un leve impacto en el flujo vehicular, teniendo en cuenta todos los factores externos que pueden intervenir y afectar este proceso<sup>\*\*\*</sup>. (Zhang & Chen, 2016).

Una herramienta importante de software es BIM (Building Information Modeling), la cual se caracteriza por la capacidad de compilar modelos virtuales de edificios usando objetos paramétricos de lectura mecánica que exhiben comportamientos comparativos con la necesidad de diseñar, analizar y probar un diseño (Lin & Golparvar-fard, 2016).

Basados en la filosofía de Lean Construction que tiene por objetivo reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las actividades que sí lo hacen (Won, Cheng, & Lee, 2016). El presente estudio tiene como objeto la elaboración del plan de manejo de tráfico (PMT), para proyecto denominado contrato N°. 2297 de 2018 cuyo objeto es la “ampliación y optimización del intercambiador vial ubicado en el sector de papi quiero piña del municipio de Floridablanca”

Teniendo en cuenta el potencial de BIM (Building Information Modeling) y Lean Construction, se pretende plantear si es posible evitar las pérdidas en proyectos de infraestructura vial, durante la etapa de planificación, a partir de la automatización por la implementación conjunta

---

\* “Broadband System RF Design Considerations.”

\*\* “Pedestrian zones : a design guide.”

de BIM y Lean Construction, y así identificar los errores presentes en un plan de manejo de tráfico, y finalmente proponer un conjunto de relaciones entre dichos errores y las funciones descritas anteriormente.

## **1. Marco Teórico**

### **1.1 Planificación de proyectos de infraestructura vial**

En la infraestructura vial, la planificación de proyectos se puede definir como el conjunto de estudios necesarios para definir la función que debe cumplir una red viaria determinada, ordenando el conjunto de actuaciones a lo largo de un tiempo fijado, determinando las características de las vías que la componen, estableciendo la oportuna jerarquía y determinando los medios que debe dedicarse a cada una de las fases para su correcta realización (Akinade, A.A.; et al., , 2017).

Al momento de planificar una construcción es importante tener en cuenta la necesidad de la obra, sabiendo que en la planificación vial podemos encontrar la limitación a facilitar y dosificar los medios para satisfacer la demanda existente y produciendo un mínimo impacto tanto económico como social, territorial o medio ambiental (Akinade, A.A.; et al., , 2017). En el desarrollo del proceso constructivo es importante la evaluación progresiva de la viabilidad del proyecto tanto económico como social para garantizar unos óptimos resultados, para esto es importante seguir los siguientes lineamientos.

Fase 1. Pre – Factibilidad. Es establecer si el proyecto ofrece posibilidades de ser viable económicamente.

Fase 2. Factibilidad. Es la decisión final de continuar o no con el proyecto dependiendo de su rentabilidad.

Fase 3. Diseños Definitivos. Elaboran los diseños detallados, tanto geométricos como de todas las estructuras y obras complementarias que se requieran (Carretera, s.f.) (Akinade, A.A.; et al., , 2017).

## **1.2 building information modeling (bim)**

BIM es un método de trabajo que se define en el contexto de la cultura colaborativa y de la práctica integrada, y supone una profunda transformación que afecta a todos los procesos de diseño, constructivos y de gestión (Akinade, A.A.; et al., , 2017).

Este nuevo método de trabajo, integra a todos los agentes que intervienen en el proceso de edificación, arquitectos, ingenieros, constructores, promotores, etc., y establece un flujo de comunicación transversal entre ellos, generando un modelo virtual que contiene toda la información relacionada con el edificio durante todo su ciclo de vida, desde su concepción inicial, durante su construcción y toda su vida útil, hasta su demolición.

### **Ventajas:**

Las plataformas BIM actualizan automáticamente la información que es editada en cualquier parte del modelo. Esto quiere decir que si un elemento es modificado en una planta, se modifica automáticamente en las secciones, alzados y vistas 3D, igual que si se modifica una característica en un listado, cambia automáticamente en todo el proyecto.

Al trabajar todos los agentes sobre un único modelo, no hay posibilidad de pérdidas de información debidas a la descoordinación entre versiones que manejan los distintos profesionales.

BIM permite disponer en todo momento de cualquier información que se requiera, tanto de diseño como técnica, de costo, plazos de ejecución, mantenimiento, etc. También permite hacer modificaciones en tiempo real que actualizarán automáticamente todos estos parámetros, aumentando el grado de personalización y adecuación del proyecto a las necesidades del cliente (Díaz, Giovanni, Rivera, Alberto, & Guerra, 2014).

### **1.3 Lean Construction**

Es una filosofía que se orienta hacia la administración de la producción en construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las actividades que sí lo hacen, por ello se enfoca principalmente en crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y a un buen sistema de producción que minimice los residuos (Lean Construction Institute, 2013) entendiéndose por residuos todo lo que no genera valor a las actividades necesarias para completar una unidad productiva (Won, Cheng, & Lee, 2016). El principal objetivo de esta filosofía es reducir al máximo las pérdidas presentes en una construcción.

### **1.4 Plan de manejo de tráfico**

El plan de manejo de tráfico se basa en la implementación de rutas alternas con elementos de control y operación del tránsito que se deben llevar a cabo para la ejecución de obras viales, basados en la

optimización de distancias y tiempo de recorrido de acuerdo con los desvíos requeridos para la ejecución de estos proyectos (Obando, 2015).

Para llevar un plan de manejo de tráfico es importante tener en cuenta los siguientes factores\* .

- Tipo de obra
- Equipos y maquinaria que serán utilizados
- Procesos de instalación, manejo y retiro de los equipos y maquinarias.
- Duración y etapas de ejecución de las obras.
- Grado de interferencia que se cause sobre la misma.
- Manejo de escombros.
- Magnitud de la obra.
- Tipo de vía.

## 2. Metodología

Durante la elaboración del trabajo de investigación, se optó por demostrar los beneficios que produce BIM en los procesos de planificación de infraestructura vial, basados en la filosofía de Lean Construcción, para generar una mejora en los factores que generan pérdidas en la planificación de proyectos de ingeniería civil. por ello, se determino cumplir con este objetivo a través de la creación de un prototipo con el cual se realizaron diferentes diseños para los planes de

---

\* “Broadband System RF Design Considerations.”

manejo de tráfico que podrían llevar a una solución del congestionamiento en cierta área de estudio.

Para realizar la descripción de los métodos utilizados el desarrollo del trabajo de investigación, se dividió principalmente en cinco partes: (1) Revisión bibliográfica, (2) recopilación de información del sitio (3) Recopilación de información de tránsito (4) plan de manejo de tráfico (5) modelamiento, (6) simulación y (7) comparación.

## **2.1 Revisión bibliográfica**

Ha sido necesario tomar un conjunto de planes de manejo de tráfico para realizar una previa documentación acerca de los posibles errores que se pueden presentar en la planificación de los proyectos de infraestructura vial.

A continuación mencionaremos algunos de los errores encontrados en base a estos planes de manejo de tráfico:

- Falta de señalización preventiva, reglamentaria e informativa de vías, pasos y senderos claramente establecidas tanto para vehículos como para peatones y ciclistas ya que estos son los que tienen mayor exposición a los accidentes.
- En caso de requerirse desvíos de las rutas de transporte público no se indica el desvío propuesto para cada ruta afectada, además no se define la ubicación exacta de las paradas que se ven involucradas. (Estos desvíos deben ser aprobados por su área respectiva).
- Fallo en ubicación de maquinaria y horarios para la misma, incorrecto aislamiento de la obra y los usuarios de la vía.

- No se especifican e incluyen todas las señales necesarias para minimizar los efectos negativos sobre la seguridad vial y movilidad de los usuarios de la vía a intervenir basados en la normatividad correspondiente para tal fin. (Manual de señalización vial, dispositivos para la regulación de tránsito en calles, carreteras y ciclorutas de Colombia).
- No realizan los respectivos estudios de tránsito para la proyección de las etapas constructivas en los periodos pico y valle.
- Falta de mantenimiento en las vías y en la señalización.
- Deficiencia en los análisis de capacidad, demoras y nivel de servicio.
- No se incluye un plan de información y divulgación en cuanto al puente de información entre la obra y los diferentes actores e instituciones del área a intervenir.

## **2.2 Recopilación de información del sitio.**

### **2.2.1 Localización del proyecto**

**2.2.1.1 Macrolocalización** Floridablanca es un municipio del Departamento de Santander, Colombia, con una extensión aproximada de 97 kilómetros cuadrados.

De acuerdo con los datos oficiales del DANE (Proyección 2014), Floridablanca tiene 263,095 habitantes que la consolidan como la segunda ciudad por habitantes en Santander. Para llegar a Floridablanca, de Norte a Sur desde Bucaramanga, se podrá llegar por la autopista Floridablanca, por la Transversal Oriental o por la vía antigua. De sur a Norte se podrá llegar por la autopista de Piedecuesta. También se podrá llegar desde el municipio de Girón por el anillo vial.



*Figura 1.* Localización geográfica de Santander Adaptado de. Invierta en Colombia Recuperado de: [www.inviertaencolombia.com.co/santander](http://www.inviertaencolombia.com.co/santander)

**2.2.1.2 Microlocalización** El proyecto se encuentra ubicado en la intersección nombrada como Papi Quiero Piña en la avenida Floridablanca – Piedecuesta con calle 200 del Municipio de Florisablanca, Santander.



*Figura 2.* Localización del proyecto Adaptado de. Google Earth

**2.2.2 Tipo de obra** El proyecto del intercambiador de Papi Quiero Piña, consiste en la construcción de un paso a desnivel de la intersección de la Autopista Floridablanca – Piedecuesta con la calle 200, para servir los flujos oriente – occidente y viceversa, garantizando todas las conexiones en la intersección.

La construcción del intercambiador implica la disposición de obras de infraestructura, de acuerdo con el respectivo diseño de estructuras, para lo cual se prevé realizar, entre otras, las siguientes actividades:

- Demolición y movimientos de tierra: demolición de predios, andenes y pavimentos
- Pilotajes y cimentaciones
- Manejo sirvicultural
- Construcción de espacio público
- Conformación de pavimentos
- Señalización horizontal y vertical
- Protección de redes de servicios
- Construcción de redes futuras de servicios públicos

**2.2.3 Tiempo de ejecución** El tiempo de ejecución del proyecto es dieciséis (16) meses.

**2.2.4 Zona de influencia** El proyecto se cataloga dentro de la categoría III, obras de interferencia alta por lo que este tipo de trabajos normalmente implica cierres totales para el tránsito vehicular y/o peatonal. Su impacto supera y afecta las vías colectoras o arterias alrededor de las zonas de obras. Los residentes del sector tendrán un acceso modificado y a veces limitado para acceder a sus propiedades. Para algunos procesos constructivos se requiere el cierre total de vías, en consecuencia se deberán plantear alternativas de desvíos, por lo que el área de influencia comprenderá el área que cubren las vías alternativas que serán utilizadas para el desvío del tránsito.



Figura 3. Área de influencia del proyecto Adaptado de. Argis Recuperado de: <http://mbucaramanga.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=5c32765bb4d544d1a20182ca13fc16b1>

**2.2.5 Usos del suelo** La zona de evaluación presenta las siguientes características de uso del suelo: al costado norte de la calle 200 y calle 5 es de uso exclusivo residencial, mientras que el costado sur de esta calle 200 y calle 5 el uso permitido es industrial, con algunos usos institucional y de servicios.

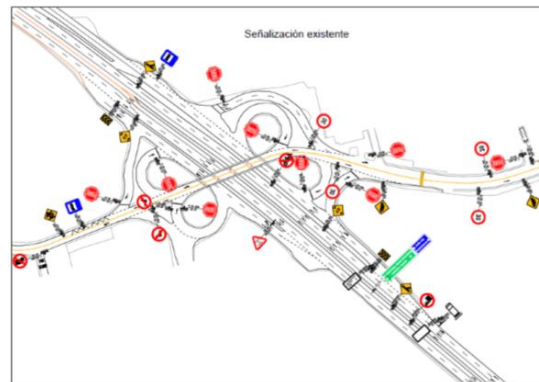
**2.2.6 Sitios especiales de influencia** En el área de influencia descrita se ubican lugares que por su actividad afectan de manera particular la movilidad del sector.

ITEM	SITIO
01	Terminal Satélite Papi Quiero Piña
02	Colegio Reina de la Paz
03	CEMEX
04	Estación de Policía de Floridablanca
05	Portal de Metrolínea (En Obra)
06	Escuela Penitenciaria Regional Oriente
07	Estación de Servicio La Florida TERPEL

Figura 4. Sitios de zona de influencia

## 2.3 Recopilación de información de tránsito

**2.3.1 Inventario de señalización** En la siguiente ilustración se relaciona la señalización existente en la zona del proyecto, de la cual se resalta cumple con las especificaciones del manual de señalización vial y se encuentra en general en buen estado.



*Figura 5.* Inventario de señalización vial

**2.3.2 Aforos** Con el fin de conseguir que el proceso del trabajo de investigación tenga mayor grado de predicción de viabilidad de las propuestas, se toma como primer parámetro la toma de información real de tránsito en la zona de estudio; esta zona corresponde a la intersección de Papiquero Piña (Avenida Floridablanca con calle 200) en el municipio de Floridablanca – Santander, la cual se evidencia en la figura 1, donde esta primer fase se realiza a través de aforos vehiculares, la información se tomó durante siete días consecutivos, iniciando el día 13 de marzo de 2016, en horario de 24 horas, estableciendo tres turnos de toma de información. Los cuales estuvieron distribuidos de la siguiente manera: de 5:00 am a 2:00 pm, de 2:00 pm a 11:00 pm y de 11:00 pm a 5:00 am del siguiente día, registrando la información en periodos de 15 minutos, clasificándola de acuerdo al sentido de movimiento, tipo de vehículo (auto, bus, y camiones, estos últimos los

discriminamos de acuerdo al numero de ejes). De esta forma se consiguió conocer el viaje que realizaba cada uno de los vehículos para complementar de forma mas específica la información que se introducirá en el software.

En la figura 6, 7, 8, y 9 se demuestra en lo que consistió la toma de datos.



*Figura 6.* Evidencia de toma de datos



*Figura 7.* Evidencia de toma de datos

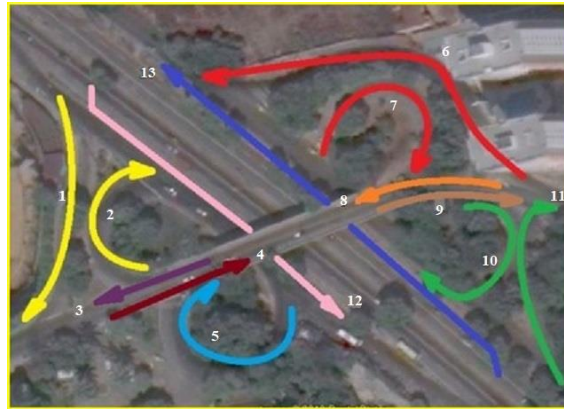


*Figura 8.* Evidencia de toma de datos



*Figura 9.* Evidencia de toma de datos

En la siguiente ilustración se relacionan los movimientos aforados en la intersección.



*Figura 10.* Movimientos aforados en la intersección

**2.3.3 Volúmenes vehiculares** A continuación se describen los resultados obtenidos de los aforos vehiculares relacionados que corresponden a información primaria registrada en la semana comprendida entre el 13 y el 19 de marzo de 2016.

Movimiento	TOTAL VEHICULOS SEMANA POR MOVIMIENTO										Total Vehiculo
	Motos	Livianos	TPC			Camiones					
			Busetas	Buses	C2P	C2G	C3-C4	C5	C6		
1	17954	14134	842	1183	168	139	29	1	1	16517	
2	13520	11321	639	512	713	1335	387	64	35	15036	
3	15962	15160	2001	1627	753	444	132	39	18	19574	
4	33423	30565	2377	2356	963	226	84	3	1	36575	
5	45810	60693	3386	3716	1291	890	469	99	82	70526	
6	38577	37713	1743	1552	979	560	295	12	4	42858	
7	8970	9311	847	525	880	1172	852	118	51	13756	
8	19834	16183	1768	970	586	285	66	3	3	19855	
9	46109	43884	3326	3232	1544	630	296	69	43	52984	
10	36830	44545	1864	2043	887	562	199	12	19	50131	
11	3481	3094	366	214	364	359	61	9	13	4480	
12	10428	11470	2794	3941	647	705	202	30	14	19803	
13	33156	31699	3785	4178	2737	5452	2057	1265	1804	52977	
TOTAL	328064	329772	25738	25449	12532	12780	5089	1724	2088	415152	

Figura 11. Volúmenes vehiculares por movimiento

Como se puede apreciar en la figura 6, el volumen más alto de la intersección corresponde al movimiento 5, del cual se resalta el flujo vehicular que genera demoras y conflictos de movilidad en la hora de máxima demanda. Este movimiento corresponde a los vehículos que vienen del norte (Bucaramanga) y toman la oreja para continuar hacia el oriente (Floridablanca).

Los volúmenes de tránsito a tener en cuenta para la clasificación de la vía serán todos aquellos vehículos que pasan sobre el puente en ambos sentidos identificados como la suma de los movimientos 7 + 8 (oriente a occidente) y 4 + 5 (occidente a oriente) dando como resultado un tránsito promedio diario (TPD) de 20.117 vehículos mixtos.

Es de tener en cuenta que los volúmenes de tránsito de motocicletas no se consideran para la clasificación de la vía, TPD, ni número de ejes equivalentes de 8,2 Ton. Estos solo serán de utilidad para la determinación de la calidad del servicio en la intersección.

**2.3.4 Velocidades** Es el cociente entre la distancia recorrida y el tiempo que transcurre desde el instante en que el vehículo inicia hasta que llega a su destino, incluyendo las posibles detenciones ocasionadas por el tránsito y la vía, ajenas a su voluntad.

A continuación se relacionan las velocidades promedio, resultado de la toma de información y análisis en el estudio de tránsito del proyecto.

- La velocidad promedio en el sentido norte – oriente en la zona de máxima demanda es de 12.8 km/h.
- La velocidad promedio en el sentido oriente – sur en la hora de máxima demanda es de 15.9 km/h.
- La velocidad promedio en el sentido sur – occidente en la hora de máxima demanda es de 18.6 km/h.
- La velocidad promedio en el sentido occidente – norte en la hora de máxima demanda es de 11.2 km/h.

Como se puede apreciar las velocidades de recorrido son considerablemente bajas, esto se debe a la congestión debido a que la intersección está por encima de su capacidad.

#### **2.4. Plan de manejo de tráfico**

El plan de manejo de tráfico tiene como objetivo mitigar el impacto que puede ejercer la obra cuyo objeto es la “ampliación y optimización del intercambiador vial ubicado en el sector de papi quiero piña del municipio de Floridablanca”

El PMT esta basado en el estudio de campo realizado para determinar el uso de vías alternas, desvíos, restricciones y control de tráfico vehicular, además de los principios del manual de señalización vigente, en donde se resalta que se debe garantizar la disponibilidad de la vía al tránsito en la forma mas eficaz posible.

La dinámica de intervención de este proyecto, plantea la ejecución de cierres viales de manera secuencial, la cual se describe junto con el plan de movilidad para cada intervención. Esta es una

propuesta técnica para el plan de manejo de tráfico de la obra de tal manera que se puedan realizar todas las actividades propias del proyecto sin que generen impactos en la comunidad en general.

Para el desarrollo de los trabajos por demolición se requiere el cierre por calzadas con regulación del flujo vehicular.

**2.4.1 Sistema Vial** Se clasifica únicamente la vía que conduce de Oriente a Occidente o viceversa, la correspondiente al puente vehicular y la que al generar el proyecto necesitará de esta información para el diseño de la nueva infraestructura por realizar, mientras que la vía principal (norte – sur) no tendrá cambio alguno en sus condiciones actuales.

Los volúmenes de tránsito a tener en cuenta para la clasificación de la vía serán todos aquellos vehículos que pasan sobre el puente en ambos sentidos.

De acuerdo al manual de medios y altos volúmenes de tránsito la categoría de la vía se clasifica como tipo I, según el siguiente cuadro:

CATEGORIA DE LA VIA				
DESCRIPCION	I	II	III	ESPECIAL
	Autopistas interurbanas, caminos interurbanos principales	Colectoras interurbanas, caminos rurales e industriales principales	Caminos rurales con transito mediano, caminos estratégicos	Pavimentos especiales e innovaciones
Importancia	Muy importante	Importante	Poco importante	Importante a poco importante
Transito promedio diario	>5.000	1.000-10000	<1.000	<10.000

Figura 12. Categorías viales Adaptado de. Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito.

### 2.4.2 Transporte público

- **Sistema de transporte integrado metrolínea**

Sobre el corredor principal, autopista Floridablanca – Piedecuesta, circulan las rutas T3, P7, P8 en el sentido sur y viceversa. Los buses padrones con rutas P7 y P8 hacen paradas antes del parador de PQP y después de la estación servicio.

Los buses alimentadores con rutas AF1 y AF2 ingresan por el intercambiador de PQP.

- **Transporte público colectivo urbano**

Sobre la calle 200 y calle E, circula el transporte público colectivo urbano, con la ruta N°47 de Arenales – Poblado – Rincón – Floridablanca: Pasa por intersección PQP TRANSPIEDECUESTA.

- **Transporte público intermunicipal**

Sobre la autopista Floridablanca – Piedecuesta, circulan rutas de transporte intermunicipal de empresas como: Coopetran, Berlinas, Libertadores, CotraSangil, Flota Cachira, entre otras.

**2.4.3 Señalización y adecuaciones temporales** En el presente proyecto se establece la forma como se abordará la seguridad vial durante la ejecución de trabajos, por lo tanto se elabora un plan de señalización y medidas de seguridad, donde se instituyen las condiciones técnicas mínimas para una correcta disposición de elementos de seguridad transitorios, así mismo, se resalta como afecta la obra al normal desplazamiento de vehículos, ciclistas y peatones, y se implementan medidas técnicas apropiadas con el objeto de reducir el riesgo de accidentes del flujo vehicular (conductores), el flujo peatonal (transeúntes) y personal de la obra que intervienen en el mismo.

Se debe cumplir con las especificaciones establecidas en el manual de señalización vial del Ministerio de Transporte, en el que se destacan los elementos de señalización a utilizar por obras, tales como señales preventivas, señales reglamentarias, señales informativas, barreras, conos, canecas, contas reflectivas y demás elementos de señalización, los cuales deberán cumplir con las especificaciones establecidas por dicho manual.

La señalización debe disponerse en la zona aledaña a la zona de trabajos, de tal forma de advertir con la suficiente anticipación de la existencia de trabajos, equipos y otros elementos distintos a lo que habitualmente se encuentra en la vía.

En caso de requerirse cierres parciales en la vía en horarios nocturnos, se deberá hacer uso de elementos de señalización en las condiciones más desfavorables de visibilidad, esto se debe hacer según las especificaciones generales de construcción del Instituto Nacional de Vías vigentes, las cuales son:

- Reflectividad de todas las señales de tránsito
- Reflectividad de todos los elementos de direccionamiento (barricadas, canecas, barreras plásticas, entre otros).
- Utilización de luces intermitentes que permitan garantizar la visibilidad de las barricadas o elementos de direccionamiento. En caso de barreras se deberán colocar luces de advertencia que permitan mayor visibilidad.
- Utilización de señales luminosas que generen luz propia.

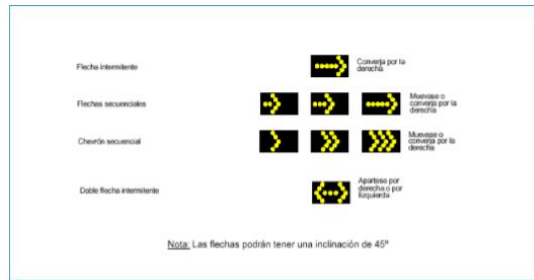


Figura 13. Flechas luminosas Adaptado de. Bmargentia Recuperado de: <http://bmargentina.com/Balizas/index.htm>



Figura 14. Flasher luminoso Adaptado de. Bmargentia Recuperado de: <http://bmargentina.com/Balizas/index.htm>

**2.4.3.1 Señales informativas** Tienen por objeto advertir a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales existentes en la zona, cuando existe una obra que afecta el tránsito y se presente un cierre de la vía.

Estas señales deberán ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra, tiene como forma de rombo y sus colores serán naranja para el fondo y negro para los símbolos, textos, flechas y orla, en cuanto a su dimensión es de 0.80 m de alto por 1.20 m de ancho. Se colocará al lado derecho o izquierdo de la vía que se afecte por la obra.

En la ejecución de este proyecto se utilizarán las siguientes señales:



Figura 15. Trabajo en la vía Adaptado de. Bmargentia Recuperado de: <http://bmargentina.com/Balizas/index.htm>



Figura 16. Señal de desvío Adaptado de. Bmargentia Recuperado de: <http://bmargentina.com/Balizas/index.htm>



Figura 17. Inicio y fin de obra Adaptado de. Bmargentia Recuperado de: <http://bmargentina.com/Balizas/index.htm>

**2.4.3.2 Dispositivos para la canalización del tránsito** La función de estos elementos es dirigir el tránsito a través de la zona de trabajos, marcando las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados. Deberá poseer características tales que no ocasionen daños serios a los vehículos que llegan a impactarlos.



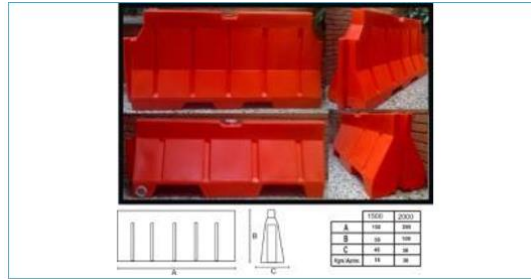


Figura 20. Barreras plasticas de aislamiento Adpatado de. Manual Señalización[en línea]disponible en : <http://mamsenalizacion.es.tl/Malet%EDn-PI%E1stico.htm>

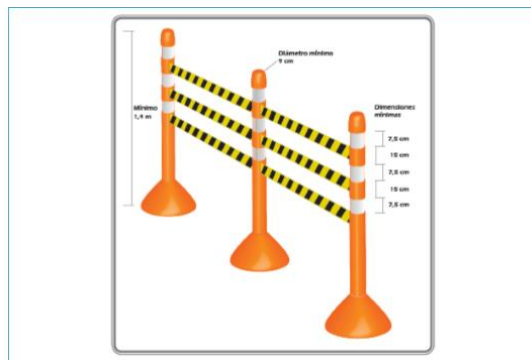


Figura 21. Delineador tubular Adaptado de Manual Señalización Recuperado de: <http://mamsenalizacion.es.tl/Malet%EDn-PI%E1stico.htm>

**2.4.4 Adecuaciones temporales** Dado que la construcción de los accesos requiere intervenciones sobre la vía existente, se requiere realizar adecuaciones temporales, para facilitar los radios de giro en los accesos y salida de maquinaria extra-dimensionada.

En caso de requerirse la reubicación de paraderos, se deberá adecuar paraderos provisionales, que garanticen el acceso al servicio público de manera cómoda y segura, en lo posible se deberán conformar bahías para las maniobras de ascenso y descenso de pasajeros, de tal manera que no afecten la movilidad sobre la vía principal.

Se deben instalar las señales de aproximación respectivas, a las intersecciones a regular, a fin de prevenir a los conductores sobre la entrada y salida de maquinaria de los frentes de obra, plantas de procesos, campamentos o sitios de disposición de materiales.

**2.4.5 Información y divulgación** Se adelanta una campaña de divulgación del plan de manejo de tráfico, señalización y desvíos, sobre la zona de influencia del proyecto, con el fin de informar oportunamente a la ciudadanía sobre las intervenciones, la cual se realiza por medio de piezas de divulgación masiva tales como pasacalles, afiches, vallas fijas y volantes, de conformidad con lo establecido en los documentos del contrato.

**2.4.6 Mantenimiento de vías** Finalmente se deben considerar tramos viales para intervenir y mantener en condiciones favorables para la circulación vehicular en caso de desvíos. Esto implica que se deben ejecutar inicialmente actividades de reparación de la superficie de rodadura como bacheo y limpieza, de tal manera que se obtenga una vía apropiada para el tránsito vehicular actual y para soportar las nuevas condiciones de circulación de volquetas y maquinaria que se generen para la construcción de la intersección de Papi Quiero Piña. Durante el periodo constructivo se debe tener especial cuidado en conservar la vía en las condiciones adecuadas para lo cual el consorcio atenderá de manera prioritaria las afectaciones que se generen en la vía.

**2.4.7 Campamento** El campamento estará ubicado en un lugar próximo a las obras, aun cuando no necesariamente sobre el corredor de obra mismo, debe ser adecuado para llevar a cabo las labores de seguimiento al plan de manejo y desde el cual se dirigirán todas las actuaciones del personal en campo. Contará además con una línea telefónica de atención al público, donde se

recibirán las inquietudes de la comunidad. Esta interacción, se convierte en el más importante verificador del buen funcionamiento del plan de manejo.

Campamento de elementos de tránsito, estará ubicado sobre el corredor en un lugar de fácil acceso para los vehículos del contratista y que a su vez, no cause traumatismos al tráfico vehicular durante los desplazamientos desde y hacia él. Contará con una bodega de almacenaje de todos los dispositivos necesarios para el seguimiento al PMT, contará con un stock de los materiales que se deben renovar permanentemente como son: cinta reflectiva, colombinas, maletines, barricadas y señales de tránsito más empleadas.

**2.4.8 Seguridad Vial** En todo momento se deberá mantener una adecuada señalización de la vía, de acuerdo con las normas de seguridad vial y las condiciones topográficas y geométricas de la vía. Además, se deberán realizar campañas de información e inducción a los trabajadores encargados de la regulación del tránsito, ya que la seguridad vial es el objetivo principal del Plan de Manejo de Tráfico, y por lo tanto debe apoyar a las autoridades del control del tránsito e implementar las metodologías de seguimiento de tramos de concentración de accidentes, para la prevención de estos y contribuir en reducir los índices de accidentalidad tanto en número como en gravedad.

A continuación se relacionan aspectos que deberán ser respetados e implementados por estar en el código por estar en el código nacional de tránsito, ley 769, en materia de seguridad vial.

- No superar los límites máximos de velocidad establecidos para las zonas de las obras objeto del contrato.
- Si se requiere hacer traslados nocturnos, se deberá realizar un manejo preventivo con dispositivos luminosos.

- En caso de lluvia torrencial se deberá extremar la conducción preventiva y la circulación con luces encendidas y estacionarias.
- Al ingresar a las zonas de obra se deberá disminuir la velocidad a 20 k/h.
- Los vehículos de carga pesada deberán estar debidamente señalizados.
- Los vehículos y la maquinaria pesada deberán contar con dispositivos sonoros para reversa.
- En el caso de transporte de materiales desde las fuentes de materiales a sitios de obra, de sitios de obra a zonas de depósito o cualquier otro recorrido que deba hacerse con volquetas cargadas, éstas deberán siempre llevar su carga cubierta con lonas de alta resistencia de tal forma que eviten los regueros de materiales sobre las vías.

**2.4.9 Cierres totales** En caso de fuerza mayor como condiciones climáticas muy adversas, accidentes de tránsito, accidentes comunes que generen obstrucción de las vías o procesos constructivos que impliquen alto riesgo para el usuario al momento de transitar la vía, se deberán realizar cierres totales, requiriendo desviar el flujo vehicular por las vías alternas existentes, para lo cual se deberá obtener aprobación del plan de manejo de tráfico específico el cual será gestionado en comité de tránsito.

**2.4.10 Procedimiento para la movilización de maquinaria y equipos** En caso de requerirse la movilización de maquinaria y equipos especiales al frente de la obra, se describe a continuación el procedimiento para implementar las medidas pertinentes.

- **Traslado de maquinaria dentro de la zona de obra**

Todos los equipos sin importar dimensiones y características podrán circular por sus propios medios por las zonas requeridas, siempre y cuando estas zonas estén cerradas al uso público, las cuales deben ser debidamente señalizadas. Esta señalización se realizará de acuerdo con la normatividad vigente sobre la materia y específicamente las contenidas en el manual de dispositivos para la regulación del tránsito en calles y carreteras del Ministerio de Transporte, el plan de manejo de tráfico aprobado y las condiciones particulares establecidas contractualmente.

**2.4.11 Tránsito de peatones** A nivel de la calle 200, se mantendrá siempre el paso peatonal sobre el espacio público del puente peatonal que se encuentre en servicio, de acuerdo a la etapa constructiva.

En las restricciones que se presenten por la construcción del espacio público se garantizará el paso de peatones mediante senderos peatonales de acuerdo a los esquemas de señalización, disponiendo de todos los elementos necesarios exigidos por las normas para dar seguridad y accesibilidad a los peatones.

En caso tal de que un peatón presente alguna discapacidad o se presente una emergencia, se le prestará la debida ayuda por medio del personal encargado especialmente para dicho evento.

**2.4.12 Tránsito vehículos de carga**

- Los vehículos de carga del proyecto no presentan restricciones toda vez que la entrada y salida de estos vehículos se realiza por el corredor vial nacional.

- Los vehículos de carga que circulan sobre el corredor vial nacional vía Piedecuenta – Girón, no presentan ningún tipo de restricción.
- Se presenta un procedimiento para el transporte de maquinaria dentro y fuera de la zona de obra, el cual será avalado por la DTF.

**2.4.13 Rutas alternas** Como vías alternas para el desarrollo del proyecto se plantean los siguientes corredores viales:

**Rutas alternas costado occidental:**

- Calle 200 entre anillo vial y la carrera 26.
- Transversal 198 entre la calle 200 y el anillo vial.
- Calle 197 entre la transversal 198 y la carrera 15 a empalmar con el anillo vial.



*Figura 22.* Rutas costado occidental de la autopista Adaptado de. Google Earth

**Rutas alternas costado oriental:**

- Carrera 8 entre autopista Floridablanca – Bucaramanga y la calle 13.
- Carretera antigua entre la calle 3 y la Avenida Bucarica.
- Avenida Bucarica calle 38 entre la carretera antigua y la autopista Floridablanca – Bucaramanga.

- Calle 5 entre la carrera 8 y la carrera 3.
- Carrera 4 entre la calle 5 (200) y la calle 2 (197).
- Calle 2 (197) entre la carrera 4 y la paralela oriental.



Figura 23. Rutas costado oriental de la autopista Adaptado de. Google Earth

#### 2.4.14 Etapas

##### **Etapas**

##### **Etapas**

##### **Etapas**

##### **Etapas**

##### **Etapas**

##### **Etapas**

En esta etapa se realiza un movimiento de tierra, la construcción de estribos-aletas y pantallas, pilotes, pila intermedia, viga cabezal, columna, dado, tablero, vigas y diafragmas, riostras sobre estribos, losas de acceso, conector sísmico y su respectiva carga de puente vehicular.

En esta etapa se mantiene el puente vehicular existente en los dos sentidos de circulación. Por la construcción del puente vehicular nuevo se restringe la conectante para el flujo vehicular Norte – Oriente, conectante Sur – Oriente desde la autopista Floridablanca – Bucaramanga y conectante Occidente – Norte.

Los vehículos de los usuarios, que toman la conectante Norte – Oriente, bien sea para ingresar al casco antiguo por la calle 5 o para tomar la paralela oriental al norte, deberán continuar por la paralela occidental en el sentido norte – sur, hasta el retorno la Turena.

Los vehículos de los usuarios, que toman la conectante Occidente – Norte, se presentan la alternativa de girar por la carrera 4, tomando la calle 197 para retomar la paralela oriental hacia el norte.



*Figura 24.* Fase 1 Adaptado de. Equipo técnico

### **Etapas 2. Demolición del puente vehicular antiguo**

La demolición del puente vehicular antiguo se realiza por calzadas, por lo cual se garantiza el flujo vehicular sobre la autopista Floridablanca – Piedecuesta.

Sur – Norte por la paralela oriental y circulación del flujo vehicular Norte – Sur por la calzada oriental en reversible.

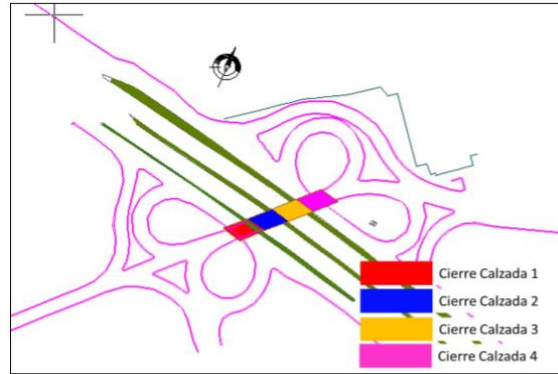


Figura 25. Fase 2 Adaptado de. Equipo técnico

### **Etapas 3. Construcción puente vehicular costado norte**

En esta etapa se realiza un movimiento de tierra, la construcción de estribos – aletas y pantallas, pilotes, pila intermedia, viga cabezal, columna, dado, tablero, vigas de diafragmas, riostras sobre estribos, losas de acceso, conector sismico y su respectiva carga de puente vehicular.

Para poder iniciar esta etapa de construcción se debe tener habilitado el puente del costado sur. Se aíslan para obra la conectante Oriente – Sur y la conectante Sur – Occidente. Se garantiza accesibilidad por la conectante Oriente – Norte y Norte – Occidente.

Los vehículos de los usuarios, que toman la conectante Oriental - Sur, deberán continuar por la calle 200 hasta la Transversal 198 por donde tomaran el anillo vial y podrán conectar con la autopista Floridablanca – Piedecuesta en el sentido Norte – Sur.

Los usuarios que toman la conectante Sur – Occidente deberán continuar por el anillo vial hasta el retorno de la zona refrescante, para retomar la vía Floridablanca – Piedecuesta e ingresar por la conectante Norte – Occidente hacia la calle 200. Otra alternativa es tomar la transversal 198, luego del retorno de la zona refrescante para ingresar a la calle 200.

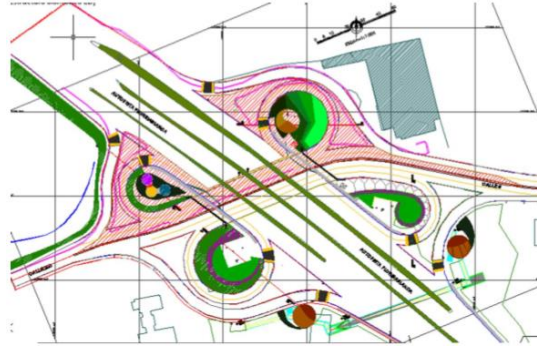


Figura 26. Fase 3 Adaptado de. Equipo tecnico

**2.4.15 Equipo a emplear** Se empleará la siguiente maquinaria, la cual deberá tener inspecciones permanente, dando cumplimiento al Código Nacional de Tránsito.

- Retroexcavadoras
- Piloteadoras
- Moto niveladoras
- Minicargadores
- Volquetas
- Compactadores de rodillo
- Mixers
- Terminadora de concreto
- Compactadora
- Saltarines
- Herramienta menor

## 2.5. Modelamiento

En esta etapa de la creación del prototipo, se implementó el software Infracore 360, de la serie Autodesk, que permite un diseño preliminar de cualquier proyecto de infraestructura vial en 3D, en la que permite y refleja un alto grado de detalle haciéndolo agradable visualmente y brindando una mejor percepción del mismo. Para esta investigación se ha propuesto una alternativa de plan de manejo de tráfico diferente, que luego será analizada para definir su resultado como solución del cogestionamiento que se presenta en dicha intersección.

El modelamiento empieza seleccionando el área de interés en un generador de modelos que toma información satelital del relieve, construcciones y carreteras, representa un desarrollo peculiar para proyectos viales debido a la necesidad de información precisa de la localidad y los límites para el sitio de construcción.

En este caso de investigación se ha tomado un área donde se encuentra localizada la intersección que permitió dar inicio al modelamiento con información geográfica real, sobre el cual principalmente se modeló la intersección original y se planteó una alternativa de plan de manejo de tráfico como posible solución.



*Figura 27. Modelo Base*

Teniendo nuestro modelo base nos dirigimos a adaptar las vías dándole los atributos requeridos para que el modelo genere una vista mas autentica.

A partir de este, optamos por ambientar el mismo con lugares representativos del sector como lo son la estación de Papi Quiero Piña, Cemex, portal de metrolinea, entre otros.



*Figura 28. Modelo definitivo*

## 2.6 Simulación

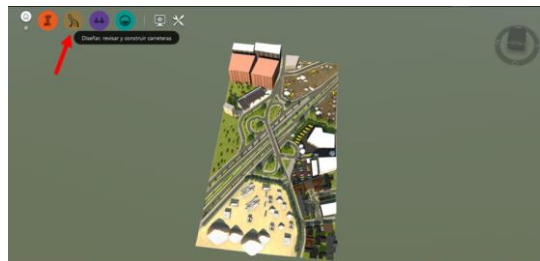
En el contexto de la construcción, la simulación puede ser una herramienta clave de apoyo a la toma de decisiones para el análisis cuantitativo de operaciones y procesos que tienen lugar durante el ciclo de vida del proyecto.

Para predecir la factibilidad de una propuesta mediante la simulación de tráfico, Infracore no solo estima la cantidad de vehículos que transitan por la zona de estudio, sino que también es necesario sumar un conjunto de parámetros que le agregan veracidad a los resultados. Los parámetros tomados en cuenta para la simulación se ingresaron a partir de una ventana externa llamado panel analista de tráfico, el cual permite analizar con detalle el comportamiento que influye en el tránsito vehicular, estos parámetros se mencionan a continuación.

**2.4.1. Tiempo de tránsito** La simulación fue realizada en base a las toma de datos de los aforos vehiculares, se consideraron todas las jornadas de conteo, y en la cual se determino la jornada de mayor flujo vehicular, tomando en cuenta las 24 horas, los 15 minutos que tuvieron el tránsito mas alto.

**2.4.2. Origen y destino del vehículo** Este parámetro nos permite introducir los datos de flujo de tráfico recopilados en el aforo vehicular mediante una matriz origen destino que clasifica cada zona de petición y a su vez nos permite ingresar el número de vehículos, permitiendo así una simulación mas precisa.

**2.4.3. Tipo de vehículos** Infracore permite definir los tipos de vehículos que se calcularán en la simulación exponiendo un comportamiento mas realista, estimando cada tipo por porcentajes, color, tamaño, masa y dinámica.



*Figura 29.*



Figura 30.

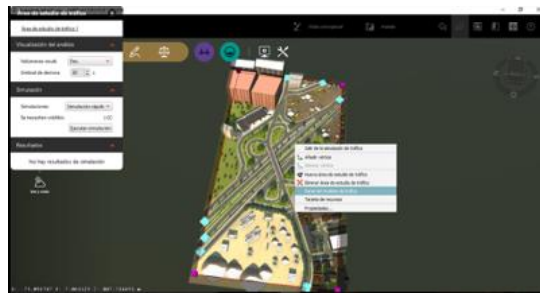


Figura 31.

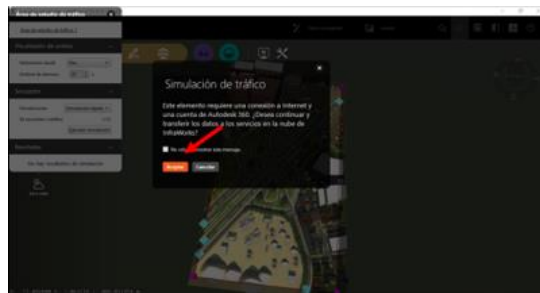


Figura 32.



Figura 33.

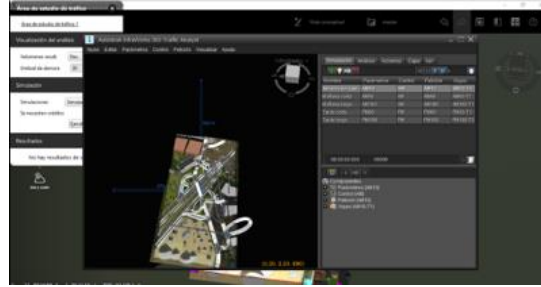


Figura 34.

### 3. Resultados

Como punto de partida para implementar cualquier proyecto, es necesario el uso de las tecnologías, que ayude a mejorar los recursos de la mejor manera posible, la identificación de posibles errores, es un paso importante para categorizar estos factores que generan pérdidas y darle una importancia significativa, para un mejoramiento a futuro.

A partir de la revisión bibliografía y el manual de infraworks, identificamos los aspectos clave de funcionalidad que la tecnología BIM, idóneos para compilar, editar, evaluar y reportar información sobre la construcción de proyectos, ayudando notoriamente el proceso de la planificación.

ID	COMPONENTE
1	DISEÑO
2	VISUALIZACIÓN
3	TIEMPO
4	MODELAMIENTO
5	SIMULACIÓN
6	CONTROL
7	ESTIMACIÓN Y CONTROL DE COSTOS
8	GESTIÓN DE INFORMACIÓN
9	COLABORACIÓN

Figura 35. Beneficios de la tecnología BIM

Lean Construction es una filosofía que se orienta hacia la administración de la producción en construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las actividades que sí lo hacen, por ello se enfoca principalmente en crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los residuos (Won, Cheng, & Lee, 2016).

#### 4. Conclusiones

A través del prototipo diseñado para el trabajo de investigación, se logró observar muchas de las capacidades de los alcances que tiene BIM y Lean Construction, la facilidad de edición, por ejemplo, permitió la creación de cuatro sugerencias de diseños de planes de manejo de tráfico para hacer frente a un conflicto de tránsito.

Con la experiencia obtenida en el recorrido del desarrollo de investigación, se logró constatar que la contribución de BIM y Lean Construction beneficia considerablemente el ajuste de errores

en los planes de manejo de tráfico en etapas tempranas de proyectos de infraestructura vial. Gracias a su plataforma virtual, consigue una mayor colaboración entre las diferentes disciplinas que trabajan en el mismo proyecto, al mismo tiempo que evalúan diferentes propuestas para que la solución sea efectiva, logrando así mayor rendimiento y eficiencia frente al proceso de escoger la mejor solución para cualquier problemática vial.

Elaborar diseños de intercambiadores o enlaces viales con tecnología BIM ayuda a dimensionar la necesidad de implementar este método en Colombia, pues resulta impredecible buscar alternativas que permitan la evolución en las etapas de planificación de infraestructuras, que en los últimos años han reflejado consecuencias catastróficas.

A partir de la revisión bibliográfica, se pudo evidenciar, un alto número de factores, que agregan valor al proyecto de infraestructura vial, se expuso un conjunto de características para una relación conjunta con la tecnología BIM y la filosofía Lean Construction, para su evaluación y toma de decisiones otorgando así una metodología que lleva a la reducción y/u optimización tanto de recursos como de tiempo implementados en la duración total de un proyecto.

A partir de los resultados de la creación del prototipo en el desarrollo del trabajo de investigación, se demuestra que, si los profesionales en el campo tomaran la decisión de implementar este método, podría considerarse la creación de soluciones como la intersección de Papi Quiero Piña, sin el riesgo a construir un proyecto de infraestructura vial que no sea funcional.

### Referencias Bibliográficas

- Akinade, A.A.; et al., . (2017). BIM-based deconstruction tool: Towards essential functionalities. *Int. J. Sustain. Built Environ.*, vol. 6, no. 1, 260–271.
- Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., & O'Reilly, K. (s.f.). *Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice*.
- Bradley, A., Li, H., Lark, R., & Dunn, S. (2016). BIM for infrastructure: An overall review and constructor perspective. *Autom. Constr.*, vol. 71, 139–152.
- Carretera, D. E. (s.f.). “*Manual de diseño Geometrico de Carreteras.*”.
- Chong, H. Y., Lopez, R., Wang, J., Wang, X., & Zhao, Z. (2016). Comparative Analysis on the Adoption and Use of BIM in Road Infrastructure Projects. *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 32, no. 6, 1–13.
- Díaz, H. P., Giovanni, O., Rivera, S., Alberto, J., & Guerra, G. (2014). Resumen Lean Construction philosophy for the management of construction projects: a current review. *Av. Investig. en Ing.*, vol. 11, no. 1, 1794–4953.
- Lean Construction Institute. (5 de Octubre de 2013). *What is Lean Construction*. Obtenido de <http://www.leanconstruction.org/about-us/what-is-lean-construction/>.
- Lin, J. J., & Golparvar-fard, M. (2016). Construction Research Congress 2016 1731. *Xxxx*, 1731–1741.
- Nacional, I.-A. N. (2002). *Concepto Planes de Manejo de Tránsito*.
- Obando, B. (2015). *Plan manejo de tráfico*. Slideshare.

- Oti, A. H., Tizani, W., Abanda, F. H., Jaly-Zada, A., & Tah, J. H. (2016). Structural sustainability appraisal in BIM. *Autom. Constr.*, vol. 69, 44–58.
- Won, J., Cheng, J. C., & Lee, G. (2016). Quantification of construction waste prevented by BIM-based design validation: Case studies in South Korea. *Waste Manag.*, vol. 49, 170–180.
- Zhang, L., & Chen, X. (2016). Role of Lean Tools in Supporting Knowledge Creation and Performance in Lean Construction. *Procedia Eng.*, vol. 145, 1267–1274.