



Imagen recuperada de [elfrente.com.co/](http://elfrente.com.co/)

# CONSULTORÍA PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE MOVILIDAD (PMMM) DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA

Desarrollo Orientado al  
Transporte Sostenible -  
DOTS



## Control de Versiones

Título del Documento:	<b>Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible - DOTS</b>		
Referencia del documento:	Entregable		
Revisión:	1		
Fecha Entrega Versión anterior:			
Fecha Recepción Observaciones	20-05-2022		
<b>REVISIONES</b>			
Revisión	Fecha	Capítulo(s) Modificados(s)	Descripción de la Modificación
0			Versión inicial
1	17-06-2022	Todos	Atención a comentarios recibidos

<b>Realizó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
Equipo de Consultoría	Responsable Técnico	Coordinador de Proyecto
Union Temporal Transconsult - PROFIT  Mauricio Gallego Andrés Cardona Andrea Zambrano Juan Mora Maria Patricia Zúniga Luz Adriana Tobón Luz Angela Plata Julio Roberto Vaca David Morales Jorge Mario Gantiva Geraldine Restrepo	Mauricio Gallego Mónica Vanegas	Mónica Vanegas Mauricio Gallego Julio Roberto Vaca
Responsable	Responsable	Coordinador

APROBÓ:

\_\_\_\_\_  
SUPERVISOR DEL CONTRATO

## Tabla de contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>2. PROYECTO DETONANTE – DESARROLLO ORIENTADO AL TRANSPORTE SOSTENIBLE .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DEL ÁREA DE ANÁLISIS .....</b>	<b>10</b>
2.1.1. ESTÁNDAR DOTS Y VARIABLES ANALIZADAS .....	10
2.1.2. TERRITORIALIZACIÓN DEL ANÁLISIS DOTS .....	12
2.1.3. PROCESO DE SELECCIÓN DE TRES ALTERNATIVAS A EVALUAR .....	19
<b>2.2. EN PROPUESTA DOTS – PORTAL DEL NORTE .....</b>	<b>33</b>
2.2.1. MATRIZ DOFA.....	33
2.2.2. INFORMACIÓN DE CAMPO ESPECÍFICO EN LA ZONA DEL PORTAL NORTE .....	34
2.2.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS INTERVENCIONES QUE DEBERÁN IMPLEMENTARSE PARA DESARROLLAR EL PROYECTO Y SATISFACER LOS PRINCIPIOS DOTS .....	38
2.2.4. ANÁLISIS DE ESCENARIOS: LÍNEA BASE Y CON PROYECTO .....	63
<b>3. SIGUIENTES PASOS PARA LA MADURACIÓN DE LOS PROYECTOS .....</b>	<b>71</b>
<b>3.1. CORREDOR LA VIRGEN - CEMENTO .....</b>	<b>71</b>
3.1.1. ASPECTOS GENERALES .....	71
3.1.2. SIGUIENTES PASOS .....	71
<b>3.2. CICLOINFRAESTRUCTURA .....</b>	<b>71</b>
3.2.1. ASPECTOS GENERALES .....	71
3.2.2. SIGUIENTES PASOS .....	72
<b>3.3. CIM – PORTAL NORTE .....</b>	<b>72</b>
3.3.1. ASPECTOS GENERALES .....	72
3.3.2. SIGUIENTES PASOS .....	72
<b>3.4. CABLE DEL NORTE.....</b>	<b>73</b>
3.4.1. ASPECTOS GENERALES .....	73
3.4.2. SIGUIENTES PASOS .....	74
<b>3.5. SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS .....</b>	<b>76</b>
3.5.1. ASPECTOS GENERALES .....	76
3.5.2. SIGUIENTES PASOS .....	76
<b>3.6. PROYECTOS COMPLEMENTARIOS PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD .....</b>	<b>77</b>
<b>4. COSTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN DE LOS PROYECTOS .....</b>	<b>80</b>
4.1. FUENTES DE FINANCIACIÓN .....	80
4.2. COSTOS DE LOS PROYECTOS DE LA PROPUESTA DOTS .....	82
<b>5. ANÁLISIS DE BENEFICIOS .....</b>	<b>85</b>
5.1. REDUCCIÓN DE SINIESTROS .....	85
5.2. AUMENTO EN EL VALOR DEL SUELO .....	87
5.3. AUMENTO DE PUESTOS DE EMPLEO POR DESARROLLO URBANO .....	88
5.4. AUMENTO EN EL RECAUDO DEL IMPUESTO PREDIAL UNIFICADO POR DESARROLLO URBANO .....	90
5.5. REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE VIAJE .....	92

5.6.	REDUCCIÓN DE EMISIONES.....	94
5.7.	AUMENTO DE ACTIVIDAD FÍSICA .....	96
6.	PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS .....	98
6.1.	CRITERIOS ESTABLECIDOS .....	98
6.2.	METODOLOGÍA.....	99
6.3.	RESULTADOS .....	100
7.	MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS.....	102
7.1.	URBANÍSTICO .....	102
7.2.	SOCIOECONÓMICO .....	103
7.3.	AMBIENTAL .....	103
7.4.	MOVILIDAD .....	103
7.5.	GESTIÓN INSTITUCIONAL .....	104
8.	CONCLUSIONES.....	105
8.1.	FINANCIERO .....	105
8.2.	TRANSPORTE .....	106
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	107
10.	ANEXOS .....	108

## Índice de Figuras

Figura 1. Línea de tiempo de la consultoría.....	9
Figura 2. Categorías y principios DOTS .....	11
Figura 3. Variables de análisis según información secundaria disponible .....	11
Figura 4. Isocronas (15 minutos caminando) construidas a partir de la red vial .....	13
Figura 5. Usos de suelo en las isócronas analizadas .....	15
Figura 6. Generadores Viajes .....	16
Figura 7. Atractores Viajes .....	17
Figura 8. Mapa de calor de mortalidad por siniestros viales en Bucaramanga, en contraste con las isócronas de caminata de 15 minutos en las estaciones del Sistema de Transporte Masivo .....	18
Figura 9. Mapa de calor de mortalidad por siniestros viales en corredores invias en el AMB, en contraste con isócronas de caminata de 15 minutos en las estaciones del sistema de transporte masivo .....	19
Figura 10. Esquema del filtro para la preselección de tres alternativas .....	19
Figura 11. Tres alternativas seleccionadas para evaluar en matriz multicriterio .....	20
Figura 12. Isócronas Portal Norte .....	21
Figura 13. Uso del SUELO en isócrona Portal Norte .....	22
Figura 14. Alturas existentes isócrona Portal Norte .....	22
Figura 15. Alturas permitidas isócrona Portal Norte .....	23
Figura 16. Infraestructura de transporte en isócrona Portal Norte.....	24
Figura 17. Siniestros viales en isócrona Portal Norte.....	24
Figura 18. Isocrona Estación Cañaverál .....	25
Figura 19. Uso del suelo en isocrona Estación Cañaverál.....	26
Figura 20. Alturas permitidas isocrona Estación Cañaverál .....	27
Figura 21. Infraestructura de transporte en isocrona Estación Cañaverál .....	27
Figura 22. Isocrona Portal Floridablanca .....	28
Figura 23. Uso del suelo en isocrona Portal Floridablanca.....	29
Figura 24. Alturas permitidas isocrona Portal Floridablanca .....	30
Figura 25. Infraestructura de transporte en isocrona Portal Floridablanca.....	30
Figura 26. Siniestros viales en isocrona Portal Floridablanca .....	31
Figura 27. Área Influencia Proyecto .....	35
Figura 28. Formato campo .....	37
Figura 29. Fotografías georreferenciadas .....	38
Figura 30. Proyectos viales dentro de la isocrona del Portal Norte .....	39
Figura 31. Diseño recibido del Trazado del corredor La Virgen – Cemento .....	40
Figura 32. Mortalidad en siniestros viales en isocrona Portal Norte.....	42
Figura 33. Equipamientos atractores de viajes en el DOTS del Portal del Norte .....	48
Figura 34. Red peatonal en el DOTS del Portal del Norte .....	49
Figura 35. Red de cicloinfraestructura en el DOTS del Portal del Norte.....	50
Figura 36. Ejemplo de estación de Megacable en Pereira integrado con terminal de transporte y con paso peatonal a desnivel.....	52
Figura 37. Áreas de los equipamientos de transporte en el complejo de integración modal del Portal Norte .....	53
Figura 38. Mapa de infraestructura de transporte en la isocrona.....	54
Figura 39. rutas operacionales actuales metrolínea portal norte .....	55
Figura 40. rutas operacionales metrolínea escenario corto plazo 2027 .....	56
Figura 41. rutas operacionales metrolínea escenario corto plazo 2027 .....	57
Figura 42. Localización de Corredores y puntos críticos de carga .....	59
Figura 43. Volúmenes de camiones en estación de aforo vijagual.....	60
Figura 44. Atractores de viajes en transporte público individual.....	61
Figura 45. Volúmenes de taxis en estación de aforo Vijagual. ....	62
Figura 46. Clasificación de áreas en desarrollo inmobiliario dots portal norte. ....	66

Figura 47. Cable aéreo Portal Norte ..... 74  
 Figura 48. Categorías Monitoreo y Seguimiento ..... 102

## Índice de Tablas

Tabla 1. Usos del suelo en isócronas alrededor de estaciones ..... 14  
 Tabla 2. Filtro de zonas analizadas según las variables definidas ..... 20  
 Tabla 3. Uso del uso dentro de isócrona Portal Norte ..... 21  
 Tabla 4. Uso del suelo dentro de isocrona Estación Cañaveral ..... 25  
 Tabla 5. Uso del suelo dentro de isocrona Portal Floridablanca ..... 29  
 Tabla 6. Matriz multicriterio para seleccionar el proyecto detonante - DOTS ..... 32  
 Tabla 7. Aspectos Internos..... 33  
 Tabla 8. Aspectos Externos ..... 34  
 Tabla 9. Atributos establecidos..... 35  
 Tabla 10. Rutas alimentadoras portal norte..... 54  
 Tabla 11. Ajustes operacionales Rutas portal norte ..... 56  
 Tabla 12. rutas transporte publico colectivo area del portal norte..... 57  
 Tabla 13 Estado Actual Del Polígono ..... 63  
 Tabla 14 Indicadores Potenciales De Desarrollo En El Polígono..... 64  
 Tabla 15 Indicadores Base De Partición Modal En El Polígono Y Proyección Estimada ..... 67  
 Tabla 16 Indicadores Base De Vkt En El Polígono Y Proyección Estimada ..... 67  
 Tabla 17 INDICADORES base de VHT en el polígono y proyección estimada..... 67  
 Tabla 18 INDICADORES base de siniestros en el polígono y proyección estimada ..... 68  
 Tabla 19 INDICADORES base de emisiones en el polígono y proyección estimada ..... 70  
 Tabla 20. Descripción líneas de cable aéreo de Bucaramanga ..... 73  
 Tabla 21. Proyectos complementarios ..... 77  
 Tabla 21. Proyección de fuentes de recursos de inversión de Bucaramanga en el sector movilidad en mmCOP (2021=100) ..... 81  
 Tabla 22. Posible destinación de recursos de inversión de Bucaramanga en el sector movilidad ..... 81  
 Tabla 23. Costos de los proyectos de la propuesta DOTS en el área del Portal del Norte en mmCOP (2021=100)..... 83  
 Tabla 24. Déficit o superávit de los proyectos de la propuesta DOTS frente a los recursos de inversión en movilidad de Bucaramanga (2021=100) ..... 84  
 Tabla 25. Beneficio por reducción de siniestros en mmCOP 2021=100..... 87  
 Tabla 26. Beneficio por aumento en el valor del suelo en mmCOP 2021=100 ..... 88  
 Tabla 27. Beneficio por aumento de puestos de empleo en mmCOP 2021=100 ..... 89  
 Tabla 28. Beneficio por aumento en el recaudo tributario del IPU en mmCOP 2021=100 ..... 92  
 Tabla 29. Beneficio por reducción de tiempos de viaje en mmCOP 2021=100..... 93  
 Tabla 30. Costo Social del Carbono por tonelada ..... 94  
 Tabla 31. Beneficio por reducción de emisiones en mmCOP 2021=100..... 96  
 Tabla 32. Beneficio por aumento de actividad física en mmCOP 2021=100..... 97  
 Tabla 33. Criterios a ponderar..... 98  
 Tabla 34. Criterios y ponderación establecida..... 99  
 Tabla 35. Resultados obtenidos ..... 100  
 Tabla 30. Indicadores Urbanísticos ..... 102  
 Tabla 31. Indicadores Socioeconómicos ..... 103  
 Tabla 32. Indicadores ambientales..... 103  
 Tabla 33. Indicadores movilidad ..... 103  
 Tabla 34. Indicadores institucionales ..... 104

## Índice de Anexos

**Anexo 01. Cartografía**

**Anexo 02. Monitoreo y evaluación de los proyectos**

**Anexo 03. Costos proyectos**

## Glosario, siglas y abreviaturas

AMB	Área Metropolitana Bucaramanga
CIM	Complejo de Integración Modal
DOT	Desarrollo Orientado al Transporte
EODH	Encuestas Origen Destino de Hogares
FOV	Frecuencia y ocupación visual
GPS	Del inglés Global Positioning System
INVIAS	Instituto Nacional de Vías
OD	Origen – Destino
PBOT	Plan Básico de Ordenamiento Territorial
PEMOT	Plan Estratégico Metropolitano de Ordenamiento Territorial
PMMM	Plan Maestro Metropolitano de Movilidad
PMM	Plan Maestro de Movilidad
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
TDR	Términos de Referencia
UT	Unión Temporal
ZAT	Zonas de Análisis de Transito
HMD	Hora de máxima demanda

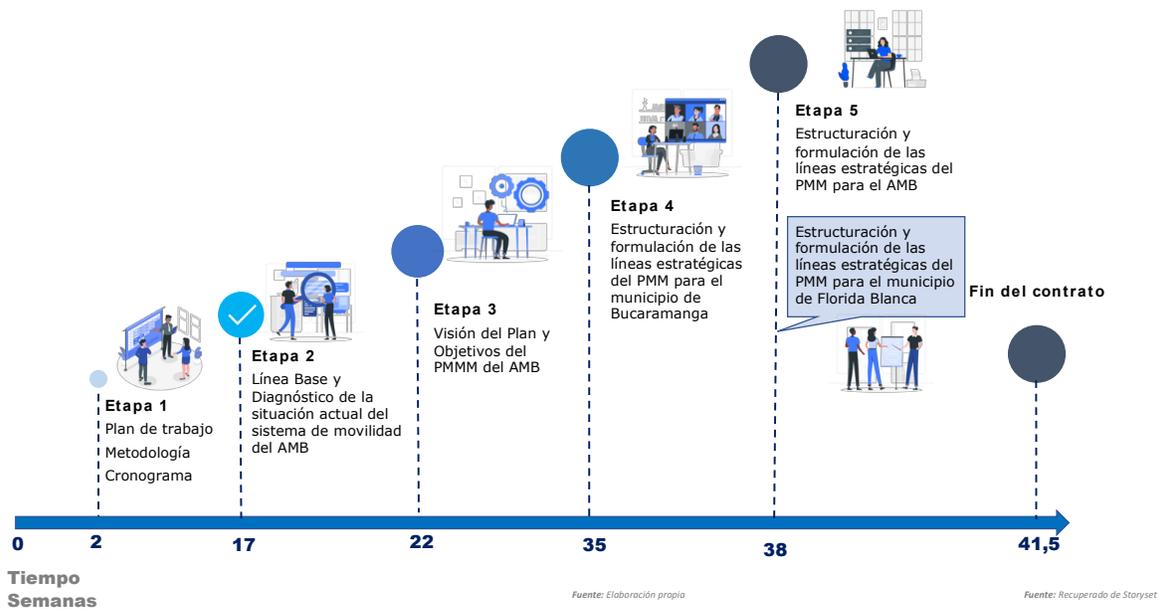
# 1. Introducción

En desarrollo de los compromisos adquiridos mediante el contrato de consultoría 0051 DE 2021 celebrado entre la Financiera de Desarrollo Territorial s.a. - Findeter y la Unión Temporal UT PT PMMM Bucaramanga., cuyo objeto es “Realizar la consultoría para la actualización del Plan Maestro Metropolitano de Movilidad (PMMM) del Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB)” se presenta el **informe correspondiente al proyecto detonante de Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible - DOTS**.

El desarrollo del siguiente informe se presenta de manera tal que el lector conozca la metodología utilizada para la selección del área donde se implementará el proyecto, el análisis realizado, las variables que se tuvieron en cuenta y finalmente las propuestas e intervenciones que se pretenden implementar para esta área.

Para acercar al lector y ubicarlo dentro del desarrollo del proyecto, en la Figura 1 se pueden identificar la línea de tiempo donde se presentan las etapas y productos por entregar durante el desarrollo del estudio.

**FIGURA 1. LÍNEA DE TIEMPO DE LA CONSULTORÍA**



Fuente: Elaboración propia

## 2. Proyecto detonante – Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible

### 2.1. Metodología de selección del área de análisis

#### 2.1.1. Estándar DOTS y variables analizadas

De acuerdo con la definición del Ministerio de Vivienda de Colombia, el Desarrollo Orientado al Transporte (DOT) es una *Metodología de planificación urbana que promueve la concentración del desarrollo de usos habitacionales, comercio y servicios y con altas densidades en torno a las estaciones de la red de transporte público* (Minvivienda, s.f)

Dicha metodología plantea implementar una serie de estrategias que incentiven el uso primario del transporte público, la bicicleta y la caminata sobre los viajes en vehículo particular. Esto se logra a través de la mezcla de usos alrededor de las estaciones de transporte, donde se pueden encontrar los servicios urbanos necesarios, evitando largos desplazamientos. El énfasis de este método está en priorizar el espacio para el peatón, la bicicleta y el transporte público, brindando el mayor beneficio a estos modos de desplazamiento.

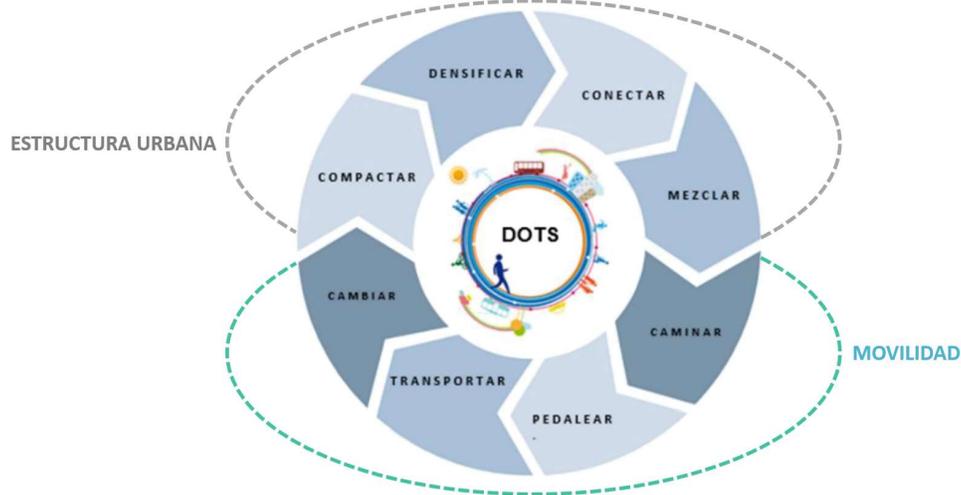
Las variables para identificar y potenciar se agrupan en dos grandes categorías: Estructura urbana y movilidad. Cada una de ellas contiene principios básicos a evaluar y potenciar en cada pieza urbana en la cual se desea implementar un DOTS, tal como se muestra en la Figura 2. Por un lado, las variables de Estructura urbana propenden por obtener una pieza de ciudad densa, compacta, con mezcla de usos y completamente conectada para la facilidad de acceso a todos los servicios que allí se incluyen. Por otro lado, las variables de movilidad buscan priorizar el espacio peatonal, ampliar el espacio para la circulación de bicicleta, y ofrecer condiciones óptimas para transportar personas, generando un cambio hacia la movilidad sostenible.

Bajo este escenario, se aumentan las probabilidades de tener ciudades que:

- *Promueve el desarrollo compacto, el cual crea la base subyacente para consolidar escenarios con alta calidad urbanística. Además de esta ventaja, el desarrollo compacto es una estrategia reconocida para reducir los costos de infraestructura pública, proteger tierras ambientalmente sensibles y permitir una variedad de opciones de transporte. También ayuda a proteger a las familias del aumento de los costos del hogar, especialmente los de transporte y servicios públicos, que son directamente vinculado al precio del combustible y la energía.*
- *Incrementa el número de usuarios de transporte público y recaudo por tarifa.*
- *Facilita las oportunidades de consolidar alianzas público-privadas, así como la generación de incentivos, como requisitos de estacionamiento reducidos y mayores intensidades o densidades, para promover la inversión del sector privado en las áreas urbanas existentes y el desarrollo económico.*
- *Genera estrategias para la promoción, desarrollo y activación de la economía local.*
- *Fomenta la valorización del suelo e incremento de rentas.*

- Incrementa la asequibilidad de inmuebles residenciales. (Minvivienda, s.f)

**FIGURA 2. CATEGORÍAS Y PRINCIPIOS DOTS**

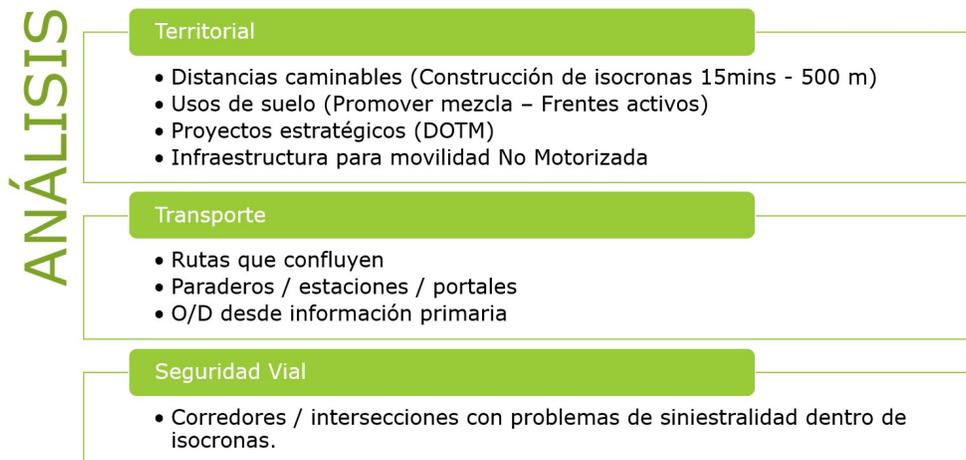


Fuente: Elaboración propia con base en diagrama de DOT Estándar 3.0, IITDP

Sin embargo, tal como lo resalta el Ministerio de Vivienda el *DOTS no es un instrumento de captura de valor per se (SIC), pero promueve las condiciones para generar un mejor aprovechamiento del suelo.*

Ahora bien, estas variables pueden ser medibles o cuantificables a través de ciertos indicadores. Particularmente para la selección de las áreas con mayor potencial de DOTS y que puedan servir como proyectos detonantes, se consideraron las siguientes variables de análisis que se desglosan en los siguientes numerales:

**FIGURA 3. VARIABLES DE ANÁLISIS SEGÚN INFORMACIÓN SECUNDARIA DISPONIBLE**



Fuente: Elaboración propia

### 2.1.1.1. Variables de movilidad

Dentro de las variables de movilidad consideradas según información secundaria y primaria disponible en el AMB y las ciudades que la conforman, se revisaron las siguientes:

- **Seguridad vial:** corredores o intersecciones con problemas de siniestralidad según los eventos viales georreferenciados de Bucaramanga y de los corredores nacionales tomando esta última como fuente los datos del INVIAS.
- **Transporte:**
  - o Se consideraron las características operacionales del sistema masivo y colectivo, sus tipologías de rutas y capacidad de buses asociados.
  - o A nivel de infraestructura, se revisó la ubicación y tipos de paraderos, estaciones y portales.
  - o Se consideraron los resultados de la matriz OD producto de la toma de información primaria.

### 2.1.1.2. Variables de estructura urbana

Dentro de las variables de estructura urbana consideradas según información secundaria disponible en el AMB y las ciudades que la conforman, se revisaron las siguientes:

- **Distancias caminables:** se analizó la distancia caminable metros desde el acceso del Portal Norte siguiendo la red vial existente.
- **Usos del suelo:** se revisaron los usos existentes y normativos del polígono resultante de la variable anterior, buscando la potencial mezcla de usos de vivienda, comercio y servicios principalmente.
- **Proyectos estratégicos:** se revisaron proyectos identificados por los distintos instrumentos de planificación municipales y metropolitanos que sumen a la iniciativa del desarrollo de DOTS.
- **Infraestructura para la movilidad no motorizada:** se analizaron los proyectos de cicloinfraestructura del polígono DOTS, identificando su potencial de conexión a través de bicicleta.

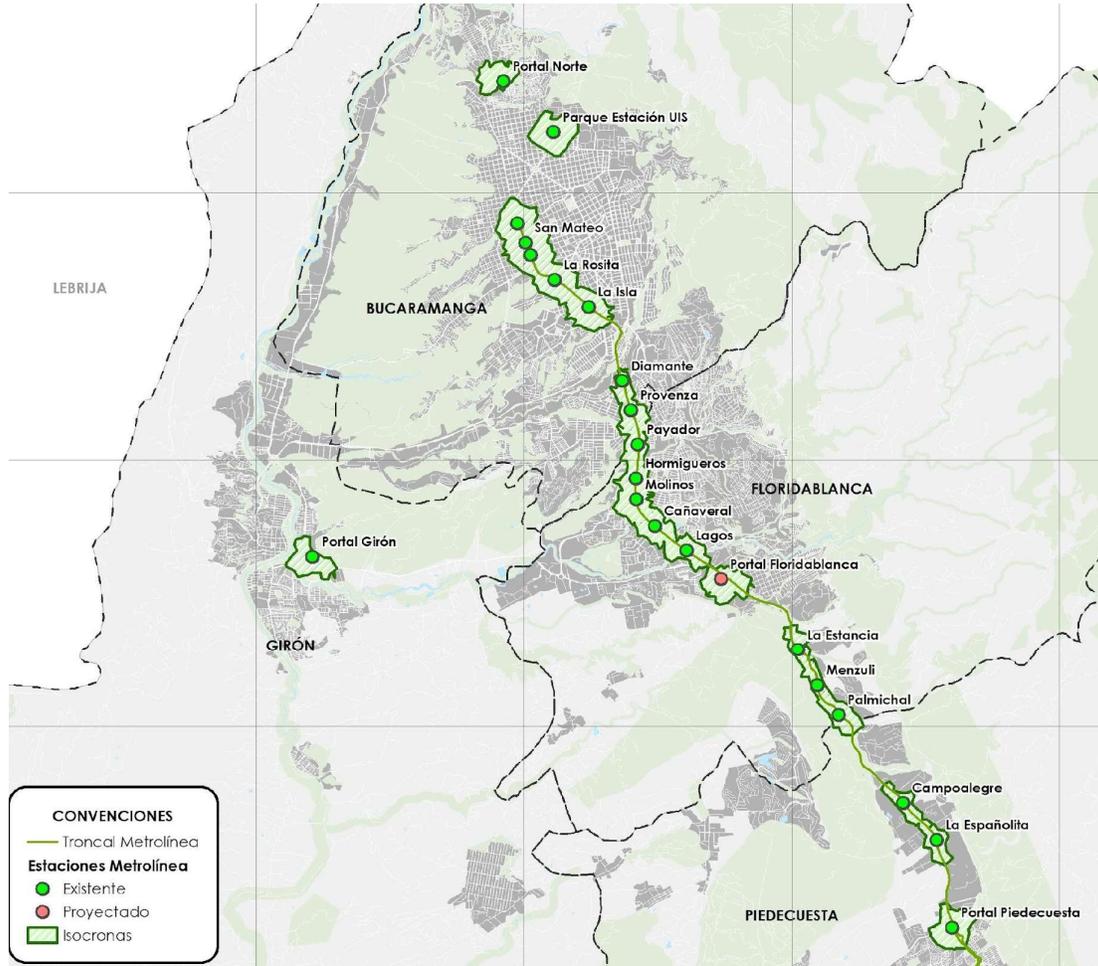
### 2.1.2. Territorialización del análisis DOTS

A continuación, se presentan los resultados de territorialización de los análisis de las variables antes mencionadas, las cuales permitieron preseleccionar tres áreas con mayor potencial de DOTS y que se describen en el numeral 2.1.3:

### 2.1.2.1. Creación de isócronas

La elaboración de las isócronas partió de la localización de los principales nodos de transporte masivo, extendiendo una distancia de caminata de 15 minutos, considerando la red vial disponible, así como los accesos a las estaciones o portales.

**FIGURA 4. ISOCRONAS (15 MINUTOS CAMINANDO) CONSTRUIDAS A PARTIR DE LA RED VIAL**



Fuente: Elaboración propia

### 2.1.2.2. Análisis de usos de suelos

El ejercicio se centró en identificar las áreas alrededor de las estaciones con usos del suelo y áreas de actividad que promuevan la mezcla de usos, especialmente los siguientes:

- Mixto
- Comercial
- Dotacional
- Residencial

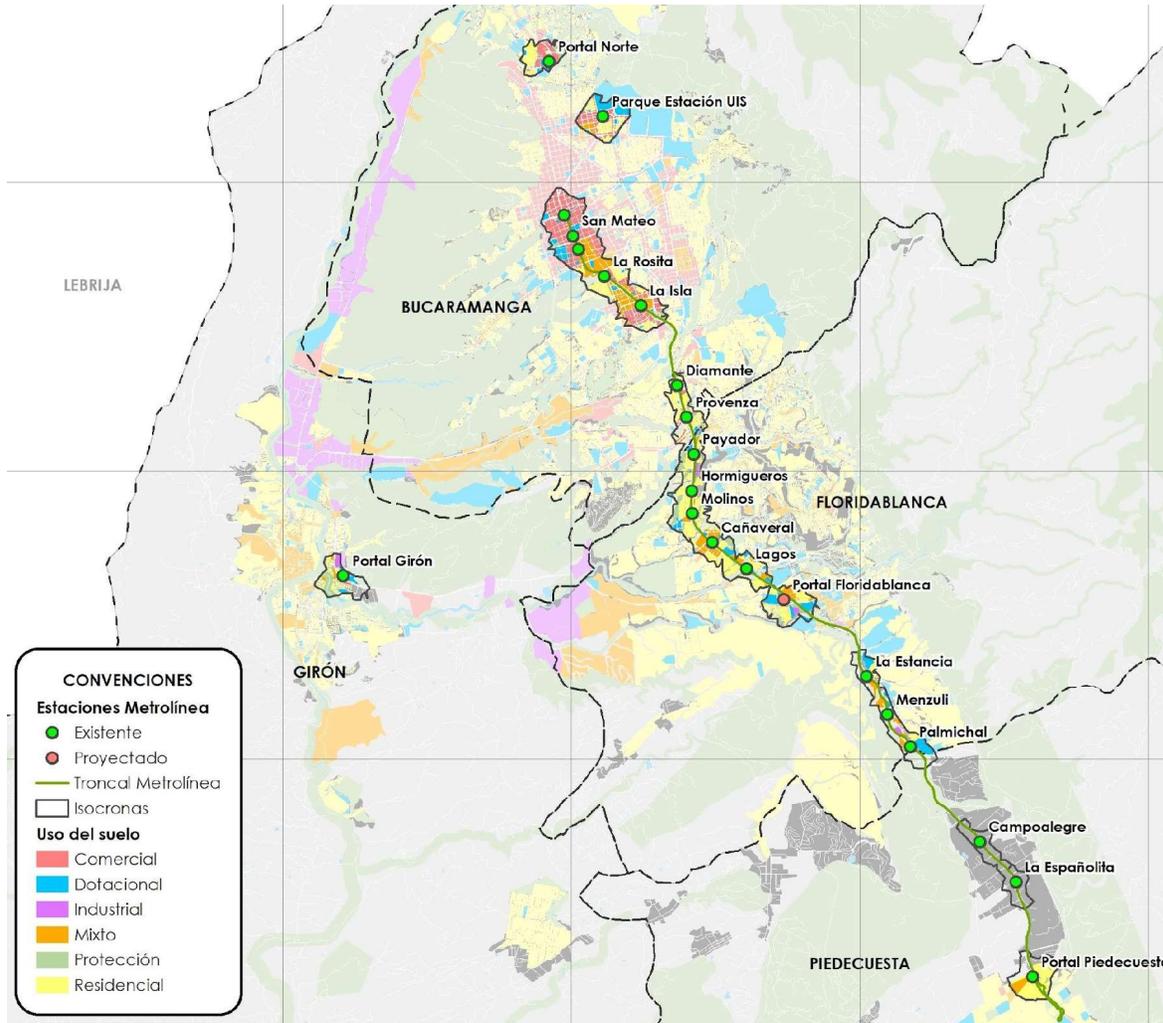
La presencia de los usos listados anteriormente garantiza actividad y dinamismo constante a lo largo de la semana, atrayendo viajes de trabajo o acceso a servicios urbanos en horas y días hábiles, y al mismo tiempo manteniendo movimiento durante horas y días no hábiles a través del uso residencial. Al respecto, una vez identificadas las áreas alrededor de las estaciones con potencial de desarrollo, se encontraron los siguientes usos presentes:

**TABLA 1. USOS DEL SUELO EN ISÓCRONAS ALREDEDOR DE ESTACIONES**

USO	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
<b>Comercial</b>	<b>88,23</b>	<b>21%</b>
Dotacional	59,34	14%
Industrial	6,12	1%
<b>Mixto</b>	<b>71,09</b>	<b>17%</b>
Protección	37,41	9%
<b>Residencial</b>	<b>154,49</b>	<b>37%</b>
Total	416,68	100%

*Fuente: elaboración propia*

**FIGURA 5. USOS DE SUELO EN LAS ISÓCRONAS ANALIZADAS**



Fuente: Elaboración propia

### 2.1.2.3. Centros generadores y atractores de viajes

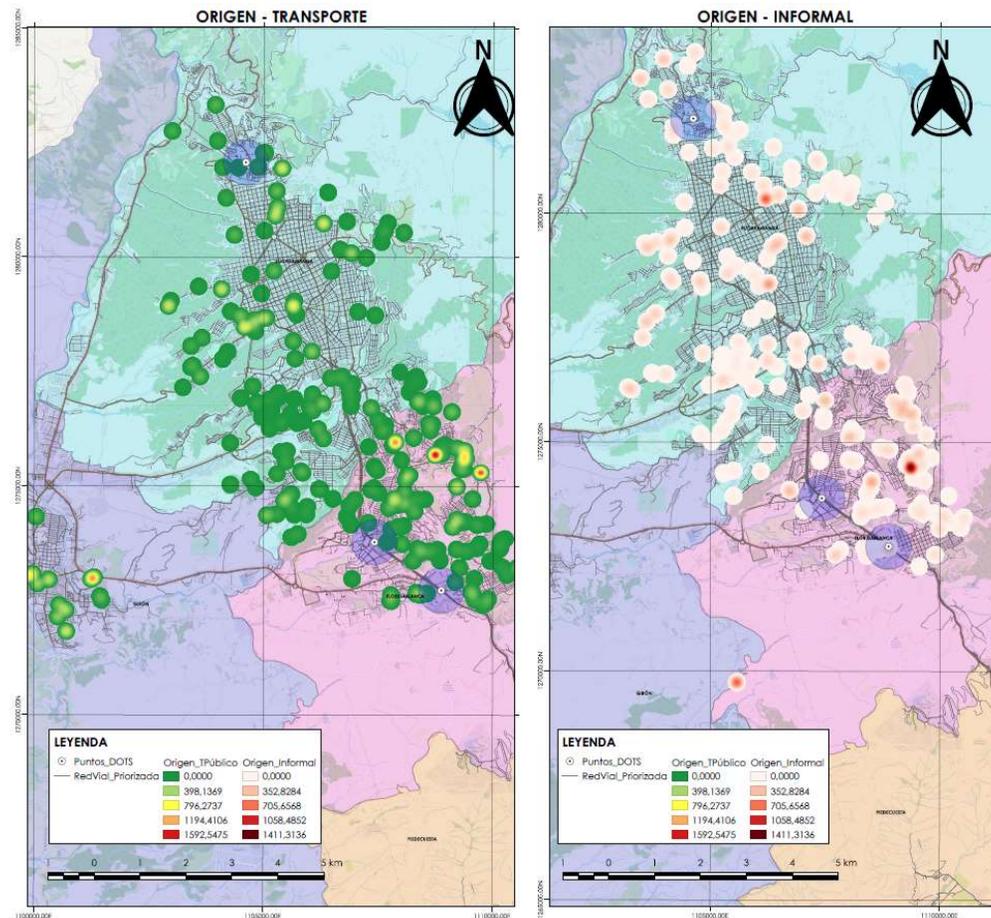
Con respecto al análisis realizado en materia de generación y atracción de viajes, a partir de los ejercicios realizados en la consultoría y de la matriz EODH, se establecieron los viajes en la Hora de Máxima Demanda para los siguientes modos:

- Transporte Público:
  - Transporte Público Colectivo
  - Transporte Público Individual
  - Transporte Masivo
- Informal:
  - Mototaxi
  - Automóvil ilegal

- Motocarro pasajeros
- Transporte informal app
- Taxi colectivo

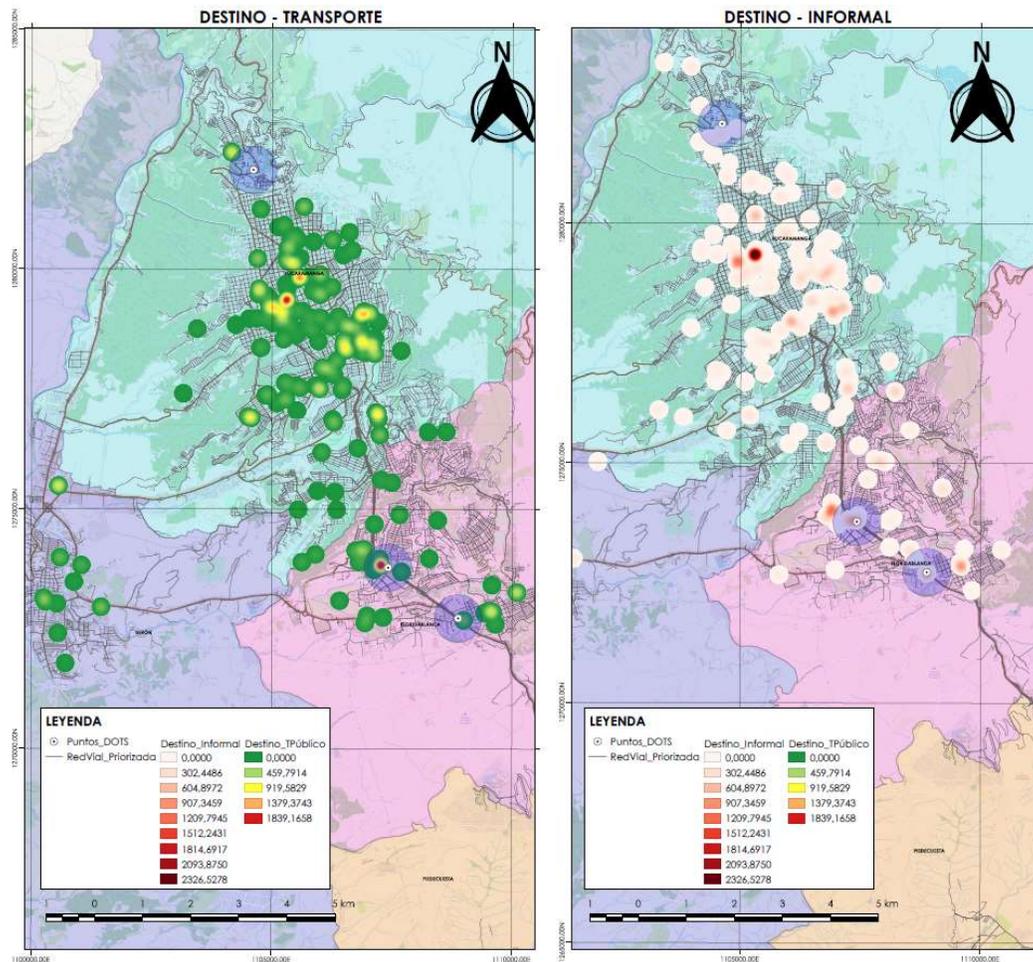
Este análisis permitió identificar las zonas donde se estaban concentrando los viajes realizados en el AMB y como se puede apreciar en la Figura 6 y en la Figura 7 las zonas establecidas como opciones del proyecto DOTS están basadas en la demanda potencial que puede generar cada una de estas, permitiendo la migración y el fortalecimiento del transporte público (ya sea por intercambio o uso directo de las diferentes rutas) y de modos sostenibles

**FIGURA 6. GENERADORES VIAJES**



Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 7. ATRACTORES VIAJES**



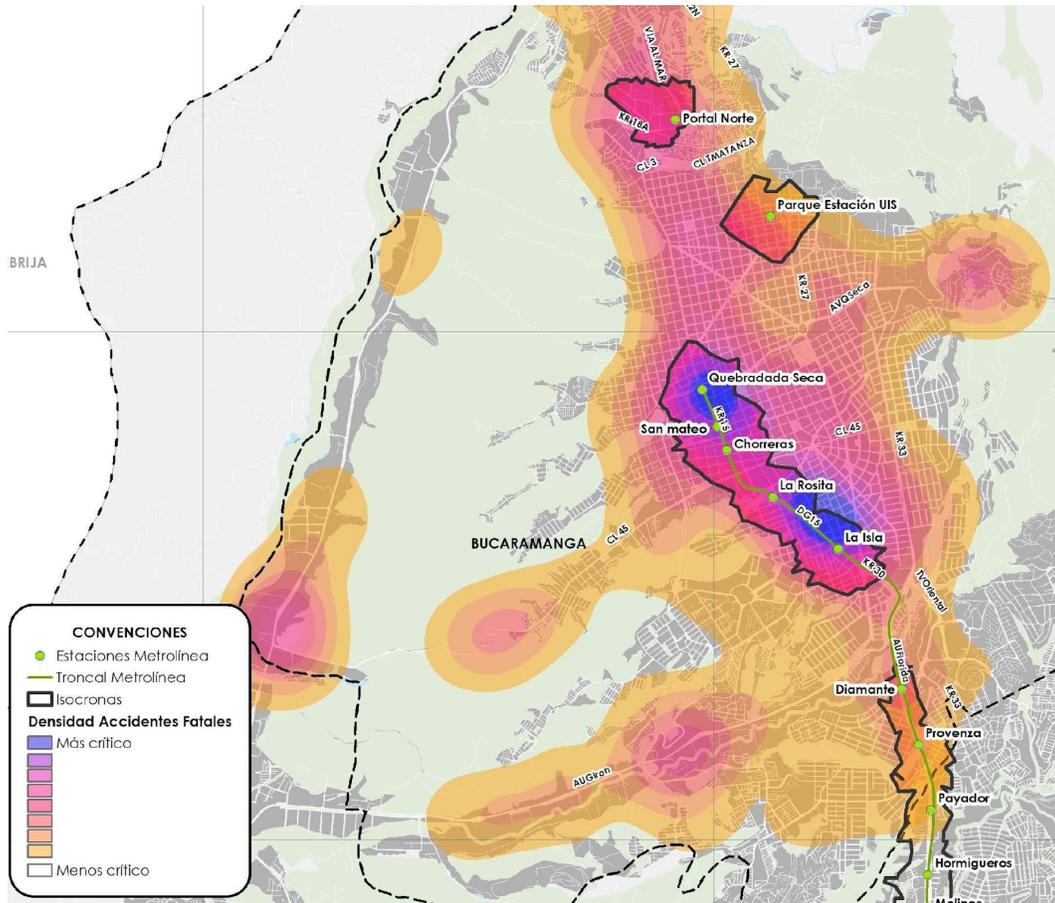
Fuente: Elaboración propia

#### 2.1.2.4. Seguridad Vial

En materia de seguridad vial se analizó la concentración histórica geolocalizada de siniestros viales ocurridos en el AMB en contraste con la ubicación de todas las estaciones del Sistema de Transporte Masivo (según la disponibilidad de la información).

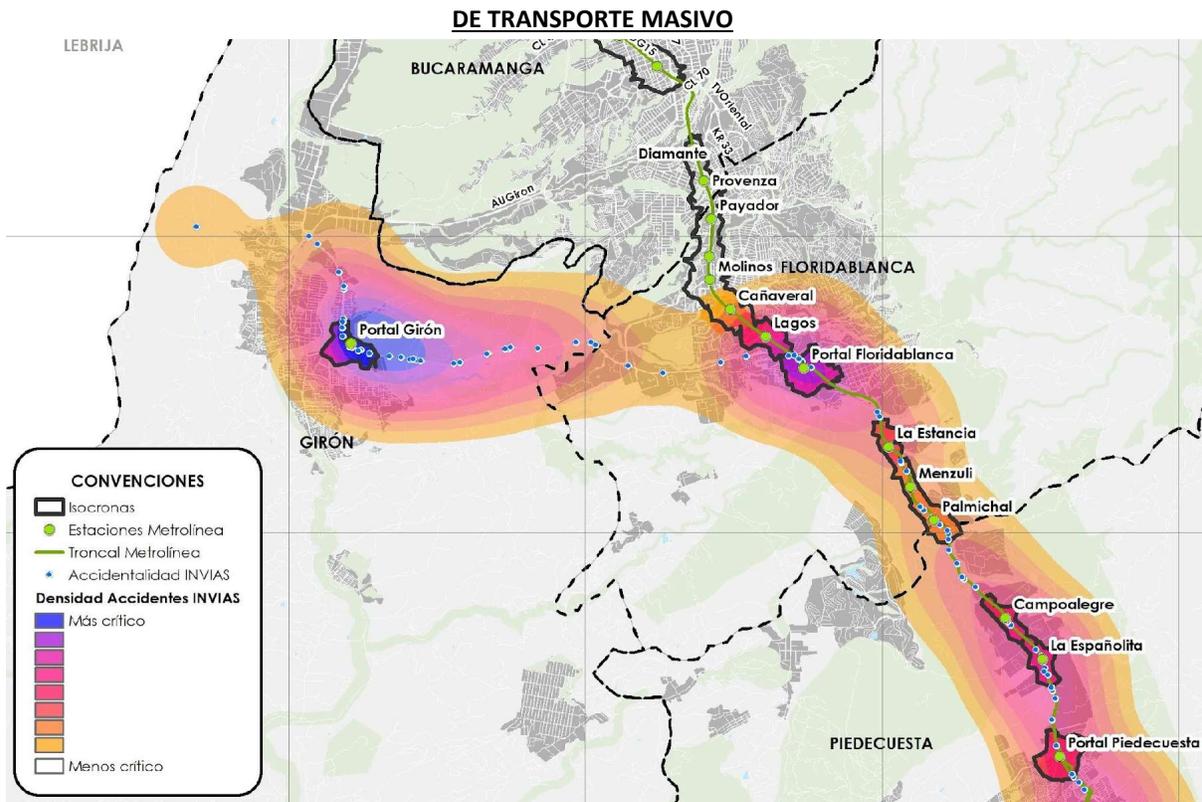
Como se observa en la Figura 8 y Figura 9, las áreas circunscritas por las isócronas peatonales de 15 minutos alrededor de las estaciones del sistema a lo largo de las jurisdicciones de Bucaramanga, Floridablanca y Piedecuesta, coinciden con lugares críticos de fatalidades a causa de siniestros viales; esto se observa particularmente sobre el corredor que transcurre entre la carrera 15, diagonal 15, carrera 30, así como en la avenida libertador donde se encuentra el Portal Norte, en el anillo vial de Girón, en la Avenida Floridablanca hasta Piedecuesta.

**FIGURA 8. MAPA DE CALOR DE MORTALIDAD POR SINIESTROS VIALES EN BUCARAMANGA, EN CONTRASTE CON LAS ISÓCRONAS DE CAMINATA DE 15 MINUTOS EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO**



Fuente: Elaboración propia a partir de georreferenciación de archivo plano de Siniestralidad de Bucaramanga periodo 2012-2021 suministrado por la Dirección de Tránsito del municipio

**FIGURA 9. MAPA DE CALOR DE MORTALIDAD POR SINIESTROS VIALES EN CORREDORES INVIAS EN EL AMB, EN CONTRASTE CON ISÓCRONAS DE CAMINATA DE 15 MINUTOS EN LAS ESTACIONES DEL SISTEMA**



Fuente: Elaborado a partir de información de fatalidades por siniestralidad vial del INVIAS en el periodo 2019-2021

### 2.1.3. Proceso de selección de tres alternativas a evaluar

Para seleccionar el área DOTS en la que se va a profundizar el análisis, en primer lugar, se preseleccionaron tres alternativas a través de la aplicación de un filtro de cumplimiento de las condiciones mínimas que requieren un DOTS respecto a la mezcla de usos de suelo, así como el hecho de crear nuevas centralidades en el Área Metropolitana, tal y como lo indican las Directrices de Ordenamiento Territorial Metropolitano. A continuación, se presenta la secuencia de filtros considerados:

**FIGURA 10. ESQUEMA DEL FILTRO PARA LA PRESELECCIÓN DE TRES ALTERNATIVAS**



Fuente: Elaboración propia

A partir de la aplicación de esta secuencia de filtro, considerando como base la información contenida en el POT vigente y en las Directrices de Ordenamiento Territorial Metropolitano, se obtuvo la siguiente tabla:

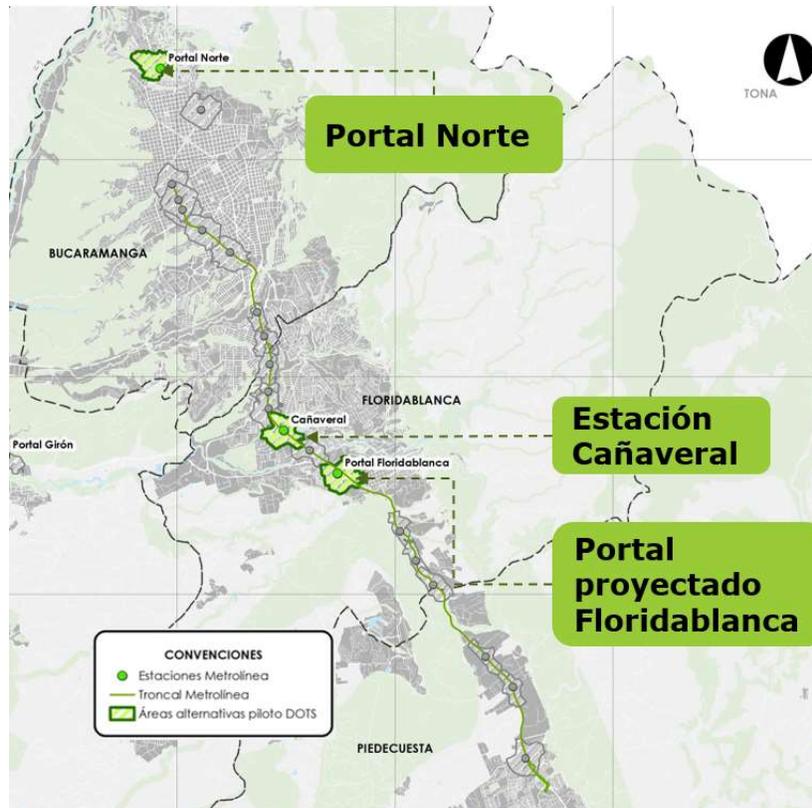
**TABLA 2. FILTRO DE ZONAS ANALIZADAS SEGÚN LAS VARIABLES DEFINIDAS**

Variables	Cañaveral	Chorreras	Provenza	Diamante	Hormigueros	La Española	La Estancia	La Isla	La Rosita	Lagos	Menzuli	Campoalegre	Molinos	Palmichal	Payador	Quebrada Seca	San Mateo	Parque Estación UIS	Portal Piedecuesta	Portal Norte	Portal Girón	Portal Floridablanca	Parque Turbay	Clínica Bucaramanga	Club Unión	Chiflas	HUS	Parque de los niños
POT alineado con DOTM: B/manga y F/blanca						X						X							X		X							
Generar nuevas centralidades		X						X	X			X				X	X	X				X	X	X	X	X	X	X
Uso residencial: <40% de AT	32%		27%	46%	48%		12%			37%	2%		37%	6%	28%						27%		31%					
Uso comercial/dotacional/mixto: >=30% de AT	31%		19%				22%			18%	25%		11%	25%	5%					45%		30%						

Fuente: Elaboración propia a partir de información secundaria disponible

Como conclusión de este proceso, se obtuvieron las tres áreas con mayor potencial de ser DOTS: Portal Norte, Estación Cañaveral, y Portal Floridablanca:

**FIGURA 11. TRES ALTERNATIVAS SELECCIONADAS PARA EVALUAR EN MATRIZ MULTICRITERIO**



Fuente: Elaboración propia

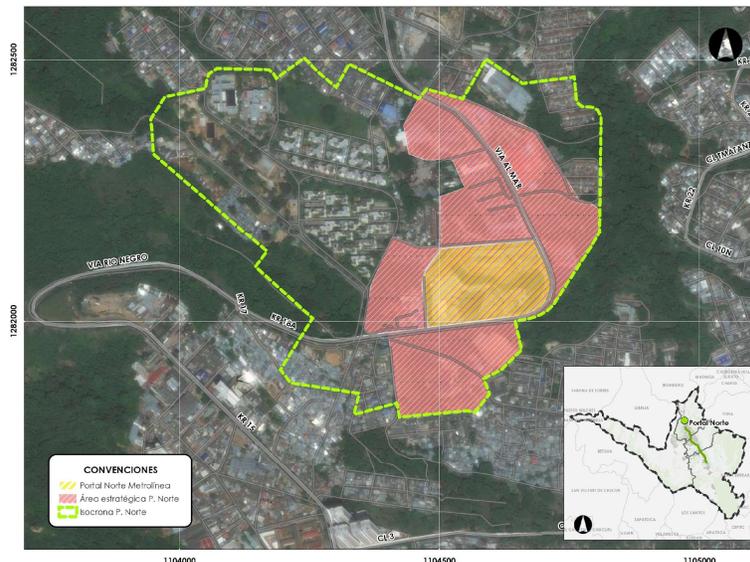
### 2.1.3.1. Portal Norte

El portal Norte es la estación de cabecera de la zona norte de la ciudad de Bucaramanga. Localizado en un área de 39,49 Ha, su infraestructura incluye la terminal de pasajeros y un patio taller para mantenimiento y estacionamiento de la flota. Su operación inició el 24 de febrero de 2022, lo cual constituye una oportunidad para consolidar dinámicas urbanas activas alrededor de dicha infraestructura.

Sumado a esto, las Directrices de Ordenamiento Territorial Metropolitano plantean un proyecto estratégico de desarrollo urbano en este punto de la ciudad, el cual se traslapa con la isócrona determinada para el estudio de DOTS.

Finalmente, al estar localizada en zona periférica de Bucaramanga, esta pieza urbana propende por materializar la visión de descentralización planteada en las estrategias metropolitanas.

**FIGURA 12. ISÓCRONAS PORTAL NORTE**



Fuente: Elaboración propia

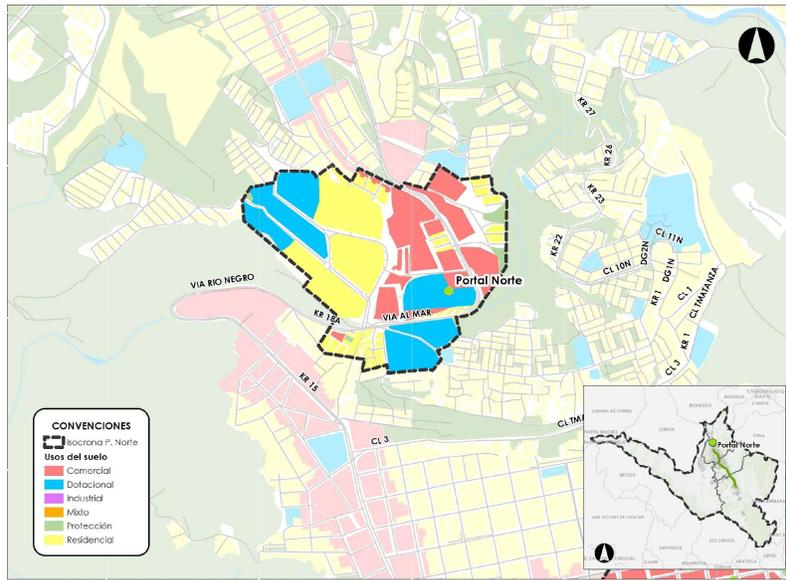
Respecto a los usos del suelo normativos en el área de estudio, se encuentra la existencia de usos deseados alrededor del portal. Por un lado, usos dotacionales y comerciales pueden generar un constante ingreso de población flotante al área, induciendo dinamismo al DOTS. Por otro lado, el uso residencial daría el dinamismo deseado en horas no comerciales.

**TABLA 3. USO DEL USO DENTRO DE ISÓCRONA PORTAL NORTE**

USO	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
Comercial	8,27	28%
Dotacional	9,37	32%
Protección	0,76	3%
Residencial	10,62	37%
Total	29,04	100%

Fuente: elaboración propia

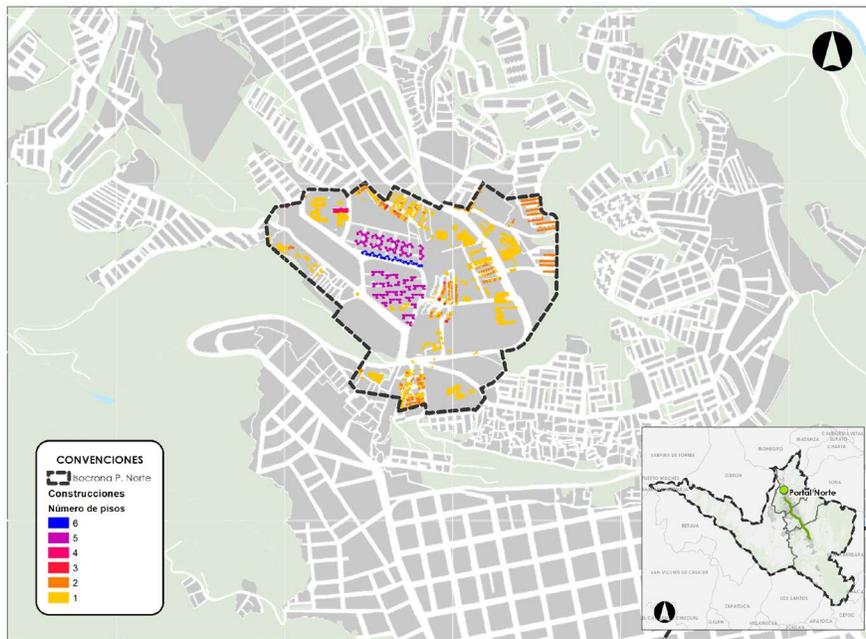
**FIGURA 13. USO DEL SUELO EN ISÓCRONA PORTAL NORTE**



Fuente: Elaboración propia

Respecto a las alturas actuales en el área de análisis, se puede observar baja densidad con alturas promedio de 1 y 2 pisos, así como zonas considerables sin urbanización. Este escenario presenta la oportunidad para la consolidación de la pieza urbana bajo los parámetros de los desarrollos orientados al transporte sostenible y la renovación de las áreas que ya poseen construcciones.

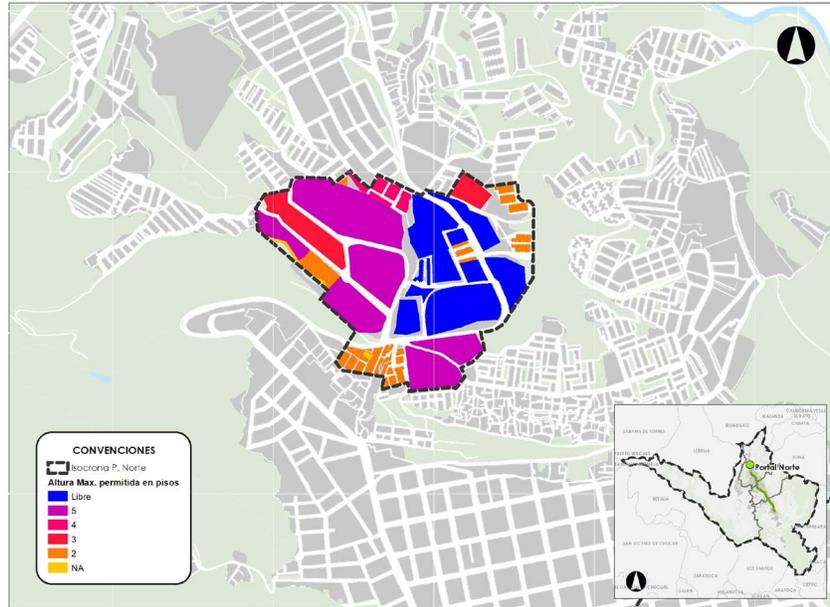
**FIGURA 14. ALTURAS EXISTENTES ISÓCRONA PORTAL NORTE**



Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, respecto a las alturas permitidas en el polígono de estudio, se encuentra que la zona menos desarrollada de este tiene altura libre permitida, lo cual permitiría reforzar la idea de alta densidad de la pieza. Sumado a esto, las zonas con desarrollos actuales de 1 y 2 pisos tienen potenciales de hasta 6 pisos también.

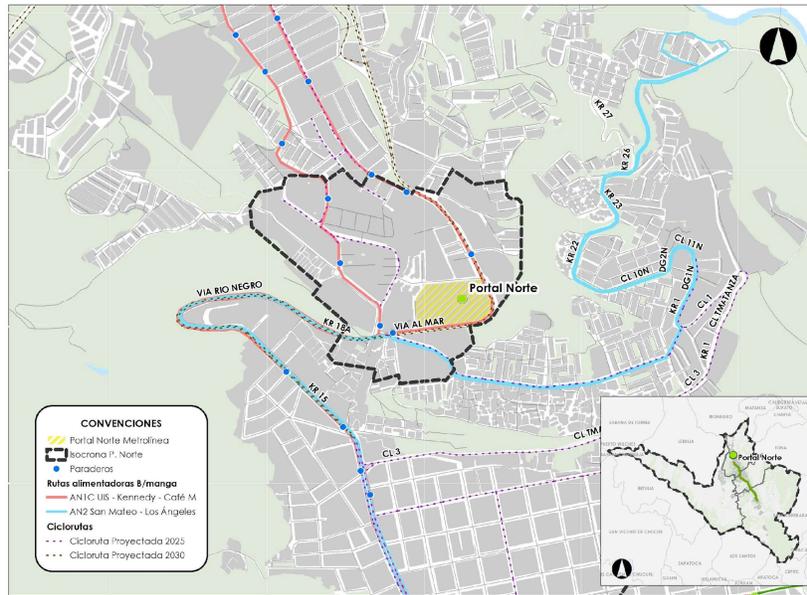
**FIGURA 15. ALTURAS PERMITIDAS ISÓCRONA PORTAL NORTE**



*Fuente: Elaboración propia*

En temas de infraestructura de transporte que conecte esta pieza urbana, el polígono cuenta con siete paraderos de transporte público, adicionales al portal Norte. A su vez, el portal ofrece servicios: troncales, pretroncales y de rutas alimentadoras.

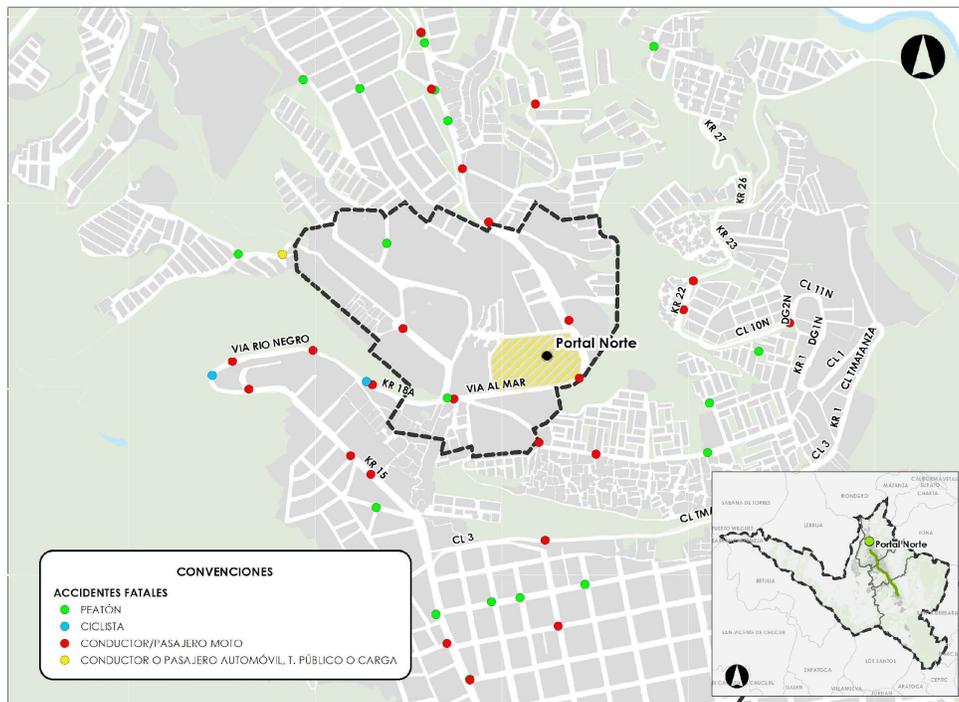
**FIGURA 16. INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE EN ISÓCRONA PORTAL NORTE**



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, como se mencionó con antelación, el Portal Norte destaca por su criticidad de inseguridad vial a nivel ciudad, especialmente en la Avenida Libertadores. El usuario que más fallece en siniestros de viales en esa área de influencia es el motociclista, seguido del peatón.

**FIGURA 17. SINIESTROS VIALES EN ISÓCRONA PORTAL NORTE**



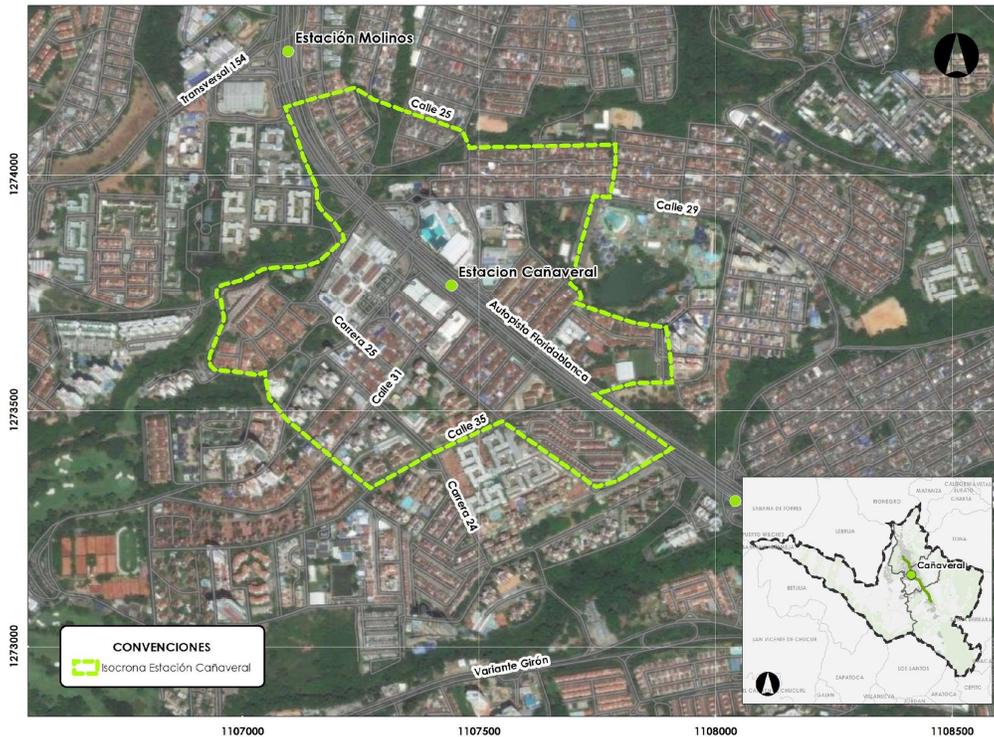
Fuente: Elaboración propia

### 2.1.3.2. Estación Cañaveral

La estación Cañaveral es un punto de integración de la red troncal en Floridablanca. Localizado en un área de 50,58 Ha, su infraestructura incluye estación sobre el corredor Piedecuesta – Bucaramanga, y estaciones de integración de alimentación y paraderos a su alrededor.

Esta zona tiene un gran potencial que se observa parcialmente materializado en los usos de suelo y densificación con centros comerciales de gran superficie y construcciones residenciales.

**FIGURA 18. ISOCRONA ESTACIÓN CAÑAVERAL**



Fuente: Elaboración propia

Respecto a los usos del suelo normativos en el área de estudio, se encuentra la existencia de usos deseados alrededor de la estación. Por un lado, usos dotacionales y comerciales pueden generar un constante ingreso de población flotante al área, induciendo dinamismo al DOTS. Por otro lado, el uso residencial en gran altura daría el dinamismo deseado en horas no comerciales.

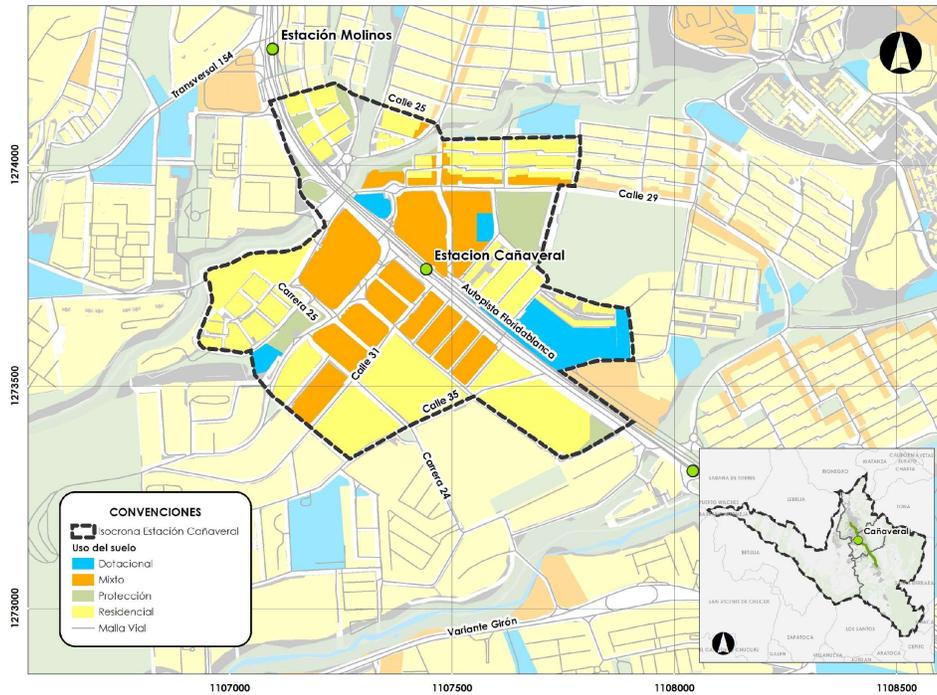
**TABLA 4. USO DEL SUELO DENTRO DE ISOCRONA ESTACIÓN CAÑAVERAL**

USO	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
<b>Dotacional</b>	<b>4,64</b>	<b>9%</b>
<b>Mixto</b>	<b>11,24</b>	<b>22%</b>
<b>Protección</b>	<b>1,40</b>	<b>3%</b>
<b>Residencial</b>	<b>16,05</b>	<b>32%</b>
<b>Otros</b>	<b>17.25</b>	<b>34%</b>

<b>Total</b>	<b>50,58</b>	<b>100%</b>
--------------	--------------	-------------

Fuente: elaboración propia

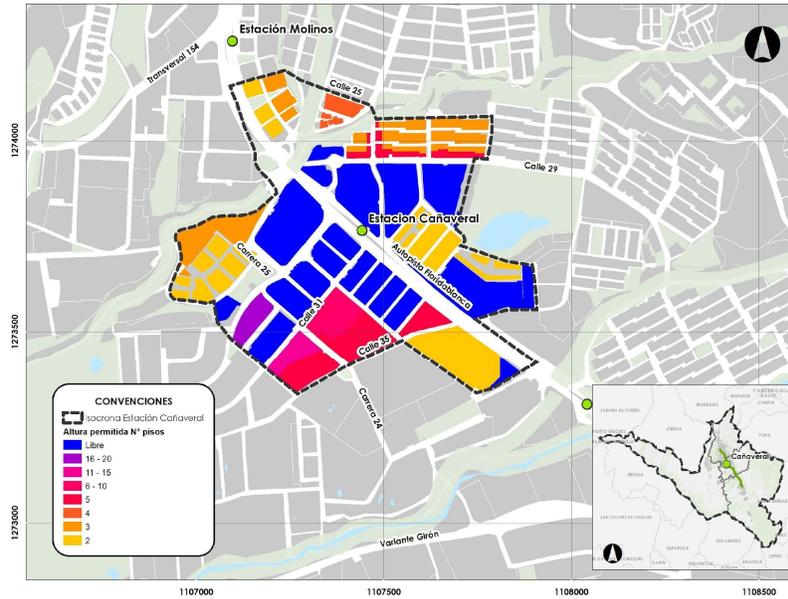
**FIGURA 19. USO DEL SUELO EN ISOCRONA ESTACIÓN CAÑAVERAL**



Fuente: Elaboración propia

Aunque esta es una pieza consolidada, y considerando las alturas permitidas en el polígono de estudio, se encuentra que hay zonas con altura libre permitida y otras con altura mayores a 10 pisos, lo cual permitiría reforzar la idea de alta densidad de la pieza

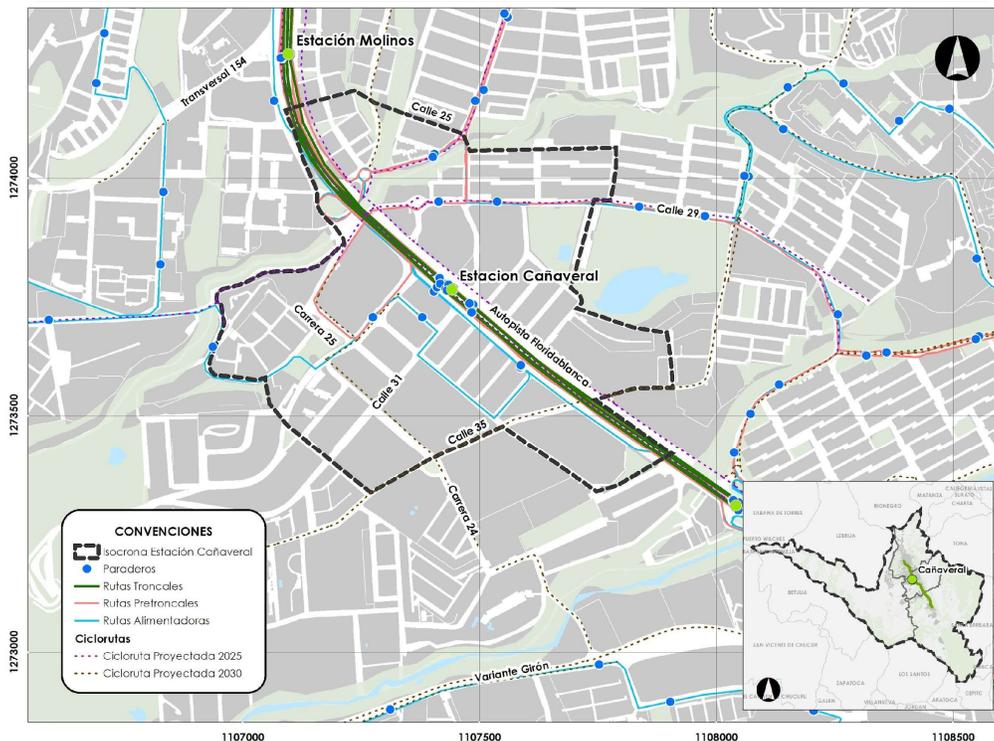
**FIGURA 20. ALTURAS PERMITIDAS ISOCRONA ESTACIÓN CAÑAVERAL**



Fuente: Elaboración propia

Respecto a la infraestructura de transporte que conecte esta pieza urbana, el polígono cuenta con diez paraderos de transporte público, adicionales a la estación que con dos accesos peatonales conecta con un vagón de alimentación al sur del corredor. A su vez, la estación ofrece servicios: troncales, pretroncales y de rutas alimentadoras.

**FIGURA 21. INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE EN ISOCRONA ESTACIÓN CAÑAVERAL**



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en esta zona en particular no se cuenta con información de siniestros georregenerados que ayuden a identificar los puntos críticos dentro de la isócrona.

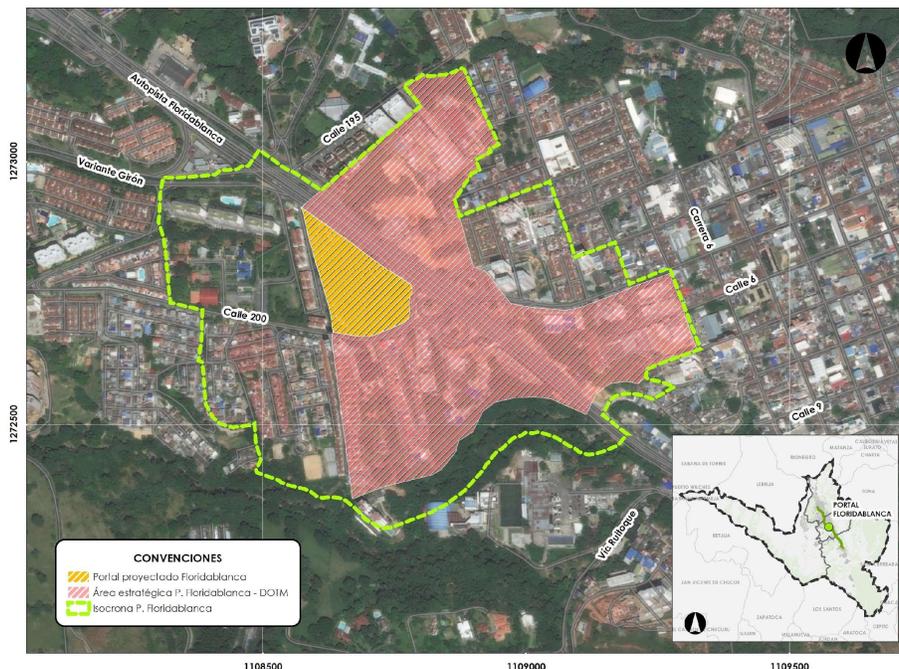
### 2.1.3.3. Portal Floridablanca

El portal Floridablanca es uno de los principales nodos de transporte del sistema Metrolínea en el municipio de Floridablanca, localizado en un área de 50,58 Has. Este portal aún no se encuentra construido, por lo que su desarrollo tardará algunos años, lo cual dilataría la consolidación del DOTS.

Sin embargo, este punto es un generador y atractor de viajes en la red actual, lo que hace interesante su análisis para el ejercicio de DOTS. Sumado a esto, las Directrices de Ordenamiento Territorial Metropolitano plantean un proyecto estratégico de desarrollo urbano en este punto de la ciudad, el cual se traslapa con la isócrona determinada para el estudio de DOTS.

Finalmente, al estar localizada fuera de la centralidad de Bucaramanga, esta pieza urbana propende por materializar la visión de descentralización planteada en las estrategias metropolitanas.

**FIGURA 22. ISOCRONA PORTAL FLORIDABLANCA**



*Fuente: Elaboración propia.*

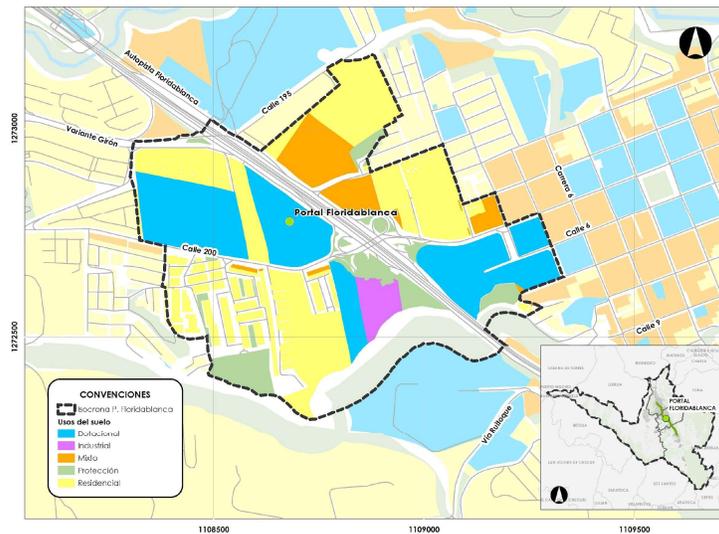
Respecto a los usos del suelo normativos en el área de estudio, se encuentra la existencia de usos deseados alrededor del portal. Por un lado, usos dotacionales y mixtos pueden generar un constante ingreso de población flotante al área, induciendo dinamismo al DOTS. Por otro lado, el uso residencial daría el dinamismo deseado en horas no comerciales.

**TABLA 5. USO DEL SUELO DENTRO DE ISOCRONA PORTAL FLORIDABLANCA**

USO	ÁREA (Ha)	PORCENTAJE
<b>Dotacional</b>	<b>11,48</b>	<b>33%</b>
<b>Industrial</b>	<b>1,05</b>	<b>3%</b>
<b>Mixto</b>	<b>3,52</b>	<b>10%</b>
<b>Protección</b>	<b>3,54</b>	<b>10%</b>
<b>Residencial</b>	<b>15,39</b>	<b>44%</b>
<b>Total</b>	<b>35,00</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia

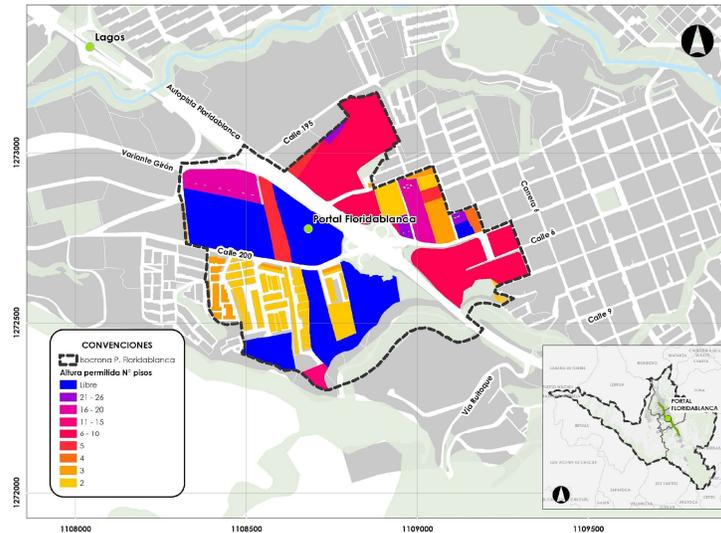
**FIGURA 23. USO DEL SUELO EN ISOCRONA PORTAL FLORIDABLANCA**



Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, a pesar de que esta es una pieza consolidada, y considerando las alturas permitidas en el polígono de estudio, se encuentra que hay zonas dentro del este con altura libre permitida y otras con altura entre 10 y 20 pisos, lo cual permitiría reforzar la idea de alta densidad de la pieza. Sumado a esto, las zonas con desarrollos actuales de 1 y 2 pisos tienen potenciales de hasta 6 pisos también.

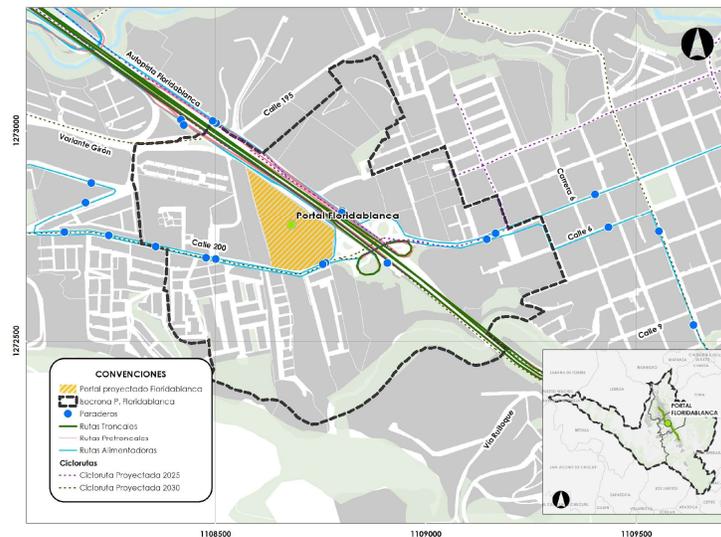
**FIGURA 24. ALTURAS PERMITIDAS ISOCRONA PORTAL FLORIDABLANCA**



Fuente: Elaboración propia

En temas de infraestructura de transporte que conecte esta pieza urbana, el polígono cuenta con ocho paraderos de transporte público, adicionales al portal Floridablanca. A su vez, el portal ofrece servicios: troncales, pretroncales y de rutas alimentadoras. Sin embargo, a 2022 aún no se cuenta con la financiación para la construcción del portal.

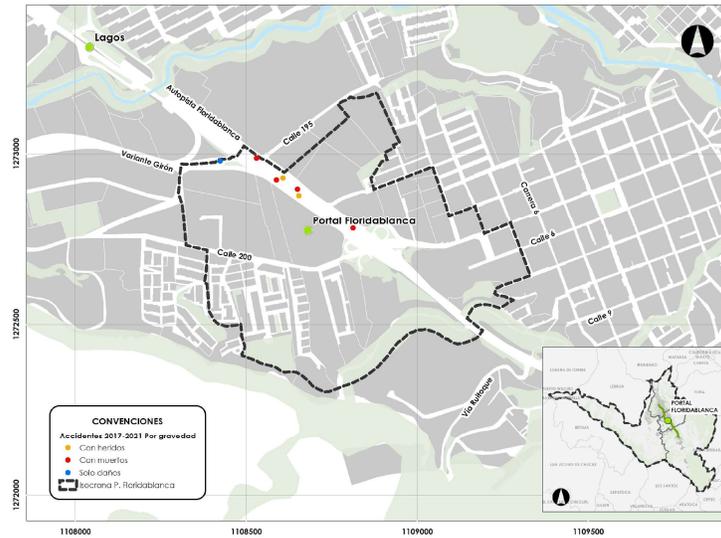
**FIGURA 25. INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE EN ISOCRONA PORTAL FLORIDABLANCA**



Fuente: elaboración propia

Finalmente, sobre la Avenida Floridablanca con la cual colinda el predio del Portal de PQP, entre las conexiones de la calle 200 y del Anillo vial hacia Girón, se concentran siniestros graves con resultados fatales en el 60% de los casos, en el 30% con heridos y el 10% con solo daños. Lo anterior indica que 2 de cada 3 siniestros viales en inmediaciones a este futuro portal deriva en la pérdida de vidas.

**FIGURA 26. SINIESTROS VIALES EN ISOCRONA PORTAL FLORIDABLANCA**



Fuente: elaboración propia

### 2.1.3.4. Matriz multicriterio

A partir de la revisión detallada de cada una de estas tres áreas, evaluaron variables en cada uno de los principios definidos en el estándar DOTS según la información disponible para su evaluación. Se calificó de 1 a 3 cada variable según el orden dado por los datos procesados y por último se suman todas las calificaciones para obtener la evaluación de cada una de las áreas. El área que se selecciona para continuar en la fase de propuesta es la que obtiene el mayor puntaje: Portal Norte.

**TABLA 6. MATRIZ MULTICRITERIO PARA SELECCIONAR EL PROYECTO DETONANTE - DOTS**

Principio	VARIABLE	ALTERNATIVA		
		PORTAL NORTE	PORTAL F/BLANCA	ESTACIÓN CANAVERAL
Caminar	Cuenta con información de siniestralidad	3	3	0
Pedalear	Km proyectados de cicloinfraestructura	3400	2970	4629
	Puntaje	2	1	3
Conectar	Importancia dentro de la red de transporte actual	2	1	3
Transportar	Capacidad de infraestructura de transporte masivo actual o proyectada	3	3	2
Mezclar	% de área de usos atractores de viajes	45%	30%	31%
	Puntaje	3	1	2
	% de área de usos generadores de viajes	27%	31%	32%
	Puntaje	1	2	3
Densificar	Altura libre y/o > 10 pisos	2	3	3
Compactar	Se encuentra como proyecto Estratégico en DOTM	3	3	0
Cambiar	Potencial de intercambio modal / media y larga distancia	3	2	1
<b>TOTAL</b>		<b>22</b>	<b>19</b>	<b>17</b>

Fuente: Elaboración propia

## 2.2. En Propuesta DOTS – Portal del Norte

### 2.2.1. Matriz DOFA

En las siguientes tablas se presenta el análisis realizado para el proyecto DOT

**TABLA 7. ASPECTOS INTERNOS**

DEBILIDADES	FORTALEZAS
Actualmente se tiene una alta concentración de servicios en Bucaramanga, lo cual limita el desarrollo de los demás municipios del AMB, impidiendo la ejecución del Modelo Territorial descentralizado.	Cada municipio posee sus propias potencialidades y expectativas de desarrollo que deben ser fortalecidas y consolidadas a través de conexiones e integración metropolitana.
Las secciones transversales consideradas en los instrumentos de planeación privilegian a tránsito motorizado y no a los modos sostenibles.	20 Km de cicloinfraestructura recientemente implementados.
Parte de la malla vial no es adecuada para la circulación de vehículos de carga, ya que la geometría limita sus maniobras.	Existencia del operador del Sistema Público de Bicicletas (CLOBI)
Los carriles que privilegien la circulación del transporte público sólo están considerados en el costado central de la sección transversal, limitando a buses de puerta izquierda y sólo a ciertos corredores. Se puede explorar opciones de carriles preferenciales.	Existe la oficina de la bicicleta y políticas que fomentan el uso de este medio dentro de los modos de transporte. Sus estrategias para fomentar la movilidad activa están dirigidas a diferentes grupos poblacionales, mujeres, población mayor, población infante, conductores y conductoras particulares y de servicio público.
No se cuenta con una ciclorred adecuada, continúa, segura y cómoda. Se debe alinear instrumentos de planeación como la Estrategia de la Bicicleta con el PMM del AMB.	En todos los instrumentos de planificación se tiene pensado la integración del transporte público, la movilidad activa y el peatón como eje central.
Aumento y proliferación de modos informales	Existen proyectos de urbanismo táctico que fomentan la participación ciudadana.
Ausencia de infraestructura asociada al transporte público (Terminales, puntos despacho, paraderos, etc.)	Las diferentes entidades encargadas de la movilidad tienen varios programas de seguridad vial y fortalezas en el tema, en cuanto a campañas de comunicación.
Baja calidad del transporte público colectivo (TPC)	
Deficiencia en la cobertura del sistema masivo	
Existencia de barreras arquitectónicas en la construcción urbana, las personas con discapacidad tienen vulnerados sus derechos de accesibilidad a las calles, a los espacios públicos en general, restringiendo con ello su autonomía y su derecho a desplazarse contando con las condiciones o adaptaciones necesarias. La infraestructura peatonal no facilita la accesibilidad para las personas con movilidad reducida: anchos de andenes adecuados, continuidad en la infraestructura, rampas, entre otros aspectos.	
La informalidad y la falta de rutas oficiales para el transporte rural constituye un escenario inseguro que impacta la autonomía de las mujeres en el ejercicio de su movilidad cotidiana.	
No es suficiente el esfuerzo de Metrolínea en el desarrollo de acciones tendientes a mejorar la accesibilidad, han implementado estrategias alternas como horarios y rutas específicas para personas con discapacidad y solo hasta 2023 las empresas de transporte público del área metropolitana deben cumplir un mínimo del 80% de flota accesible. Lo que hace que el sistema de transporte público de pasajeros este fragmentado en cuanto a la accesibilidad.	

DEBILIDADES	FORTALEZAS
La aplicación del urbanismo táctico, en algunos casos ha sido impactada por el deterioro y se hace evidente la falta de mantenimiento a esas iniciativas.	

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 8. ASPECTOS EXTERNOS**

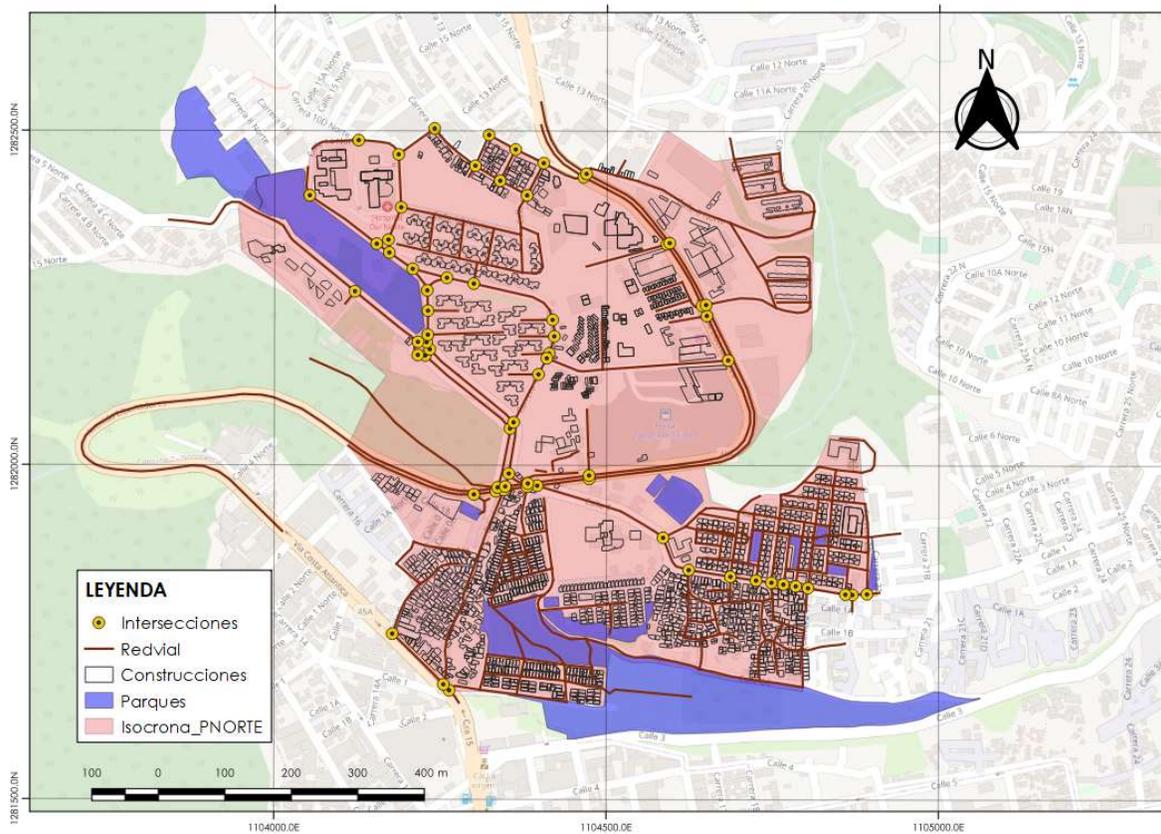
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Se tiene el potencial para promover el Desarrollo Orientado al Transporte que propenda por reducir viajes y su longitud, motive el uso de modos sostenibles y tome ventaja de zonas de potencial desarrollo.	Restricciones de POTs de municipios, especialmente de Bucaramanga, respecto a las secciones transversales en vías arteriales muy enfocadas a flujo vehicular.
Existe el potencial para el desarrollo de "Calles Completas", donde la sección transversal incorpore claramente a todos los actores con espacios protegidos para garantizar su seguridad.	Aumento del parque automotor de modos privados
Las franjas de amoblamiento urbano a lo largo de los corredores viales son espacios con gran potencial para zonas de encuentro y reverdecimiento de la ciudad.	Aumento plataformas de transporte (UBER, CABIFY)
Oportunidad de sanear y hacer reingeniería del Sistema Masivo.	Motorización en aumento, en especial de motocicletas
Reglamentación, verificación y control de cargue y descargue sobre vía pública.	Uso de transporte informal por los ciudadanos en algunas zonas de la ciudad
Integración del transporte público colectivo en todas las demás modalidades.	
Oportunidad de organizar zonas de carga en áreas con usos comerciales.	
Fomento de los medios sostenibles y alternativos en la movilidad.	
Formulación y articulación de los sistemas de estacionamientos en el área.	
Los recientes estudios de planificación de la movilidad realizados en Bucaramanga y en el AMB, en especial los que tienen que ver con movilidad activa (estrategia de la bicicleta 2020-2031- Género y Movilidad Activa, entre otros) proponen líneas estratégicas, componentes y acciones que tiene que ver con la movilidad con perspectiva de género) que se pueden articular con la actualización o se pueden integrar o servir de base para integrarlos al PMMM	

Fuente: Elaboración propia

## 2.2.2. Información de campo específico en la zona del portal Norte

A partir de la definición del área establecida para el piloto DOTS (previamente acordada con las entidades a partir de los espacios de socialización), se realizó un cruce con las capas de construcciones, red vial y se generó una capa de intersecciones que facilitaría la realización del trabajo en campo. Estas capas se pueden apreciar en la siguiente figura.

**FIGURA 27. ÁREA INFLUENCIA PROYECTO**



Fuente: Elaboración propia

Para el levantamiento de información se establecieron una serie de atributos que mediante el identificador dado al segmento vial, intersección o a la construcción permitía más adelante relacionar y cargar la información de manera sencilla en los archivos geográficos previamente construidos y utilizados.

En la siguiente tabla se pueden apreciar estos atributos.

**TABLA 9. ATRIBUTOS ESTABLECIDOS**

CATEGORÍA	ATRIBUTO
<b>Senderos Peatonales</b>	Existencia Andén
	Ancho Franja circulación peatonal
	Continuidad
	Accesibilidad (Rampa)
<b>Accesibilidad Paraderos</b>	Superficie
	Conexión accesible (Franjas podo táctiles)
	Estado
	Señalización
<b>Contexto Urbano</b>	Módulo techo
	Usos en primer piso
	Presencia Antejardín

CATEGORÍA	ATRIBUTO
	Número de pisos
	Lugares percepción inseguridad "ciudadana y vial"
<b>Cicloparqueaderos</b>	Cicloparqueaderos
<b>Cruces seguros</b>	Cruces señalizados
	Puentes peatonales
	Concentración cruces peatonales a riesgo (Líneas deseo)
<b>Corredor bici</b>	Existencia
<b>Identificación Rutas</b>	Código Ruta
	Tipología vehicular
<b>Estacionamiento</b>	Localización
	Tipología vehicular
	Costado
<b>Centros Atractores</b>	Colegios/Centros Salud/iglesias/Parques

*Fuente: Elaboración propia*

Para el registro de la información en campo se elaboraron 4 formularios diferenciados en segmento vehicular, peatonal, intersección o construcción para que cada cuadrilla pudiera ir diligenciando de manera sencilla y ágil, como se mencionó anteriormente se estableció un ID que permitió la relación y la carga de la información a los archivos geográficos, en la siguiente figura se pueden apreciar uno de estos formatos

**FIGURA 28. FORMATO CAMPO**

CONSULTORÍA PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO METROPOLITANO DE MOVILIDAD (PMMM) DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA					
Levantamiento Infraestructura Segmento Vehicular					
TIPO	SEGMENTO VEHICULAR		CODIGO FOTO	CENTROS ATRACTORES	
SEGMENTO	CODIGO ID		FOTO GEORREFERENCIADA	CODIGO ID	
	NODO INICIO			TIPO	Contrucciones/Equipamentos/Parque
CALZADA	NODO FINAL			USO PRIMER PISO	Definir
	SENTIDO	Bi-direccional/ Uni direccional		# PISOS	
	# CARRILES			TIPO A ACCESO	Vehicular/Peatonal
	SUPERFICIE			FOTOGRAFÍA	
ANDÉN	ESTADO			OBSERVACIÓN	
	PRESENCIA	No Si		CODIGO ID	
	CONTINUIDAD	No Si		TIPO	Contrucciones/Equipamentos/Parque
	ESTADO			USO PRIMER PISO	Definir
SEPARADOR	ANCHO EFECTIVO (METROS)			# PISOS	
	TIPO	Rigido/Verde		TIPO A ACCESO	Vehicular/Peatonal
ESTACIONAMIENTO	ANCHO (RANGO)	<1,5m >=1,5m		FOTOGRAFÍA	
	COSTADO 1	Derecho /Izquierdo		OBSERVACIÓN	
	CLASE	Via/Antejardín/Bahía		CODIGO ID	
	TIPO VEHICULO	Liviano/Mixto/Camión/Bus		TIPO	Contrucciones/Equipamentos/Parque
	COSTADO 2	Via/Antejardín/Bahía		USO PRIMER PISO	Definir
	TIPO VEHICULO	Liviano/Mixto/Camión/Bus		# PISOS	
CRUCE PEATONAL	TIPO	Señalizado/Riesgo/Puente	FOTO GEORREFERENCIADA	TIPO A ACCESO	Vehicular/Peatonal
	TIPO	Señalizado/Riesgo/Puente		FOTOGRAFÍA	
	TIPO	Señalizado/Riesgo/Puente		OBSERVACIÓN	
	TIPO	Señalizado/Riesgo/Puente		CODIGO ID	
	TIPO	Señalizado/Riesgo/Puente		TIPO	Contrucciones/Equipamentos/Parque
	TIPO	Señalizado/Riesgo/Puente		USO PRIMER PISO	Definir
CICLOPARQUEADERO	TIPO	Si/No	FOTO GEORREFERENCIADA	# PISOS	
	SEÑAL VERTICAL	Presencia Estado		TIPO A ACCESO	Vehicular/Peatonal
PARADERO	DEMARCADADO			FOTOGRAFÍA	
	CASETA			OBSERVACIÓN	
	FRANJAS PODOCTATILES			CODIGO ID	
				TIPO	Contrucciones/Equipamentos/Parque
RUTAS TRANSPORTE PUBLICO				USO PRIMER PISO	Definir
	CODIGO	Tipo vehiculo		# PISOS	
	CODIGO	Tipo vehiculo		TIPO A ACCESO	Vehicular/Peatonal
	CODIGO	Tipo vehiculo		FOTOGRAFÍA	
OBSERVACIONES:					
Firma del Afordador:				Fecha:	
Nombre del Afordador:					

Fuente: Elaboración propia

Estos formatos fueron de vital importancia para la recolección de información y posterior carga, las cuadrillas se movilizaron por las diferentes zonas del área de influencia recolectando la mayor información posible (en algunos casos por motivos de seguridad solamente se podía emplear los formatos impresos); adicionalmente para ciertos tramos, puntos e intersecciones que habían sido identificadas durante las visitas anteriores a la ciudad se tomaron fotos que fueron georreferenciadas y cargadas en un archivo geográfico para facilitar la consulta del usuario, en la siguiente figura se presentan algunas de estas fotografías.

**FIGURA 29. FOTOGRAFÍAS GEORREFERENCIADAS**



*Fuente: Elaboración propia*

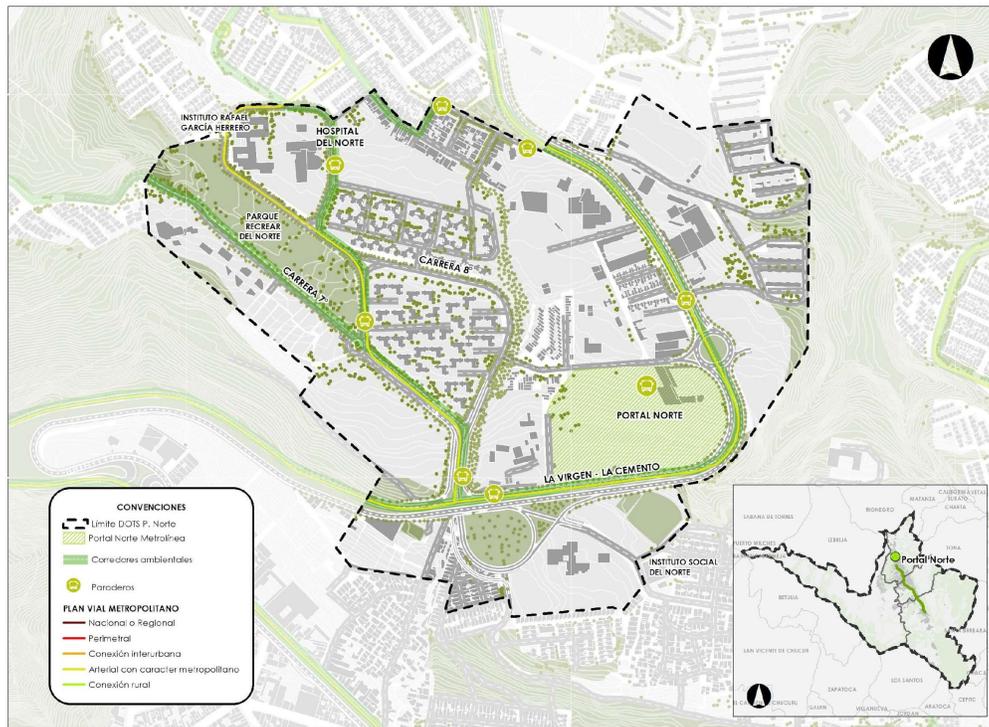
### 2.2.3. Identificación de las intervenciones que deberán implementarse para desarrollar el proyecto y satisfacer los principios DOTS

A continuación, se presentan los proyectos que se proponen en diferentes instrumentos de planeación y que se reflejan en el PMMM del Área Metropolitana de Bucaramanga. La descripción de cada proyecto se realiza en el marco de la aplicación de los principios de Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible – DOTS en torno al gran complejo de transporte del portal norte.

#### 2.2.3.1. Conectividad y red vial

La propuesta de red vial dentro del Plan Vial Metropolitano considera 1.7 km de arteriales con carácter metropolitano sumado a más de 2 km de corredores ambientales. A continuación, se presenta dicha red dentro de la isócrona del portal norte:

**FIGURA 30. PROYECTOS VIALES DENTRO DE LA ISOCRONA DEL PORTAL NORTE**



*Fuente: Elaboración propia*

Dentro de los proyectos definidos en el plan maestro de movilidad en la isócrona del portal norte se tiene la intervención de la vía La Virgen – Cemento. Este corredor ya cuenta con diseños definitivos y se ha adelantado su fase de contratación, por lo cual las propuestas que se presentarán parten de este avance y se complementarán con propuestas principalmente en brindar conectividad en ambos costados de este corredor y así evitar que se convierta en una barrera urbana.

Tal y como se presenta a continuación, la transformación de este corredor considera pasar de una calzada bidireccional a dos calzadas con dos carriles por sentido junto con andenes en ambos costados. Dicho avance conlleva a que en el corto plazo se implemente su ampliación de sección transversal reforzando su carácter de eje estructurante dentro del área de análisis. Las propuestas que se mencionan a continuación buscan crear conexiones entre ambos costados del corredor principalmente para los modos activos y así evitar que se convierta en una barrera urbana, lo que sugiere que se realicen cambios específicos en el diseño avanzado.

**FIGURA 31. DISEÑO RECIBIDO DEL TRAZADO DEL CORREDOR LA VIRGEN – CEMENTO**



*Fuente: Elaboración propia a partir de información secundaria recibida de la AMB.*

Las siguientes son las modificaciones más relevantes que se requieren realizar al diseño de ampliación del corredor a doble calzada:

- a) **Intersección con la carrera 10:** En esta el diseño inicial contempla una intersección a desnivel tipo trompeta, donde la cra 10 pasa sobre el corredor Virgen-Cemento. Adicionalmente brinda conexión al suroriente hacia la comuna 2. Aunque el diseño inicial considera la solución para los flujos vehiculares, no se observa cruces peatonales seguros y cómodos en este punto, el cual es relevante para conectar las comunas 1 (al norte) y 2 (al sur). Es por lo anterior que se requiere en esta intersección un cruce peatonal y de ciclistas armonizado con el diseño general de la intersección y la topografía de la zona.
- b) **Intersección con la calle 5 Norte:** En este punto se tiene contemplado una glorieta que soluciona todos los movimientos vehiculares. Esta solución tiene que asumir a su vez la entrada y salida de los buses del complejo de integración modal / portal norte. Adicionalmente, sólo se observa un cruce peatonal a nivel a riesgo al norte de la glorieta, la cual se recomienda mejorar sus condiciones para que brinde prioridad para los modos activos. En conclusión, se debe brindar cruce peatonal en todos los ramales de la glorieta para el peatón y ciclista, en especial considerando el potencial

de atracción de usuarios del futuro complejo de transporte. En este punto se debe implementar el proyecto P7. Entornos seguros del PMMM de la ciudad.

- c) **Paso peatonal propuesto entre las intersecciones a y b:** Debido a que las intersecciones mencionadas previamente están separadas en 300 m, se propone el paso peatonal elevado desde el complejo de transporte, en especial de la futura estación de cable hacia el suroriente del corredor con el fin de conectar con la comuna 2. Lo anterior es posible realizarlo tomando ventaja de las diferencias altimétricas en este punto en ambos costados del corredor.
- d) **Intersección con la carrera 18 a:** en este punto, el diseño inicial propone un acceso regulado de la cra 18 a con pare, no obstante, no se observa un cruce seguro peatonal en este punto, intersección de conexión entre ambos costados del corredor. Es importante resaltar que la separación entre cruces peatonales demarcados en el diseño es de más de 450 m, lo cual se requiere recortar a máximo 150 m.

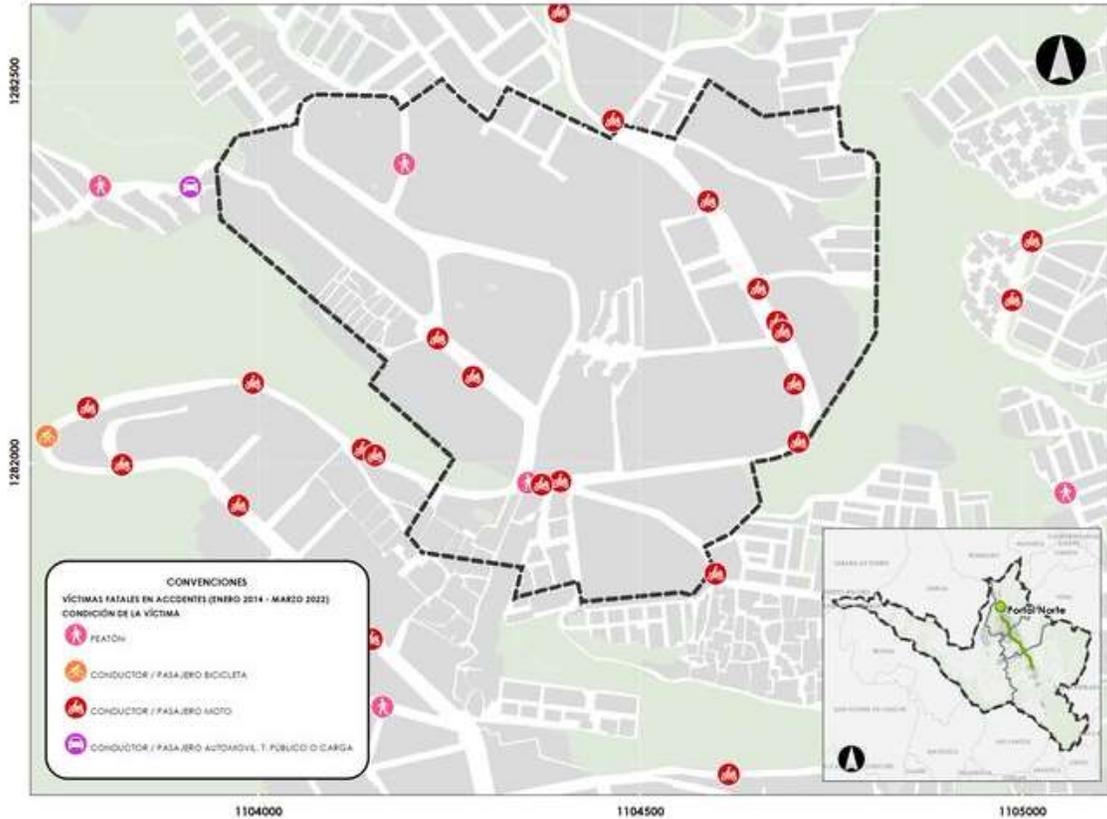
### 2.2.3.2. Seguridad Vial y Entornos Seguros

Partiendo del histórico de siniestralidad, así como analizando las jerarquías viales y la ubicación de actividades críticas para la movilidad de los más vulnerables a continuación se proponen acciones adicionales a las mencionadas en el capítulo de infraestructura, para mitigar los riesgos y pacificar las vías para la seguridad de todos los usuarios.

#### - **Diagnóstico detallado de siniestralidad**

13 personas han perdido la vida entre 2014 y 2022 en siniestros de tránsito que se hubieran podido evitar, en el área de influencia caminable de 15 minutos del portal del Norte. El usuario que más fallece en siniestros viales en esta área de influencia es el motociclista y su acompañante, con 11 muertes seguido del peatón con 2, tal y como se puede apreciar en la Figura 32.

**FIGURA 32. MORTALIDAD EN SINIESTROS VIALES EN ISOCRONA PORTAL NORTE  
ACCIDENTES FATALES PORTAL NORTE METROLÍNEA 2014 - 2022**



Fuente: Elaborado a partir de información de fatalidades por siniestralidad vial de Tránsito Bucaramanga en el periodo 2014-2021

**- Principales hallazgos**

Como se mencionó con antelación, el corredor más crítico de siniestralidad en el área de influencia del Portal Norte es la vía La virgen - Cemento a lo largo de la que se pueden apreciar dos lugares de concentración de siniestros con consecuencias fatales.

El primero está ubicado a la altura de la confluencia de las calles 1 y 1C (peatonal), y las carreras 10 y 16C, en donde se presentan diferentes líneas de deseo que se resuelven a riesgo en un amplio espacio de interacción.

Dichas interacciones entre usuarios viales se dan en condiciones de riesgo: altas velocidades, pendiente pronunciada, baja visibilidad, nula infraestructura para modos no motorizados, sin accesibilidad y alta exposición para los usuarios más vulnerables (peatones, bicusuarios y motociclistas), particularmente por las interacciones de diferencias de masas (con buses y vehículos de carga).

	<p>Conexión de la comuna 1 a través de la carrera 10 con la Av. Libertador hacia y desde Bucaramanga (izquierda)</p> <p>Calle 1C, conexión acceso peatonal a la comuna 2 (derecha)</p>
	<p>Conexión de la comuna 1 a través de la carrera 10 con la Av. Libertador hacia y desde el norte (izquierda)</p>
	<p>Carrera 16C, conexión del Barrio Mercedes, comuna 2 al sur con Av Libertadores (derecha)</p> <p>Conexión de la comuna 1 al sur oriente a través de la calle 1 con la Av. Libertador hacia y desde el norte (izquierda)</p>
	<p>Única conexión peatonal "segura" elevada, que sin embargo no es inaccesible para las personas con discapacidad física y que salva una distancia transversal muy corta, en un sector inseguro en términos ciudadanos, lo que desmotiva su uso.</p>

- El segundo lugar corresponde al tramo que va desde la curva que rodea el Portal Norte hasta la altura la calle 6 norte, que conecta el acceso vehicular del equipamiento de transporte en mención y de la comuna 1 al noroccidente y al oriente de dicho equipamiento de transporte. En general se observa un descenso señalado como peligroso, seguido de una curva cerrada también en pendiente, con accesos sin carriles de aceleración y desaceleración y con una alta probabilidad

de interacciones por las actividades comerciales, residenciales y de transporte de carga que se dan metros al norte.



Avenida Libertador vista hacia el norte, limitando con el predio del Portal, se aprecia un descenso que precede curva peligrosa con escasa visibilidad y sin iluminación nocturna.



Avenida Libertador hacia el sur, acceso vehicular a la altura de la carrera 5 al Patio y al Portal del Norte y a la comuna 1



Avenida Libertador hacia el norte, accesos vehiculares y peatonales a la altura de la carrera 6 hacia las zonas residenciales de la comuna 1 a ambos costados

También se observan muertes y personas lesionadas en siniestros viales, al interior del polígono en análisis, principalmente en el corredor de movilidad de la carrera 7 que conecta en doble calzada la zona residencial de la Comuna 1 con la carrera 10 y la Avenida Libertadores, así como en las vías alrededor del Hospital Local del Norte.

En general ninguno de estos corredores, contemplan infraestructura para los modos no motorizados a excepción de las vías alrededor del hospital que cuenta con andenes (no accesibles del todo). El único puente peatonal existente salva una distancia muy corta y no es accesible.

- **Propuesta:**

**a) Auditorías de Seguridad Vial del diseño de ampliación de la Avenida La Virgen - Cemento**

Los siniestros que apagaron la vida de tantas personas en el área de influencia del Portal Norte se hubieran podido evitar, en gran parte con un mejor diseño de infraestructura que motive e influencie implícitamente a los usuarios de las vías a tomar buenas decisiones en sus recorridos (ej.: cruzar por pasos seguros, cómodos, accesibles, atractivos, iluminados o reducir la velocidad), que los proteja de riesgos innecesarios (curvas peligrosas y con escasa visibilidad, baja iluminación, intersecciones y áreas de interacción amplias y confusas) o en el caso de que los usuarios cometan un error (impericia en la conducción, exceso de confianza, exceso de velocidad).

En ese sentido, el diseño del corredor La Virgen - Cemento, debe ser auditado a través de la comprensión de las realidades no solo vehiculares sino las de otros actores que también usan y usarán la infraestructura ampliada, especialmente de los peatones, ciclistas y motociclistas.

A continuación, se señalan algunos de los aspectos mínimos que se deben integrar a la ejecución de dicha auditoría, con el fin de incorporar criterios de seguridad vial:

- La nueva intersección con la carrera 10 debe considerar una solución accesible, cómoda y atractiva para los flujos no motorizados. A pesar de ser un lugar evidentemente relevante para conectar las comunas 1 (al norte) y 2 (al sur), actualmente el diseño no contempla cruces peatonales en este punto. Es preciso entonces, adelantar los análisis y complementos al diseño tal que se complemente integralmente la solución con base las necesidades de movilidad de las comunidades locales en las diversas modalidades mediante las que se desplazan.

- La curva en pendiente que colinda con el predio del Portal Norte debe mejorar su geometría, así como los dispositivos de regulación de velocidad. Se recomienda analizar la incorporación de señalización alertadora (no solo mensajes planos de curva peligrosa), sino señalización integral, que puede incluir por ejemplo panel-radar pedagógico de velocidad, bandas en agregado u otros dispositivos que produzcan vibración o la sensación óptica de necesidad de reducción de velocidad.

En caso de que restricciones espaciales restrinjan el diseño de dicha curva, es preciso analizar la pertinencia de incluir sistemas de contención vehicular que tengan énfasis en la presencia de vehículos de carga y de motocicletas.

En este punto también es estratégico incorporar un paso peatonal desde la comuna 2 que rompa la barrera urbana que representa La Virgen - Cemento, mejorando la atraktividad de desarrollar viajes no motorizados desde y hacia el equipamiento de transporte y en general entre las dos comunas.

- En la intersección con la calle 5 Norte, nuevamente, aunque se tiene contemplada una glorieta que soluciona todos los movimientos vehiculares, sólo se observa un cruce peatonal a nivel a riesgo al norte de la glorieta, para la cual se recomienda el mejoramiento de su diseño, en materia de dispositivos complementarios que alerten de la presencia de peatones tanto en horario diurno como nocturno, que reduzcan las velocidades vehiculares y brinden prioridad para los modos activos.

Esta solución tiene que asumir a su vez la entrada y salida de los buses del complejo de integración modal / portal norte por lo que el análisis de esta función desde el punto no solo operacional sino de seguridad vial es indispensable en el marco de la auditoría.

- A la altura de las calles 6 Norte hasta la 18 se desconoce la dinámica de intercambio de movimientos y se eliminan las intersecciones de facto existentes actualmente. La eliminación de intersecciones de facto no es en sí mismo un problema; la deficiencia radica en que no se provee o no es claro donde se solucionan dichos movimientos.

Aunque se mantiene el acceso de la carrera 18 a la Vía la Virgen - Cemento este no contempla carril de aceleración, lo cual en sí mismo comporta un riesgo de siniestralidad por diferencias de velocidades y baja visibilidad de incorporación. Tampoco se contemplan cruces peatonales desde la glorieta hacia el norte a pesar de que actualmente se identifican varios lugares que son puntos de interconexión recurrente entre ambos costados del corredor.

Por lo anterior cual es necesario incorporar en el diseño una solución a las necesidades y problemáticas planeadas tanto para los flujos motorizados como para los no motorizados.

En general, es importante resaltar que la separación entre cruces peatonales demarcados en este diseño es de más de 450 m, lo cual no es una distancia apropiada que responda a las necesidades de cruce existentes, lo cual ocasionará múltiples permanentes cruces a riesgo de peatones a lo largo del corredor, particularmente desde la calle 5 Norte hacia el norte.

Es preciso asegurar el análisis de necesidades de pasos seguros que se dan actualmente e incorporar soluciones viables para la caminata y el cruce seguro entre los dos costados, particularmente entre la calle 5 Norte y la carrera 18.

Aunque el diseño de este corredor se encuentre en fase avanzada, en el siguiente numeral (modos activos) se aportarán más argumentos a tener en cuenta para incluir puntos de cruce seguros para modos activos, que responden a las dinámicas de movilidad y la conectividad que se requiere para un DOTS y romper barreras urbanas, como lo pueden ser este tipo de corredores.

#### - **Zonas escolares seguras y zonas 30**

Mejorar la seguridad vial desde el enfoque de prevención es esencial para cumplir uno de sus principios fundamentales del Plan Maestro de Movilidad: La Visión Cero. Sin embargo, esto contribuye no solo el fin último de la Visión Cero: Evitar la pérdida de vidas, las discapacidades y las lesiones graves en siniestros viales, sino que también incentiva la caminata, el uso de la bicicleta y el uso del transporte público al proveer espacios más cómodos y amables en los que la prioridad la tienen estos modos de transporte. Lo anterior promueve el círculo virtuoso de movilidad sostenible.

Por lo anterior esta segunda propuesta complementa a la anterior, abordando esta vez las acciones que en infraestructura que son precisos en red vial interna del área de influencia del DOTS del Portal Norte de Metrolínea, enfocadas en pacificar las vías y reducir la velocidad, para mitigar el principal factor de riesgo que incide en la ocurrencia y gravedad de siniestros viales.

Para ello se propone que en articulación y como primer piloto del Programa de Gestión de la Velocidad Metropolitana y del Bucaramanga, se analicen a detalle los corredores viales al interior del polígono de análisis y se implementen las zonas escolares y zonas 30 según los lineamientos provistos en la descripción estos proyectos del PMMM.

A continuación, en la Figura 33 se puede apreciar la ubicación de equipamientos atractores de viajes no motorizados dentro de los que se encuentran el Portal Norte de Metrolínea en donde también se prevé la integración del cable, el Hospital del Norte, el Instituto Rafael García Herrera, el Instituto Social del Norte y el Parque Recrear del Norte.

Al analizar el área de influencia directa (Figura 33), que corresponde a distancias caminables de 5 minutos, se identifican que estas cubren zonas residenciales desde donde podrían generarse dichos viajes, que naturalmente pueden o podrían darse mayoritariamente a pie o en bicicleta y con la opción de conectarse al sistema de transporte público.

Se propone entonces adelantar los análisis y diseños de señalización y otros dispositivos de regulación y control del tránsito, así como de otros elementos complementarios de infraestructura y/o de urbanismo táctico, con el fin de:

1. Implementar zonas escolares seguras alrededor de los colegios en mención y zonas 30 en todas las vías locales del área de influencia de dichos equipamientos, con especial énfasis en el Hospital y en las vías locales que conectan el Portal del Norte.
2. Establecer en los corredores de conectividad de la comuna norte, es decir, las carreras 10, 8, y 15 como como límite de velocidad 50 km/h (o menos de acuerdo con el análisis de seguridad vial del Programa de Gestión de Velocidad)

3. Establecer en forma redundante pasos peatonales efectivos para el cruce seguro de las vías por parte de los modos no motorizados, especialmente de los niños, adultos mayores y personas con movilidad reducida. Estos pasos deben contemplar la gestión real de la velocidad que se establezca en cada vía, así como la estrategia de control-sanción en caso de desacato.

**FIGURA 33. EQUIPAMIENTOS ATRACTORES DE VIAJES EN EL DOTS DEL PORTAL DEL NORTE**



Fuente: Elaboración propia

### 2.2.3.3. Modos activos

Una de las estrategias fundamentales para la consolidación de un DOTS es la consolidación de una red adecuada para modos activos que conecte los servicios de transporte con las demás actividades urbanas. Esto implica la ampliación y consolidación de la red peatonal que garantice la accesibilidad a personas en condición de discapacidad, así como la consolidación de la red de ciclocorredores que permitan el tránsito de bicicletas de forma segura.

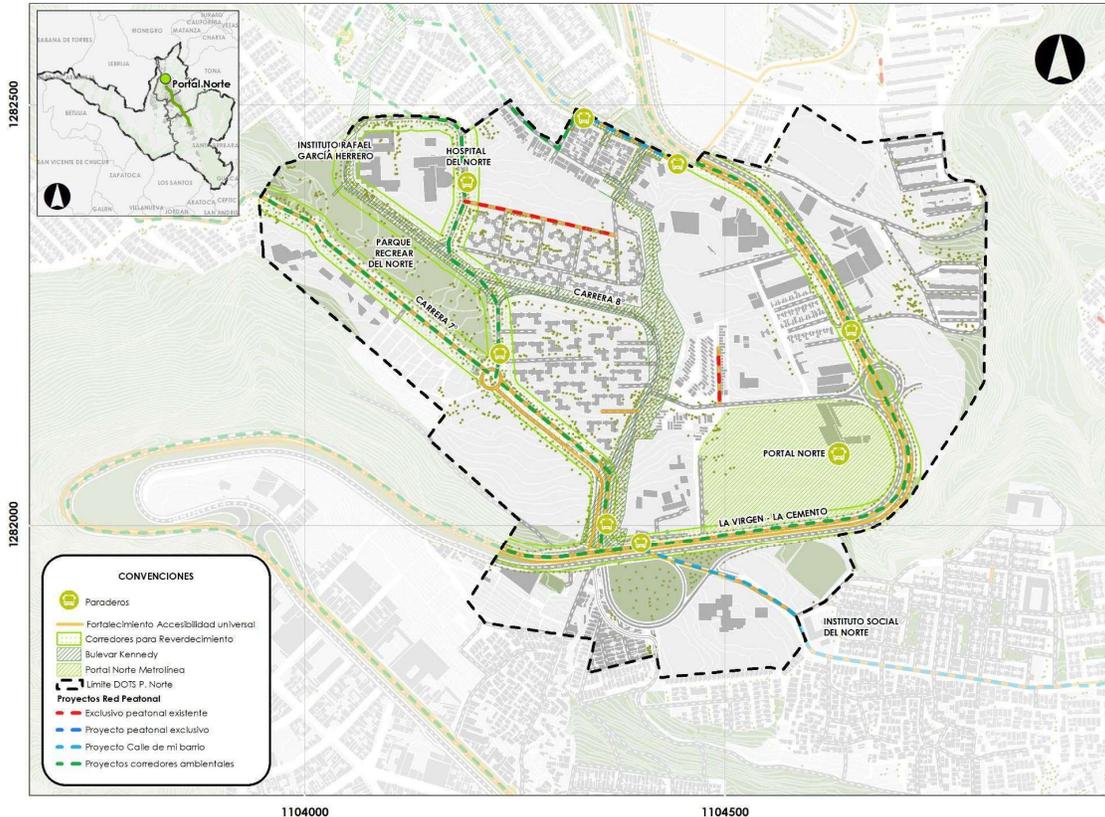
Bajo esta premisa, el DOTS del Portal Norte presenta las siguientes características en relación con la infraestructura para modos activos:

#### Peatonal

El polígono del Portal Norte posee una red articulada de corredores para la circulación peatonal, todos ellos conectando los distintos elementos de infraestructura de transporte

(buses, Metrolínea, cicloparqueaderos, cable, etc.), y a su vez dando acceso a todas las áreas de comercio, servicios, residencial, recreación, entre otras. La Figura 34 presenta la red peatonal en referencia: Red peatonal en el DOTS del Portal del Norte

**FIGURA 34. RED PEATONAL EN EL DOTS DEL PORTAL DEL NORTE**



Fuente: Elaboración propia

El fortalecimiento de la accesibilidad universal es uno de los proyectos que permitirán consolidar la red peatonal. A lo largo de 3.60 km, se realizarán acciones de rehabilitación y reconstrucción que permitan el tránsito continuo y seguro de peatones, independiente de sus capacidades para movilizarse. Estas acciones están priorizadas en los corredores de la Avenida Libertadores, Calle 1, Calle 10N, Calle 12N, y Calle 18A N principalmente.

Por otro lado, parte de la mejora de la experiencia del peatón en entornos urbanos radica en el confort térmico y exposición a elementos naturales. En este sentido, el proyecto de corredores para reverdecimiento plantea la revegetalización de la red vial principal con el fin de mejorar las condiciones de habitabilidad de dicha infraestructura. Al respecto, 2.28 km serán objeto de revegetalización y mantenimiento de áreas verdes en la zona.

El Bulevar Kennedy es un proyecto planteado en el Plan Maestro de Espacio Público de Bucaramanga que garantiza la conexión del polígono en el sentido Norte-Sur, garantizando la conexión con la Avenida Libertadores y por consiguiente con el Portal Norte. Es así como más de 23.000 m<sup>2</sup> de infraestructura peatonal complementarán la red peatonal del polígono en referencia.

Por último, pero no menos importante, dentro del polígono se cuenta con 0.25 km de infraestructura peatonal exclusiva y el proyecto Calles de mi Barrio plantea la consolidación de 0.39 km adicionales.

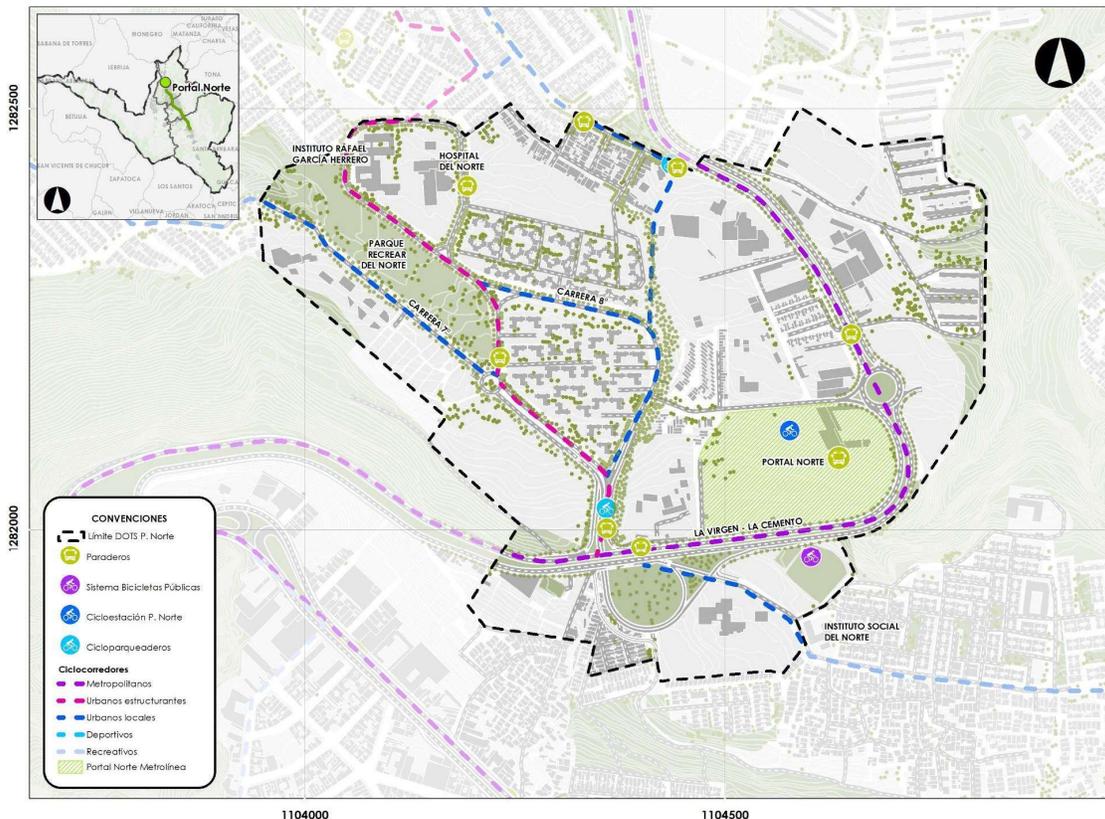
Cabe resaltar que a pesar de que la infraestructura de circulación peatonal tenga condiciones óptimas de circulación, se debe prestar especial atención a las zonas de intersección con malla vial. En las intersecciones, es fundamental priorizar la geometría, los elementos de infraestructura y los tiempos al peatón, para incentivar la caminata como opción para conectarse a lo largo y ancho del DOTS.

### Cicloinfraestructura

La bicicleta se constituye en uno de los modos óptimos para recorrer cortas distancias. Gracias a su velocidad y comodidad, cubrir el área del DOTS a través de esta tomaría alrededor de 10 minutos en condiciones regulares.

La Figura 35 presenta la red de cicloinfraestructura para el DOTS Portal Norte:

**FIGURA 35. RED DE CICLOINFRAESTRUCTURA EN EL DOTS DEL PORTAL DEL NORTE**



Fuente: Elaboración propia

Esta área cuenta con un total de 3.03 km de corredores para bicicleta que conectan la totalidad de las áreas de servicios, residencia, transporte, recreación, etc. Estos corredores se encuentran clasificados en tres categorías a saber: Metropolitanos, Urbanos Estructurantes y Urbanos Locales.

Dicha red se complementa con cicloparqueaderos y cicloestaciones localizadas en puntos estratégicos del polígono, garantizando la intermodalidad del sistema. Adicionalmente, se conecta con una estación del Sistema de Bicicletas Públicas de Bucaramanga.

Al igual que con la infraestructura peatonal, a pesar de que la infraestructura de circulación bicicleta tenga condiciones óptimas de circulación, se debe prestar especial atención a las zonas de intersección con malla vial. En las intersecciones, es fundamental priorizar la geometría, los elementos de infraestructura y los tiempos al ciclista, para incentivar este modo como opción para conectarse a lo largo y ancho del DOTS.

#### 2.2.3.4. Transporte público

Este sector de la ciudad evolucionará en una nueva centralidad en Bucaramanga en parte gracias a la confluencia de los siguientes equipamientos de transporte propuestos en diferentes instrumentos de planeación:

- a) **Portal Norte:** punto de integración de los servicios del sistema de transporte masivo: rutas alimentadoras, troncales y pre-troncales. Este complejo inició operación en el primer trimestre del 2022.
- b) **Patio – taller de Metrolínea:** en esta área se desarrollan las actividades de mantenimiento y estacionamiento de la flota del sistema de transporte masivo. La mayoría de las actividades que se realizan en este complejo ocurren en la noche, lo que le brinda otra dinámica urbana y de movilidad. Este complejo se encuentra en su fase final de construcción y adecuación.
- c) **Estación de cable:** Dentro de los proyectos propuestos en el PMMM se encuentra la línea de cable que confluye y se conectan con el portal Norte. Esta línea de cable tiene dos trazados en particular, El primero se dirige hacia el noroccidente y busca conectar los barrios Café Madrid y Patio Bonito/Los Colorados al norte. El segundo se dirige hacia el nororiente hacia la conexión de la zona de expansión que actualmente se encuentra en estructuración y evaluación.

Ambos proyectos lo que conllevan es a aglomerar una demanda importante en este complejo de transporte y por lo tanto brindarle un potencial para los desarrolladores urbanos.

La localización para esta estación se recomienda lo más cercano posible al portal norte, siendo una infraestructura que debe contar con una altura adecuada para el despegue seguro de las cabinas.

En este sentido, el lote al suroriente del portal con un área mayor a los 4.000 m<sup>2</sup> es sugerido para su localización, el cual puede aprovechar su implantación para facilitar el paso a desnivel sobre la vía La Virgen – Cemento y así conectar directamente la comuna 2.

**FIGURA 36. EJEMPLO DE ESTACIÓN DE MEGACABLE EN PEREIRA INTEGRADO CON TERMINAL DE TRANSPORTE Y CON PASO PEATONAL A DESNIVEL**

Paso peatonal a desnivel tomando ventaja de desarrollo vertical de estación de cable



Fuente: Elaboración propia a partir de Google maps.

- d) **Complejo de integración modal – CIM:** Aunque en teoría, el complejo de integración modal hace referencia a todo el conjunto de infraestructura mencionada previamente, en este punto se resalta las plataformas proyectadas para las rutas de media y larga distancia que provengan desde el norte y realicen intercambio con el sistema de transporte masivo en este portal.

Para el desarrollo de este equipamiento que debe ir integrado peatonalmente con el portal norte, se sugiere el lote al norte de la calle 5 Norte (área de más de 6.000 m<sup>2</sup> de color naranja) el cual es actualmente un estacionamiento con un gran potencial de desarrollo no sólo a nivel para los buses sino también poder explotar verticalmente dicha área.

**FIGURA 37. ÁREAS DE LOS EQUIPAMIENTOS DE TRANSPORTE EN EL COMPLEJO DE INTEGRACIÓN MODAL DEL PORTAL NORTE**



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la anterior imagen, se tendrá una oferta de diferentes servicios y modos de transporte que confluyen en un área de aproximadamente 33.000 m<sup>2</sup>, donde se estiman más de 10.000 pasajeros/día<sup>1</sup> una vez este la operación con los cambios presupuestados en el escenario a corto plazo. Para que se brinde una integración física, tarifaria y operacional, se deben brindar los equipamientos que faciliten pasar de un servicio a otro: venta de tiquetes, zonas de espera y cuidado, baños, punto de información al usuario, señalética e información en tiempo real, entre otros aspectos. A su vez, el diseño de los espacios debe brindar una permeabilidad peatonal desde los diferentes ingresos/salida al gran complejo, lo que permite que este equipamiento deje de ser una barrera para ser un espacio que integra el territorio desde su diseño.

<sup>1</sup> De acuerdo con cifras obtenidas en espacio con jefe de operaciones de Metrolínea

**FIGURA 38. MAPA DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE EN LA ISOCRONA**



Fuente: Elaboración propia

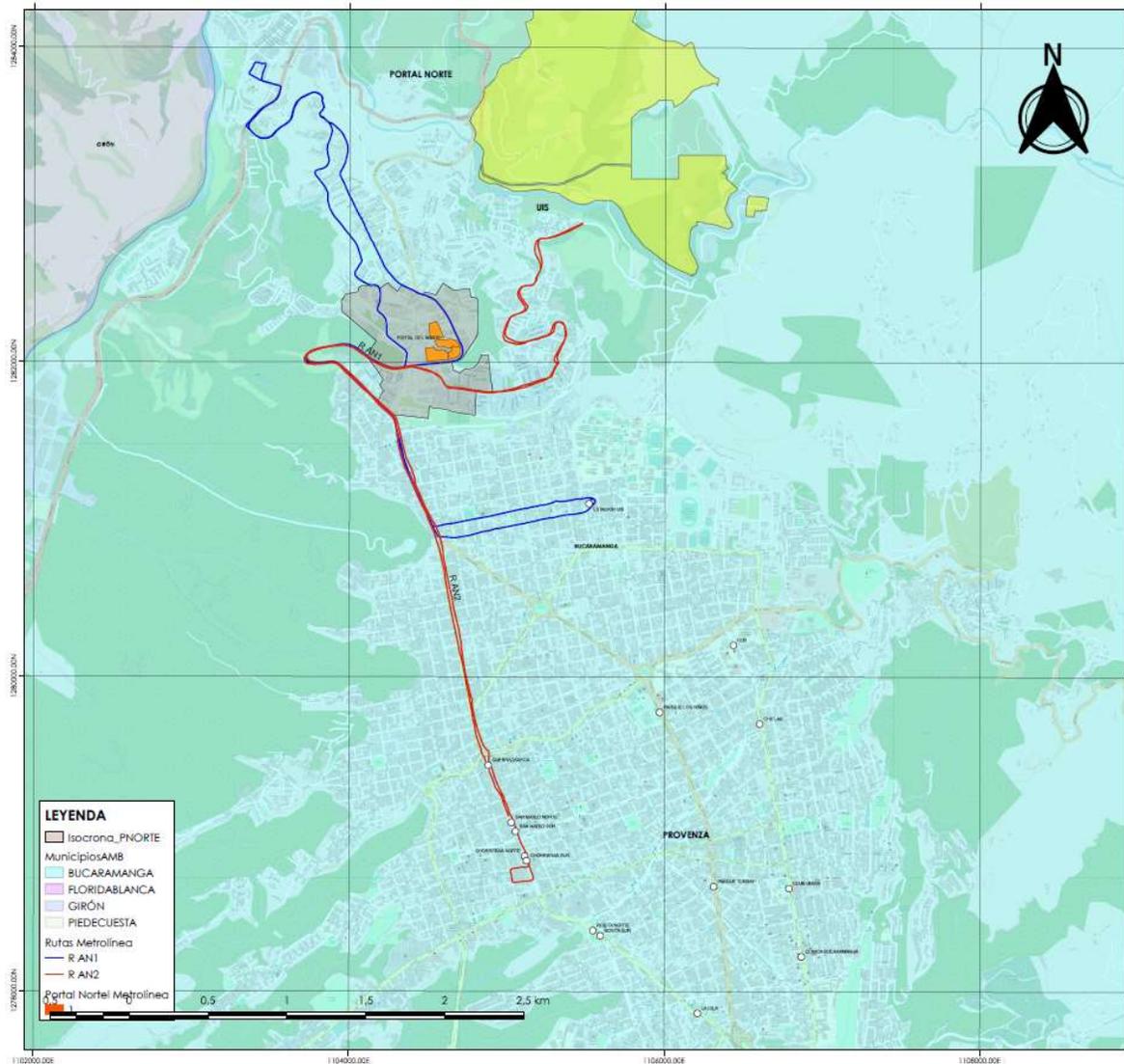
En la actualidad se encuentra en operación dos rutas alimentadoras, la denominada AN1 y AN2 que se aprecian en la Figura 39 y en la Tabla 10.

**TABLA 10. RUTAS ALIMENTADORAS PORTAL NORTE**

RUTA	TIPO	LONG. TOTAL (KM)	PUNTO INICIO	PUNTO FINAL
AN1	Alimentadora	13,7	Estación UIS	Café Madrid
AN2	Alimentadora	14,8	Carrera 15 Calle 34	Barrio Los ángeles

Fuente: Elaboración propia

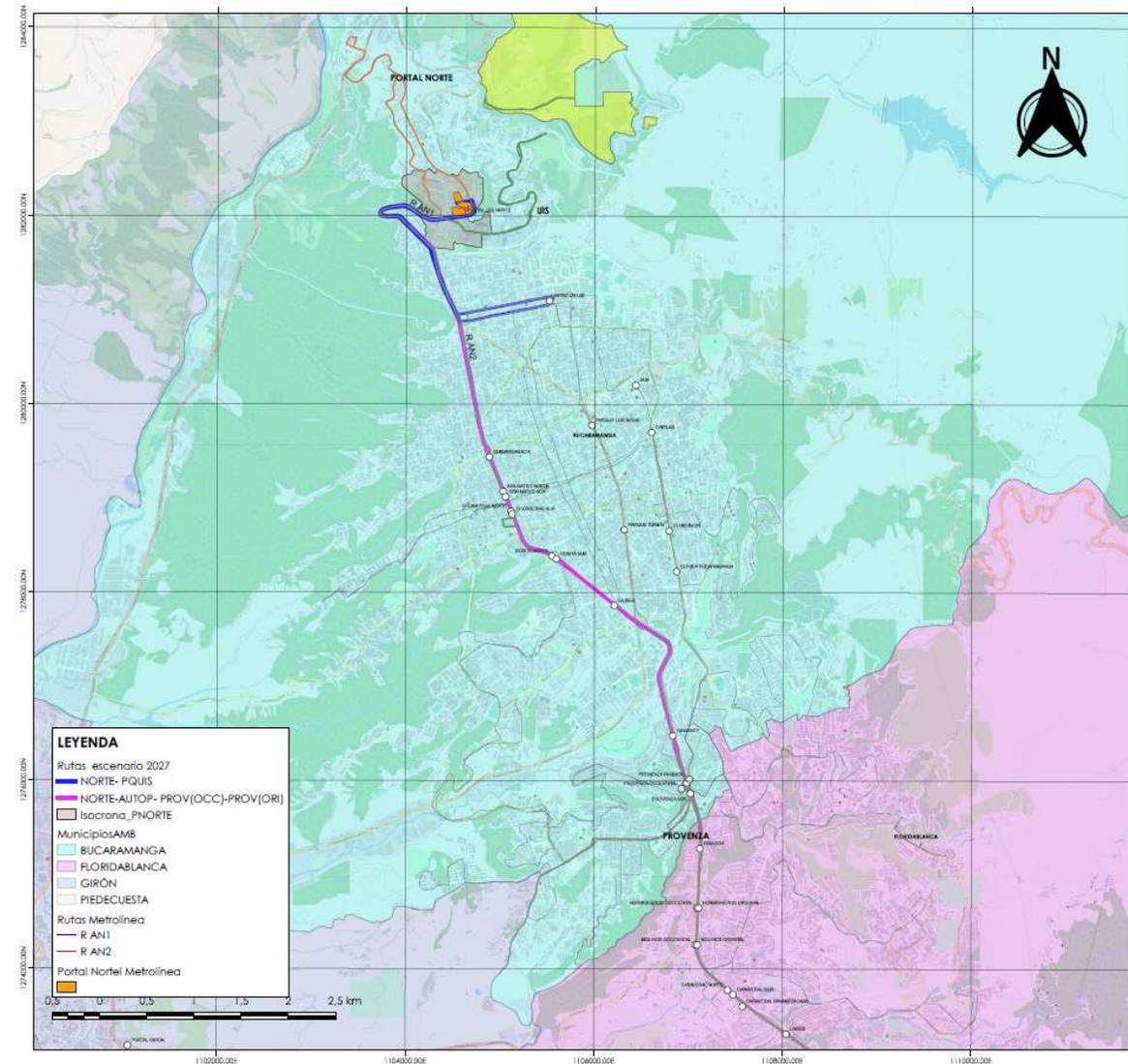
**FIGURA 39. RUTAS OPERACIONALES ACTUALES METREOLÍNEA PORTAL NORTE**



*Fuente: Elaboración propia*

Con base en los ajustes operacionales que se tienen presupuestados en un escenario de corto plazo, se realizará el ajuste de las rutas alimentadoras AN1 y AN2 con recorte de sus recorridos y la implementación de dos rutas troncales que inician su trayecto en el portal, esto permite la optimización operacional y poder tener frecuencias menores, en la Tabla 11 y Figura 40 se presentan los recorridos y las características generales de las rutas.

**FIGURA 40. RUTAS OPERACIONALES METROLÍNEA ESCENARIO CORTO PLAZO 2027**



Fuente: Elaboración propia

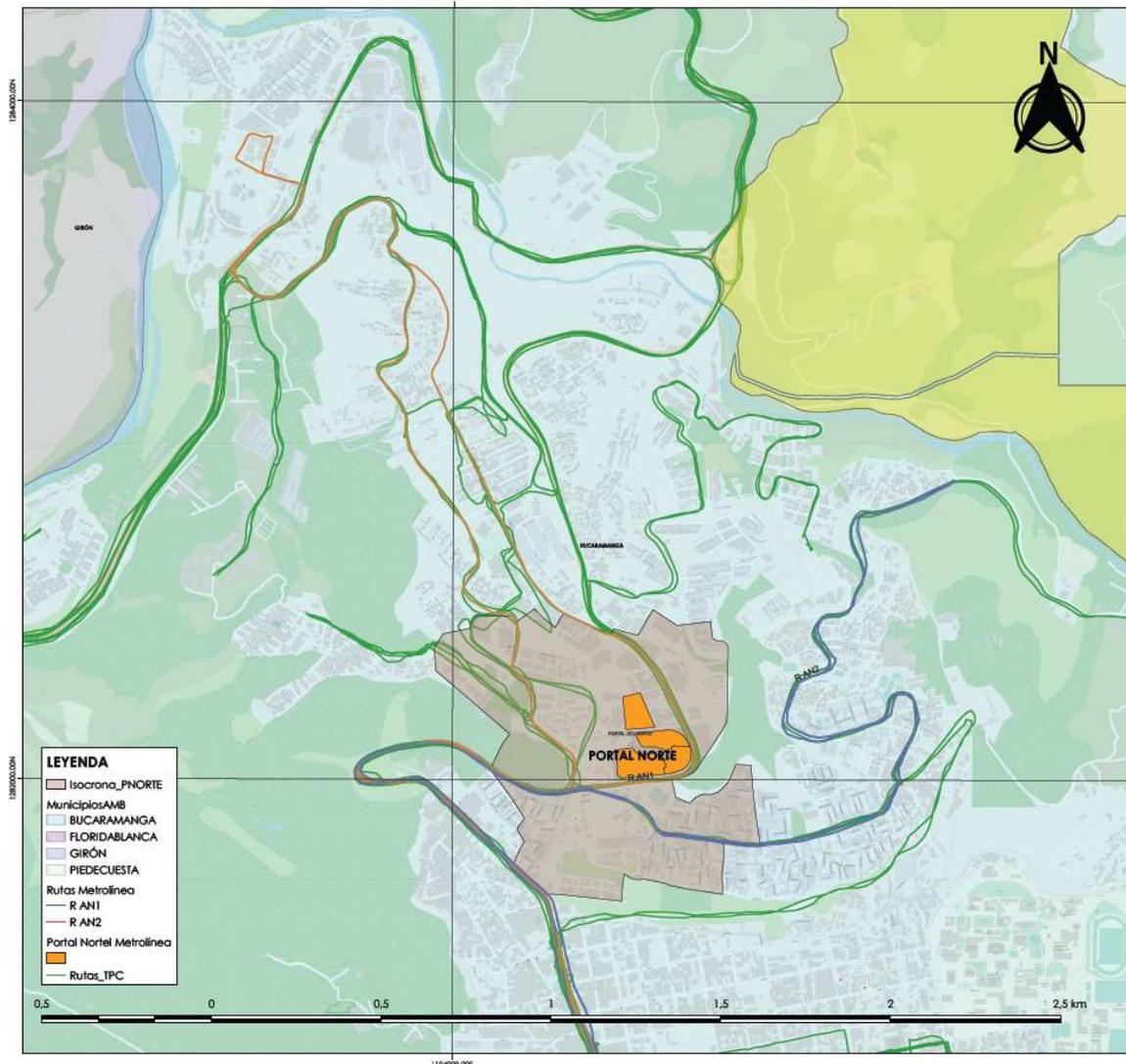
**TABLA 11. AJUSTES OPERACIONALES RUTAS PORTAL NORTE**

RUTA	TIPO	LONG. TOTAL (KM)	PUNTO INICIO	PUNTO FINAL
NORTE-AUTOP- PROV(OCC)-PROV(ORI)	Pretroncal	18,87	Portal Norte	Provenza
NORTE- PQUIS	Pretroncal	7,83	Portal Norte	UIS
AN1	Alimentadora	6,5	Estación UIS	Portal Norte
AN2	Alimentadora	6,6	Carrera 15 Calle 34	Portal norte

Fuente: Elaboración propia

El portal norte es un punto de intercambio modal por lo tanto debe definir puntos de intercambio que permita la conexión directa con todos los modos de transporte, para lo cual se debe realizar la revisión y modificación de rutas del Transporte público colectivo complementario que garanticen una coordinación operativa en la zona de integración modal, en la Figura 41 se aprecia los actuales recorridos y en la Tabla 12 los datos generales de cada una de las rutas que están en circulación por el área de aferencia.

**FIGURA 41. RUTAS OPERACIONALES METROLÍNEA ESCENARIO CORTO PLAZO 2027**



Fuente: Elaboración propia

**TABLA 12. RUTAS TRANSPORTE PUBLICO COLECTIVO AREA DEL PORTAL NORTE**

Código ruta	Empresa	Ruta
R 14	Transcolombia	PUENTE TIERRA - CENTRO - CARRERA 33 - CIUDAD VALENCIA
R 15	Transcolombia	BOSCONIA - LOS ÁNGELES - CHAPINERO - CENTRO - REAL DE MINAS
R 16	Unitransa	HAMACAS - CARRERA 33 - REPOSO
R 17	Transcolombia	CAFÉ - INEM

Código ruta	Empresa	Ruta
R 23	Transcolombia	VILLA ROSA - REAL DE MINAS - ROCÍO
R 24	Transcolombia	COLORADOS - REAL DE MINAS - MUTIS
R 25	Cootrander	BETANIA - REAL DE MINAS – INEM -FOSUNAB

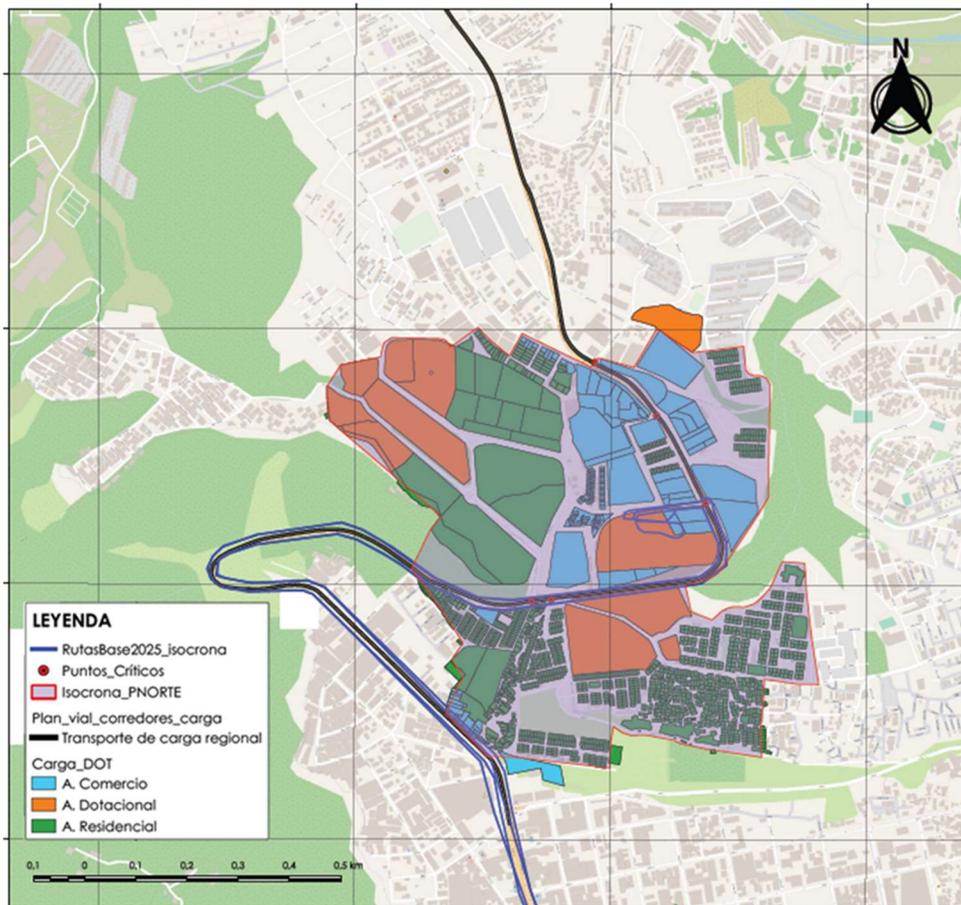
*Fuente: Elaboración propia*

En el proceso de reestructuración del sistema integrado de transporte público de pasajeros, se deben generar los mecanismos y alternativas de integración del sistema de transporte masivo, colectivo complementario y la inclusión de las alternativas de trazado de líneas de cable que garanticen el cubrimiento del 100% del territorio, la integración operacional y tarifaria, la implementación tecnológica en los procesos de renovación de flota y lograr el equilibrio de la demanda

### 2.2.3.5. Transporte de Carga

En el sector donde se plantea el Proyecto Piloto DOTS, como se muestra en la siguiente figura se identificó el paso de la Avenida Los Libertadores, a través del cual se moviliza carga hacia el norte del país. Se revisaron los usos de suelo permitidos de acuerdo con el POT de Bucaramanga y se encontraron los usos dotacionales y comerciales, pero no se identificaron zonas destinadas para el uso industrial. Se observa la presencia del Hospital del Norte, el Portal del Norte y la existencia de algunos centros de distribución de mercado y otros establecimientos de carga menor localizados sobre el corredor de la Av. Libertadores.

**FIGURA 42. LOCALIZACIÓN DE CORREDORES Y PUNTOS CRÍTICOS DE CARGA**



*Fuente: Elaboración propia*

A partir de lo anterior, se establecieron nodos de conectividad entre la Av. Libertadores con las vías locales que permiten el acceso al sector donde predomina el uso residencial, dichas intersecciones no cumplen con las especificaciones de diseño geométrico, señalización y demarcación vial que garantice la circulación y operación de vehículos de carga, que permita el acceso de vehículos de servicios y camiones de carga menor (de 2 a 3 ejes), también se debe considerar la presencia de rutas de transporte público. A continuación, se relacionan las intersecciones que requieren ser definidas como puntos críticos de carga:

- Av. Libertadores con Carrera 10.
- Av. Libertadores con Calle 1.
- Av. Libertadores con Calle 5 Norte.
- Av. Libertadores con K2 + 200.
- Av. Libertadores con Carrera 18 A Norte.

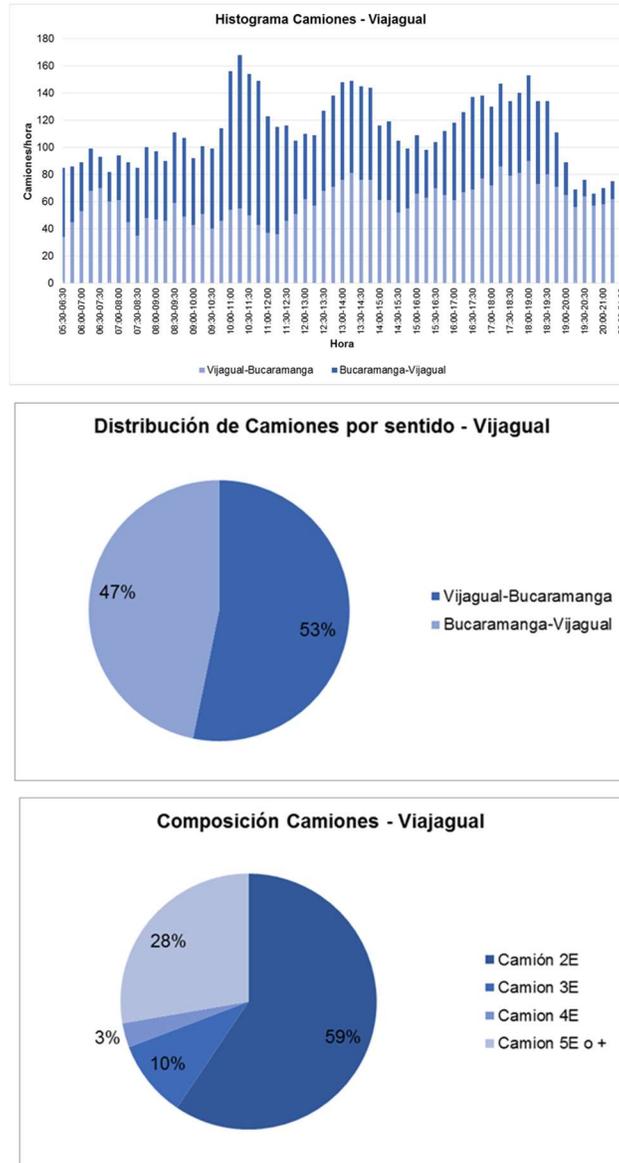
Adicionalmente, puesto que no se observó la confluencia de establecimientos comerciales, no se evidenciaron maniobras de cargue y descargue sobre la vía pública.

Por otra parte, a continuación, se presentan los resultados de la toma de información de campo para la estación de aforo ubicada en Vijagual, a partir de la cual se caracteriza la circulación actual de camiones sobre el corredor de la Av. Libertadores:

### Vijagual - Vía a la Costa (Vía Bucaramanga-San Alberto)

En la Figura 43 se incluye el comportamiento observado para los vehículos de transporte de carga registrados en la estación de Vijagual – Vía a la Costa.

**FIGURA 43. VOLÚMENES DE CAMIONES EN ESTACIÓN DE AFORO VIJAGUAL**



Fuente: Elaboración propia con base en información de campo.

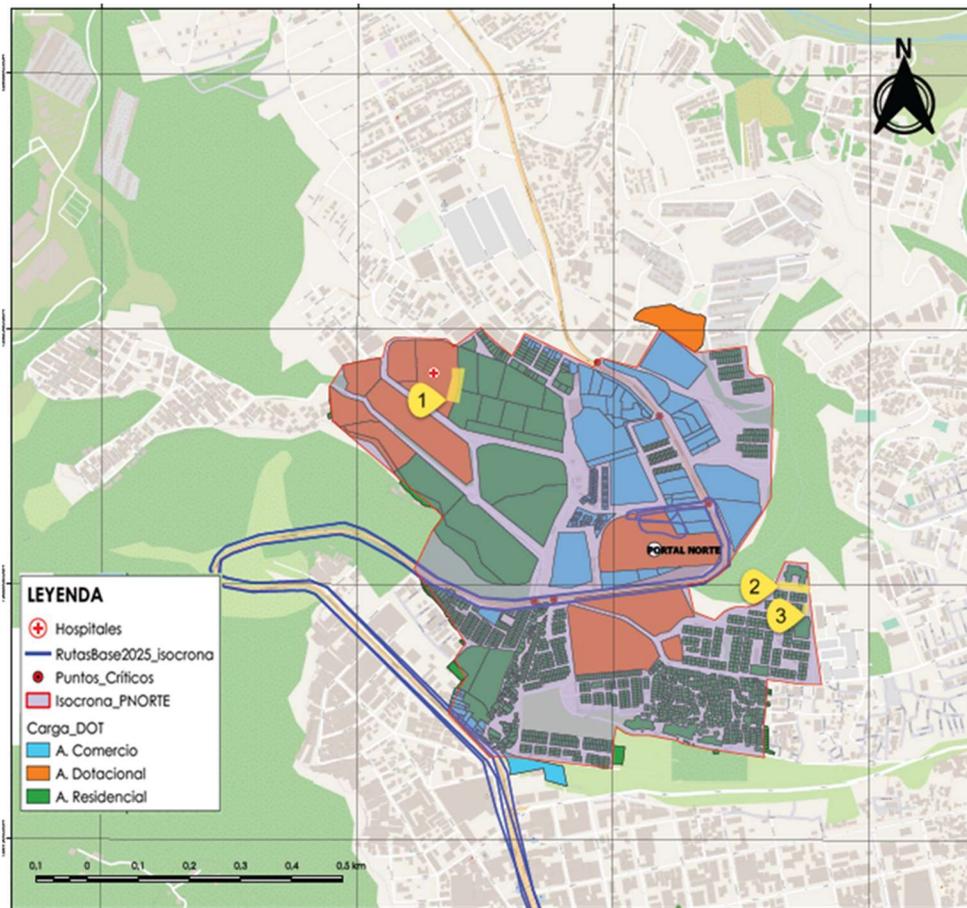
En la estación de Vijagual durante el periodo de 16 horas se registró un total de 1753 camiones, de los cuales el 53% circulan con dirección hacia Bucaramanga. De acuerdo con la Figura 2, se observa que la mayor parte del periodo de aforo se registran alrededor de

100 camiones/hora circulando en ambos sentidos, presentando tres periodos de mayor demanda, en la mañana, al mediodía y en la tarde, donde se registra el mayor volumen entre las 10:15-11:15 horas con 168 camiones/hora. Así mismo, respecto a la composición por número de ejes, se encuentra que el 59% corresponden a camiones de 2 ejes, seguidos por el 28% de camiones de 5 ejes o más.

### 2.2.3.6. Transporte Individual

La localización de los principales atractores de viajes en transporte público individual se muestra en la Figura 44, para el sector donde se plantea el Proyecto Piloto DOT, donde se observa la presencia del Portal Norte y de dotacionales como el Hospital del Norte, el Polideportivo Recrear del Norte, el Instituto Técnico Rafael García Herrero, la Institución educativa La Juventud y la Casa de Justicia del Norte.

**FIGURA 44. ATRACTORES DE VIAJES EN TRANSPORTE PÚBLICO INDIVIDUAL**



Fuente: Elaboración propia

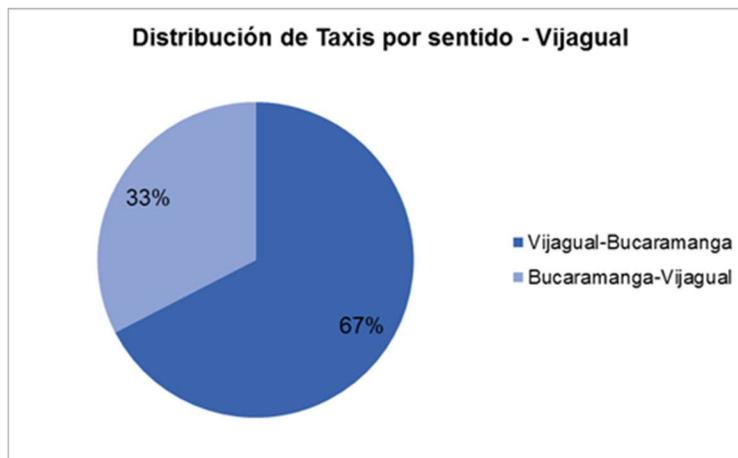
En los recuadros de color amarillo resaltados sobre el mapa, se resaltan las zonas que se consideran como prioritarias para realizar el diagnóstico de la demanda y la implementación de zonas amarillas donde los usuarios puedan realizar el ascenso y descenso de los taxis frente a los dotacionales. Lo anterior, teniendo en cuenta que los dotacionales se localizan

sobre vías locales bidireccionales que operan con un carril por sentido, donde el parqueo en vía que se produce ocasiona inconvenientes para la circulación de los vehículos, por la reducida sección con la que cuentan. Las zonas identificadas se relacionan a continuación:

1. Calle 12 Norte entre Carreras 8 y 10D, adyacente al Hospital del Norte se encuentra una bahía con capacidad para el estacionamiento de 4 vehículos aproximadamente y parqueo en vía sobre el tramo vial.
2. Calle 7 Norte entre Carreras 18 y 20, donde se ubica la Casa de Justicia del Norte, se presenta parqueo en vía, la sección vial es muy reducida y en terreno con alta pendiente.
3. Carrera 20 entre Calles 3 y 5 Norte, se localiza la Institución educativa La Juventud y se encuentra una bahía con capacidad para el estacionamiento de 6 vehículos aproximadamente.

Por otra parte, en la Figura 45 se incluye el comportamiento observado para los vehículos de transporte público individual durante el aforo realizado en la estación de Vijagual, que permite caracterizar los viajes sobre el corredor de la Av. Los Libertadores en la zona del proyecto piloto DOT.

**FIGURA 45. VOLÚMENES DE TAXIS EN ESTACIÓN DE AFORO VIJAGUAL.**



Fuente: Elaboración propia con base en información de campo.

En la estación de Vijagual durante el periodo de 16 horas se registró un total de 273 taxis, de los cuales el 67% circulan con dirección hacia Bucaramanga. De acuerdo con la Figura 45, se observa que durante todo el periodo de aforo se registran taxis circulando en ambos sentidos, presentando tres periodos de mayor demanda, en la mañana, al mediodía y en la tarde, donde se registra el mayor volumen entre las 17:45-18:45 horas con 35 taxis/hora.

## 2.2.4. Análisis de escenarios: línea base y con proyecto

A continuación, se presentan los componentes urbano, de movilidad y de mitigación de externalidades (siniestralidad y emisiones) de un análisis de escenarios Business As Usual y DOTS:

### 2.2.4.1. Componente urbano

Finalmente, una vez analizadas las determinantes del polígono, es posible determinar la potencial densificación de desarrollo urbano asociado a la infraestructura de transporte. Como se mencionó en capítulos anteriores, el área presenta condiciones óptimas para el desarrollo en altura que potenciaría un proyecto denso, compacto y con mezcla de usos.

A saber, las áreas generales del polígono que sirven como base para el análisis de potencial desarrollo se presentan a continuación:

**TABLA 13 ESTADO ACTUAL DEL POLÍGONO**

VARIABLE	VALOR PARCIAL m2	VALOR TOTAL m2	VALOR TOTAL ha	%
ÁREA GENERAL DOT		394,824.65	39.48	100%
Manzanas		290,357.24	29.04	74%
Vías		104,467.41	10.45	26%
<b>USOS DEL SUELO</b>				
Comercial / Mixto		82,726.05	8.27	28%
Dotacional		93,701.41	9.37	32%
Protección		7,697.81	0.77	3%
Residencial		106,231.97	10.62	37%
Total Usos		290,357.24	29.04	100%
<b>ALTURA PERMITIDA (HUELLA)</b>				
2 pisos	28,505.52	57,011.04	5.70	2%
3 pisos	26,241.64	78,724.92	7.87	3%
4 pisos	7,635.11	30,540.44	3.05	1%
5 pisos	124,478.16	622,390.82	62.24	23%
Altura libre	93,758.95	1,875,179.06	187.52	70%
Restringido	2,482.25	0	-	0%
Total Permitido		2,663,846.29	266.38	100%

VARIABLE	VALOR PARCIAL m2	VALOR TOTAL m2	VALOR TOTAL ha	%
ALTURA ACTUAL	(HUELLA)			
1 piso	42,211.62	42,211.62	4.22	31%
2 pisos	16,470.04	32,940.08	3.29	24%
3 pisos	1,281.77	3,845.30	0.38	3%
4 pisos	542.44	2,169.75	0.22	2%
5 pisos	9,297.18	46,485.89	4.65	34%
6 pisos	1,678.81	10,072.85	1.01	7%
Total construido		137,725.49	13.77	100%

Fuente: Elaboración propia.

Una vez definido el escenario base actual, se aplican las proyecciones de crecimiento y desarrollo con base en la normativa vigente en temas de alturas, usos del suelo, áreas de actividad, y afectaciones por proyectos (ej., restricciones en altura por el desarrollo del cable). Así mismo, se analizaron indicadores de espacio público, áreas verdes y otros equipamientos que complementan el uso intensivo de la pieza en estudio. Este ejercicio dio como resultado los siguientes indicadores:

**TABLA 14 INDICADORES POTENCIALES DE DESARROLLO EN EL POLÍGONO**

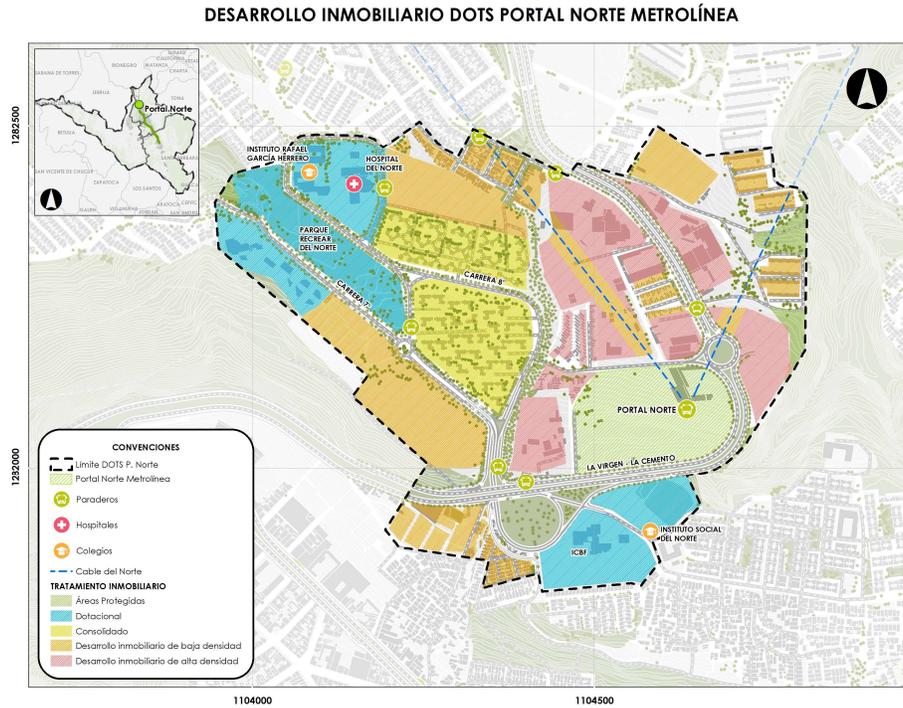
M2 X USO	BASE	MÁXIMO	PROPUESTO	DIF BASE - PROP
<b>Comercial / Mixto</b>	62,440.96	6,951,493.07	4,866,045.15	4,803,604.19
1 piso	47,401.28		-	(47,401.28)
2 pisos	12,832.08	3,597.67	2,518.37	(10,313.71)
3 pisos	2,207.60	22,390.50	15,673.35	13,465.75
4 pisos		16,894.95	11,826.47	11,826.47
Altura libre		6,908,609.95	4,836,026.97	4,836,026.97
<b>Dotacional</b>	29,259.91	1,026,899.98	718,829.99	689,570.08
1 piso	12,091.05		-	(12,091.05)
2 pisos	12,569.72	13,187.13	9,230.99	(3,338.73)
3 pisos	2,429.40	135,059.35	94,541.54	92,112.15
4 pisos	2,169.75		-	(2,169.75)
5 pisos		439,134.11	307,393.87	307,393.87
Altura libre		439,519.40	<b>307,663.58</b>	307,663.58
<b>Residencial</b>	<b>120,806.69</b>	<b>2,011,089.21</b>	<b>1,407,762.45</b>	<b>1,286,955.76</b>
1 piso	28,699.51		-	(28,699.51)
2 pisos	80,432.91	183,927.95	<b>128,749.57</b>	48,316.65
3 pisos	486.38		-	(486.38)
4 pisos		88,954.02	<b>62,267.81</b>	62,267.81
5 pisos	9,297.18	1,185,726.02	<b>830,008.21</b>	820,711.04
6 pisos	1,890.70		-	(1,890.70)
Altura libre		552,481.22	<b>386,736.86</b>	386,736.86

M2 X USO	BASE	MÁXIMO	PROPUESTO	DIF BASE - PROP	
<b>M2 ESPACIO PÚBLICO</b>	<b>BASE</b>	<b>MÁXIMO</b>	<b>PROPUESTO</b>	<b>DIF BASE - PROP</b>	
Área corredores viales	31,340.22		52,233.71	20,893.48	
Áreas protegidas	7697.81		7,697.81	-	
Área total cesiones			84,797.83	84,797.83	
<b>TOTAL</b>	<b>39,038.03</b>		<b>144,729.34</b>	<b>105,691.31</b>	
ÍNDICE PÚBLICO	ESPACIO	BASE	MÁXIMO	PROPUESTO	DIF BASE - PROP
Índice EP		0.10		0.37	0.27

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en los datos presentados, el índice de espacio público aumenta de 0.1 a 0.27, gracias a la densificación y liberación de área en primer piso, aumentando en 105.691 m<sup>2</sup> el espacio público efectivo. En cuanto a desarrollo inmobiliario, se aumenta el uso comercial/mixto en 4.803.604 m<sup>2</sup>, dotacional en 689.570 m<sup>2</sup> y residencial en 1.286.955 m<sup>2</sup>.

**FIGURA 46. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS EN DESARROLLO INMOBILIARIO DOTS PORTAL NORTE.**



*Fuente: Elaboración propia.*

### 2.2.4.2. Componente de movilidad

En el componente de movilidad se identifican tres indicadores de evaluación para la comparación entre el escenario Business as Usual y el escenario con el Desarrollo Orientado al Transporte. Estos son, VKT por modo, partición modal y VHT por modo o vehículos hora total. Si el último de estos no se encuentra dentro de los indicadores de seguimiento de la NAMA DOTS, representa un indicador del estado de movilidad importante modificado por las intervenciones propuestas.

Los resultados de estos indicadores son extraídos del modelo de transporte. En este, se evalúan las condiciones de movilidad en los cortes temporales de corto, mediano y largo plazo, del cual se extraen resultados de viajes, tiempos de viaje y kilómetros recorridos. Así mismo, se establece una línea base la cual corresponde a la proyección normalizada de la situación actual de movilidad, frente al efecto de las intervenciones propuestas en la zona.

En primer lugar, se presentan los indicadores de partición modal en el estado base y la proyección:

**TABLA 15 INDICADORES BASE DE PARTICIÓN MODAL EN EL POLÍGONO Y PROYECCIÓN ESTIMADA**

Modo	Base	2027	2032	2037
Automóvil	40,24%	40,31%	40,52%	40,58%
Transporte Público	13,10%	13,83%	13,91%	13,95%
Motocicleta	43,41%	42,62%	42,33%	42,22%
Taxi	3,25%	3,24%	3,25%	3,25%

Fuente: Elaboración propia

Por su parte, los indicadores de VKT y VHT se extraen del modelo dada la asignación de tráfico para los modos motocicleta, automóvil, taxi y camión. A continuación, se presentan las proyecciones de la línea base frente al escenario con proyecto de los vehículos kilómetro total.

**TABLA 16 INDICADORES BASE DE VKT EN EL POLÍGONO Y PROYECCIÓN ESTIMADA**

Modo	Caso	Base (millones de km)	2027 (millones de km)	2032 (millones de km)	2037 (millones de km)
Motocicleta	Línea base	1.146,99	1.230,50	1.305,92	1.335,18
	Proyección por intervenciones	1.146,99	1.233,99	1.308,45	1.337,64
	Diferencia	0,00	3,49	2,52	2,46
Automóvil	Línea base	470,66	509,07	547,62	562,51
	Proyección por intervenciones	470,66	505,26	544,48	559,46
	Diferencia	0,00	-3,80	-3,14	-3,04
Taxi	Línea base	51,20	54,56	58,18	59,68
	Proyección por intervenciones	51,20	54,12	57,81	59,31
	Diferencia	0,00	-0,44	-0,37	-0,38
Camión	Línea base	36,86	38,22	39,30	40,23
	Proyección por intervenciones	36,86	37,93	39,05	39,98
	Diferencia	0,00	-0,29	-0,24	-0,25

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se presentan las proyecciones para el indicador de VHT por modo.

**TABLA 17 INDICADORES BASE DE VHT EN EL POLÍGONO Y PROYECCIÓN ESTIMADA**

Modo	Caso	Base (miles de horas)	2027 (miles de horas)	2032 (miles de horas)	2037 (miles de horas)
Motocicleta	Línea base	584,59	617,23	657,87	652,44
	Proyección por intervenciones	584,59	620,04	653,79	648,37
	Diferencia	0,00	2,81	-4,09	-4,07

Modo	Caso	Base (miles de horas)	2027 (miles de horas)	2032 (miles de horas)	2037 (miles de horas)
Automóvil	Línea base	253,89	278,64	312,16	312,18
	Proyección por intervenciones	253,89	276,34	306,74	306,78
	Diferencia	0,00	-2,30	-5,42	-5,41
Taxi	Línea base	28,12	30,39	34,27	34,28
	Proyección por intervenciones	28,12	30,07	33,61	33,62
	Diferencia	0,00	-0,32	-0,65	-0,66
Camión	Línea base	15,95	15,62	15,60	15,66
	Proyección por intervenciones	15,95	15,60	15,53	15,59
	Diferencia	0,00	-0,02	-0,07	-0,07

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.4.3. Componente de reducción de externalidades

#### - Siniestros

En el análisis de la del polígono, se define la cantidad de siniestros a partir de la información secundaria disponible en el periodo 2012 a 2021, suministrada por la Dirección de Tránsito de Bucaramanga. Esta información discrimina entre siniestros de solo daños, con heridos y con muertos, al igual que el modo de transporte involucrado en el siniestro.

Para definir la línea base del polígono (referente al año 2022 aún no finalizado), se parte de la información de 2012 a 2021, ajustada por el promedio ponderado con respecto a la recencia del siniestro registrado y la información atípica dada la pandemia del COVID-19. Así, se pondera con un 55% las mediciones del 2018 y 2019, años previos a la afectación en movilidad de la pandemia, con un 25% a las mediciones de los años 2020 y 2021, y con un 20% las mediciones del periodo 2012 a 2017.

Finalmente, para la proyección del efecto de intervenciones en materia de seguridad vial sobre el polígono, se toma como referencia la visión cero en términos de siniestros del Plan Maestro Metropolitano de Movilidad apoyado en los proyectos de intervención propuestos. De esta forma, como resultado de estas acciones, se estima una reducción del 40% en siniestros en el corto plazo, 60% en el mediano plazo y un 80% en el largo plazo.

A continuación, se presentan las condiciones de línea base del escenario actual para siniestros anuales en el caso Business as Usual y las proyecciones de reducción en el corto, mediano y largo plazo:

**TABLA 18 INDICADORES BASE DE SINIESTROS EN EL POLÍGONO Y PROYECCIÓN ESTIMADA**

Modo	Base (siniestros anuales)	2027 (siniestros anuales)	2032 (siniestros anuales)	2037 (siniestros anuales)
<b>Solo daños</b>				
Peatón	0	0	0	0
Automóvil	2	1	1	0
Campero	0	0	0	0
Camioneta	0	0	0	0
Micro	0	0	0	0
Buseta	1	0	0	0

Modo	Base (siniestros anuales)	2027 (siniestros anuales)	2032 (siniestros anuales)	2037 (siniestros anuales)
Bus	0	0	0	0
Camión	0	0	0	0
Volqueta	0	0	0	0
Moto	1	0	0	0
Bicicleta	0	0	0	0
Otro	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Con heridos</b>				
Peatón	1	0	0	0
Automóvil	2	1	1	0
Campero	0	0	0	0
Camioneta	0	0	0	0
Micro	0	0	0	0
Buseta	0	0	0	0
Bus	0	0	0	0
Camión	0	0	0	0
Volqueta	0	0	0	0
Moto	2	1	1	0
Bicicleta	0	0	0	0
Otro	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Con muertos</b>				
Peatón	1	0	0	0
Automóvil	0	0	0	0
Campero	0	0	0	0
Camioneta	0	0	0	0
Micro	0	0	0	0
Buseta	0	0	0	0
Bus	0	0	0	0
Camión	1	1	0	0
Volqueta	0	0	0	0
Moto	2	1	1	0
Bicicleta	0	0	0	0
Otro	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>General</b>				
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>3</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de archivo de Siniestralidad de Bucaramanga periodo 2012-2021 suministrado por la Dirección de Tránsito del municipio

## - Emisiones

Las emisiones de carbono y contaminantes son una de las principales externalidades del transporte. Estas emisiones se derivan de la tecnología de tracción del vehículo o modo de transporte, donde la combustión a gasolina o Diesel genera polución de Gases de Efecto Invernadero y material particulado, cuantificable en CO<sub>2</sub> equivalente.

La medición de emisiones se realiza a partir de los VKT por modo obtenidos desde el modelo de transporte. Es así como desde los kilómetros totales recorridos se estima la contaminación según el factor de emisión del modo.

Los factores de emisión por modo se obtienen desde la guía NAMA DOTS de Findeter. Este factor de emisión se calcula según el consumo medio de combustible por cada modo cuantificado, frente al factor de emisión de contaminantes del combustible, a saber, 8,8 kg de CO<sub>2</sub> por galón para la gasolina y 10,1 kg de CO<sub>2</sub> por galón para el Diesel.

Se asume la gasolina como el combustible de la motocicleta, el automóvil y el taxi, y el Diesel para el camión en carga de última milla.

- Motocicleta: 0,093 kgCO<sub>2</sub>/km
- Automóvil: 0,303 kgCO<sub>2</sub>/km
- Taxi: 0,205 kgCO<sub>2</sub>/km
- Camión: 0,962 kgCO<sub>2</sub>/km

De acuerdo con los resultados del modelo de transporte y las estimaciones de VKT por modo se obtiene la línea base de emisiones anuales del escenario Business as Usual, la cual obedece a la proyección de las condiciones normales de movilidad en el corto mediano y largo plazo, y la proyección del indicador según las modificaciones en movilidad para los mismos cortes temporales dadas las intervenciones propuestas.

**TABLA 19 INDICADORES BASE DE EMISIONES EN EL POLÍGONO Y PROYECCIÓN ESTIMADA**

Modo	Caso	Base (ton CO <sub>2</sub> )	2027 (ton CO <sub>2</sub> )	2032 (ton CO <sub>2</sub> )	2037 (ton CO <sub>2</sub> )
Motocicleta	Línea base	106.247,66	113.982,79	120.969,73	123.679,61
	Proyección por intervenciones	106.247,66	114.306,01	121.203,47	123.907,41
	Diferencia	<b>0,00</b>	<b>323,21</b>	<b>233,74</b>	<b>227,80</b>
Automóvil	Línea base	142.820,65	154.475,54	166.174,98	170.691,78
	Proyección por intervenciones	142.820,65	153.321,68	165.222,53	169.767,96
	Diferencia	<b>0,00</b>	<b>-1.153,87</b>	<b>-952,45</b>	<b>-923,82</b>
Taxi	Línea base	10.477,18	11.165,93	11.907,24	12.214,59
	Proyección por intervenciones	10.477,18	11.075,53	11.830,60	12.137,65
	Diferencia	<b>0,00</b>	<b>-90,40</b>	<b>-76,65</b>	<b>-76,94</b>
Camión	Línea base	35.457,45	36.762,97	37.798,56	38.693,15
	Proyección por intervenciones	35.457,45	36.481,74	37.564,61	38.455,88
	Diferencia	<b>0,00</b>	<b>-281,23</b>	<b>-233,95</b>	<b>-237,27</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de indicadores de emisión de la guía NAMA DOTS de Findeter

### 3. Siguietes pasos para la maduración de los proyectos

A continuación, se presentan los siguientes pasos o actividades requeridas para la maduración de los proyectos que conlleven a transformar este sector en el marco de un DOTS:

#### 3.1. Corredor La Virgen - Cemento

##### 3.1.1. Aspectos generales

Como se mencionó previamente, este proyecto es el más cercano a ser ejecutado ya que cuenta con diseños a detalle, recursos, e incluso un proceso de licitación se trunció pero que continuará de la mano de Findeter en su estructuración e implementación (Caracol Radio, 2022).

Este proyecto en toda su extensión tendrá 56 Km, sin embargo, lo que respecta a la zona DOTS de análisis, sólo transcurre 1.7 Km.

##### 3.1.2. Siguietes pasos

- Se recomienda realizar la revisión y modificación de los diseños para generar cruces para los modos activos con mayor continuidad que responda a la conectividad de la red vial. Se debe propender por agregar medidas que mitiguen el efecto barrera que puede generar este corredor entre las comunas 1 y 2. Adicionalmente, se deben asegurar andenes y franjas de mobiliario urbano en ambos costados en todo su recorrido y con anchos que brinden accesibilidad universal.
- Ajustar la documentación con las modificaciones que se realicen a los diseños y así poder volver a realizar el proceso de licitación de obra e interventoría.

#### 3.2. Cicloinfraestructura

##### 3.2.1. Aspectos generales

Los proyectos de cicloinfraestructura del polígono DOTS se constituyen como eje fundamental para incentivar los viajes sostenibles, conectando las áreas de actividad con los nodos de transporte masivo de una manera adecuada y eficiente. En este sentido, el polígono cuenta con 3.03 km de corredores urbanos estructurantes, urbanos locales y metropolitanos, que conforman una red que cubre la totalidad del área. Esta red de ciclorredes está prevista para ser implementada en los horizontes de mediano y largo plazo.

### 3.2.2. Sigüientes pasos

- En cuanto se determine la viabilidad y se adopte el proyecto de Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible en el polígono del Portal Norte, se deben ejecutar los siguientes pasos para los proyectos de cicloinfraestructura:
  - Realizar el diagnóstico y factibilidad para la implementación de los corredores de cicloinfraestructura.
  - Diseñar y establecer los costos finales de la cicloinfraestructura a implementar.
  - Priorizar la ejecución de la red en el corto plazo de implementación.
  - Garantizar los recursos para la implementación en la vigencia presupuestal más cercana al desarrollo del proyecto DOTS. Como parte de la infraestructura para transporte no motorizado, este proyecto se fondea principalmente por Ingresos Corrientes de Libre Destinación del municipio. Sin embargo, se deben aprovechar modalidades como el Urbanismo Táctico para ejecutar pilotos de implementación y ampliación de la red de ciclorrutas en la modalidad de bajo costo.
  - Ejecutar y mantener los diseños aprobados.

### 3.3. CIM – Portal Norte

#### 3.3.1. Aspectos generales

Se tiene un gran potencial del lote al frente del portal norte de Metrolínea, el cual no tiene un desarrollo avanzado y está siendo usado como estacionamiento privado. En dicho espacio es posible proyectar el Complejo de Integración Modal en su componente de modos que complementarían los servicios de Metrolínea y Metro: Integración con rutas intermunicipales, taxi, y zona de ascenso y descenso de pasajeros de vehículo privado.

Su diseño debe considerar la integración peatonal entre las diferentes infraestructuras de transporte.

Este proyecto está considerado para mediano plazo, posterior a la estructuración técnica, legal y financiera de los CIM en el Área Metropolitana. Dicha estructuración debe considerar el potencial de desarrollo urbano alrededor y sobre el CIM, así como los posibles esquemas de financiación desde el sector privado.

#### 3.3.2. Sigüientes pasos

- Realizar el estudio de factibilidad y estructuración técnica, legal y financiera del CIM Norte.
- Realizar los estudios, diseños de detalle y aprobaciones necesarios para el CIM considerando la integración con su entorno y con la infraestructura de transporte.
- Incluir los CIM en los estudios de reestructuración y desarrollo de acuerdos de cofinanciación para el SITM por parte de Metrolínea y el Área Metropolitana de

Bucaramanga, con el fin de viabilizar su ejecución con el apoyo de recursos de orden nacional.

- Debido a que se requiere la modificación de las rutas de media y larga distancia y parte de ellas cuentan con autorización del ministerio de transporte, se requiere la gestión de dichos cambios para que se integren en la nueva infraestructura.

### 3.4. Cable del Norte

#### 3.4.1. Aspectos generales

El Cable aéreo proyectado es una respuesta a bajos niveles de calidad del servicio público asociados a falta de cobertura, bajas frecuencias y problemas funcionales de las empresas prestadoras del servicio, sumado a esto, sectores de la ciudad presentan condiciones geográficas de altas pendientes y difícil acceso, con carencias de espacio público e infraestructura de transporte básica. La red vial tiende a ser insuficiente en aspectos cualitativos y cuantitativos como kilómetros pavimentados, anchos de carril, radios de giro óptimos y demás características de infraestructura necesaria para poder suplir el servicio de transporte público de manera eficiente.

El cable tiene una longitud total de 5,6Km, con un valor aproximado de construcción de 422 mil millones de pesos<sup>2</sup>, se tiene pensado que debe ser construido en dos fases de acuerdo a la siguiente figura y tabla que los describe:

**TABLA 20. DESCRIPCIÓN LÍNEAS DE CABLE AÉREO DE BUCARAMANGA**

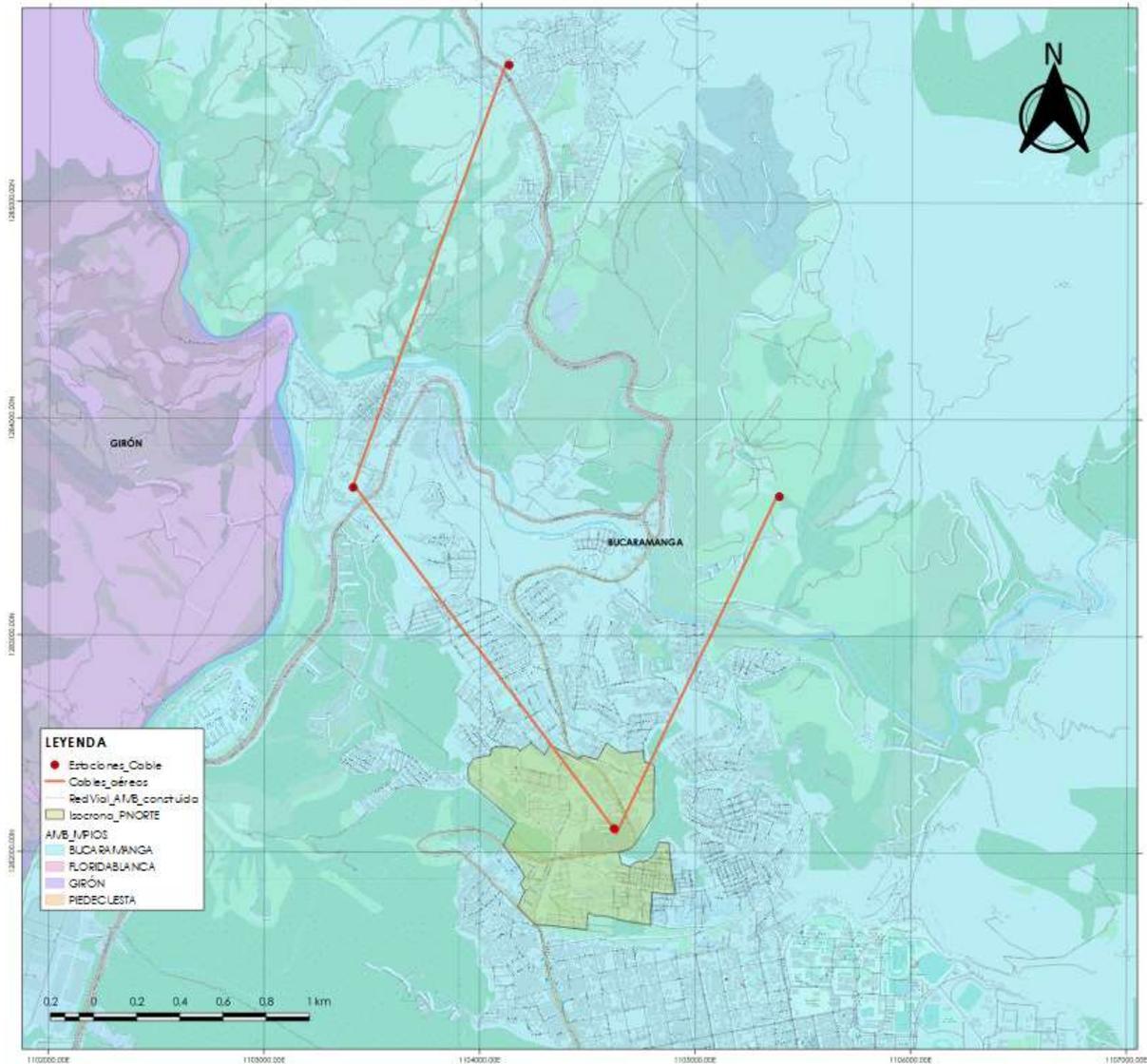
ID	LÍNEA DE CABLE	MUNICIPIO	LONGITUD APROXIMADA (KM)
1	Portal Norte - Café Madrid - Colorados	Bucaramanga	5,6
	Fase 1: Portal Norte - Colorados	Bucaramanga	4,3
	Fase 2: Portal Norte - Café Madrid	Bucaramanga	1,3

*Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult*

Los estudios de factibilidad y la implementación de la Fase 1 se tienen proyectadas para el año 2032 y la implementación de la Fase 2 para el año 2037

<sup>2</sup> Costo estimado a partir de estudio de mercado donde se calculó el valor de construcción por Km

**FIGURA 47. CABLE AÉREO PORTAL NORTE**



Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult

### 3.4.2. Siguintes pasos

- Desarrollar el estudio de prefactibilidad. Es la fase inicial que debe desarrollarse para potenciales desarrollos futuros. Su objetivo principal es generar una visión general del escenario actual frente a un potencial escenario con el proyecto estimado implementado. El desarrollo de la prefactibilidad debe ser con información secundaria.

Para el caso del cable el contenido que debe tener una etapa de prefactibilidad deberá ser al menos el descrito a continuación:

- Descripción del proyecto

- Demanda asociada al cable
  - Metodología
  - Área de influencia
  - Demanda Cable
  - Viajes generados y atraídos en área de influencia del cable
  - Hora de máxima demanda del cable
  - Demanda potencial por estaciones
  - Demanda por turismo
  - Ajuste de la demanda potencial del cable
  - Proyecciones de demanda del cable
  - La etapa de factibilidad es la etapa en la cual se busca orientar las decisiones definitivas del proyecto que resulte con la terminación de las etapas preoperativas y definitorias y de paso a etapas constructivas y de operación.
- El desarrollo de la fase de factibilidad es posterior a ver la viabilidad del proyecto descrito en la etapa de prefactibilidad, esta fase debe comprender al menos las siguientes componentes:
    - Estudios de localización
    - Estudio de tránsito
    - Levantamiento topográfico
    - Estudio de suelos
    - Estudio ambiental
    - Estudio social
    - Estudio de gestión de predios
    - Estudio arquitectónico
    - Planteamiento electromecánico
    - Estudios de ingeniería

El desarrollo de la factibilidad debe ser a partir de información primaria que brinde una menor incertidumbre a la hora de toma de decisiones. Con el desarrollo de estas etapas las acciones que se habrán de haber llevado a cabo como mínimo son:

- Evaluación demanda potencial alternativas de trazado
  - Identificación conexión sistema de transporte público
  - Cobertura Transporte público
  - Análisis de zonas de desarrollo urbano (Zona Portal Norte)
- La financiación del proyecto se debe apoyar en la cofinanciación nacional. La Ley 1955 de 2019 propone un apoyo del Gobierno nacional para los sistemas de

transporte, reglamentado por la Resolución 202030400113685 de 2020 del Ministerio de Transporte. Esto dispone de un apoyo nacional de hasta por un 70% de los costos de inversión de sistemas de transporte, en los cuales se incluyen aquellos relacionados con cables. Para esto, se debe presentar el proyecto al Grupo de Unidad de Movilidad Urbana Sostenible del Ministerio de Transporte, y verificar los requisitos definidos en el artículo 2 de la Ley 310 de 1996 modificado por el artículo 100 de la Ley 1955 de 2019, como se presentan en el anexo A de la Resolución.

- De forma preliminar, sujeto al resultado de la factibilidad, se propone una estrategia de financiación que se fundamente en el desarrollo de una concesión o Asociación Público Privada de Ley 1508 de 2012. La contratación por esta modalidad permite la inyección de recursos privados contra amortizaciones en pagos diferidos de recursos públicos por vigencias futuras, al igual que la adecuada distribución de riesgos entre el ejecutor privado y la entidad pública contratante para un proyecto de tal envergadura. Para su debida ejecución y en la medida que constituye una inversión pública, entre los estudios de factibilidad se deben incluir:
  - Desarrollo del modelo financiero
  - Identificación, asignación, calificación y valoración de riesgos
  - Cálculo del Valor Por Dinero
  - Estudio de impacto socioeconómico
  - Definición del modelo de negocio
  - Evaluación de viabilidad fiscal ante los recursos públicos requeridos

### **3.5. Sistema de transporte público de Pasajeros**

#### **3.5.1. Aspectos generales**

Como parte de mejora de la prestación del servicio público de pasajeros y de aumentar la competitividad bajo los principios de integración modal, accesibilidad, sostenibilidad, seguridad y eficiencia, se hace necesario intervenciones en el diseño operacional de las rutas de transporte público de pasajeros que garanticen tanto la cobertura como las condiciones de prestación del servicio, adecuación de los corredores viales que garanticen la adecuada interacción de actores, revisión de infraestructura y la intermodalidad con los otros sistemas de transporte de la zona.

#### **3.5.2. Siguietes pasos**

- Se debe realizar el diseño operacional en las rutas del sistema de transporte publico colectivo y masivo de pasajeros que adecuen rutas, itinerarios, frecuencias en hora pico y hora valle según tipo de día, tiempos de ciclo, tipología vehicular en función con la nueva demanda y servicios ofrecidos en la zona de análisis. Del diseño operacional se valorará la necesidad o no de nuevos paraderos de transporte público en la zona.

- Los ajustes operacionales deben estar apoyados en la implementación de fuentes alternativas de financiación que apoyen a la sostenibilidad operacional del sistema, como se define en el proyecto P21B del Plan Maestro Metropolitano de Movilidad. En este sentido, el municipio debe implementar mecanismos como el cobro por acceso a áreas con restricción vehicular en la medida de Pico y Placa, contribución por el servicio de parqueadero fuera de vía, tasa por estacionamiento en vía, aprovechamiento comercial de la infraestructura de transporte en el cobro derecho real accesorio de superficie, viabilizados en el análisis del plan.

### 3.6. Proyectos complementarios Plan Maestro de Movilidad

A continuación, se presentan los proyectos del PMMM para el municipio de Bucaramanga que consolidan las estrategias de acción en el territorio que permita consolidar el proyecto DOTS.

**TABLA 21. PROYECTOS COMPLEMENTARIOS**

OBJETIVOS	ESTRATEGIAS	PROYECTOS	ID_ Final
•Garantizar el desplazamiento autónomo y accesible de los diferentes grupos poblacionales en la red de movilidad del AMB	Promover la accesibilidad e inclusión para la movilidad	Elementos de accesibilidad universal en las obras de construcción y recuperación de andenes de los corredores principales de la red peatonal.	P4A
•Garantizar el desplazamiento autónomo y accesible de los diferentes grupos poblacionales en la red de movilidad del AMB	Promover la accesibilidad e inclusión para la movilidad	Implementación de módulos peatonales y dispositivos sonoros en intersecciones semaforicas	P4B
•Garantizar el desplazamiento autónomo y accesible de los diferentes grupos poblacionales en la red de movilidad del AMB	Promover la accesibilidad e inclusión para la movilidad	Implementación de elementos de soporte para la movilidad vertical	P4C
•Garantizar el desplazamiento autónomo y accesible de los diferentes grupos poblacionales en la red de movilidad del AMB	Promover la accesibilidad e inclusión para la movilidad	Señalética clara, visible, incluyente e integrada	P5A
•Garantizar el desplazamiento autónomo y accesible de los diferentes grupos poblacionales en la red de movilidad del AMB	Generar infraestructura segura, accesible e incluyente para la movilidad	Implementar iluminación pública orientada a la seguridad de peatones y ciclistas	P7A

OBJETIVOS	ESTRATEGIAS	PROYECTOS	ID_ Final
•Garantizar el desplazamiento autónomo y accesible de los diferentes grupos poblacionales en la red de movilidad del AMB	Generar infraestructura segura, accesible e incluyente para la movilidad	Zonas 30 o de tránsito calmado	P7B
•Garantizar el desplazamiento autónomo y accesible de los diferentes grupos poblacionales en la red de movilidad del AMB	Generar infraestructura segura, accesible e incluyente para la movilidad	Zonas escolares seguras	P7C
•Garantizar el desplazamiento autónomo y accesible de los diferentes grupos poblacionales en la red de movilidad del AMB	Generar infraestructura segura, accesible e incluyente para la movilidad	Transformación de pasos elevados en pasos seguros a nivel	P7E
•Integrar el sistema de movilidad con la estructura ecológica y el entorno urbano y sus servicios.	Reforzar y ampliar la conectividad ecológica y cobertura vegetal a través de la infraestructura de movilidad del AMB	Arborización de calles	P8A
•Lograr la competitividad del transporte público frente a otros modos de transporte	Mejorar el nivel de servicio (Calidad) del transporte público de pasajeros	Diseño e implementación de corredores estratégicos para el Transporte Público	P11A
•Lograr la competitividad del transporte público frente a otros modos de transporte	Mejorar el nivel de servicio (Calidad) del transporte público de pasajeros	Construir, mantener y/o adecuar la red de paraderos del Transporte Público para que sean accesibles y seguros	P11B
•Lograr la competitividad del transporte público frente a otros modos de transporte	Mejorar el nivel de servicio (Calidad) del transporte público de pasajeros	Construir, mantener y/o adecuar la red de paraderos del Transporte Público para que sean accesibles y seguros	P11B
•Lograr la competitividad del transporte público frente a otros modos de transporte	Mejorar el nivel de servicio (Calidad) del transporte público de pasajeros	Construir, mantener y/o adecuar la red de paraderos del Transporte Público para que sean accesibles y seguros	P11B
•Lograr la competitividad del transporte público frente a otros modos de transporte	Mejorar el nivel de servicio (Calidad) del transporte público de pasajeros	Mejorar el servicio de TP con una red de cables aéreos.	P12D

OBJETIVOS	ESTRATEGIAS	PROYECTOS	ID_Final
•Formular la integración modal multidimensional en el AMB	Facilitar el intercambio modal	Puntos de intercambio modal	P14B
•Formular la integración modal multidimensional en el AMB	Facilitar el intercambio modal	Cicloestacionamientos articulados con la red de infraestructura de transporte público	P14C
•Formular la integración modal multidimensional en el AMB	Facilitar el intercambio modal	Zonas amarillas	P14D
Mejorar la competitividad regional del AMB (Carga y Mixto)	Gestionar logística de carga dentro y fuera del AMB	Red Vial de Carga	P24A
Mejorar la competitividad regional del AMB (Carga y Mixto)	Mejorar el sistema vial entre los municipios del AMB	Red arterial con caracter metropolitano	P27D
		Intersecciones viales	P27E
•Promover los modos de transporte sostenibles: caminata, movilidad activa	Incrementar la prioridad para modos no motorizados en el AMB	Expandir el área de cobertura del Sistema de Bicicletas Públicas	P31A
•Promover los modos de transporte sostenibles: caminata, movilidad activa	Incrementar la prioridad para modos no motorizados en el AMB	Diseño e implementación de la Red caminable principal	P32A
•Promover los modos de transporte sostenibles: caminata, movilidad activa	Incrementar la prioridad para modos no motorizados en el AMB	Diseño e implementación de la red de ciclorredes metropolitanas	P33A
•Promover los modos de transporte sostenibles: caminata, movilidad activa	Incrementar la prioridad para modos no motorizados en el AMB	Diseño de cicloparqueaderos en el espacio público	P33B
•Promover los modos de transporte sostenibles: caminata, movilidad activa	Incrementar la prioridad para modos no motorizados en el AMB	Gestión de cicloparqueaderos en estacionamientos privados	P33C
•Promover los modos de transporte sostenibles: caminata, movilidad activa	Incrementar la prioridad para modos no motorizados en el AMB	Diseño e implementación de cicloinfraestructura complementaria	P33D

Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult

## 4. Costo y fuentes de financiación de los proyectos

### 4.1. Fuentes de financiación

El análisis de fuentes de financiación, dada la ubicación de las intervenciones en el municipio de Bucaramanga, la estimación de las fuentes de recursos de inversión del orden público por recaudo tributario y de primer ámbito se extrae desde el Plan Maestro de Movilidad de este municipio. A continuación, se presenta la recopilación del análisis de fuentes de financiación de Bucaramanga, dado el estudio de la ejecución presupuestal en el periodo 2017 a 2021 para la Administración Central y la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, así como la ejecución del gasto de inversión desde sus respectivos Planes Operativos Anuales de Inversión y el detalle de ingresos y gastos en el Presupuesto General de Rentas y Gastos del municipio.

La proyección de las fuentes de recursos obedece, entonces, a la participación de la inversión en el sector movilidad por los componentes de infraestructura, sistemas de transporte y seguridad vial en las fuentes que fondean el gasto. Finalmente, como se presenta en el detalle del Plan Maestro de Movilidad de Bucaramanga, la estimación de recursos en el plazo de ejecución de los cortes temporales de corto, mediano y largo plazo obedece a la proyección expuesta en el Plan Financiero del Marco Fiscal de Mediano Plazo y el Plan de Desarrollo Municipal por parte de la Secretaría de Hacienda.

#### **Fuentes de recursos de inversión del municipio**

En el periodo 2017 a 2021 la administración central de Bucaramanga ha invertido recursos en los conceptos de infraestructura vial, infraestructura para transporte no motorizado y apoyo al sostenimiento e inversión del Sistema Integrado de Transporte Masivo.

En el periodo 2017 a 2021, los ICLD tienen la mayor participación en el gasto de inversión en el sector con un 57,72%. A este le siguen los recursos del crédito con un 22,16%. En tercer lugar, se encuentran los ingresos corrientes de destinación específica con un 17,10%. Sin embargo, se debe notar que la participación de este ingreso se reduce drásticamente en el 2020 a 2021, a medida que se reduce la ejecución de la Contribución de Valorización para los proyectos del acuerdo 075 de 2010 (entre el 2020 y el 2021, la participación de este rubro es del 2,97%). Finalmente, el SGP – Libre Inversión participa en un 3,02%.

La inversión en el sector representa, en promedio, el 5,60% de los ICLD, el 7,54% de los recursos del SGP – Libre Inversión y 90% de los recursos del crédito que ha adquirido el municipio en el periodo 2017 a 2021.

- Infraestructura vial: Representa el 3,06% de los ICLD, 7,13% de los recursos del SGP – Libre Inversión y el 90% de los recursos del crédito.
- Infraestructura para transporte no motorizado: Representa el 1,15% de los ICLD y el 0,41% de los recursos del SGP – Libre Inversión.
- SITM: Representa el 1,39% de los ICLD.

Los ingresos corrientes de libre destinación que han apalancado la inversión de la administración central en el sector corresponden principalmente a la Sobretasa a la Gasolina. Si bien este rubro no se ha ejecutado completamente como inversión, en el

Presupuesto General de Rentas y Gastos de Bucaramanga se define la predisposición de este recaudo a la inversión en obras de infraestructura vial. Igualmente, se incluyen en estos los recursos provenientes del recaudo de la tasa de estacionamiento en vía.

Los recursos de inversión que destinaria la administración central se estiman con una participación constante sobre los ingresos que han fondeado los proyectos del sector, sobre las proyecciones propias del municipio en el Plan Financiero del Marco Fiscal de Mediano plazo. Los periodos posteriores al 2031 (última vigencia proyectada en el Plan Financiero) se proyectan constantes con la inflación objetivo de la Nación.

La Dirección de Tránsito de Bucaramanga destina sus recursos a la inversión en seguridad vial, planes de tránsito, educación vial, dotación, semaforización y señalización. Durante el periodo 2017 a 2020, la participación de este gasto en el recaudo de la entidad corresponde al 13,2%. Sobre esta base se estima el presupuesto disponible de inversión en el periodo 2022 a 2037.

Para estimar el recaudo de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, se toma como base el recaudo total del 2019, con un crecimiento en función de la inflación objetivo de la nación, sin estimación de crecimiento real en el recaudo para no sobreestimar los recursos de inversión por esta fuente.

**TABLA 22. PROYECCIÓN DE FUENTES DE RECURSOS DE INVERSIÓN DE BUCARAMANGA EN EL SECTOR MOVILIDAD EN MMCOP (2021=100)**

Año	Administración central					Dirección de Tránsito de Bucaramanga
	ICLD	ICLD Movilidad	SGP - Libre inversión	SGP - Libre inversión Movilidad	Cupo de endeudamiento Total	
2022	\$ 341.490	\$ 19.115	\$ 14.210	\$ 1.071	\$ 149.137	\$ 4.603
2023	\$ 341.830	\$ 19.134	\$ 13.716	\$ 1.034	\$ 264.588	\$ 4.603
2024	\$ 337.680	\$ 18.901	\$ 13.317	\$ 1.004	\$ 258.155	\$ 4.603
2025	\$ 337.691	\$ 18.902	\$ 12.929	\$ 975	\$ 308.269	\$ 4.603
2026	\$ 337.700	\$ 18.902	\$ 12.552	\$ 946	\$ 345.501	\$ 4.603
2027	\$ 337.712	\$ 18.903	\$ 12.187	\$ 919	\$ 377.630	\$ 4.603
2028	\$ 337.733	\$ 18.904	\$ 11.832	\$ 892	\$ 403.803	\$ 4.603
2029	\$ 337.743	\$ 18.905	\$ 11.487	\$ 866	\$ 427.569	\$ 4.603
2030	\$ 337.753	\$ 18.905	\$ 11.152	\$ 841	\$ 446.318	\$ 4.603
2031	\$ 337.752	\$ 18.905	\$ 10.828	\$ 816	\$ 457.297	\$ 4.603
2032	\$ 337.752	\$ 18.905	\$ 10.512	\$ 793	\$ 457.340	\$ 4.603
2033	\$ 337.752	\$ 18.905	\$ 10.206	\$ 769	\$ 444.019	\$ 4.603
2034	\$ 337.752	\$ 18.905	\$ 9.909	\$ 747	\$ 431.086	\$ 4.603
2035	\$ 337.752	\$ 18.905	\$ 9.620	\$ 725	\$ 418.531	\$ 4.603
2036	\$ 337.752	\$ 18.905	\$ 9.340	\$ 704	\$ 406.340	\$ 4.603
2037	\$ 337.752	\$ 18.905	\$ 9.068	\$ 684	\$ 394.505	\$ 4.603
<b>Total</b>	<b>\$ 5.411.598</b>	<b>\$ 302.908</b>	<b>\$ 182.863</b>	<b>\$ 13.787</b>	<b>\$ 5.990.088</b>	<b>\$ 73.651</b>

Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult a partir de información en el Consolidador de Hacienda e Información Pública

Según su disposición de uso y la ejecución presupuestal histórica, los recursos generados pueden ser utilizados como fuente de los siguientes conceptos de movilidad:

**TABLA 23. POSIBLE DESTINACIÓN DE RECURSOS DE INVERSIÓN DE BUCARAMANGA EN EL SECTOR MOVILIDAD**

Concepto	Infraestructura vial	Infraestructura para transporte no motorizado	Sistemas de transporte	Seguridad vial
Fuente				
ICLD	X	X	X	
SGP - Libre inversión	X	X		
Recursos del crédito	X			

Fuente: Unión Temporal Profit - Transconsult a partir de información en el Consolidador de Hacienda e Información Pública y en los acuerdos de Presupuesto de Rentas y Gastos de Bucaramanga

### **Fuentes alternativas**

Los mecanismos definidos como viables para la generación de recursos adicionales para inversión en los proyectos del Plan Maestro de Movilidad son:

- Contribución por el servicio de parqueadero fuera de vía
- Estacionamiento en vía
- Áreas con restricción vehicular
- Derecho real accesorio de superficie en infraestructura de transporte
- Contribución de Valorización
- Concesión
- Estímulos para la modernización energética de los vehículos del sistema de transporte público individual
- Urbanismo Táctico
- Sistemas de bicicletas por desarrollo privado

Estas fuentes pueden generar recursos adicionales de inversión de acuerdo con las alternativas presentadas en el Plan y por decisión de las dependencias e instancias competentes.

La estimación de los recursos disponibles por estas fuentes se realiza en función de la información disponible para el Consultor, para aquellos mecanismos que predisponen un techo presupuestal por los recursos que pueden ser ejecutados.

Así, en el periodo 2022 a 2037 se estima para la totalidad del área de Bucaramanga una generación de recursos por COP1,77 billones (2021=100) por Contribución por Valorización en función de la capacidad de pago del total de predios del municipio. Igualmente, se estima para el mecanismo de cobro por acceso a áreas con restricción vehicular bajo la medida de pago solidario del Pico y Placa un recaudo de hasta por COP240.970,55 millones (2021=100) en el horizonte temporal del plan.

## **4.2. Costos de los proyectos de la propuesta DOTS**

La definición de los costos de los proyectos de la propuesta DOTS parte de los costos establecidos para los distintos programas y proyectos incluidos en el Plan Maestro de Movilidad de Bucaramanga. Como se presenta con anterioridad, en la zona de influencia definida por la isócrona para el Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible se identifican aquellos proyectos del Plan Maestro de Movilidad que intervienen. Esto es, se extraen los proyectos puntuales de infraestructura, urbanismo, transporte y seguridad vial que intervienen en el área del Portal del Norte definida, con cantidades para cada uno que son sujeto de intervención en esta misma zona.

Así, **los proyectos presentados a continuación mantienen la misma codificación presentada en el Plan Maestro de Movilidad de Bucaramanga, al igual que las fuentes de financiación definidas para cada uno de ellos, junto con el líder, ejecutor y participantes** que se incluyen tanto en las fichas como en el documento del plan.

El cálculo detallado para cada uno de los proyectos se incluye en el **ANEXO 03** Costos de los proyectos, donde se presentan los costos unitarios estimados y las cantidades que obedecen a las metas establecidas. Estos presentan, entre otros, estimaciones de costos de estudios comparables, precios de mercado por kilómetro para construcción de vías e infraestructura para transporte no motorizado, precio estimado para instalación de estaciones, montos por adecuación de carriles de transporte público, entre otros.

La estimación de costos unitarios se obtiene de: el análisis de costos unitarios del Instituto de Desarrollo Urbano, información de la plataforma Construdata, información de contratación de la plataforma SECOP II, estimaciones por cantidad de personal requerido a partir del Salario Mínimo Mensual Legal Vigente, estudios de remuneración de Sistemas Integrados de Transporte Masivo por canasta de costos y experiencia propia del equipo consultor.

**TABLA 24. COSTOS DE LOS PROYECTOS DE LA PROPUESTA DOTS EN EL ÁREA DEL PORTAL DEL NORTE EN MMCOP (2021=100)**

ID	Proyecto	Total	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
P4A	Elementos de accesibilidad universal en las obras de construcción y recuperación de andenes de los corredores principales de la red peatonal.	\$ 1.709,43	\$ 722,25	\$ 987,17	\$ 0,00
P4B	Implementación de módulos peatonales y dispositivos sonoros en intersecciones semafóricas	\$ 138,76	\$ 138,76	\$ 0,00	\$ 0,00
P4C	Implementación de elementos de soporte para la movilidad vertical	\$ 81,41	\$ 81,41	\$ 0,00	\$ 0,00
P5A	Señalética clara, visible, incluyente e integrada	\$ 2,80	\$ 2,80	\$ 0,00	\$ 0,00
P7A	Implementar iluminación pública orientada a la seguridad de peatones y ciclistas	\$ 308,37	\$ 308,37	\$ 0,00	\$ 0,00
P7B	Zonas 30 o de tránsito calmado	\$ 2,31	\$ 2,31	\$ 0,00	\$ 0,00
P7C	Zonas escolares seguras	\$ 7,61	\$ 7,61	\$ 0,00	\$ 0,00
P7E	Transformación de pasos elevados en pasos seguros a nivel	\$ 12.346,52	\$ 6.173,26	\$ 6.173,26	\$ 0,00
P8A	Arborización de calles	\$ 277,83	\$ 277,83	\$ 0,00	\$ 0,00
P11A	Diseño e implementación de corredores estratégicos para el Transporte Público	\$ 2,46	\$ 2,46	\$ 0,00	\$ 0,00
P11B	Construir, mantener y/o adecuar la red de paraderos del Transporte Público para que sean accesibles y seguros	\$ 155,25	\$ 155,25	\$ 0,00	\$ 0,00
P12D	Mejorar el servicio de TP con una red de cables aéreos.	\$ 422.053,00	\$ 218,67	\$ 323.791,67	\$ 98.042,67
P14B	Puntos de intercambio modal	\$ 1.691,53	\$ 0,00	\$ 1.691,53	\$ 0,00
P14C	Cicloestacionamientos articulados con la red de infraestructura de transporte público	\$ 7,00	\$ 7,00	\$ 0,00	\$ 0,00
P14D	Zonas amarillas	\$ 184,81	\$ 184,81	\$ 0,00	\$ 0,00
P24A	Red Vial de Carga	\$ 1.679,81	\$ 303,58	\$ 101,19	\$ 0,00
P27D	Red arterial con carácter metropolitano	\$ 694,64	\$ 440,04	\$ 254,60	\$ 0,00
P27E	Intersecciones viales	\$ 211,60	\$ 211,60	\$ 0,00	\$ 0,00
P31A	Expandir el área de cobertura del Sistema de Bicicletas Públicas	\$ 7,00	\$ 7,00	\$ 0,00	\$ 0,00
P32A	Diseño e implementación de la Red caminable principal	\$ 510,56	\$ 255,28	\$ 255,28	\$ 0,00
P33A	Diseño e implementación de la red de ciclorredes metropolitanas	\$ 1.276,93	\$ 0,00	\$ 540,21	\$ 736,72
P33B	Diseño de cicloparqueaderos en el espacio público	\$ 21,01	\$ 21,01	\$ 0,00	\$ 0,00
P33C	Gestión de cicloparqueaderos en estacionamientos privados	\$ 18,57	\$ 18,57	\$ 0,00	\$ 0,00
P33D	Diseño e implementación de cicloinfraestructura complementaria	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>Total</b>	<b>Total</b>	<b>\$ 442.114,19</b>	<b>\$ 9.539,89</b>	<b>\$ 333.794,92</b>	<b>\$ 98.779,38</b>

Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult

El proyecto de mayor costo corresponde al P12D por las intervenciones del Cable del Norte, con un 95% del costo total para los proyectos en el área definida. Como se resalta en el numeral 3 de este documento, la estrategia de financiación para este proyecto incluye una cofinanciación nacional, en función del apoyo del Gobierno nacional a los sistemas de transporte definido en la Ley 1955 de 2019 y la reglamentación dada por la Resolución

20203040013685 de 2020 del Ministerio de Transporte. Así, para el desarrollo del Cable del Norte se asume una participación de Bucaramanga del 30% sobre los costos totales de implementación, dada la gestión y ejecución de su diseño en búsqueda del apoyo nacional. Otra solución expuesta para este proyecto incluye su desarrollo bajo la modalidad de Concesión o Asociación Público Privada de la Ley 1508 de 2012. Esta modalidad permite la reubicación de los riesgos de la ejecución del proyecto al ser asignados a la parte en mejor calidad de asumirlos y mitigarlos, entre el público y el privado. Así mismo, incita a la inversión privada mediante la ejecución de un contrato amortizado en el tiempo por recursos de orden público en la modalidad de vigencias futuras, reduciendo el impacto fiscal para el municipio en cada vigencia, según su capacidad para soportar los aportes por los indicadores de salud fiscal de Ley 358 de 1997, 617 de 2000 y 819 de 2003.

En función de lo anterior, se contrastan los costos de los proyectos con las fuentes de recursos de inversión definidas para el municipio. Esto es, el caso en el que se asume una participación de Bucaramanga del 30% sobre los costos del proyecto P12D.

**TABLA 25. DÉFICIT O SUPERÁVIT DE LOS PROYECTOS DE LA PROPUESTA DOTS FRENTE A LOS RECURSOS DE INVERSIÓN EN MOVILIDAD DE BUCARAMANGA (2021=100)**

Concepto	Total	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Fuentes Administración Central	\$ 316.695,09	\$ 119.805,98	\$ 98.732,81	\$ 98.156,30
Fuentes Dirección de Tránsito de Bucaramanga	\$ 73.651,21	\$ 27.619,20	\$ 23.016,00	\$ 23.016,00
Costo de los proyectos de la propuesta DOTS	\$ 148.105,20	\$ 9.539,89	\$ 107.140,76	\$ 30.149,52
Déficit (-)/Superávit (+)	\$ 242.241,09	\$ 137.885,29	\$ 14.608,05	\$ 91.022,78

*Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult*

Como se puede ver, los proyectos de inversión en el área del Portal del Norte bajo la propuesta DOTS presentan un superávit frente a las fuentes de recursos del municipio. En este caso, se debe reconocer que las intervenciones incluidas no corresponden a la totalidad de requerimientos de inversión del Plan Maestro de Movilidad de Bucaramanga, por lo que, si bien se pueden ejecutar los proyectos dados por la propuesta DOTS, estos deben ser planeados a la luz de los requerimientos totales presentados en el plan completo, así como desarrollar e implementar las fuentes alternativas de financiación propuestas como fuente de financiación de cada proyecto.

## 5. Análisis de beneficios

Los proyectos de inversión pública atienden a una necesidad social mediante la entrega de bienes y/o servicios<sup>3</sup>. Su ejecución provoca efectos en el equilibrio del mercado mediante la disposición de estos servicios a los consumidores, generando bienestar en la comunidad a partir de los beneficios indirectos causados por las externalidades del proyecto no medibles en un modelo financiero (donde solo se miden beneficios monetarios como los ingresos operacionales). El análisis socioeconómico busca evaluar el impacto social y económico que representa el desarrollo de un proyecto en la comunidad.

Para este análisis en el marco de las intervenciones por el escenario DOTS, se busca monetizar los beneficios de las intervenciones, función del bienestar generado a la comunidad ya sea por mejora en las condiciones económicas o por reducción en las externalidades del transporte.

Así, para este análisis costo beneficio se parte entonces de la comparación entre el escenario base o *Business as Usual* donde se mantienen las condiciones actuales de la zona evaluada, contra el escenario DOTS donde se diseñan e implementan los proyectos propuestos y se alcanzan las metas propuestas por el Plan Maestro Metropolitano de Movilidad.

La definición de los beneficios por el desarrollo parte de la experiencia propia del Consultor y de la revisión de literatura para de análisis comparables. Algunos de estos incluyen el estudio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico<sup>4</sup>, Jones et al.<sup>5</sup>, Minieta National Transit Research Consortium, Economic Development Research Group, entre otros, así como los indicadores propuestos por el sistema de monitoreo para el desarrollo orientado al transporte en la guía de NAMA DOTS<sup>6</sup>. Estos son:

- Reducción de siniestros
- Aumento del valor del suelo
- Aumento de puestos de empleo por desarrollo urbano
- Aumento en el recaudo tributario por desarrollo urbano
- Reducción de tiempos de viaje
- Reducción de emisiones
- Aumento de actividad física

La cuantificación de estos beneficios, como

### 5.1. Reducción de siniestros

Una importante externalidad del transporte son los siniestros. Estos representan costos para la sociedad por pérdidas de vida humana, así como costos directos por atención médica, indemnizaciones y daños físicos a la infraestructura o a los vehículos de transporte.

<sup>3</sup> DNP. *Manual conceptual de la Metodología General Ajustada*. 2015.

<sup>4</sup> OCDE. *Quantifying the Socio-economic Benefits of Transport*. 2017.

<sup>5</sup> Jones, Moura & Domingos. *Transport infrastructure project evaluation using cost-benefit analysis*. 2013.

<sup>6</sup> Findeter. *Guía para evaluar proyectos DOTS en Colombia*. Julio 2020.

En Colombia, Fasecolda realizó un estudio en el 2018 para evaluar el costo de los accidentes a nivel nacional. En este estudio se mide el costo que representan las muertes, incapacidades y daños materiales generados por los siniestros viales, a partir de los costos directos asumidos por el SOAT, la cuenta ECAT del Adres, las ARL, el régimen contributivo y el Sistema General de Pensiones<sup>7</sup>. Este estudio se tuvo en cuenta en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 frente al objetivo en el sector transporte de reducir la siniestralidad vial<sup>8</sup>. Este estudio indica que el costo total de los accidentes viales en el 2016 según estas cuentas ascendió de COP3,6 billones, equivalente a COP4,31 billones del 2021.

En el 2011, un estudio de la Universidad de los Andes<sup>9</sup> estimó los costos de los siniestros, a partir de los costos por daños a la propiedad, costos médicos, costos administrativos y costos humanos, según las metodologías utilizadas a nivel internacional. De esta forma, se definieron los costos por siniestros para accidentes con daños, con lesionados y con muertos, así:

- Daños: COP10,62 millones (2021=100)
- Lesionados: COP30,64 millones (2021=100)
- Muertos: COP947,97 millones (2021=100)

Así mismo, en el Plan Maestro Metropolitano de Movilidad se proponen las siguientes metas de reducción de siniestros:

- Corto plazo: 40%
- Mediano plazo: 60%
- Largo plazo: 80%

De esta forma, el beneficio por reducción de siniestros se cuantifica así:

$$B_{siniestros} = \sum_{i=1}^3 (P_i * Q_i) * \Delta_{siniestros}$$

Donde,  $B_{siniestros}$  es el beneficio por la reducción de siniestros,  $i$  es cada tipo de siniestro entre accidente con daños, accidente con lesionados y accidente con muertos,  $P_i$  el costo por cada tipo de siniestro,  $Q_i$  la cantidad de cada tipo de siniestro y  $\Delta_{siniestros}$  las metas de reducción de siniestros.

Así, se captura entonces se calcula el costo total de la línea base de siniestros en la zona según la información de siniestros, frente al beneficio generado por las acciones del Plan frente a las metas de reducción. En el periodo de análisis de 15 años, hasta el 2037, el Valor Presente Neto Económico de este beneficio por la Tasa Social de Descuento del 12% (Tasa Social de Descuento definida por el DNP para la evaluación de proyectos de inversión<sup>10</sup>) es de COP15.306 millones:

<sup>7</sup> Fasecolda. *Costos de la accidentalidad vial en Colombia. 2018.*

<sup>8</sup> DNP. *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. 2018.*

<sup>9</sup> Universidad de los Andes. *Desarrollo de Metodología de Valoración del Costo Económico de la Accidentalidad Vial en Colombia y su cálculo para el periodo 2008-2010. 2011.*

<sup>10</sup> DNP. *Manual conceptual de la Metodología General Ajustada. Julio 2015.*

**TABLA 26. BENEFICIO POR REDUCCIÓN DE SINIESTROS EN MMCOP 2021=100**

Plazo	Año	Costo siniestros - Caso base				Costo siniestros - DOT				Beneficio
		Daños	Lesionados	Muertos	Total	Daños	Lesionados	Muertos	Total	
Corto	2023	\$ 53	\$ 190	\$ 4.368	\$ 4.612	\$ 49	\$ 175	\$ 4.019	\$ 4.243	\$ 369
	2024	\$ 55	\$ 196	\$ 4.499	\$ 4.750	\$ 46	\$ 165	\$ 3.779	\$ 3.990	\$ 760
	2025	\$ 56	\$ 202	\$ 4.634	\$ 4.892	\$ 43	\$ 153	\$ 3.522	\$ 3.718	\$ 1.174
	2026	\$ 58	\$ 208	\$ 4.773	\$ 5.039	\$ 39	\$ 141	\$ 3.246	\$ 3.427	\$ 1.613
	2027	\$ 60	\$ 214	\$ 4.917	\$ 5.190	\$ 36	\$ 128	\$ 2.950	\$ 3.114	\$ 2.076
Mediano	2028	\$ 61	\$ 221	\$ 5.064	\$ 5.346	\$ 34	\$ 124	\$ 2.836	\$ 2.994	\$ 2.352
	2029	\$ 63	\$ 227	\$ 5.216	\$ 5.506	\$ 33	\$ 118	\$ 2.712	\$ 2.863	\$ 2.643
	2030	\$ 65	\$ 234	\$ 5.372	\$ 5.672	\$ 31	\$ 112	\$ 2.579	\$ 2.722	\$ 2.949
	2031	\$ 67	\$ 241	\$ 5.534	\$ 5.842	\$ 30	\$ 106	\$ 2.435	\$ 2.570	\$ 3.271
	2032	\$ 69	\$ 248	\$ 5.700	\$ 6.017	\$ 28	\$ 99	\$ 2.280	\$ 2.407	\$ 3.610
Largo	2033	\$ 71	\$ 256	\$ 5.871	\$ 6.198	\$ 26	\$ 92	\$ 2.113	\$ 2.231	\$ 3.966
	2034	\$ 73	\$ 263	\$ 6.047	\$ 6.383	\$ 23	\$ 84	\$ 1.935	\$ 2.043	\$ 4.341
	2035	\$ 76	\$ 271	\$ 6.228	\$ 6.575	\$ 21	\$ 76	\$ 1.744	\$ 1.841	\$ 4.734
	2036	\$ 78	\$ 279	\$ 6.415	\$ 6.772	\$ 19	\$ 67	\$ 1.540	\$ 1.625	\$ 5.147
	2037	\$ 80	\$ 288	\$ 6.607	\$ 6.975	\$ 16	\$ 58	\$ 1.321	\$ 1.395	\$ 5.580
<b>Total</b>		<b>\$ 986</b>	<b>\$ 3.538</b>	<b>\$ 81.245</b>	<b>\$ 85.770</b>	<b>\$ 474</b>	<b>\$ 1.699</b>	<b>\$ 39.011</b>	<b>\$ 41.183</b>	<b>\$ 44.586</b>
VPNE (TSD 12%)		<b>\$ 15.306</b>								

Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult

## 5.2. Aumento en el valor del suelo

Las obras de infraestructura e intervenciones propuestas en la zona generan un beneficio por aumento en el valor del suelo. Este es un beneficio económico capturado por los propietarios de los predios, el cual se evidencia en el aumento del valor monetario de su activo según la valoración generada por las intervenciones.

Este beneficio se genera, en principio, por la apreciación del terreno sobre el cual se encuentra el predio en función de su ubicación, uso potencial y mejora general de las condiciones urbanas en la zona que lo rodea. Es entonces el valor del predio el cual captura la apreciación del terreno, *ceteris paribus* frente a las condiciones intrínsecas del predio por el estado de su construcción.

Estudios relacionados han identificado que intervenciones en infraestructura, espacio público y transporte generan una apreciación por plusvalía alrededor del 5% sobre el precio base del predio. Este es el parámetro principal para cuantificar este beneficio.

La información catastral por avalúo y área de cada uno de los predios de Bucaramanga se obtuvo de parte del Área Metropolitana de Bucaramanga. Según esta información, se pudo calcular el valor por metro cuadrado por cada uso de suelo encontrado en la zona de evaluación. En el cálculo del valor por metro cuadrado se hizo una limpieza de datos según la metodología IQR, donde el rango de evaluación se extiende entre los mínimos y máximos dados por el rango intercuartil, equivalente a la diferencia en el valor del metro cuadrado entre el percentil 25 y 75 de la distribución. Así, no se tiene en cuenta el ruido de aquellos valores atípicos.

Los resultados en valor por metro cuadrado son:

- Comercial/Mixto: COP1'775.187,91 (2021=100)
- Dotacional: COP1'528.900,97 (2021=100)
- Residencial: COP1'067.014,61 (2021=100)

De esta forma, el beneficio por aumento en el valor del suelo se cuantifica así:

$$B_{avaluo} = \sum_{i=1}^3 (\text{Valor } m2_i * m2 \text{ totales}_i) * \Delta_{valor}$$

Donde,  $B_{avaluo}$  es el beneficio por aumento en el valor del suelo,  $i$  es cada tipo de uso de suelo entre comercial/mixto, dotacional y residencial,  $valor\ m2$  es el valor catastral del metro cuadrado por cada tipo de uso de suelo,  $m2$  los metros cuadrados por uso de suelo afectados y  $\Delta_{valor}$  es la apreciación del metro cuadrado, equivalente al 5%.

El desarrollo actual en la zona de estudio presenta la siguiente distribución espacial por uso:

- Comercial/Mixto: 62.440,96 metros cuadrados
- Dotacional: 29.259,91 metros cuadrados
- Residencial: 120.806,69 metros cuadrados

El resultado del beneficio por el aumento en el valor del suelo es de COP14.224,12 millones, equivalente a una apreciación en el valor de los predios del 5% sobre los metros cuadrados por uso actuales en la zona.

**TABLA 27. BENEFICIO POR AUMENTO EN EL VALOR DEL SUELO EN MMCOP 2021=100**

Concepto	Monto
Valor catastral - Caso base	\$ 284.482,43
<b>Comercial/Mixto</b>	\$ 110.844,43
<b>Dotacional</b>	\$ 44.735,51
<b>Residencial</b>	\$ 128.902,50
Valor catastral - DOT	\$ 298.706,56
<b>Comercial/Mixto</b>	\$ 116.386,65
<b>Dotacional</b>	\$ 46.972,28
<b>Residencial</b>	\$ 135.347,62
<b>Beneficio</b>	<b>\$ 14.224,12</b>

Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult

### 5.3. Aumento de puestos de empleo por desarrollo urbano

El desarrollo urbano involucra el beneficio de generación de empleo por la explotación del suelo con usos económicos. El aumento en el desarrollo para los usos de actividades económicas genera una mayor disponibilidad de puestos de empleo, diferente al empleo temporal generado por la inversión en la construcción. Es decir, el aumento en los metros cuadrados construidos con destinación a actividades económicas genera una mayor disponibilidad de puestos de empleo en función de la relación entre ratios de empleo por metro cuadrado por uso, como ocupaciones permanentes por el activo construido.

Las razones de empleo por uso se estiman a partir de la experiencia del equipo Consultor, así como la revisión de estudios realizados para beneficios del desarrollo urbano. En particular, el estudio de Drivers Jonas Deloitte para el gobierno del reino unido define la densidad de empleo por uso y actividad económica, y lo define como un parámetro para estimar el beneficio de la generación de empleo urbano.

De acuerdo con esto, se definen las siguientes razones de empleo por metro cuadrado:

- Comercial/Mixto: 0,0313 empleos por metro cuadrado
- Dotacional: 0,0607 empleos por metro cuadrado

Así, el cálculo del beneficio por aumento de puestos de empleo se estima a partir del aumento en la superficie construida por uso en un escenario de densificación, como objetivo urbanístico del desarrollo orientado al transporte, por la razón de puestos por metro cuadrado. La cuantificación monetaria de esta modificación se obtiene entonces del salario mínimo mensual legal vigente, como medida promedio para cada uno de los puestos de empleo. Según la fórmula:

$$B_{\text{puestos de empleo}} = \sum_{i=1}^2 (\Delta m2_i * r_{\text{empleo}_i}) * SMMLV$$

Donde,  $B_{\text{puestos de empleo}}$  es el beneficio generado por el aumento en puestos de empleo,  $\Delta m2$  es el aumento en metros cuadrados de superficie por tipo de uso de suelo para cada uso relacionado con actividades económicas (comercial/mixto y dotacional),  $r_{\text{empleo}}$  la razón de empleo por metro cuadrado según la densidad establecida para cada uso y  $SMMLV$  el salario mínimo mensual legal vigente de COP1 millón.

Como desarrolló urbanístico por el enfoque de desarrollo orientado al transporte, se asume una meta de densificación del suelo del 70%. Es decir, para cada lote por uso se establece una meta del 70% de superficie máxima construida, según los límites establecidos por el POT para edificabilidad por altura. Para la altura libre, se asume un límite de 20 pisos.

Según lo anterior, se definen los siguientes valores de metros cuadrados desarrollados por uso en la zona de estudio en un estado de máxima densificación al 70%.

- Comercial/Mixto: 4'866.045,15 metros cuadrados propuestos; 62.440,96 metros cuadrados como estado base; diferencial de 4'803.604,19 metros cuadrados.
- Dotacional: 1'026.899,98 metros cuadrados propuestos; 29.259,91 metros cuadrados como estado base; diferencial de 689.570,08 metros cuadrados.

El desarrollo urbano tiene un proceso exponencial, es decir, el desarrollo tiene un menor crecimiento en el corto plazo que en el mediano y largo plazo. Por lo tanto, para los cortes temporales se establece una meta del 14%, en el mediano del 35% y en el largo del 70%, así:

- Comercial/Mixto: 960.720,84 metros cuadrados durante el corto plazo; 1'441.081,26 metros cuadrados durante el mediano plazo; 2'401.802,10 metros cuadrados durante el largo plazo.
- Dotacional: 137.914,02 metros cuadrados durante el corto plazo; 206.871,02 metros cuadrados durante el mediano plazo; 344.785,04 metros cuadrados durante el largo plazo.

En el periodo de análisis de 15 años, hasta el 2037, el Valor Presente Neto Económico de este beneficio por la Tasa Social de Descuento del 12% (Tasa Social de Descuento definida por el DNP para la evaluación de proyectos de inversión<sup>11</sup>) es de COP6,47 billones.

**TABLA 28. BENEFICIO POR AUMENTO DE PUESTOS DE EMPLEO EN MMCOP 2021=100**

Plazo	Año	Puestos de empleo - Caso base			Puestos de empleo - DOT			Beneficio
		Comercial/Mixto	Dotacional	Total	Comercial/Mixto	Dotacional	Total	
Corto	2023	\$ 24.865	\$ 22.630	\$ 47.495	\$ 101.382	\$ 43.962	\$ 145.344	\$ 97.849
	2024	\$ 25.611	\$ 23.309	\$ 48.920	\$ 183.235	\$ 67.254	\$ 250.489	\$ 201.569
	2025	\$ 26.380	\$ 24.008	\$ 50.388	\$ 269.908	\$ 91.903	\$ 361.812	\$ 311.424
	2026	\$ 27.171	\$ 24.728	\$ 51.899	\$ 361.617	\$ 117.971	\$ 479.588	\$ 427.689

<sup>11</sup> DNP. Manual conceptual de la Metodología General Ajustada. Julio 2015.

Plazo	Año	Puestos de empleo - Caso base			Puestos de empleo - DOT			Beneficio
		Comercial/Mixto	Dotacional	Total	Comercial/Mixto	Dotacional	Total	
Mediano	2027	\$ 27.986	\$ 25.470	\$ 53.456	\$ 458.586	\$ 145.520	\$ 604.106	\$ 550.649
	2028	\$ 28.826	\$ 26.234	\$ 55.060	\$ 605.398	\$ 186.981	\$ 792.379	\$ 737.320
	2029	\$ 29.691	\$ 27.021	\$ 56.712	\$ 760.607	\$ 230.799	\$ 991.406	\$ 934.694
	2030	\$ 30.581	\$ 27.832	\$ 58.413	\$ 924.584	\$ 277.078	\$ 1.201.661	\$ 1.143.248
	2031	\$ 31.499	\$ 28.667	\$ 60.165	\$ 1.097.714	\$ 325.925	\$ 1.423.639	\$ 1.363.474
Largo	2032	\$ 32.444	\$ 29.527	\$ 61.970	\$ 1.280.400	\$ 377.454	\$ 1.657.854	\$ 1.595.884
	2033	\$ 33.417	\$ 30.412	\$ 63.830	\$ 1.575.891	\$ 460.451	\$ 2.036.342	\$ 1.972.513
	2034	\$ 34.420	\$ 31.325	\$ 65.744	\$ 1.887.959	\$ 548.088	\$ 2.436.047	\$ 2.370.303
	2035	\$ 35.452	\$ 32.265	\$ 67.717	\$ 2.217.333	\$ 640.568	\$ 2.857.901	\$ 2.790.185
	2036	\$ 36.516	\$ 33.232	\$ 69.748	\$ 2.564.770	\$ 738.104	\$ 3.302.875	\$ 3.233.127
	2037	\$ 37.611	\$ 34.229	\$ 71.841	\$ 2.931.058	\$ 840.916	\$ 3.771.974	\$ 3.700.134
Total		\$ 462.471	\$ 420.887	\$ 883.358	\$ 17.220.443	\$ 5.092.974	\$ 22.313.418	\$ 21.430.059
VPNE (TSD 12%)		\$ 6.470.036						

Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult

## 5.4. Aumento en el recaudo del Impuesto Predial Unificado por desarrollo urbano

Como se resalta en el beneficio anterior, la densificación urbana es un objetivo del desarrollo orientado al transporte. Esta densificación busca reducir las distancias, aumentar la conectividad del transporte y mejorar la distribución espacial en función de los distintos usos del suelo.

En un ejercicio de densificación de la zona evaluada por el desarrollo orientado al transporte, se genera un beneficio para el estado en función del aumento en el recaudo del impuesto predial por una mayor cantidad de predios sujetos al tributo. Es decir, a medida que se genera la construcción privada por desarrollo urbano aumentan los predios en la zona y por ende el recaudo de la administración central de Bucaramanga en función del tributo a cargo del impuesto predial.

Este beneficio se monetiza entonces por la tasa del impuesto en el valor de los activos prediales. Esta tasa refleja cuanto es el recaudo del municipio por el valor catastral total del desarrollo, según esta fórmula:

$$B_{IPU} = \sum_{i=1}^3 (\Delta m2_i * valor\ m2_i * r\ IPU_i)$$

Donde,  $B_{IPU}$  es el beneficio por el aumento en el recaudo del Impuesto Predial Unificado,  $\Delta m2$  es el aumento en metros cuadrados de superficie por tipo de uso de suelo para cada uso (comercial/mixto, dotacional, residencial),  $valor\ m2$  es el valor catastral del metro cuadrado por uso y  $r\ IPU$  es la tasa del Impuesto Predial Unificado por el valor catastral de cada uso.

A partir de la información del Área Metropolitana de Bucaramanga, se obtienen los valores de valor catastral y área por cada uno de los predios de Bucaramanga. Con esta información, se calcula el valor del metro cuadrado por cada uso de suelo en la zona de evaluación. Para el cálculo de este valor, se limpiaron los datos según la metodología IQR, donde se establecen límites inferiores y superiores por el rango intercuartil entre la diferencia en el valor del metro cuadrado para el percentil 25 y 75 de la distribución. Esto, para no incluir el ruido de los valores atípicos.

Los resultados en valor por metro cuadrado son:

- Comercial/Mixto: COP1'775.187,91 (2021=100)
- Dotacional: COP1'528.900,97 (2021=100)
- Residencial: COP1'067.014,61 (2021=100)

La tasa del Impuesto Predial Unificado por cada uso se obtiene a partir de la información de recaudo por este rubro presentada por el municipio en el Consolidador de Hacienda e Información Pública. Con un recaudo total por COP139.043,68 millones (2021=100) en el 2021 y los metros cuadrados totales en el registro catastral recibido por parte del AMB, se obtiene una razón de COP8.033,80 por cada metro cuadrado. Esta, se desglosa entonces a una razón de tasa en función del valor por metro cuadrado de cada tipo presentado anteriormente, así.

- Comercial/Mixto: 4,53 por mil
- Dotacional: 5,25 por mil
- Residencial: 7,53 por mil

Estas tasas coinciden con las encontradas en el estatuto tributario de Bucaramanga. Son estas entonces las variables que afectan el valor catastral total de los activos en el escenario de densificación propuesto para la evaluación del desarrollo orientado al transporte, para monetizar el beneficio por el aumento en el recaudo del Impuesto Predial Unificado.

Como parte del desarrollo urbanístico en el desarrollo orientado al transporte, se asume una meta de densificación del suelo del 70%. Esto es, por cada uso se establece una meta del 70% de superficie máxima construida, según los límites establecidos por el POT para edificabilidad por altura. Para la altura libre, se asume un límite de 20 pisos.

Según lo anterior, se definen los siguientes valores de metros cuadrados desarrollados por uso en la zona de estudio en un estado de máxima densificación al 70%.

- Comercial/Mixto: 4'866.045,15 metros cuadrados propuestos; 62.440,96 metros cuadrados como estado base; diferencial de 4'803.604,19 metros cuadrados.
- Dotacional: 1'026.899,98 metros cuadrados propuestos; 29.259,91 metros cuadrados como estado base; diferencial de 689.570,08 metros cuadrados.
- Residencial: 1'407.762,45 metros cuadrados propuestos; 120.806,69 metros cuadrados como estado base; diferencial de 1'286.955,76 metros cuadrados.

Según el proceso exponencial del desarrollo urbano se dan crecimientos en cortes temporales del 14% para el corto plazo, 35% para el mediano plazo y 70% para el largo plazo, así:

- Comercial/Mixto: 960.720,84 metros cuadrados durante el corto plazo; 1'441.081,26 metros cuadrados durante el mediano plazo; 2'401.802,10 metros cuadrados durante el largo plazo.
- Dotacional: 137.914,02 metros cuadrados durante el corto plazo; 206.871,02 metros cuadrados durante el mediano plazo; 344.785,04 metros cuadrados durante el largo plazo.
- Residencial: 257.391,15 metros cuadrados durante el corto plazo; 386.086,73 metros cuadrados durante el mediano plazo; 643.477,88 metros cuadrados durante el largo plazo.

En el periodo de análisis de 15 años, hasta el 2037, el Valor Presente Neto Económico de este beneficio por la Tasa Social de Descuento del 12% (Tasa Social de Descuento definida por el DNP para la evaluación de proyectos de inversión<sup>12</sup>) es de COP126.756,48 millones.

**TABLA 29. BENEFICIO POR AUMENTO EN EL RECAUDO TRIBUTARIO DEL IPU EN MMCOP 2021=100**

Plazo	Año	IPU - Caso base				IPU - DOT				Beneficio
		Comercia // Mixto	Dotación	Residencia	Total	Comercia // Mixto	Dotación	Residencia	Total	
Corto	2023	\$ 533	\$ 250	\$ 1.031	\$ 1.813	\$ 2.172	\$ 485	\$ 1.168	\$ 3.825	\$ 2.012
	2024	\$ 549	\$ 257	\$ 1.062	\$ 1.867	\$ 3.926	\$ 742	\$ 1.239	\$ 5.906	\$ 4.039
	2025	\$ 565	\$ 265	\$ 1.093	\$ 1.923	\$ 5.782	\$ 1.014	\$ 1.314	\$ 8.111	\$ 6.187
	2026	\$ 582	\$ 273	\$ 1.126	\$ 1.981	\$ 7.747	\$ 1.301	\$ 1.394	\$ 10.443	\$ 8.462
Mediano	2027	\$ 600	\$ 281	\$ 1.160	\$ 2.041	\$ 9.824	\$ 1.605	\$ 1.479	\$ 12.909	\$ 10.869
	2028	\$ 618	\$ 289	\$ 1.195	\$ 2.102	\$ 12.970	\$ 2.063	\$ 1.569	\$ 16.602	\$ 14.500
	2029	\$ 636	\$ 298	\$ 1.231	\$ 2.165	\$ 16.295	\$ 2.546	\$ 1.665	\$ 20.506	\$ 18.341
	2030	\$ 655	\$ 307	\$ 1.268	\$ 2.230	\$ 19.808	\$ 3.056	\$ 1.766	\$ 24.631	\$ 22.401
Largo	2031	\$ 675	\$ 316	\$ 1.306	\$ 2.297	\$ 23.517	\$ 3.595	\$ 1.874	\$ 28.986	\$ 26.689
	2032	\$ 695	\$ 326	\$ 1.345	\$ 2.366	\$ 27.431	\$ 4.164	\$ 1.988	\$ 33.582	\$ 31.217
	2033	\$ 716	\$ 335	\$ 1.385	\$ 2.436	\$ 33.761	\$ 5.079	\$ 2.109	\$ 40.949	\$ 38.513
	2034	\$ 737	\$ 346	\$ 1.427	\$ 2.510	\$ 40.447	\$ 6.046	\$ 2.238	\$ 48.730	\$ 46.221
Total	2035	\$ 760	\$ 356	\$ 1.469	\$ 2.585	\$ 47.503	\$ 7.066	\$ 2.374	\$ 56.943	\$ 54.358
	2036	\$ 782	\$ 367	\$ 1.514	\$ 2.662	\$ 54.946	\$ 8.142	\$ 2.518	\$ 65.607	\$ 62.944
	2037	\$ 806	\$ 378	\$ 1.559	\$ 2.742	\$ 62.793	\$ 9.276	\$ 2.672	\$ 74.741	\$ 71.999
Total		\$ 9.908	\$ 4.643	\$ 19.169	\$ 33.719	\$ 368.921	\$ 56.180	\$ 27.369	\$ 452.471	\$ 418.751
VPNE (TSD 12%)		\$ 126.756								

Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult

## 5.5. Reducción de tiempos de viaje

Una de las principales externalidades del transporte es el tiempo invertido. Este representa un costo de oportunidad no cuantificado en el costo del viaje, el cual conlleva a un tiempo cesante que podría ser destinado a actividades distintas, ya sean productivas o de ocio. Por lo tanto, el tiempo invertido en el transporte ha sido calificado como una des utilidad resultante de la demanda por moverse entre dos puntos. De esta forma, el tiempo tiene un valor al momento de tomar la decisión de movilizarse, y las reducciones en el tiempo invertido en viajes representan beneficios para la sociedad<sup>13</sup>.

Este beneficio se aplica a los análisis costo beneficio de los proyectos de transporte de pasajeros, donde los modelos de demanda incluyen intrínsecamente el valor del tiempo en su estimación. De esta forma, los ahorros en el tiempo de transporte generados por la alternativa se cuantifican directamente a través de esta variable la cual se mide en valores monetarios por unidad de tiempo. Igualmente, el valor del ahorro del tiempo de transporte para pasajeros se ha medido también como la generación directa de valor por mayor disponibilidad de horas de trabajo al requerir de un menor tiempo para transportarse<sup>14</sup>.

Así, es el valor del tiempo la variable que cuantifica el beneficio por reducción en tiempos de viaje. Esta variable expresada en valores monetarios por tiempo es aplicada a la reducción total en el tiempo de viaje de la red resultante al aplicar las intervenciones propuestas en el modelo de transporte, presentando el escenario por el diferencial entre el tiempo total de viaje en el estado base o *Business as Usual* y el tiempo de viaje total de la red con las intervenciones. Según la siguiente fórmula:

<sup>12</sup> DNP. Manual conceptual de la Metodología General Ajustada. Julio 2015.

<sup>13</sup> Meunier & Quinet. Value of time estimations in cost benefit analysis: the French experience. 2015.

<sup>14</sup> Athira, Muneera, Krishnamurthy & Anjaneyulu. Estimation of Value of Travel Time for Work Trips. 2016.

$$B_{Tiempo} = VOT * \Delta Tiempo_{red}$$

Donde,  $B_{Tiempo}$  es el beneficio por la reducción en el tiempo de viaje,  $VOT$  es el valor del tiempo y  $\Delta Tiempo_{red}$  es la reducción en el tiempo total de viaje de la red calculada por el modelo de transporte.

El valor del tiempo se calcula, entonces, en función de la productividad del área metropolitana, según la aproximación de periodos cesantes y aumento en la producción económica por tiempo reusado o reinvertido en tales actividades. Para esto, se toman los resultados del valor agregado por los municipios del área metropolitana de Bucaramanga a partir de la información reportada por el DANE, equivalente a COP27,32 billones (COP15,3 billones por Bucaramanga, COP4,79 billones por Floridablanca, COP4,19 billones por Girón y COP2,99 billones por Piedecuesta)<sup>15</sup>. Esta es entonces contrastada con la población total según el censo poblacional, por un total de 1'204.093 habitantes<sup>16</sup>. Finalmente, se asume una jornada laboral de 48 horas semanales para 2.496 horas laborales por habitante al año. El valor del tiempo resultante es:

- $VOT$ : 151,51 COP/min

Ahora bien, a partir de las simulaciones del modelo de transporte, se obtienen los siguientes resultados para la diferencia en el tiempo de viaje total de la red por las intervenciones en los cortes temporales de corto, mediano y largo plazo. Debido a la reestructuración de la movilidad por las intervenciones, en el corto plazo se genera un aumento en las horas de viaje totales anuales en la red. Es a partir del mediano y largo plazo que se generan las reducciones de tiempo.

- Corto plazo: Aumento de 10.711 horas de viaje anuales
- Mediano plazo: Disminución de 614.118 horas de viaje anuales
- Largo plazo: Disminución de 612.366 horas de viaje anuales

En el periodo de análisis de 15 años, hasta el 2037, el Valor Presente Neto Económico de este beneficio por la Tasa Social de Descuento del 12% (Tasa Social de Descuento definida por el DNP para la evaluación de proyectos de inversión<sup>17</sup>) es de COP19.833,67 millones.

**TABLA 30. BENEFICIO POR REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE VIAJE EN MMCOP 2021=100**

Plazo	Año	Tiempo de viaje
		Beneficio
Corto	2023	-\$ 23
	2024	-\$ 47
	2025	-\$ 73
	2026	-\$ 101
	2027	-\$ 130
Mediano	2028	\$ 1.424
	2029	\$ 3.072
	2030	\$ 4.817
	2031	\$ 6.664
	2032	\$ 8.617
Largo	2033	\$ 8.870
	2034	\$ 9.131
	2035	\$ 9.400
	2036	\$ 9.676
	2037	\$ 9.961

<sup>15</sup> DANE. Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV 2018. 2018.

<sup>16</sup> DANE. Cuentas nacionales departamentales – Valor Agregado por municipio (2011-2019). Marzo 2021.

<sup>17</sup> DNP. Manual conceptual de la Metodología General Ajustada. Julio 2015.

Total	\$ 71.258
VPNE (TSD 12%)	\$ 19.834

Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult

## 5.6. Reducción de emisiones

El transporte motorizado conlleva a una externalidad ambiental reflejada en la emisión de contaminantes atmosféricos, por gases de efecto invernadero o por emisión de material particulado como forzador climático. En particular, la combustión Diesel genera emisiones de material como el PM2,5 y PM10. Estas emisiones se cuantifican en toneladas de CO2 equivalente.

La emisión de estos contaminantes se deriva de la tecnología de tracción del vehículo, donde aquellos a combustión conllevan a un mayor impacto que aquellos con tecnologías limpias o de cero emisiones, como lo son los vehículos con propulsión por gas o vehículos eléctricos.

Igualmente, la emisión por el transporte se deriva en gran medida de la partición modal de los viajes de la población. Los modos individuales resultan en una mayor emisión por viaje que modos como el transporte público, el cual reúne varios viajes en un solo vehículo, así como el diferencial de emisiones de los modos motorizados frente a la ausencia de emisiones en modos no motorizados.

El desarrollo orientado al transporte fomenta el cambio modal hacia vehículos no motorizados y transporte público, lo cual genera una reducción en emisiones por uso de modos de mayor contaminación, al igual que una reducción en las distancias de viaje por la densificación del suelo y mayor accesibilidad a bienes y servicios urbanos.

Este beneficio se cuantifica, en primer lugar, por la estimación de la reducción de emisiones generado por las intervenciones a partir de los resultados del modelo de transporte. En este, se cuantifican los kilómetros totales por vehículo contrastados a los factores de emisión presentados por la guía NAMA DOTS<sup>18</sup>. Así, por la diferencia en el uso de cada modo representado por los kilómetros totales para el escenario *Business as Usual* y el escenario de implementación de las intervenciones, se cuantifica la reducción de emisiones en toneladas de CO2 equivalente.

El Costo Social del Carbono es la variable que permite monetizar el efecto de la reducción de emisiones de gases de invernadero en el análisis del costo beneficio. Este se obtiene al valorar económicamente el efecto generado por las emisiones de carbono sobre la sociedad por medio de los impactos económicos del cambio climático y el detrimento a la salud de la comunidad.

El valor que representan las emisiones de carbono ha sido cuantificado Banco Mundial. Este valor lo presentan en USD constantes hasta el año 2050<sup>19</sup>.

**TABLA 31. COSTO SOCIAL DEL CARBONO POR TONELADA**

Año	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
CSC (USD Constantes)	77	78	80	82	84	86	87	89	91	94	96
Año	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
CSC (USD Constantes)	98	100	102	105	107	109	112	113	117	120	122
Año	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050

<sup>18</sup> Findeter. Guía para evaluar proyectos DOTS en Colombia. Julio 2020.

<sup>19</sup> Banco Mundial. Shadow price of carbon in economic analysis. Noviembre 2017.

Así, el beneficio se estima según la siguiente fórmula:

$$B_{emisiones} = \left( \sum_{i=1}^I \Delta VKT_i * FE_i \right) * CSC$$

Donde,  $B_{emisiones}$  es el beneficio por reducción de emisiones,  $\Delta VKT$  es el diferencial en kilómetros totales por vehículo para cada uno de los modos,  $FE$  es el factor de emisión de cada uno de los modos y  $CSC$  es el Costo Social del Carbono.

A partir del modelo de transporte se obtienen los siguientes diferenciales en kilómetros totales por modo, según la línea base o *Business as Usual* frente al escenario de implementación de las intervenciones. Según las definiciones del modelo de transporte, estos recorridos son calculados para la motocicleta, el automóvil, el taxi y el camión en el transporte de carga de última milla.

- Motocicleta: Aumento de 3,49 millones de kilómetros anuales en el corto plazo; aumento de 2,52 millones de kilómetros anuales en el mediano plazo; aumento de 2,46 millones de kilómetros en el largo plazo.
- Automóvil: Disminución de 3,80 millones de kilómetros anuales en el corto plazo; disminución de 3,14 millones de kilómetros anuales en el mediano plazo; disminución de 3,04 millones de kilómetros anuales en el largo plazo.
- Taxi: Disminución de 0,44 millones de kilómetros anuales en el corto plazo; disminución de 0,37 millones de kilómetros anuales en el mediano plazo; disminución de 0,37 millones de kilómetros anuales en el largo plazo.
- Camión: Disminución de 0,29 millones de kilómetros anuales en el corto plazo; disminución de 0,24 millones de kilómetros anuales en el mediano plazo; disminución de 0,25 millones de kilómetros anuales en el largo plazo.

Según los factores de emisión por modo presentados en la guía NAMA DOTS, se obtienen las siguientes reducciones en kilogramos de CO2 equivalente. Para estos, se asume como combustible de la motocicleta, el automóvil y el taxi la gasolina, mientras que para el camión como carga de última milla el Diesel.

- Motocicleta: 0,093 kgCO2/km
- Automóvil: 0,303 kgCO2/km
- Taxi: 0,205 kgCO2/km
- Camión: 0,962 kgCO2/km

Así, en el periodo de análisis de 15 años, hasta el 2037, el Valor Presente Neto Económico de este beneficio por la Tasa Social de Descuento del 12% (Tasa Social de Descuento definida por el DNP para la evaluación de proyectos de inversión<sup>20</sup>) es de COP2.280,04 millones.

<sup>20</sup> DNP. Manual conceptual de la Metodología General Ajustada. Julio 2015.

**TABLA 32. BENEFICIO POR REDUCCIÓN DE EMISIONES EN MMCOP 2021=100**

Plazo	Año	Reducción de emisiones				Total
		Beneficio Motocicleta	Beneficio Automóvil	Beneficio Taxi	Beneficio Camión	
<b>Corto</b>	2023	-\$ 22	\$ 79	\$ 6	\$ 19	<b>\$ 82</b>
	2024	-\$ 45	\$ 160	\$ 12	\$ 39	<b>\$ 166</b>
	2025	-\$ 69	\$ 245	\$ 19	\$ 60	<b>\$ 255</b>
	2026	-\$ 93	\$ 334	\$ 26	\$ 81	<b>\$ 348</b>
	2027	-\$ 121	\$ 431	\$ 34	\$ 105	<b>\$ 449</b>
<b>Mediano</b>	2028	-\$ 116	\$ 425	\$ 33	\$ 104	<b>\$ 445</b>
	2029	-\$ 112	\$ 418	\$ 33	\$ 102	<b>\$ 441</b>
	2030	-\$ 107	\$ 410	\$ 33	\$ 100	<b>\$ 436</b>
	2031	-\$ 102	\$ 402	\$ 32	\$ 99	<b>\$ 431</b>
	2032	-\$ 98	\$ 397	\$ 32	\$ 98	<b>\$ 429</b>
<b>Largo</b>	2033	-\$ 99	\$ 402	\$ 33	\$ 100	<b>\$ 436</b>
	2034	-\$ 100	\$ 408	\$ 33	\$ 102	<b>\$ 442</b>
	2035	-\$ 102	\$ 416	\$ 34	\$ 105	<b>\$ 453</b>
	2036	-\$ 103	\$ 417	\$ 35	\$ 106	<b>\$ 455</b>
	2037	-\$ 106	\$ 429	\$ 36	\$ 110	<b>\$ 470</b>
<b>Total</b>		<b>-\$ 1.395</b>	<b>\$ 5.373</b>	<b>\$ 431</b>	<b>\$ 1.330</b>	<b>\$ 5.740</b>
<b>VPNE (TSD 12%)</b>						<b>\$ 2.280</b>

Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult

## 5.7. Aumento de actividad física

El desarrollo orientado al transporte busca un cambio en la participación modal del transporte de la población. Este desarrollo fomenta el aumento en el uso de modos no motorizados como lo son el peatonal y la bicicleta. Así mismo, se fomenta el uso del transporte público el cual incluye implícitamente los modos no motorizados por el transporte desde y hacia las estaciones.

El uso de los modos no motorizados conlleva a un aumento en la actividad física de la población la cual genera, a su vez, beneficios por salud. Se ha demostrado que esta previene el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, algunos cánceres y de la obesidad.

Este beneficio se cuantifica por la estimación de las modificaciones en la partición modal generado por las intervenciones a partir de los resultados del modelo de transporte. Así, a partir del modelo se calcula el aumento en kilómetros caminados en la red a partir del aumento en el uso del transporte público, el cual induce su demanda en el ingreso y salida de las estaciones.

Para monetizar el beneficio, el estudio de Genter et al. presenta estimaciones del valor de la actividad física en unidades monetarias por kilómetro, según los costos de intervenciones de salud por las enfermedades relacionadas y encuestas para identificar la percepción de la población frente al beneficio. Así, estima un beneficio por 4,27 NZD/km para el peatón<sup>21</sup>.

Este valor es traído a COP por medio de la Paridad de Poder Adquisitivo en USD entre Nueva Zelanda y Colombia. Las tasas de cambio utilizadas son de 1,44 NZD/USD y 1.320,1 COP/USD, según información del Banco Mundial<sup>22</sup>.

- Peatón: 3.914,46 COP/km

El beneficio por aumento en la actividad física se estima entonces según la siguiente fórmula:

<sup>21</sup> Genter, Donovan, Petrenas & Badland. Valuing the health benefits of active transport modes. 2008.

<sup>22</sup> Banco Mundial. World Bank PPP Conversion Factor. Sitio web: <https://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PPP>

$$B_{actividad\ física} = \sum_{i=1}^2 \Delta VKT_i * r_i$$

Donde,  $B_{actividad\ física}$  es el beneficio por aumento de la actividad física,  $\Delta VKT$  es el diferencial en kilómetros totales para los modos peatonal y bicicleta entre los escenarios *Business as Usual* y el escenario de implementación de las intervenciones y  $r$  es el factor monetario por kilómetro para cada modo, como se presenta anteriormente.

A partir del modelo de transporte se obtienen los siguientes kilómetros totales para los modos evaluados, tanto para la línea base o *Business as Usual* como para el escenario de implementación de las intervenciones:

- Peatón: Aumento de 122.097 km en el corto plazo; aumento de 279.936 km en el mediano plazo; aumento de 122.097 km en el largo plazo.

Así, en el periodo de análisis de 15 años, hasta el 2037, el Valor Presente Neto Económico de este beneficio por la Tasa Social de Descuento del 12% (Tasa Social de Descuento definida por el DNP para la evaluación de proyectos de inversión<sup>23</sup>) es de COP3.431 millones.

**TABLA 33. BENEFICIO POR AUMENTO DE ACTIVIDAD FÍSICA EN MMCOP 2021=100**

Plazo	Año	Actividad física
		Beneficio
Corto	2023	\$ 96
	2024	\$ 191
	2025	\$ 287
	2026	\$ 382
	2027	\$ 478
Mediano	2028	\$ 602
	2029	\$ 725
	2030	\$ 849
	2031	\$ 972
	2032	\$ 1.096
Largo	2033	\$ 948
	2034	\$ 800
	2035	\$ 652
	2036	\$ 504
	2037	\$ 357
Total		<b>\$ 8.939</b>
VPNE (TSD 12%)		<b>\$ 3.431</b>

Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult

<sup>23</sup> DNP. Manual conceptual de la Metodología General Ajustada. Julio 2015.

## 6. Priorización de proyectos

La priorización de proyectos para la propuesta DOTS del Portal del Norte parte de la evaluación definida en el análisis del plan para cada uno de los proyectos incluidos por su incidencia en la zona de análisis.

### 6.1. Criterios establecidos

Los criterios de evaluación surgen del análisis del grupo de expertos técnicos de los diferentes componentes, para definir una matriz multicriterio que permita comparar los proyectos propuestos y definir los niveles de priorización según la metodología presentada en el siguiente numeral.

**TABLA 34. CRITERIOS A PONDERAR**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
<b>Generación de ingresos</b>	Capacidad de generar ingresos adicionales para la sostenibilidad del transporte público en el corto, medio y largo plazo.
	En ese sentido, un proyecto tendrá mejores resultados frente a este criterio si genera mayores recursos para el Transporte público.
<b>Mejoras en la movilidad</b>	Capacidad de desincentivar el uso de vehículos automotores particulares, modos informales y promoción del uso de transporte público y modos no motorizados.
	Considerando lo anterior, un proyecto que genere mayores impactos positivos frente a la movilidad deberá ser calificado con mayor puntuación.
<b>Facilidad de implementación</b>	Un proyecto de fácil implementación requerirá menos tiempo y condiciones necesarias para la implementación y contratación. Bajo estas condiciones de facilidad de implementación, la puntuación del proyecto debería ser mayor.
<b>Carga institucional</b>	Este criterio hace referencia al esfuerzo en la operación y funcionamiento de los proyectos. Esta carga institucional es entendida desde el tiempo, recursos humanos y procesos que deben invertir las entidades del sector público.
	Un aumento de tiempo, recursos humanos y procesos se traduce en mayor carga institucional, que correspondería a una menor puntuación en este criterio.
<b>Recursos públicos</b>	Corresponde a los recursos públicos destinados a inversión, costos de operación, costo directo de la administración local en el mejoramiento y mantenimiento de infraestructura.
	Mayores recursos públicos destinados a su desarrollo repercuten en una puntuación más baja en este criterio.
<b>Beneficio Ambiental</b>	Resaltar las propuestas que mejoren la sostenibilidad de los modos de transporte
	Tendrá mayor calificación la propuesta que represente una disminución en la contaminación ambiental
<b>Prelación Institucional</b>	Los proyectos a los cuales la institución le esté otorgando una mayor priorización o importancia en su desarrollo o en proceso de ejecución

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
Precedencia detonante	Evalúa aquellos proyectos que crean una dependencia en el inicio de otros o son detonantes para la estructuración y ejecución de nuevos proyectos

Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult

## 6.2. Metodología

La calificación de los criterios se realiza por medio del análisis SAATY el cual identifica la importancia de cada criterio según las necesidades y objetivos del área metropolitana de Bucaramanga, en función de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas del análisis DOFA que surge del diagnóstico. Esta metodología propone una jerarquización entre los diferentes criterios, y presenta una herramienta para la toma de decisiones que eventualmente puede ser ajustada por las entidades según su valoración de cada criterio definido.

La priorización aquí presentada se obtuvo a partir de la evaluación de los criterios por parte del equipo consultor, dada la jerarquización de cada especialista del equipo en un formulario de Microsoft.

La siguiente tabla presenta el resultado y jerarquía de cada criterio según su ponderación en el resultado de la encuesta:

**TABLA 35. CRITERIOS Y PONDERACIÓN ESTABLECIDA**

ORDEN	CRITERIO	PORCENTAJE PONDERACIÓN
1	Mejoras en la movilidad	21,53%
2	Facilidad de implementación	15,28%
3	Precedencia detonante	12,50%
4	Generación de ingresos	12,15%
5	Recursos públicos	11,81%
6	Beneficio Ambiental	11,46%
7	Prelación Institucional	8,68%
8	Carga institucional	6,60%

Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult

## 6.3. Resultados

La siguiente tabla presenta los resultados de la evaluación de los criterios para cada proyecto que componen la zona de análisis de la propuesta DOTS, y la priorización final según la ponderación de cada criterio.

**TABLA 36. RESULTADOS OBTENIDOS**

PROYECTOS PLANTEADOS	COMPONENTE	GENERACIÓN DE INGRESOS	MEJORAS EN LA MOVILIDAD	FACILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN	CARGA INSTITUCIONAL	RECURSOS PÚBLICOS	BENEFICIO AMBIENTAL	PRELACIÓN INSTITUCIONAL	PRECEDENCIA DETONANTE	NOTA FINAL	PRIORIDAD
P7E: Transformación de pasos elevados en pasos seguros a nivel	Proyecto estructural	1,00	9,50	6,00	5,25	2,00	6,00	7,25	8,00	6,00	Alta
P11A: Diseño e implementación de corredores estratégicos para el Transporte Público	Proyecto estructural	10,00	9,50	6,50	6,00	1,00	8,50	8,00	8,00	7,46	Alta
P11B: Construir, mantener y/o adecuar la red de paraderos del Transporte Público para que sean accesibles y seguros	Proyecto estructural	10,00	8,75	6,50	5,50	2,00	4,25	6,75	4,25	6,30	Alta
P14B: Puntos de intercambio modal	Proyecto estructural	7,00	9,50	6,00	5,00	2,00	6,25	7,75	5,50	6,47	Alta
P32A: Diseño e implementación de la Red caminable principal	Proyecto estructural	1,00	9,75	6,75	4,75	4,00	9,25	8,50	5,75	6,57	Alta
P33A: Diseño e implementación de la red de ciclorredes metropolitanas	Proyecto estructural	1,00	9,25	6,75	5,00	6,00	9,50	8,25	5,50	6,69	Alta
P4A: Elementos de accesibilidad universal en las obras de construcción y recuperación de andenes de los corredores principales de la red peatonal.	Proyecto estratégico POT	1,00	8,50	6,00	6,00	4,00	3,50	7,00	5,75	5,46	Media
P8A: Arborización de calles	Proyecto estratégico POT	1,00	3,75	7,25	4,25	1,00	9,50	7,00	4,50	4,72	Baja
P12D: Mejorar el servicio de TP con una red de cables aéreos.	Proyecto estratégico POT	10,00	9,75	5,25	5,00	1,00	7,50	7,50	6,25	6,88	Alta
P24A: Red Vial de Carga	Proyecto estratégico POT	1,00	8,50	6,25	5,00	1,00	6,50	7,00	5,00	5,35	Media
P27D: Red arterial con caracter metropolitano	Plan Vial Metropolitano	1,00	9,00	6,75	4,75	4,00	5,00	7,50	5,00	5,73	Media

PROYECTOS PLANTEADOS	COMPONENTE	GENERACIÓN DE INGRESOS	MEJORAS EN LA MOVILIDAD	FACILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN	CARGA INSTITUCIONAL	RECURSOS PÚBLICOS	BENEFICIO AMBIENTAL	PRELACIÓN INSTITUCIONAL	PRECEDENCIA DETONANTE	NOTA FINAL	PRIORIDAD
P27E: Intersecciones viales	Plan Vial Metropolitano	1,00	9,00	6,75	4,75	4,00	5,00	7,50	5,00	5,73	Media
P4B: Implementación de módulos peatonales y dispositivos sonoros en intersecciones semaforicas	Proyecto específico	1,00	8,25	6,75	4,50	1,00	3,25	7,75	4,25	4,93	Baja
P4C: Implementación de elementos de soporte para la movilidad vertical	Proyecto específico	1,00	8,00	7,50	4,75	1,00	3,00	6,50	5,25	4,99	Baja
P5A: Señalética clara, visible, incluyente e integrada	Proyecto específico	1,00	7,75	7,50	4,75	1,00	3,00	6,75	4,50	4,87	Baja
P7A: Implementar iluminación pública orientada a la seguridad de peatones y ciclistas	Proyecto específico	1,00	6,50	7,50	5,25	2,00	4,50	6,25	3,75	4,78	Baja
P7B: Zonas 30 o de tránsito calmado	Proyecto específico	1,00	9,00	8,00	4,50	1,00	5,25	7,00	5,25	5,58	Media
P7C: Zonas escolares seguras	Proyecto específico	1,00	9,00	8,25	4,75	1,00	4,00	6,50	3,50	5,22	Baja
P14C: Cicloestacionamientos articulados con la red de infraestructura de transporte público	Proyecto específico	6,00	9,00	7,25	5,00	1,00	9,25	8,25	5,00	6,65	Alta
P14D: Zonas amarillas	Proyecto específico	1,00	8,25	7,50	5,50	1,00	5,25	7,25	4,25	5,30	Media
P31A: Expandir el área de cobertura del Sistema de Bicicletas Públicas	Proyecto específico	4,00	9,50	6,75	4,50	1,00	9,25	7,50	4,25	6,25	Alta
P33B: Diseño de cicloparqueaderos en el espacio público	Proyecto específico	1,00	9,25	7,25	5,00	1,00	9,00	7,75	3,75	5,87	Media
P33C: Gestión de cicloparqueaderos en estacionamientos privados	Proyecto específico	1,00	9,25	5,50	6,00	1,00	8,75	7,25	3,50	5,56	Media
P33D: Diseño e implementación de cicloinfraestructura complementaria	Proyecto específico	1,00	8,00	5,50	4,75	5,00	6,75	7,00	3,50	5,41	Media

Fuente: Unión Temporal Profit – Transconsult

## 7. Monitoreo y evaluación de los proyectos.

A partir de la Guía para evaluar proyectos DOTS en Colombia (Findeter, 2020) se definen una serie de indicadores para realizar el monitoreo y evaluación de los proyectos, clasificados en las categorías que se presentan en la siguiente figura.

**FIGURA 48. CATEGORÍAS MONITOREO Y SEGUIMIENTO**



Fuente: Elaboración propia a partir de Guía para evaluar Proyectos, FINDETER, 2020

Los indicadores que se muestran a continuación, los pueden consultar a detalle en el **ANEXO 02**, donde se desarrolla la descripción, fórmula, variables, línea base y valor proyectado para cada uno de estos.

### 7.1. Urbanístico

**TABLA 37. INDICADORES URBANÍSTICOS**

CATEGORÍA	INDICADOR	UNIDAD	FRECUENCIA
URBANÍSTICA	Usos del Suelo existentes	%	Anual
	Área Neta Urbanizada	ha	Anual
	Número de establecimientos de comercio y servicio	#	Anual
	Seguridad Percibida en la Calle	1 a 5	Anual
	Infraestructura para transporte activo	m <sup>2</sup>	Anual

CATEGORÍA	INDICADOR	UNIDAD	FRECUENCIA
	Espacio Público efectivo per capita	m <sup>2</sup> /hab	Bienal
	Lotes vacantes y baldíos	#	Bienal
	Pasos seguros para peatones en vías arteriales	%	Anual
	Densidad de intersecciones viales	#/ha	Cuatrienal

Fuente: Elaboración propia a partir de Guía para evaluar Proyectos, FINDETER, 2020

## 7.2. Socioeconómico

**TABLA 38. INDICADORES SOCIOECONÓMICOS**

CATEGORÍA	INDICADOR	UNIDAD	FRECUENCIA
SOCIOECONÓMICO	Población beneficiada	# personas	Anual
	Valor comercial del suelo	\$Mill/m <sup>2</sup>	Anual
	Densidad poblacional	hab/ha	Bienal
	Número de viviendas	#	Bienal
	Gasto en transporte	%	Anual
	Valor catastral del suelo	\$Mill/m <sup>2</sup>	Bienal
	Número de viviendas VIS y VIP	%	Cuatrienal
	Densidad de empleos	empleos/ha	Anual

Fuente: Elaboración propia a partir de Guía para evaluar Proyectos, FINDETER, 2020

## 7.3. Ambiental

**TABLA 39. INDICADORES AMBIENTALES**

CATEGORÍA	INDICADOR	UNIDAD	FRECUENCIA
AMBIENTAL	Emisiones de GEI	Ton CO <sub>2</sub> /año	Anual
	Contaminación por ruido	Num 1-5	Anual
	Contaminación del aire	Num 1-5	Anual
	Espacio verde per cápita	m <sup>2</sup> /hab	Bienal
	Emisiones contaminantes	ton/año	Anual
	Concentración de PM <sub>2.5/10</sub>	ug/m <sup>3</sup>	Anual
	Inventario forestal per cápita	Num/hab	Bienal

Fuente: Elaboración propia a partir de Guía para evaluar Proyectos, FINDETER, 2020

## 7.4. Movilidad

**TABLA 40. INDICADORES MOVILIDAD**

CATEGORÍA	INDICADOR	UNIDAD	FRECUENCIA
MOVILIDAD	VKT por modo	Km/año	Anual
	Partición modal	%	Anual
	Distancia promedio de viajes	Km	Anual

CATEGORÍA	INDICADOR	UNIDAD	FRECUENCIA
	Viajes diarios	Viajes	Anual
	Viajes diarios por persona	Viajes/pax	Anual
	VKT per cápita	Km/año	Anual
	Accesibilidad al transporte	%	Bienal
	Parqueaderos públicos	#	Bienal
	Densidad de parqueaderos privados	#/Vivienda	Bienal
	Número de accidentes viales	#	Anual

Fuente: Elaboración propia a partir de Guía para evaluar Proyectos, FINDETER, 2020

## 7.5. Gestión Institucional

TABLA 41. INDICADORES INSTITUCIONALES

CATEGORÍA	INDICADOR	UNIDAD	FRECUENCIA
	Marco de Política	#	Cuatrenal
	Financiamiento local para NAMA DOTS	\$Mill/año	Anual
	Evaluaciones DOTS financiadas por Nama Facility	#	Anual
	Fuentes alternativas de financiación para movilidad sostenible	Sí/No	Anual
	Licencias de construcción por modalidad y uso	m <sup>2</sup>	Anual
	Planes parciales aprobados que incorporan elementos DOTS	#	Anual
	Percepción Ciudadana favorable sobre proyectos DOTS	Escala 1-5	Anual
	Recursos financieros del sector privado comprometidos	\$Mill	Anual
	Recursos financieros de la nación para la Colombia TOD NAMA	\$Mill	Anual
	Proyectos DOTS implementados o en ejecución en la ciudad	#	Anual
	Talleres de experiencias DOTS entre ciudades	#	Anual

Fuente: Elaboración propia a partir de Guía para evaluar Proyectos, FINDETER, 2020

## 8. Conclusiones

### 8.1. Financiero

- Los proyectos de la zona del Desarrollo Orientado al Transporte Sostenible del Portal del Norte tienen un costo total de COP442.114,19 millones (2021=100), ejecutados COP9.539,89 millones en el corto plazo, COP333.794,92 millones en el mediano plazo y COP98.779,38 millones en el largo plazo.
- La zona del piloto DOTS se encuentra ubicada en el municipio de Bucaramanga, en la isócrona definida para el Portal del Norte. Por lo tanto, los costos de estos proyectos deben ser asumidos por el municipio y soportados por las fuentes de recursos de inversión en el sector movilidad.
- El proyecto de Cable del Norte representa la mayor inversión, con un 95% de los costos totales estimados para la zona de análisis. Para el fondeo de este proyecto se debe apuntar a la cofinanciación de la nación, bajo el apoyo del Gobierno nacional a los sistemas de transporte establecido por la Ley 1995 de 2019 y su reglamentación en la Resolución 202030400113685 de 2020 del Ministerio de Transporte. La participación de la nación incluye la infraestructura para cables y puede asumir hasta el 70% de los rubros de inversión, financiación, entre otros. Así mismo, se debe cumplir con lo expuesto en el anexo A de la Resolución, en referencia al artículo 2 de la Ley 310 y el artículo 100 de la Ley 1955.
- El análisis de beneficios del piloto DOTS obtiene un Valor Presente Neto Económico total de COP6,65 billones, según los siguientes beneficios:
  - Reducción de siniestros: VPNE de COP15.306,39 millones.
  - Aumento en el valor del suelo: VPNE de COP12.70011 millones.
  - Aumento de puestos de empleo por desarrollo urbano: VPNE de COP6,47 billones.
  - Aumento en el recaudo del Impuesto Predial Unificado por desarrollo urbano: VPNE de COP126.756,48 millones.
  - Reducción de tiempos de viaje: VPNE de COP19.833,67 millones.
  - Reducción de emisiones: VPNE de COP2.280,04 millones.
  - Aumento de actividad física: VPNE de COP3.430,71 millones

Al no incluir en la estimación al beneficio por aumento de puestos de empleo, el cual está sujeto a supuestos de máxima densificación y desarrollo comercial de la zona, el VPNE total de los beneficios es de COP176.876,68 millones.

De esta forma, la razón beneficio costo de los proyectos analizados es de 1,57. Esto, a partir de un VPNE del costo socioeconómico para las intervenciones de COP112.886,22 millones, afectados por la Razón Precio Cuenta 0,78<sup>24</sup> (ajuste de costo de oportunidad en el costo de inversión por mano de obra colombiana calculado por el DNP).

<sup>24</sup> DNP. GUIAS SECTORIALES DE PROYECTOS - GUIA No 5 DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION, MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL. 2015.

## 8.2. Transporte

- La zona del proyecto piloto DOTS, es atravesada por el corredor logístico Av. Los Libertadores, en el cual se identificaron nodos de conexión que no cumplen con las especificaciones de diseño geométrico, señalización y demarcación vial que garantice la operación de los vehículos de carga y que, por lo tanto, deben ser priorizados para su mejoramiento.
- Con relación al transporte público individual, aunque no se encuentra concentración de sitios atractores de viajes, si se localizan dotacionales educativos, recreativos, institucionales y de salud, en los cuales se observó parqueo en vía y la presencia de bahías donde se pueden proponer zonas amarillas para el ascenso y descenso de pasajeros.
- Teniendo en cuenta los bajos niveles de calidad del servicio público asociados a falta de cobertura, bajas frecuencias y problemas funcionales de las empresas prestadoras del servicio, así como también sectores de la ciudad que presentan condiciones geográficas de altas pendientes y difícil acceso, con carencias de espacio público e infraestructura de transporte básica. Las anteriores problemáticas han generado una búsqueda de soluciones de transporte que logren brindar accesibilidad a esta población, y por esta razón se han presentado modos de transporte alternativos que ayuden en la mitigación de la falencia presentada, entre esta se destaca el cable aéreo, el cual tendrá un gran impacto no solo en el área del piloto DOT sino en toda la ciudad. Se origina con el objetivo de **ofrecer una alternativa de transporte público de alta calidad con bajas emisiones y que garantice la accesibilidad** de la población en zonas de difícil acceso

## 9. Bibliografía

- Alcaldía de Bucaramanga. (2020). Marco Fiscal de Mediano Plazo 2021-2030.
- Alcaldía de Bucaramanga. (2021). Acuerdo 039 de 2021 – Presupuesto General de Rentas y Gastos del municipio de Bucaramanga para la vigencia fiscal del 1 de enero al 31 de diciembre del año 2022.
- Banco de la República. (2022). Informe de Política Monetaria 01/2022.
- Banco de la República. (2022). Salarios – Serie histórica.
- Banco de la República de Colombia. (2021). Informe de Política Monetaria octubre de 2021.
- Consolidador de Hacienda e Información Pública. (2022). Detalle de ingresos y egresos del municipio de Bucaramanga - 2021.
- DANE. (Noviembre de 2021). Informe de tercer trimestre de la actividad Económica.
- DANE. (2021). Serie histórica del Producto Interno Bruto por Sectores y Actividades Económicas.
- DAN-E. (2021). Serie histórica tasa de empleo y desempleo.
- DNP. (2015). Manual conceptual de la Metodología General Ajustada.
- DNP. (2018). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022.
- Fasecolda. (2018). Costos de la accidentalidad vial en Colombia.
- Findeter. (2020). Guía para evaluar proyectos DOTS en Colombia.
- Jones, H., Moura, F., & Domingos, T. (s.f.). Transport infrastructure project evaluation using cost-benefit analysis.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2021). Marco Fiscal de Mediano Plazo 2021.
- Naciones Unidas. (Julio de 2020). Documento de políticas: La COVID-19 en un mundo urbano.
- Universidad de los Andes. (2011). Desarrollo de Metodología de Valoración del Costo Económico de la Accidentalidad Vial en Colombia y su cálculo para el periodo 2008-2010.
- Universidad Industrial de Santander. (2013). Elaboración del estudio de factibilidad y actividades complementarias requeridas para el cobro por el sistema de contribución de valorización del plan vial Bucaramanga competitiva para el mejoramiento de la movilidad.

## 10. Anexos

A continuación, se enumeran los anexos entregados con el producto:

- Anexo 01. Cartografía
- Anexo 02. Monitoreo y evaluación de los proyectos
- Anexo 03. Costos de los proyectos