

**FUNCIONAMIENTO DE LAS INTERSECCIONES AVENIDA BOYACÁ CON
AMÉRICAS Y AVENIDA BOYACÁ CON 1° DE MAYO ENFOCADO EN LA
SEGURIDAD y CONGESTIÓN VIAL.**

**JONNATHAN ANDRÉS RICO CÁRDENAS
ADRIANA DEL PILAR CÉSPEDES SEGURA**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2017**

**FUNCIONAMIENTO DE LAS INTERSECCIONES AVENIDA BOYACÁ CON
AMÉRICAS Y AVENIDA BOYACÁ CON 1° DE MAYO ENFOCADO EN LA
SEGURIDAD y CONGESTIÓN VIAL.**

**JONNATHAN ANDRÉS RICO CÁRDENAS
ADRIANA DEL PILAR CÉSPEDES SEGURA**

TRABAJO DE GRADO MODALIDAD INVESTIGACIÓN

**ASESOR:
INGENIERO EDWIN GUERRERO**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2017**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:

Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

NOTA DE ACEPTACION

El trabajo de grado titulado “**Funcionamiento de las intersecciones avenida Boyacá con américas y avenida Boyacá con 1° de mayo enfocado en la seguridad y congestión vial.**”

Presentado por los estudiantes Jonnathan Andrés Rico Cárdenas, Adriana del Pilar Céspedes Segura, en cumplimiento del requisito para optar al título de pregrado “Ingeniero civil” fue aprobada por el director.

ASESOR: INGENIERO EDWIN GUERRERO

**JURADO: INGENIERO GUILLEROMO LEON
CORTES QUINTERO**

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedicamos a nuestros padres por estar siempre presentes en nuestro camino, permitiendo cumplir nuestros sueños y las metas que nos proponemos en la vida, a los docentes de nuestra carrera que nos dejaron muchas enseñanzas de disciplina, motivación y honestidad, a todas las personas que hicieron parte de esta experiencia de vida, logrando culminar un proceso educativo que seguirá en constante enriquecimiento durante nuestra vida profesional.

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Edwin Guerrero, tutor de trabajo de grado, quien nos acompañó durante todo el proceso del desarrollo de trabajo de grado.

Al instituto de desarrollo urbano (IDU), por la colaboración de la información aportada a este proyecto.

A la secretaria de movilidad, por la colaboración en la información aportada a este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTOS	6
RESUMEN	1
SUMMARY	2
INTRODUCCIÓN	3
1. GENERALIDADES.	4
1.1. ANTECEDENTES	4
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.3. OBJETIVOS.....	8
1.4. JUSTIFICACION	8
1.5. DELIMITACION.....	9
1.6. MARCO REFERENCIAL.....	11
1.7. METODOLOGIA.....	16
2. ACCIDENTALIDAD.....	19
2.1. GENERALIDADES.....	19
2.2. PARQUE AUTOMOTOR	19
2.3. ACCIDENTALIDAD EN BOGOTÁ.....	25
2.4. ÍNDICE DE MORTALIDAD Y MORBILIDAD.....	34
3. VELOCIDAD.....	36
3.1. Velocidad promedio anual de transporte.....	37
3.2. Velocidad media de recorrido para vehículos en los principales corredores viales.....	38
4. AUSCULTACIÓN	41
4.1. Intersección avenida Boyacá con primera de mayo.	41
4.2. Intersección Avenida Boyacá con Américas.	54
5. SEÑALIZACIÓN.....	64
5.1. REQUISITOS DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL.....	64
5.2. SEÑALIZACIÓN EN LA AVENIDA BOYACÁ CON AMÉRICAS	66
5.3. SEÑALIZACIÓN AVENIDA BOYACÁ CON PRIMERA DE MAYO	78
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	86

6.1.	SEÑALIZACIÓN	86
6.2.	AUSCULTACIÓN	88
6.3.	MODELACIÓN DE DISEÑO GEOMÉTRICO A PARTIR DE LA COMPARACIÓN DE NORMAS (INVIAS, IDU, AASHTO)	94
6.4.	Modelación primera de mayo actual.....	103
6.5.	Modelación actual de la intersección avenida Boyacá con Américas.....	106
7.	CONCLUSIONES	109
8.	RECOMENDACIONES	111
	BIBLIOGRAFÍA.....	112
	ANEXOS	113
1.1.	ANÁLISIS DE CRITERIOS DE DISEÑO DEL INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO- IDU.....	113
1.2.	ANÁLISIS DE CRITERIOS DE DISEÑO DE MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DEL INVIAS. 123	
1.3.	ANÁLISIS DE CRITERIOS DE DISEÑO SEGÚN LA NORMA AASHTO	127

TABLA DE FIGURAS

Figura 1:	mapa conceptual de formulación del problema.....	7
Figura 2:	sistematización de intersección vial.....	7
Figura 3:	ubicación intersección Avenida Boyacá con primera de mayo.....	9
Figura 4:	ubicación Avenida Boyacá con Américas.....	10
Figura 5:	Diagrama de metodología para la investigación	18
Figura 6:	reporte de accidentalidad vial en la intersección Avenida 1 de mayo con Boyacá	29
Figura 7:	reporte de accidentalidad vial en la intersección Avenida Américas con Boyacá	30
Figura 8:	auscultación pavimento flexible.....	41
Figura 9:	auscultación pavimento flexible	42
Figura 10:	auscultación pavimento flexible.....	42
Figura 11:	auscultación pavimento flexible.....	43
Figura 12:	auscultación pavimento flexible.....	43
Figura 13:	auscultación pavimento flexible.....	44
Figura 14:	auscultación pavimento flexible.....	44
Figura 15:	auscultación pavimento flexible.....	45
Figura 16:	auscultación pavimento flexible.....	45
Figura 17:	auscultación pavimento flexible.....	46
Figura 18:	auscultación pavimento flexible.....	47
Figura 19:	auscultación pavimento flexible.....	47

Figura 20: auscultación pavimento flexible.....	48
Figura 21: auscultación pavimento flexible.....	48
Figura 22: auscultación pavimento flexible.....	49
Figura 23: auscultación pavimento flexible.....	49
Figura 24: auscultación pavimento flexible.....	50
Figura 25: auscultación pavimento flexible.....	51
Figura 26: auscultación pavimento flexible.....	51
Figura 27: auscultación pavimento flexible.....	52
Figura 28: auscultación pavimento flexible.....	52
Figura 29: auscultación pavimento flexible.....	53
Figura 30: auscultación pavimento flexible.....	53
Figura 31: auscultación pavimento flexible.....	54
Figura 32: auscultación pavimento flexible.....	54
Figura 33: auscultación pavimento flexible.....	55
Figura 34: auscultación pavimento flexible.....	55
Figura 35: auscultación pavimento flexible.....	56
Figura 36: auscultación pavimento flexible.....	56
Figura 37: auscultación pavimento flexible.....	57
Figura 38: auscultación pavimento flexible.....	58
Figura 39: auscultación pavimento flexible.....	58
Figura 40: auscultación pavimento flexible.....	59
Figura 41: auscultación pavimento flexible.....	59
Figura 42: auscultación pavimento flexible.....	60
Figura 43: auscultación pavimento flexible.....	60
Figura 44: auscultación pavimento flexible.....	61
Figura 45: auscultación pavimento flexible.....	61
Figura 46: auscultación pavimento flexible.....	62
Figura 47: auscultación pavimento flexible.....	62
Figura 48: auscultación pavimento flexible.....	63
Figura 49: auscultación pavimento flexible.....	63
Figura 50: Señalización informativa de destino y ruta.....	66
Figura 51: señalización informativa.....	66
Figura 52: señalización preventiva de altura de paso a desnivel.....	67
Figura 53: señalización entrada a la bifurcación de la avenida Boyacá a las Américas.....	67
Figura 54: señalización entrada sur Boyacá con sentido Américas con oeste- este.....	68
Figura 55: señalización entrada sur Boyacá con sentido Américas con oeste- este.....	68
Figura 56: señalización sentido SUR- NORTE.....	69
Figura 57: señalización sentido SUR- NORTE.....	69
Figura 58: Señalización de la avenida Boyacá sentido SUR- NORTE.....	70
Figura 59: señalización de entrada a la oreja sur- norte de la avenida Boyacá a este – oeste de la avenida Américas.....	71
Figura 60: señalización de entrada a la oreja sur- norte de la avenida Boyacá a este – oeste de la avenida Américas.....	71

Figura 61: señalización de entrada a la oreja sur- norte de la avenida Boyacá a este – oeste de la avenida Américas.	72
Figura 62: señalización de entrada a la oreja sur- norte de la avenida Boyacá a este – oeste de la avenida Américas.	72
Figura 63: señalización de entrada a la oreja sur- norte de la avenida Boyacá a este – oeste de la avenida Américas.	73
Figura 64: señalización de la oreja de salida a la Avenida Boyacá de norte a sur.	73
Figura 65: señalización de la salida a la Avenida Boyacá de norte a sur.	74
Figura 66: señalización para tomar de oeste a este la avenida de Américas.....	74
Figura 67: señalización para tomar de oeste a este la avenida de Américas.....	75
Figura 68: señalización puente de las Américas.	75
Figura 69: Señalización entrada oreja entrada de la avenida Boyacá de sur a norte.	76
Figura 70: señalización en la bifurcación de las avenida Américas este- oeste a la avenida Boyacá de sur a norte.....	76
Figura 71: señalización en la bifurcación de las avenida Américas este- oeste a la avenida Boyacá de sur a norte.....	77
Figura 72: señalización de bifurcación de la avenida Boyacá de norte a sur a las Américas de este a oeste	77
Figura 73: señalización de bifurcación de las Américas de oeste a este a la avenida Boyacá de norte a sur.....	78
Figura 74: señalización en bifurcación de primera de mayo de este a oeste a avenida Boyacá de sur a norte.....	78
Figura 75: señalización en bifurcación de primera de mayo de este a oeste a avenida Boyacá de sur a norte.....	79
Figura 76: señalización en bifurcación de primera de mayo de este a oeste a avenida Boyacá de sur a norte.....	79
Figura 77: señalización en bifurcación de primera de mayo de este a oeste a avenida Boyacá de sur a norte.....	80
Figura 78: señalización avenida Boyacá de sur a norte.	80
Figura 79: señalización de carril rápido de sur a norte para avenida Boyacá.	81
Figura 80: señalización avenida primera de mayo entrada al puente a desnivel. Este – Oeste a oreja Boyacá de norte a sur.....	81
Figura 81: señalización avenida primera de mayo entrada al puente a desnivel. Este – Oeste a oreja Boyacá de norte a sur.....	82
Figura 82: señalización de avenida Boyacá de norte a sur.....	82
Figura 83: señalización de avenida Boyacá de norte a sur.....	83
Figura 84: señalización de avenida Boyacá de norte a sur.....	83
Figura 85: Señalización avenida Boyacá a la primera de mayo.....	84
Figura 86: Señalización avenida Boyacá a la primera de mayo.....	84
Figura 87: señalización de avenida Boyacá de norte a sur.....	85
Figura 88: señalización de avenida Boyacá tomando la avenida primero de mayo	85
Figura 89: modelación en AutoCAD de señalización actual de la intersección avenida Boyacá con américas.	86

Figura 90: modelación en AutoCAD de señalización proyectada de la intersección avenida Boyacá con 1 de mayo.	87
Figura 91: modelación actual primera de mayo con Boyacá panorámica sur – norte.....	103
Figura 92: modelación actual primera de mayo con Boyacá panorámica occidente – oriente.....	103
Figura 93: modelación actual primera de mayo con Boyacá panorámica norte a sur	104
Figura 94: modelación proyectada primera de mayo con Boyacá panorámica sur – norte	104
Figura 95: modelación proyectada primera de mayo con Boyacá panorámica oriente.....	105
Figura 96: modelación proyectada primera de mayo con Boyacá panorámica oriente.....	105
Figura 97: modelación actual intersección américas.	106
Figura 98: modelación actual intersección américas.	106
Figura 99: modelación actual intersección américas.	107
Figura 100: modelación proyectado intersección américas.	107
Figura 101: modelación proyectado intersección américa.	108
Figura 102: ejemplo de trébol combinado.....	114
Figura 103: ejemplos de trébol combinado.	114
Figura 104: ejemplo de intersección con giros semidireccionales.....	115
Figura 105: ejemplo de cruce divergente en diamante.....	116
Figura 106: Distancia deseable de control de accesos.	128
Figura 107: Adaptabilidad de distribuidores en autopistas en relación con los tipos de instalaciones de intersección.....	130
Figura 108: configuración geométrica de nariz.	131
Figura 109: tipos de carriles de aceleración.....	133
Figura 110: tipos de carriles de desaceleración.	134
Figura 111: longitud mínima carril de desaceleración.....	135
Figura 112: Ubicación isleta en curva.	136

TABLA DE GRAFICAS

Grafica 1: crecimiento anual del parque automotor 2002- 2015	22
Grafica 2: Reporte de accidentes anuales (2003 – 2015).....	26
Grafica 3: Accidentalidad reportada anualmente (2007- 2016)	30
Grafica 4: Accidentalidad reportada anualmente (2007- 2016)	31
Grafica 5: causas deducida de los accidentes en Bogotá D.C.....	32
Grafica 6: Índice de mortalidad por cada 100.000 habitantes. Años 2003 a 2015	35
Grafica 7: Índice de Morbilidad por cada 100.000 habitantes. Años 2003 a 2015.....	35
Grafica 8: Velocidad promedio por años.....	36
Grafica 9: velocidad promedio anual de la ciudad según el tipo de transporte	37
Grafica 10: velocidad promedio mensual para el 2015.....	39
Grafica 11: porcentaje de incidencia de tipos de daño en la intersección avenida Boyacá con Américas	89
Grafica 12: severidad del tipo de daño del pavimento.....	90

Grafica 13: porcentaje de incidencia de los tipos de daño en la intersección avenida Boyacá con primera de mayo.	92
Grafica 14: severidad del daño del pavimento intersección avenida Boyacá con primera de mayo.	93

TABLA DE TABLAS

Tabla 1: parque automotor desde el año 2002 al 2015.	21
Tabla 2: extensión malla mixta de la localidad de Kennedy.....	23
Tabla 3: recopilación de accidentalidad anual en la ciudad de Bogotá (2003- 2015).....	25
Tabla 4: accidentalidad anual por gravedad.....	27
Tabla 5: Gravedad de los eventos viales ocurridos en Bogotá D.C. 2010-2015.....	27
Tabla 6: clases de eventos viales ocurridos en Bogotá D.C. 2010- 2015.....	28
Tabla 7: reporte de tipos de accidente del 2017 a septiembre de 2017.....	29
Tabla 8: reporte de tipos de accidente del 2017 a septiembre de 2017.....	31
Tabla 9: accidentes en vías de estudio.....	32
Tabla 11: registro de víctimas por edades para los años del 2011 al 2015.....	33
Tabla 12: Índices de Mortalidad y Morbilidad de lesionados totales y de hospitalizados por cada 100.000 habitantes.....	34
Tabla 13: Velocidad promedio por años.....	36
Tabla 14: velocidad promedio anual de la ciudad según el tipo de transporte.....	37
Tabla 15: velocidad media de recorrido.....	38
Tabla 16: velocidad promedio para el año 2015 según corredor vial.....	38
Tabla 17: velocidad promedio mensual para el 2015.....	38
Tabla 18: resultados auscultación intersección avenida Boyacá con Américas.....	88
Tabla 19: resultados auscultación avenida Boyacá con primera de mayo.....	91
Tabla 20: criterio de diseño según INVIAS, valor mínimo de diseño.....	94
Tabla 21: criterio de diseño según IDU, valor mínimo de diseño.....	95
Tabla 22: criterio de diseños según IDU, Valor mínimo.....	96
Tabla 23: comparación puente primera de mayo sentido oriente – occidente para tomar la oreja.....	97
Tabla 24: comparación puente primera de mayo sentido oriente- occidente.....	97
Tabla 25: comparación puente primera de mayo sentido occidente oriente.....	98
Tabla 26: Comparación oreja 2 sur- norte u oriente.....	99
Tabla 27: comparación oreja de oriente a sur.....	99
Tabla 28: Comparación puente américas sentido oriente – occidente.....	100
Tabla 29: comparación puente de las américas sentido occidente – oriente.....	100
Tabla 30: Comparación oreja sentido oriente a sur.....	101
Tabla 31: Comparación oreja sentido norte a occidente.....	101
Tabla 32: Comparación oreja sentido norte – oriente.....	102
Tabla 33: Comparación oreja sentido occidente a norte.....	102
Tabla 34: rango de variación de relación de volumen a capacidad.....	117
Tabla 35: longitud total del carril de aceleración incluye longitud de transición.....	118

Tabla 36: correcciones por pendiente a los carriles de aceleración.	119
Tabla 37: Correcciones por pendientes a los carriles de aceleración.....	119
Tabla 38: longitud de carril de desaceleración.....	120
Tabla 39: factor de corrección de la longitud de carril de desaceleración.....	121
Tabla 40: distancia de visibilidad caso 3, intercesiones con señal de ceda el paso.....	121
Tabla 41: velocidad específica del segmento central del ramal de enlace	125
Tabla 42: velocidad específica del segmento central del ramal de enlace	125
Tabla 43: longitudes mínimas de entrecruzamiento.....	126
Tabla 44: factor de equivalencia vehicular.....	126
Tabla 45: velocidad de diseño del ramal.	130
Tabla 46: longitud recomendada entre nariz pintada y nariz física.	131
Tabla 47: distancias mínimas entre rampas sucesivas.....	132
Tabla 48: longitud mínima carril de aceleración.	133

RESUMEN

En este documento se realizó un análisis del funcionamiento de la intersección en la avenida Boyacá con primera de mayo y avenida Boyacá con Américas; se tuvieron en cuenta las causas que generan los conflictos de la vía. A partir de los resultados obtenidos se plantearon que para las intersecciones se debe mejorar la señalización existente y se establece la falta de carriles de aceleración y desaceleración en el diseño geométrico; para esto se utilizaron diferentes herramientas como son aforos, auscultación implementación de AUTOCAD y VISSIM como programa de modelación de las intersecciones.

Palabras claves:

- Intersección vial
- Pasos a desnivel
- Diseño geométrico
- Señalización
- Accidentalidad
- Velocidad
- Modelación

SUMMARY

In this document, an analysis was made of the intersection at Avenida Boyacá with the first of May and Boyacá avenue with Américas; the causes that generate the conflicts of the road were taken into account. Based on the results obtained, it was suggested that the existing signaling should be improved for the intersections and the lack of acceleration and deceleration lanes in the geometric design should be established; For this, different tools are used, such as gauging, auscultation of AUTOCAD and VISSIM as modeling program for intersections.

.

Keywords:

- Intersection of road
- Overpass
- Geometric design
- Signaling
- Accidentalness
- Speed
- Modeling

INTRODUCCIÓN

La siguiente investigación determinara el funcionamiento actual, en la avenida Boyacá siendo una de las vías arterias con mayor densidad vehicular de Bogotá D.C.

La avenida Boyacá en las intersecciones a desnivel en los pasos avenida Américas y la avenida primero de Mayo, ubicadas en la localidad de Kennedy, se encuentran en las estadísticas del año 2014; reflejando que son las intersecciones en la ciudad con mayor flujo vehicular; lo que nos lleva a realizar análisis técnico de las posibles conflictos que desde el punto de vista de diseño y estado actual de la intersección puedan ser el motivo de la falencia de seguridad vial. Y así proponer los cambios.

Se desarrolla a lo largo de la investigación el análisis de cada factor que interviene en el funcionamiento de la vía; teniendo en cuenta el diseño de las intersecciones y la norma con la cual se realizó el diseño, para tener una comparación de diseño existente al propuesto con base a las normas (IDU, INVIAS y AASTHO), para finalizar se ejecuta un diagnóstico del estado actual de las intersecciones.

La investigación genera Énfasis en el análisis del funcionamiento de las intersecciones.

1. GENERALIDADES.

1.1. ANTECEDENTES

Las intersecciones en vías urbanas tienen una gran importancia. Por un lado, de su diseño depende el buen funcionamiento de la red y la obtención de indicadores de operación aceptables, pues independientemente de la capacidad de las vías, el funcionamiento de la red está condicionado por los niveles de servicio que se den en las intersecciones. Por otro lado, las intersecciones concentran gran parte de los impactos que se generan sobre la estructura urbana, desde la mayor ocupación del suelo, hasta los problemas de efecto barrera o peligrosidad para peatones y ciclistas, y en general problemáticas de seguridad vial (MOPT, Ministerio de Obras Públicas y Transporte, 1992).

En Bogotá se reportan para los años 2010 al 2015 en la avenida Boyacá aproximadamente 12.132 accidentes, para la avenida Américas un total de 3.451 accidentes y para la avenida primero de mayo 3358 accidente, según datos de la secretaria de movilidad del distrito de Bogotá. (Movilidad, 2014)

Esto determina un impacto desfavorable para la comunidad, lo cual genera un inseguridad en la vía al momento de su utilización, se deben tener en cuenta el tránsito de motos, carros y vehículos pesados para el análisis de accidentalidad de zona.

Bogotá es una de las ciudades con mayor población del país y de Suramérica, de acuerdo con las cifras presentadas por el DANE en el censo de 2005, es de 7.878.783 habitantes, (SIMUR, 2016) allí se encuentran las oficinas de control del estado, como el senado y la presidencia de la república, además de ser un importante centro económico e industrial.

En menos de 10 años, el parque automotor de Bogotá se ha duplicado en 1.300.000 vehículos, cerca de 400.000 no están matriculados en la ciudad, es decir casi el 30% del parque automotor que utiliza la malla vial, tributa en los municipios más cercanos como son Soacha, Mosquera y Facatativá. (DANE, 2015)

Las estadísticas demuestran un crecimiento desmesurado del parque automotor en las principales ciudades del país, que no es para nada proporcional al crecimiento de las vías del país. El crecimiento del parque automotor en ciudades como Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla y Bucaramanga no es proporcional al sistema vial que se genera en las principales ciudades las cuales son motor de la economía. (DANE, 2015)

Actualmente la malla vial de Bogotá es la más extensa de entre todas las ciudades de Colombia y cuenta con más de 15.000 kilómetros-carril construidos. De acuerdo con el registro distrital automotor por las vías de Bogotá circulan más de 1'277.418 carros particulares; 102.408 vehículos privados, 13.100 automóviles oficiales y 1'800.000 motocicletas. Se estima que en promedio anual a Bogotá entran 1'400.000 autos nuevos, lo que representa casi el 60% de los carros nuevos que circulan en el país. Aparte de esto, desde 2002 a la fecha, el parque automotor de la ciudad ha sufrido un incremento del 105%, cifra que, si se compara con el aumento de kilómetros pavimentados o nuevas rutas, resulta irrisoria.

Continuando con cifras la malla vial de la ciudad ha crecido en los últimos años en 0.4% promedio anual, mientras que el crecimiento del parque automotor ha sido en promedio un 11,43%. Las anteriores cifras son una demostración de la problemática que se viene presentando en la capital.

Uno de los factores a tener en cuenta en la movilidad de Bogotá es la falta de planeación de infraestructura vial, para Bogotá no se en cuenta una coherencia entre las administraciones lo que ocasiona retraso en el sistema vial de la ciudad, generando así problemas de transporte donde los principales afectados son los usuarios.

A lo largo de las investigaciones se han presentado diferentes soluciones una de ellas es la turbo-glorieta presentada por la universidad nacional donde reduce al 80% los accidentes de tránsito. Las turbo-glorietas reportan menos accidentes y más capacidad de movilización en los lugares donde están instaladas. Para su funcionamiento se necesita cultura ciudadana y campañas de señalización. (Naciona, 2014)

La turbo-glorieta no es más que un tipo de intersección vial que separa, a través de pequeñas estructuras, los carriles en una rotonda para evitar el entrecruzamiento de vehículos. Para ello emplea señales de tránsito que le indican previamente al conductor la vía que debe tomar para girar en el sentido que necesita. En las rotondas convencionales, el centro es circular o elíptico; en el novedoso modelo tiene forma de turbina, como las astas de una hélice, de ahí su nombre de turbo-glorieta.

Al eliminar el entrecruzamiento, la capacidad de movilización aumenta entre un 12% y un 20% porque la glorieta soporta mayor volumen de vehículos. Adicionalmente, en este nuevo cruce solo se requiere ceder el paso al ingreso, y no hay necesidad de cambiar de carril ni atravesarse buscando la salida, como ocurre con las convencionales. Esto incide directamente en la disminución de accidentalidad”, afirma Lenin Bulla, estudiante de la Maestría en Ingeniería de Transporte de la Universidad Nacional, quien presentó este modelo como una alternativa vial para disminuir los accidentes y mejorar la movilidad en Bogotá.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cada día en Bogotá son sancionados en promedio 64 conductores por obstaculizar el tráfico en una intersección vial. Según cifras de la Policía Metropolitana de Tránsito, en el 2015 se impusieron 23.663 multas por esta infracción (C3), esto es ocasionado por el mal funcionamiento de las intersecciones en seguridad y congestión vial.

1.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

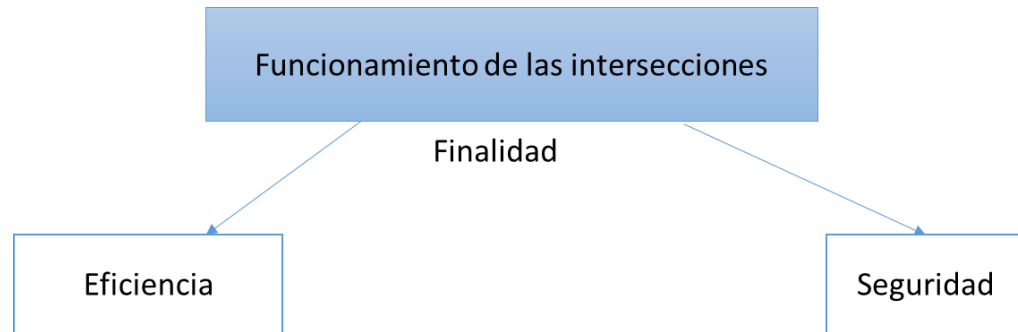
Actualmente para los bogotanos y las demás personas que habitan en la ciudad de Bogotá, transportarse de un lugar a otro se ha convertido en un verdadero inconveniente, movilizarse a sus lugares de trabajo o de estudio, independientemente de la hora o el día, resulta realmente caótico y problemático, lo anterior se debe a diferentes componentes que afectan la movilidad de Bogotá, entre los cuales podemos mencionar la cantidad de vehículos que actualmente están circulando por las calles de la ciudad, la insuficiencia de vías, el inadecuado sistema de transporte masivo el cual no es lo suficientemente amplio como para suplir la demanda de usuarios. Sin embargo, uno de los componentes más críticos es la falta de infraestructura vial, falta de mantenimiento en la vida Bogotá necesita empezar a ejecutar de manera inmediata una serie de obras cuyo objetivo primordial sea mejorar la malla vial. (Ortegon, 2012)

Bogotá tiene la tasa más alta de accidentalidad vehicular en el cual intervienen vehículos pesados, livianos, motos y bicicletas requiriendo una solución rápida y oportuna a esta problemática.

1.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Determinación de los conflictos que pueden generar el inadecuado funcionamiento de las intersecciones a desnivel avenida Boyacá con Américas y avenida Boyacá con primera de mayo; teniendo en cuenta la seguridad y congestión vial para esto requiere un estudio de tránsito, inspección de la estructura actual y condiciones actuales de la intersección.

Figura 1: mapa conceptual de formulación del problema.



Fuente: Autores.

1.2.3. SISTEMATIZACIÓN

- ¿Cuáles son los conflictos que se podrían generar en las intersecciones avenida Boyacá con Américas y avenida Boyacá con primera de mayo?
- ¿Cuál es el modelo óptimo para disminuir los conflictos en las intersecciones?

Figura 2: sistematización de intersección vial.



Fuente: Autores.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar una identificación del estado actual de la intersección Avenida Boyacá con Avenida Américas y la avenida Boyacá con Avenida primero de mayo analizando factores técnicos.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar la situación actual de las intersecciones encaminado en un estudio de tránsito, inspección de diseño existente, señalización y velocidad.
- Modelar el estado actual de la las intersecciones, encontrando puntos de conflicto.
- Identificar las condiciones técnicas que no estén acordes con la normatividad vigente.

1.4. JUSTIFICACION

El propósito de este proyecto es establecer el funcionamiento actual de las intersecciones analizando el diseño existente, señalización, tránsito, velocidad y estado del pavimento de la Avenida Boyacá con Américas y Avenida Boyacá con primera de mayo; para establecer alternativas de mejoramiento que cumplan con las normas y especificaciones técnicas de diseño, además de realizar una modelación de la situación actual y un modelo de mejoramiento de la condición actual.

Se determina los conflictos recopilando datos estadísticos de movilidad, señalización y condiciones topográficas de la zona. Así brinda seguridad en el tránsito evitando cierres y congestión en la zona, ya que la Avenida Boyacá es una de las vías principales de la ciudad de Bogotá D.C, está limita de norte a sur conectando así toda la economía y transporte de la ciudad.

A partir de los informes presentados en el SIMUR (Sistema integrado de información sobre movilidad urbana regional) de la alcaldía de Bogotá por la secretaria de movilidad se presentan los informes de los siguientes años: 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015. Para el reporte del 2009 se tomaron los siguientes parámetros según el Acuerdo No. 257 de 2006, "Por el cual se dictan normas básicas sobre la estructura, organización y funcionamiento de los organismos y de las entidades de Bogotá, Distrito Capital, y se expiden otras disposiciones" creando la secretaria de

movilidad. (coordinación) El cuál es la dependencia encargada de definir las políticas de movilidad, planeación, diseño coordinación, ejecución y evaluación de las estrategias para la movilidad de la ciudad.

La importancia de esta investigación se fundamenta en el problema de movilidad y de seguridad vial a causa de los constantes accidentes generados por los motociclistas, carros; esto es debido al crecimiento del parque automotor de la capital, sumado a esto se encuentra el mal estado de la infraestructura vial y la falta de cultura de los usuarios.

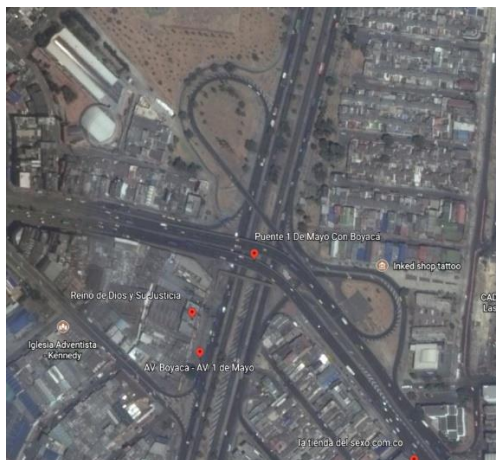
En el corredor de la Avenida Boyacá entre la Avenida Primero de Mayo y Américas, ocurrieron entre los años 2013 y 2014 un total de 189 accidentes de tránsito con participación de al menos una motocicleta. Para el año 2013 sucedieron 104 accidentes, mientras que para el 2014 fueron 85 los incidentes, lo que evidencia una disminución de accidentalidad del tramo de estudio del 18,26%.

1.5. DELIMITACION

1.5.1. ESPACIO

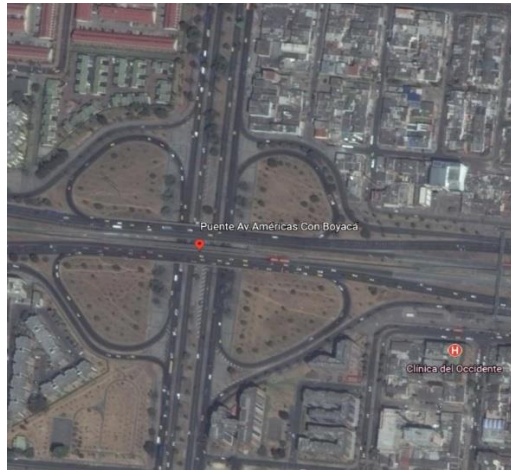
La investigación se delimita en la ciudad de Bogotá D.C en el corredor vial de la Avenida Boyacá con primero de mayo y Avenida Boyacá con Américas ubicadas en el occidente de la ciudad. Se encuentra localizado en la localidad de Kennedy.

Figura 3: ubicación intersección Avenida Boyacá con primera de mayo.



Fuente: panorámica tomada de Google earth.

Figura 4: ubicación Avenida Boyacá con Américas.



Fuente: panorámica tomada de Google earth.

1.5.2. TIEMPO

La investigación se desarrolla con información del año 2007 al 2017 donde se recopila información para tener una regresión histórica del funcionamiento de la dos intersección.

1.5.3. CONTENIDO

Los aspectos que se tienen en cuenta en la siguiente investigación son señalización, condición actual de la estructura vial, velocidad de circulación, accidentalidad, parque automotor, y cumplimiento de las normas ASSTHO, IDU E INVIAS.

1.5.4. ALCANCE

El objetivo fundamental de esta propuesta es identificar el funcionamiento actual de las intersecciones Avenida Boyacá con Américas y Avenida Boyacá con primera de mayo, lo cual contribuirá significativamente a proponer un mejoramiento de las condiciones existentes.

1.6. MARCO REFERENCIAL

1.6.1. MARCO TEORICO

INTERSECCIONES A DESNIVEL

Conjunto de ramales que se proyectan con cierta segregación vertical, para facilitar el paso directo de determinado(s) movimiento(s) sin que exista conflicto de cruce entre estos, o para proveer el intercambio entre ramales y conexión de diferentes puntos origen destino, con un menor número de conflictos. Las intersecciones a desnivel están compuestas por elementos como giros directos (infraestructura destinada a la conexión de dos puntos de origen-destino, siguiendo la trayectoria más corta y directa posible), giros semidireccionales (siguen trayectorias menos directas que el caso anterior), rampas (infraestructura para la conexión de dos superficies de elevaciones diferentes), enlaces indirectos (rampas que permiten llevar a cabo un movimiento de forma indirecta, como por ejemplo una oreja, en la que un giro derecho se realiza por la izquierda). (IDU, 2015)

Dentro de los criterios para decidir el tipo de intersección a implementar pueden incluir aspectos de planificación, tránsito, seguridad vial, urbanismo e impacto social y ambiental; los cuales deben considerarse integral y racionalmente, con determinada ponderación, para la selección del tipo de intersección a implementar. En general deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos para decidir el tipo de intersección (MOPT, Ministerio de Obras Públicas y Transporte, 1992):

Jerarquía funcional, Plan Vial de la ciudad: en función de la jerarquía funcional de la vía se establecen desde la planificación del modelo de ciudad y del modelo de movilidad deseable, el tipo de control de accesos y la clase de intersecciones que deben implementarse para conservar la vocación de las vías. Por ejemplo, para Autopistas Urbanas Concesionadas, las intersecciones serán siempre a desnivel y se diseñarán de forma tal que además permitan el ingreso y la salida a las zonas pagas, de una manera lúida y segura, en todas las direcciones posibles. Es así como ciertos nodos de la red vial tienen un condicionamiento dado, según lo establecido en el POT y los Planes Viales y de Movilidad. (IDU, 2015)

La O.M.S. ha catalogado la accidentalidad vial como una de las principales epidemias de nuestra sociedad. De hecho, en un estudio realizado conjuntamente con el Banco Mundial, los accidentes de tránsito aparecen como la séptima causa de morbilidad en el planeta. La perspectiva para el año 2030 es que ascienda al quinto puesto. Esta “epidemia” es la primera causa de muerte de las personas menores de 40 años a escala mundial.

En el caso de Colombia y de Bogotá, los accidentes de tránsito representan la segunda causa de las muertes violentas. La principal causa de muerte en el país

son los homicidios (60,5%), seguida de los accidentes de tránsito (21%). (REPORT, 2008)

La malla vial arterial de Bogotá D.C. a diciembre de 2013 alcanza aproximadamente 3.753,08 kilómetros carril, de los cuales 2.714,54 Km- Carril corresponden al subsistente de transporte (troncales Transmilenio). (IDU, 2013)

A lo largo del estudio realizado por la agencia de cooperación internacional de Japón (JICA) (Japon, 2012) Se evidencian algunos problemas de la ciudad que están relacionados con el fenómeno de la accidentalidad en Bogotá, tiene causas más profundas de las que se reportan en el formulario de accidentes, por los altos índices de accidentalidad. Entre los más importantes se encuentran:

- Falta de planeación para el desarrollo y crecimiento de la ciudad.
- Problemas asociados a transporte público.
- Falta de infraestructura de seguridad del tránsito.
- Escasa o nula señalización de algunos sectores de la ciudad y pobre mantenimiento de demarcación existente.
- Deterioro de la malla vial, mal estado de drenajes.
- Elevado grado de motorización. (Bogota, 2002)

Intersecciones críticas.

Son lugares que presentan alta frecuencia debido a la presencia constante de movimientos conflictivos de vehículos y entre vehículos y peatones. Para analizar los puntos más críticos se tienen los siguientes criterios nivel de accidentalidad de la intersección, cobertura o distribución geométrica, reincidencia de las interacciones a nivel de accidentalidad y nivel de amenaza de la intersección. (Bogota, 2002)

La intersección de Avenida primero de mayo es el punto más crítico de mayores accidentes con heridos, esta intersección presenta una calificación negativa e todos los aspectos de infraestructura y de comportamiento; en cuanto a la percepción de las personas, en su mayoría también está calificada negativamente. La intersección cuenta en el área de influencia con diversos usos del suelo, tales como: centro comercial plaza las Américas, parque mundo aventura funeraria los olivos, residencias en general. (Bogota, 2002)

Seguridad Vial.

Son todas las condiciones que permiten que las vías estén libres de daños o riesgos causados por la movilidad de los vehículos. La seguridad vial está basada en normas y sistemas con las que se disminuyen las posibilidades de averías, choques y sus consecuencias. Su objetivo primordial es proteger a las personas y bienes,

mediante la eliminación o control de los factores de riesgo los cuales le permitan reducir la cantidad y severidad de los siniestros de tránsito. Todo individuo que transite o se transporte son protagonistas de la consecución de la seguridad vial del tránsito, que es asunto de todos no de una sola persona. Seguridad vial es la movilización, el desplazamiento libre y exento de todo daño en la vía pública.

Principios Fundamentales De Seguridad Vial.

- Principios de la responsabilidad.
- Principio de confianza en la normalidad del tránsito.
- Principio de la seguridad vial.
- Principio de la conducción dirigida.

Principio de la señalización

Todos los usuarios de la vía pública deben asumir la responsabilidad de cumplir las normas existentes, evitando ser un peligro o un obstáculo para los demás usuarios, adoptando un comportamiento adecuado en cada momento y asumiendo las consecuencias de sus actos. Si no tomamos un papel ejemplar en la responsabilidad que asumimos cuando usamos las vías públicas, la circulación sería un caos y supondría un gran peligro para todos. Asumiendo un papel responsable en el ejercicio de la seguridad vial esto nos proporcionara autoridad y nos permitirá esperar lo mismo de las otras personas, lo que nos dice “ten confianza, que en general, todos van a cumplir lo Establecido”.- No obstante, a pesar de lo establecido por este principio, todos los usuarios deben prever los comportamientos equivocados de los demás.

En determinada circunstancia, el principio de seguridad o de la defensa, se antepone al de confianza. Nadie debe confiar cien por ciento en que los demás usuarios cumplan al pie de la letra las normas reglamentarias. Alternativa por demás, poco utilizada. Los conductores deben estar siempre concentrados en la actividad de conducir, sin distracciones que permitan perder el dominio sobre el vehículo y, por lo tanto, provocar daños a los demás usuarios que cargan una doble responsabilidad en la vía.

Si se cumple lo pertinente, esta situación nos permite transitar de una manera segura y llenos de confianza, ya que con la ayuda de los dispositivos de señalización se brinda la información necesaria, es decir, las pautas de comportamiento en las vías terrestres si existe un obstáculo que impida el paso, altere o limite esta regla, éste debería estar convenientemente señalizado. (Perez, 2014)

Accidentes de Tránsito.

Todo hecho que produzca daño en personas o en cosas como consecuencia de la movilidad. "accidente", acerca de un hecho que puede suceder o no (eventual), y que no es producto de la voluntad deja lugar a pensar que es algo inevitable (Núñez Velloso Carlos). Un accidente siempre es no intencional, pero también en la mayoría de los casos puede evitarse tomando algunas precauciones. (Gómez Johnson Ronald César, 2004)

Los Ingenieros de Tráfico y de Carreteras son continuamente contratados para asegurarse de que el sistema de la calle y de la carretera esté diseñado y funcionando, tales que los índices de accidentes puedan ser reducidos. Por tal motivo se realizan diferentes pasos para este proceso, como:

- Recolección y mantenimiento de datos.
- Identificación de las localizaciones y los elementos peligrosos.
- Conducción de estudios de ingeniería.
- Establecer prioridades del proyecto

Aforos

Se denomina aforo al proceso de medir la cantidad de vehículos y/o peatones que pasan por un tramo en una carretera en una unidad de tiempo. Las razones para efectuar los aforos son muy variables, mencionaremos por ejemplo las siguientes razones para aforos vehiculares:

Determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), que es el promedio de 24 horas de conteo efectuados cada día en un año. El TPDA se utiliza en varios análisis de tráfico y transporte para: (Perez, 2014)

- Estimación del número de usuarios en una carretera.
- Computo de los índices de accidentes.
- Establecimiento de las tendencias del volumen del tráfico.
- La evaluación de la viabilidad económica de la carretera proyectada.
- Desarrollo de autopistas y sistemas arteriales de calles.
- Desarrollo de programas de mejora y mantenimiento.

Modelos de prevención de riesgos.

Hablar de "evitar los accidentes" se remonta a un conjunto de medidas que se toman tanto en forma individual como socialmente, a partir de iniciativas privadas o públicas, para impedir en la medida de lo posible que acontezcan hechos dañinos no intencionales, o disminuir los efectos dañinos de los mismos, si su ocurrencia resulta inevitable. Por lo tanto, no se evita que ocurra un accidente, sino que busca disminuir la probabilidad de su ocurrencia. Decir "los accidentes" se puede comparar con decir "las enfermedades". Ya que cada enfermedad tiene características propias

la cual requiere de una cura específica. Lo mismo sucede con los accidentes de tránsito, y en el análisis de los factores de riesgo asociados con los accidentes de tránsito difieren en cada una de su prevención pero lo cual es para la consecución de un mismo fin. Un segundo enfoque es no prevenir el accidente en sí, sino su resultado sobre las personas. Esto puede lograrse aunque el accidente no sea evitado podemos llamarla prevención secundaria. (Organización Panamericana de la Salud, 1993)

Para disminuir la probabilidad de que ocurran accidentes o lesiones pueden emplearse diversas estrategias que varían, en función del tipo de accidente, grupo involucrado, etc.

Algunos aspectos que se consideran en la definición de una estrategia preventiva incluyen:

- El área-problema que se busca atacar.
- El espacio natural en el que actúa, que condiciona el nivel de prevención (primaria, secundaria, terciaria).
- La fase que se busca influir: exposición al riesgo, demanda, desempeño, mecanismo lesionado.
- El componente que conlleva a la consecución epidemiológica al que está orientada: personas, vehículos o medio vial.

Regulación de la velocidad.

Las vías tienen como función principal transportar vehículos motorizados a través de distancias extensas tanto a nivel urbano y rural, una función local que cubre viajes cortos, incluyendo caminatas o una combinación de ambas funciones. De acuerdo a esto se definirán su jerarquización vial. Dada su jerarquización cada uno de estos tipos de carreteras debe tener un límite de velocidad específico. (Organización Panamericana de la Salud, 2008)

1.6.2. MARCO CONCEPTUAL.

Sistema vial: Se entiende por sistema vial, la red de vías de comunicación terrestre, construidas por el hombre, para facilitar la circulación de vehículos y personas. Está constituido por el conjunto de caminos, rutas, autopistas, calles y sus obras complementarias (puentes, alcantarillas, obras de señalización, de iluminación, etc.). (INVIAS, 2015)

Volumen de tránsito: número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o una calzada, durante un periodo determinado.

Volumen de tránsito promedio diario TPD: número de vehículos que pasan durante un periodo diario igual o menor a un año y mayor a un día, dividido entre el número de días del periodo.

Señalización vertical: placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información. (IDU, 2015)

Capacidad: es el máximo número de vehículos que puede circular, por un punto o tramo de la vía en los dos sentidos por unidad de tiempo.

Sección transversal: elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal.

Intersección: dispositivos viales en los que dos o más carreteras se encuentran ya sea en un mismo nivel o bien en distintos, produciéndose cruces y cambios de trayectorias de los vehículos que por ellos circulan. (IDU, 2015)

Nivel de servicio: refleja las condiciones operativas del tránsito vehicular en relación con variables tales como la velocidad y tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, la comodidad, los deseos del usuario y la seguridad vial.

Pavimento: conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados.

Velocidad de diseño: velocidad guía o de referencia de un tramo homogéneo de carretera, que permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado, en condiciones de seguridad y comodidad.

Visibilidad: condición que debe ofrecer el proyecto de una carretera al conductor de un vehículo de poder ver hacia delante la distancia suficiente para realizar una circulación segura y eficiente. (INVIAS, 2015)

1.7. METODOLOGIA.

El siguiente proyecto se desarrolla a partir de 8 actividades establecidas de la siguiente manera:

1.7.1. Revisión de bibliografía:

En esta etapa se tiene en cuenta los antecedentes de accidentalidad en Bogotá D.C. información recopilada en bibliotecas, e información recopilada de entes encargados de la movilidad de la ciudad como son IDU, INVIAS, secretaria de movilidad y normas de diseño.

- a. Adquisición de la cartografía existente, o Mapas topográficos.
- b. Imágenes satelitales de Google Earth de la zona del proyecto
- c. Georreferenciación del Proyecto.
- d. Geometría de las intersecciones a desnivel.
- e. Aforos Vehiculares.
- f. Recopilación de información de Accidentalidad.

1.7.2. Revisión de planos existentes.

Lectura y análisis de planos existentes teniendo en cuenta ubicación, topografía y condiciones iniciales de la zona, determinando un análisis de la zona así mismo crear un concepto de la situación actual, determinada por una auscultación.

1.7.3. Verificación de las intersecciones según planos existentes.

Visita técnica a las intersecciones teniendo en cuenta un paralelo de la situación existente y de una modelación ideal del sistema vial en las intersecciones. Se determinará un inventario de la señalización existente.

1.7.4. Determinación de aforos.

Se realizó aforos en las dos intersecciones con mayor índice de accidentalidad de Bogotá, teniendo en cuenta los horarios de mayor flujo vehicular.

1.7.5. Diseño geométrico.

Análisis de la situación actual de las intersecciones, determinar el tránsito creación en gráficas y tablas que ayuden a determinar una estadística del flujo vehicular que interviene en las intersecciones.

- a. Establecer los parámetros de diseño.
- b. Establecer conceptualmente las propuestas estructurales de construcción para las intersecciones a desnivel.
- c. Diseño geométrico con Civil 3D.
- d. Diseño del eje en planta y en perfil,
- e. Diseñar sección transversal.

1.7.6. Modelación.

Modelación en el software VISSIM de la situación actual de las intersecciones e interpretar posible solución al alto índice de accidentalidad de estos dos puntos.

1.7.7. Determinación de problemas existentes.

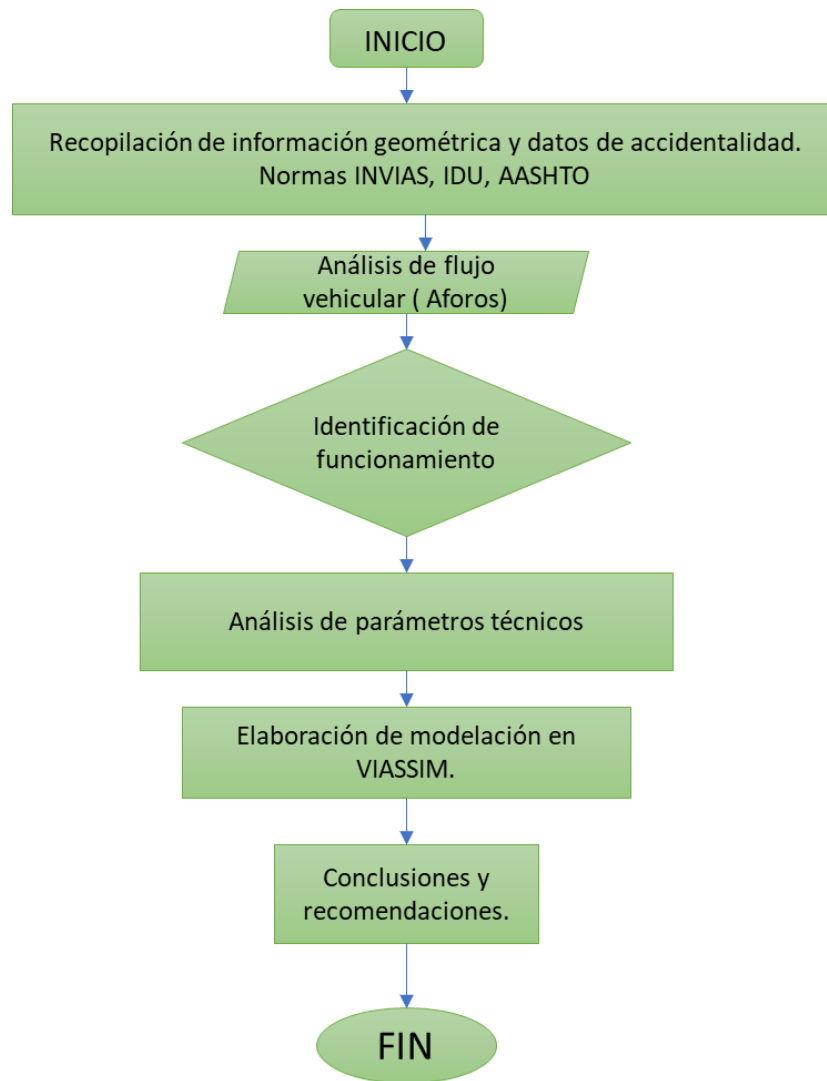
Identificación de las tres propuestas a corto, mediano y largo plazo que determinen los factores que general la accidentalidad.

1.7.8. Propuesta

Se propone una solución técnica y económica a los altos índices de accidentalidad, adicionalmente se entrega un documento técnico, a partir de la modelación de un sistema vial eficiente para cada intersección de estudio.

1.7.9. Diagrama metodológico

Figura 5: Diagrama de metodología para la investigación



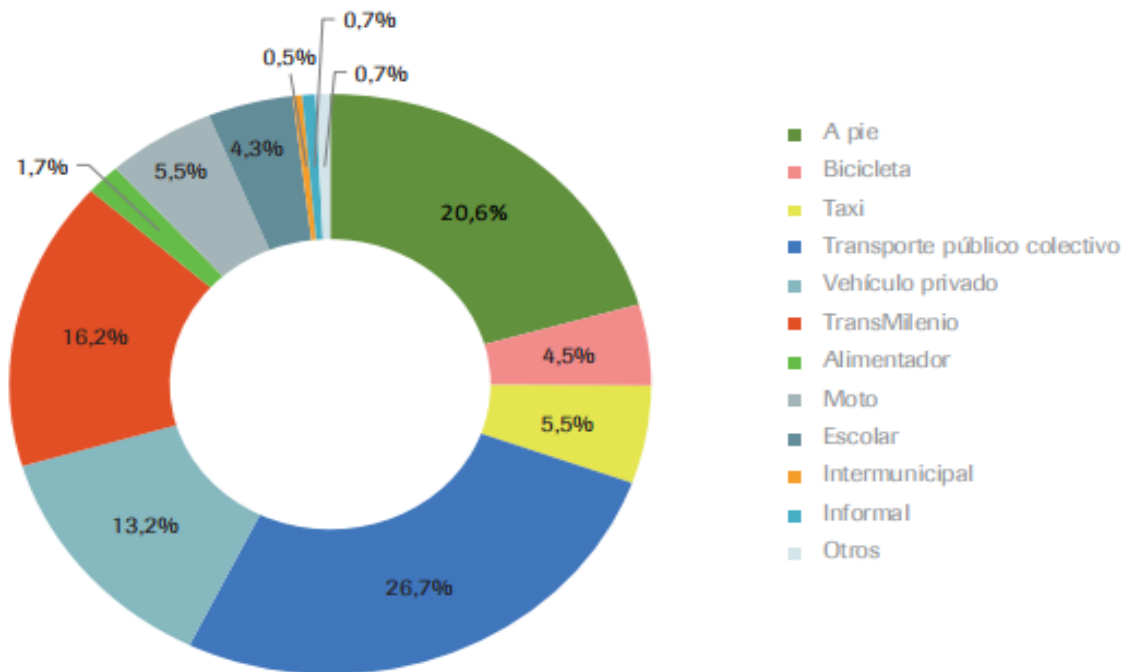
Fuente: autores.

2. ACCIDENTALIDAD

2.1. GENERALIDADES

La secretaria de movilidad presenta informes anuales, donde se reporta la cantidad de viajes diarios, el parque automotor y la clasificación de accidentes existentes en Bogotá D.C. se encuentra el siguiente reporte para el 2015 de la cantidad de viajes que se realiza por día.

Grafica 1: porcentaje de viajes diarios mayores a 15 minutos, por tipo de servicio.



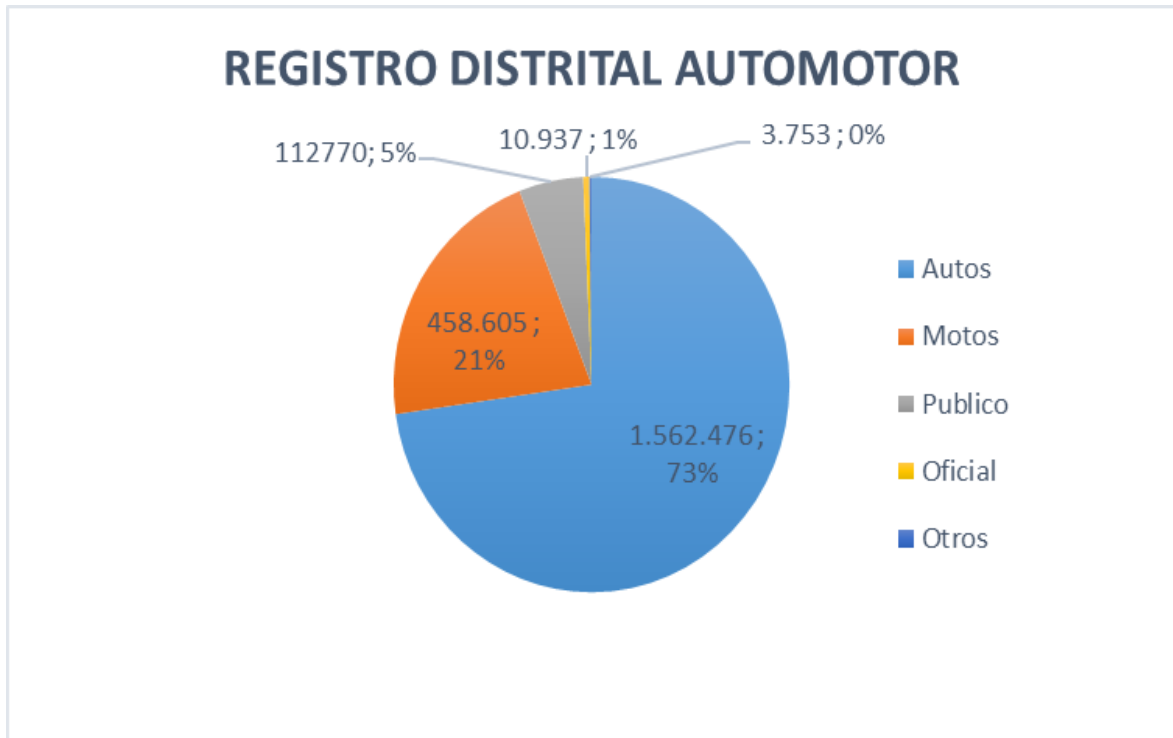
Fuente: observatorio de movilidad 2015, universidad de los Andes, Cámara de comercio de Bogotá.

2.2. PARQUE AUTOMOTOR

Para el año 2015 se determinó la distribución del parque automotor en Bogotá. Según la (Grafica 2). El total del parque automotor (privado, público, oficial y otros) disponible en la ciudad en el 2015, es de 2.148.541 vehículos. De los cuales, el 73% es transporte particular (automóvil, camioneta, campero), seguido de las motos con

21%. Por su parte, el transporte público representa el 5% del total de vehículos matriculados en la ciudad. Con respecto al 2014, el parque automotor se incrementó en 6%, es decir, 122.036 nuevos vehículos y se mantiene la misma participación por tipo de servicio. (movilidad, 2015)

Grafica 2: Distribución de parque automotor en Bogotá para el año 2015



Fuente: parque automotor, SDM Tabal RDA: Registro distrital automotor, observatorio.

El vehículo con mayor incremento es el AUTOMOVIL el cual por la decisión de pico y placa pares e impares la población bogotana aumento sus vehículos a 2 por familia y eso aumento los automóviles.

Según lo reportado en la tabla anterior el 73% de parque automotor lo cual es una densidad considerable para la generación de accidentes en la malla vial de la ciudad. Así mismo otro tipo fundamental en este análisis son las motos las cuales se ven afectadas a diario en accidentes vehiculares.

2.2.1. Crecimiento anual del parque automotor.

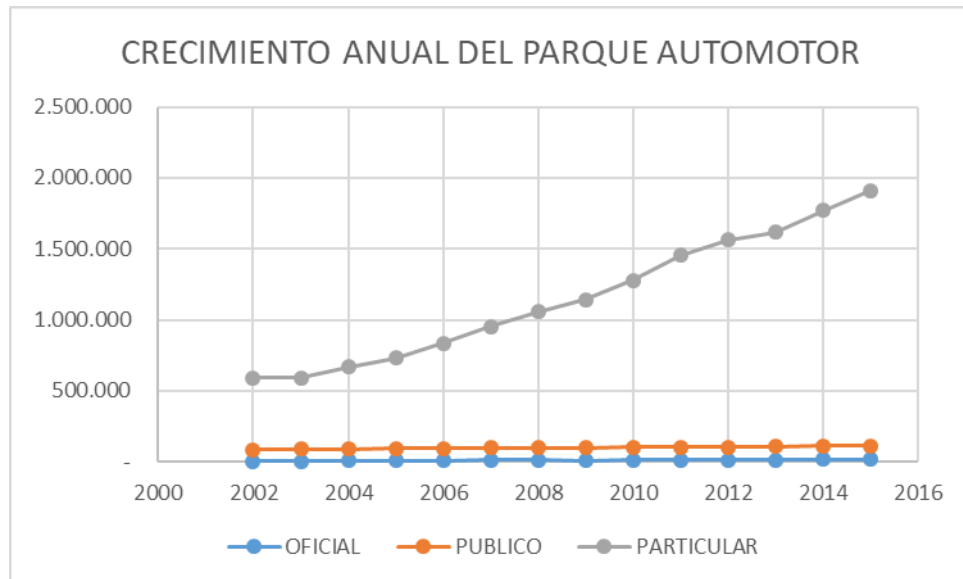
A partir de los boletines de movilidad en cifras para el 2015 se puede identificar el aumento por año del parque automotor.

Tabla 1: parque automotor desde el año 2002 al 2015.

AÑO	SERVICIO			TOTAL
	OFICIAL	PUBLICO	PARTICULAR	
2002	3.500	84.805	590.939	679.244
2003	6.440	89.210	590.379	686.029
2004	10.121	91.079	666.528	767.728
2005	10.515	96.040	732.092	838.647
2006	10.934	96.805	835.809	943.548
2007	11.779	98.784	952.135	1.062.698
2008	12.076	99.219	1.057.390	1.168.685
2009	10.412	100.814	1.143.631	1.254.857
2010	13.103	102.408	1.277.419	1.392.930
2011	13.351	104.298	1.455.062	1.572.711
2012	13.498	105.630	1.562.476	1.681.604
2013	14.714	109.279	1.618.834	1.742.827
2014	16.386	112.770	1.770.681	1.899.837
2015	17.340	113.843	1.912.662	2.043.845

Fuente: autores, información tomada de secretaria de movilidad boletín 2015 y 2014

Grafica 1: crecimiento anual del parque automotor 2002- 2015



Fuente: autores, información tomada de secretaria de movilidad boletín 2015 y 2014

Históricamente, cabe destacar que el parque automotor registrado en la ciudad ha presentado incrementos anuales mayores a 100.000 vehículos, especialmente para los últimos 5 años, y se origina por factores como aumento de la población, capacidad adquisitiva y nuevas oportunidades laborales. Esto puede implicar la migración del transporte público al privado al contar con opción de desplazamiento en vehículos propios, para la tasa de incremento en las intersecciones de la avenida Boyacá con Américas y avenida Boyacá con primera de mayo se tiene como base los datos recopilados de la secretaria de movilidad donde la proporción de autos por año en cada intersección es de 100 a 5.

2.2.2. INFRAESTRUCTURA

Para el año 2015, datos tomados del observatorio de movilidad de la cámara de Comercio se cuenta con 15.556 km-carril, de los cuales 1.038 corresponde a la malla troncal y 14.518 a la malla mixta. De esta última, el 19% corresponde a la malla arterial, el 24% a la malla intermedia y el 57% a la malla local. (Comercio, 2015)

Del total de los 14.518 km-carril que componen la malla vial mixta de la ciudad, el 37% se encuentra en mal estado, 21% en regular estado y 42% en buen estado. La malla vial local presenta la mayor longitud de vías en mal estado, 4.060 km-carril, cerca al 50%. Por su parte, en la malla vial arterial e intermedia predomina el buen estado con 2.013 km-carril, 75%, y 2.164 km-carril, 61%, respectivamente.

Los reportes de las diferentes entidades que intervienen: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), la Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial (UAERMV), los fondos de desarrollo local y el programa tapahuecos reflejan una mayor intervención, al obtenerse una disminución de vías en mal

Para tener una malla vial en óptimas condiciones, según cálculos del IDU, se requiere a precios de 2016 una inversión de \$ 10,4 billones. Esta cifra se compone de los costos asociados al mantenimiento y la rehabilitación de vías, y no tiene en cuenta las necesidades de ampliación o construcción de vías nuevas que el Plan de Desarrollo Distrital contempla.

En las localidades de Usaquén, Kennedy, Engativá, Suba y Ciudad Bolívar se concentra el 47% del total de la malla mixta vial de la ciudad. Por estar en las intersecciones Avenida Boyacá con Américas y Avenida Boyacá con primera de mayo en la localidad de Kennedy se tiene la siguiente extensión de maya vial de la ciudad.

Tabla 2: extensión malla mixta de la localidad de Kennedy.

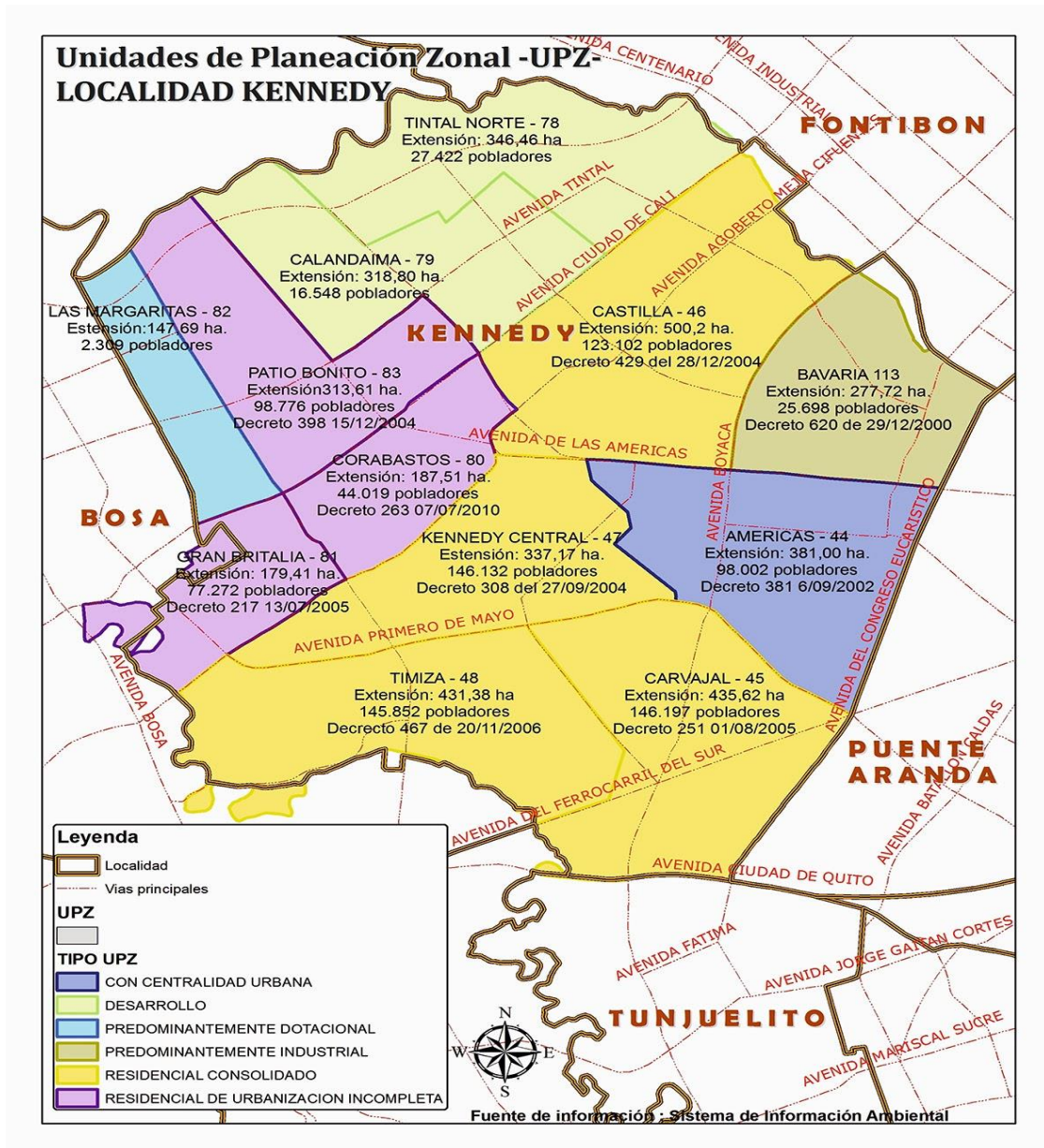
Localidad	Arterial km-carril	Intermedia Km-carril	Local km-carril	Total, km-carril
Kennedy	258	335	966	1559

Fuente: autores, información recopilada del observatorio de movilidad 2015. IDU inventario y diagnóstico de la malla vial.

La localidad representa el 4,5% del área total de la ciudad, es la octava localidad en extensión total territorial con 3.861 hectáreas, y la segunda en extensión de área urbana; posee 316 Ha. (0,18%) de suelo de expansión. No posee suelo rural.

La localidad de Kennedy se ubica en el sector suroccidental de la ciudad y está demarcada de la siguiente manera: por el Oriente, limita con la Avenida Congreso Eucarístico (AV KR 68); por el Norte, con el Río Fucha y la CL 13; por el Sur, con la Autopista Sur, el Río Tunjuelito y la Avenida CL 40 Sur; por el Occidente, con Camino Osorio Bosa y el Municipio de Mosquera. (kennedy, 2008)

Figura 6: Ubicación localidad KENNEDY.



Fuente: Alcaldía local de Kennedy, Alcaldía mayor de Bogotá D.C.

2.3. ACCIDENTALIDAD EN BOGOTÁ

La importancia del problema de accidentalidad por motivos de tránsito en la ciudad de Bogotá, radica en las consecuencias que se manifiestan en los daños a nivel social y en pérdidas económicas.

En Bogotá habita el 16% de la población del país, el parque automotor matriculado en la ciudad representa el 33% del total Nacional y en promedio fallece el 10% de los muertos en eventos de tránsito de Colombia. (movilidad, 2014)

De acuerdo con la información suministrada por la Secretaria Distrital de Movilidad, a continuación, se presentan la serie de datos referente a los accidentes de tránsito presentados desde el año 2003 hasta el año 2015.

Tabla 3: recopilación de accidentalidad anual en la ciudad de Bogotá (2003- 2015)

AÑO	ACCIDENTES ANUALES
2003	39.556
2004	42.986
2005	35.834
2006	35.505
2007	37.460
2008	36.191
2009	31.562
2010	33.192
2011	34.115
2012	35.602
2013	34.326
2014	33669
2015	31340

Fuente: datos SIGAT II policía de tránsito, elaboración DSVCT, secretaria de movilidad.

Grafica 2: Reporte de accidentes anuales (2003 – 2015)



Fuente: autores, datos SIGAT II policía de tránsito

A partir del año 2004 se determina una disminución en los accidentes reportados según la secretaria de movilidad según los datos reportados en el 2015, incremento la media de accidentes anuales lo cual es una situación preocupante para la ciudad y para la planeación de movilidad de la ciudad.

los datos reflejados por la secretaria distrital de movilidad se tiene el reporte de acuerdo con la severidad o gravedad del accidente y están te la siguiente manera:

Tabla 4: accidentalidad anual por gravedad.

AÑO	SOLO DAÑOS	CON LESIONADOS	CON FALLECIDOS	ACCIDENTES ANUALES
2003	21.904	17.078	574	39.556
2004	24.029	18.376	581	42.986
2005	22.366	12.934	534	35.834
2006	21.493	13.531	481	35.505
2007	22.977	13.957	526	37.460
2008	25.952	9.714	525	36.191
2009	21.926	9.117	519	31.562
2010	21.295	11.463	434	33.192
2011	22.563	11.241	311	34.115
2012	22.514	12.773	315	35.602
2013	22.929	11.114	283	34.326
2014	22.690	10.596	383	33.669
2015	20.073	10.740	527	31.340

Fuente: autores, Datos SIGAT II Policía de Tránsito. Elaboración DSVCT, Secretaria Distrital de Movilidad.

Tabla 5: Gravedad de los eventos viales ocurridos en Bogotá D.C. 2010-2015

GRAVEDAD DE LOS EVENTOS	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Con muertos	434	311	315	283	383	527
Con heridos	11463	11241	12773	11114	10596	10740
Solo daños	21295	22563	22514	22929	22690	20073

Fuente: autores. Datos SIGAT II Policía de Tránsito. Elaboración DSVCT, Secretaria Distrital de Movilidad.

Tabla 6: clases de eventos viales ocurridos en Bogotá D.C. 2010- 2015

CLASES DE EVENTOS	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Atropellado	4.216	4.203	4.600	4.173	3.843	3.835
Autolesión	1.056	405	363	166	65	5
Caída Ocupante	642	702	758	587	709	837
Choque	26.543	27.850	28.814	28.767	28.448	26.210
Incendio	3	5	2	4	2	1
Otro	420	553	537	368	372	162
Volcamiento	312	397	528	261	230	290
Total General	33.192	34.115	35.602	34.326	33.669	31.340

Fuente: autores, Datos SIGAT II Policía de Tránsito. Elaboración DSVCT, Secretaria Distrital de Movilidad.

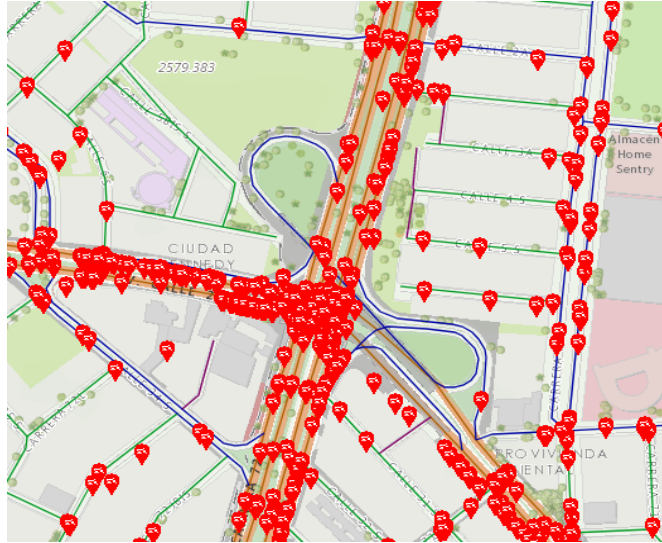
A partir de los datos arrojados por clase de eventos se puede determinar que los accidentes por choque son los más comunes en las vías, esto demuestra que las condiciones de la vía, las culturas del usuario afectan directamente a la accidentalidad en la malla vial.

Cada tipología referenciada (Tabla 7, Tabla 8) para los accidentes de las intersecciones avenida Boyacá con primero de mayo y avenida Boyacá con Américas son causadas por un factor de tipo técnico para esto se realiza en siete análisis:

- choque: una de las causas técnicas para la generación de choques, es el incremento de velocidad permitida en las secciones de cada intersección, la falta de señalización o deterioro de la misma incrementa los choques es la zona afectando la visibilidad del conductor o el pasajero.
- Atropello: Puede ser causado por imprudencia del peatón, o usuario que está a cargo del vehículo (moto, automóvil, bus o camión), es generado por incremento de velocidad, falta de señalización deterioro de malla vial (asfalto, concreto).
- Caída de ocupante: imprudencia del ocupante, falta de cultura ciudadana, mantenimiento inapropiado de la carrocería.
- Volcamiento: deterioro en el pavimento sumado a la alta velocidad del usuario.
- Autolesión: cultura ciudadana
- Otro: intervención de diferentes factores técnicos.

Según movilidad en Mapas el registro de accidentes para las intersecciones de estudio es:

Figura 6: reporte de accidentalidad vial en la intersección Avenida 1 de mayo con Boyacá



Fuente: SIMUR movilidad en cifras.

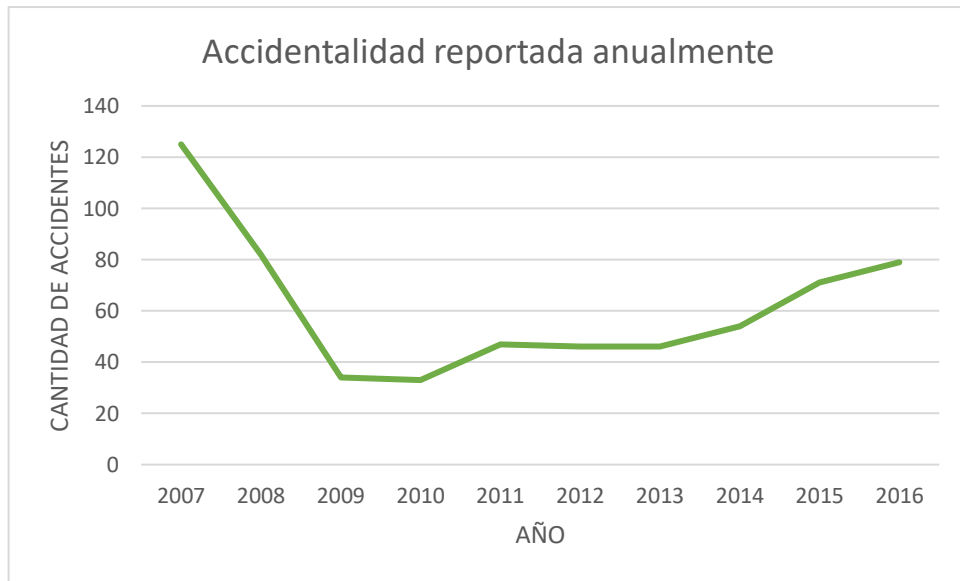
Tabla 7: reporte de tipos de accidente del 2007 a septiembre de 2017

AÑO	CHOQUE	ATROPELLO	CAIDA DE OCUPANTE	VOLCAMIENTO	AUTOLESION	OTRO	TOTAL
2007	73	40	1	3	0	8	125
2008	64	14	0	1	2	1	82
2009	24	6	2	1	0	1	34
2010	26	6	1	0	0	0	33
2011	33	12	1	0	0	1	47
2012	36	7	3	0	0	0	46
2013	30	15	1	0	0	0	46
2014	38	12	2	0	0	2	54
2015	45	22	2	2	0	0	71
2016	68	9	2	0	0	0	79
2017	37	5	0	0	0	0	42

Fuente: autores.

En el registro histórico se evidencia que los accidentes más típicos son por choque, según la regresión de datos para el año 2007 tendría el pico más alto referenciado con 125 accidentes por año a lo largo de los años disminuyó hasta el año 2012. Punto clave donde cambia el sentido para volver hacer creciente los accidentes mostrado en la (Grafica 3)

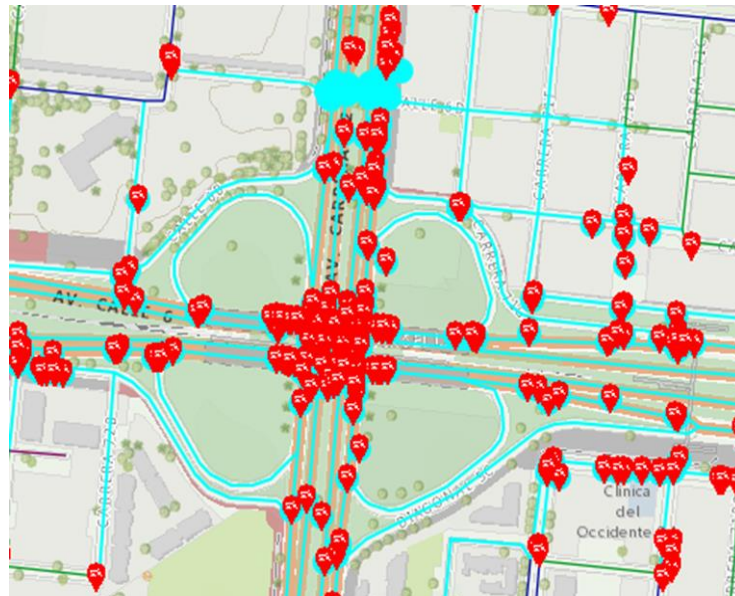
Gráfica 3: Accidentalidad reportada anualmente (2007- 2016)



Fuente: autor.

Nota: para el reporte de la gráfica tres no se toma en cuenta el año 2017 por no tener el reporte para los 12 meses del año.

Figura 7: reporte de accidentalidad vial en la intersección Avenida Américas con Boyacá



Fuente: SIMUR movilidad en cifras.

Tabla 8: reporte de tipos de accidente del 2017 a septiembre de 2017

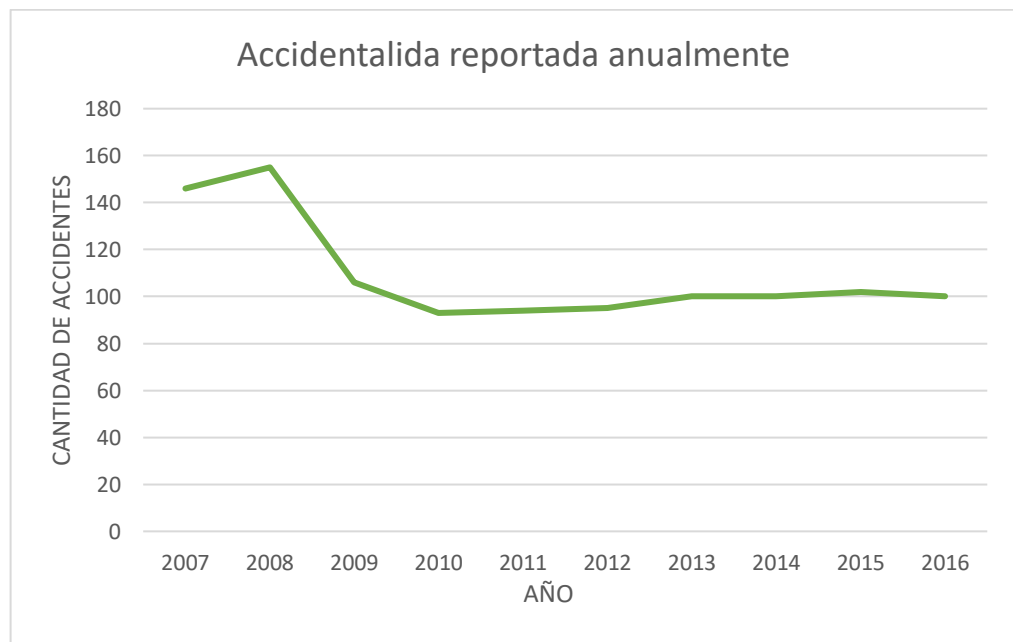
AÑO	CHOQUE	ATROPELLO	CAIDA DE OCUPANTE	VOLCAMIENTO	AUTOLESION	OTRO	TOTAL
2007	109	16	2	5	0	14	146
2008	131	11	2	3	2	6	155
2009	92	11	0	0	2	1	106
2010	78	5	0	2	5	3	93
2011	77	12	1	1	2	1	94
2012	81	8	0	3	0	3	95
2013	88	11	1	0	0	0	100
2014	89	10	1	0	0	0	100
2015	86	13	1	2	0	0	102
2016	88	10	1	1	0	0	100
2017	94	10	0	1	0	0	105

Fuente: autores.

Nota: para el reporte de la gráfica tres no se toma en cuenta el año 2017 por no tener el reporte para los 12 meses del año

El comportamiento de accidentes para la avenida Boyacá con Américas es decreciente desde el año 2007 hasta el año 2010, en este punto se determina un reporte constante en promedio de 100 accidentes anuales.

Gráfica 4: Accidentalidad reportada anualmente (2007- 2016)



Fuente: autores.

El reporte de choques en los últimos 10 años ha realizado un incremento considerable en la accidentalidad de las Américas.

Tabla 9: accidentes en vías de estudio.

VIA	TOTAL ACCIDENTES
Avenida Boyacá	2055
Avenida Américas	1196
Avenida primero de mayo	659

Fuente: secretaria de movilidad, catalogo accidentes. Datos reportados por (SIMUR)

Grafica 5: causas deducida de los accidentes en Bogotá D.C.



Fuente: Vargas et al, 2012

2.3.1. Reporte de víctimas fatales por edad.

Tabla 10: registro de víctimas por edades para los años del 2011 al 2015.

EDAD \ AÑO	2011	2012	2013	2014	2015	TOTAL
1-4 años	12	5	4	4	1	26
5-9 años	2	12	6	4	5	29
10-14 años	4	9	1	8	1	23
15-19 años	27	39	17	41	32	156
20-24 años	72	65	80	85	76	378
25-29 años	66	57	56	88	47	314
30-34 años	73	77	51	56	52	309
35-39 años	41	40	39	36	40	196
40-44 años	38	38	28	26	30	160
45-49 años	29	38	35	28	29	159
50-54 años	40	30	34	30	31	165
55-59 años	28	27	25	25	23	128
60-64 años	23	21	26	37	23	130
65-69 años	21	27	21	26	26	121
70-74 años	20	36	18	32	23	129
75-79 años	22	18	26	23	25	114
80 años o mayor	43	29	31	49	21	173
Sin información	1	3	0	8	58	70
TOTAL	562	571	498	606	543	2780

Fuente: accidentalidad vial, secretaria se movilidad.

Para el reporte de localidades se tiene que Kennedy es con el más alto índice de accidentalidad para peatones, pasajeros, conductores, ciclistas y motociclistas. En la cual se encuentra ubicada la avenida Boyacá que es nuestro objeto de estudio.

El registro de análisis entre la edad de víctimas fatales para la ciudad de Bogotá, se registra un incremento en el rango de edades de 25 a 29 años con un total de 314 víctimas en 5 años, esto puede concluir que la imprudencia de la edad hace incrementar los accidentes como lo es el no respeto a las normas de tránsito.

2.4. ÍNDICE DE MORTALIDAD Y MORBILIDAD

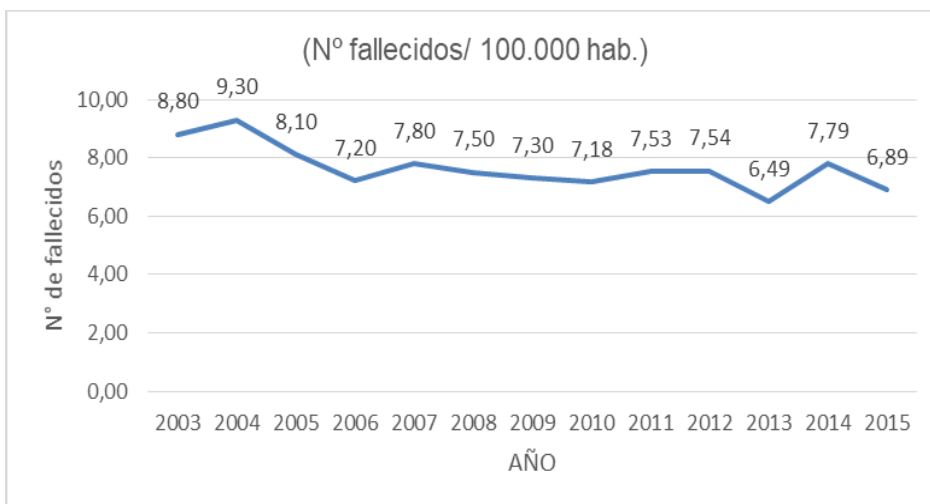
Tabla 11: Índices de Mortalidad y Morbilidad de lesionados totales y de hospitalizados por cada 100.000 habitantes

AÑO	INDICE DE MORTALIDAD	INDICE DE MORBILIDAD	INDICE DE MORBILIDAD HOSPITALIZADOS	NUMERO DE HABITANTES EN BOGOTÁ
	(Nº fallecidos/ 100.000 hab.)	(Nº lesionados/100.000 hab.)	(Nº lesionados hospitalizados /100.000 hab.)	(Fuente DANE)
2003	8,8	339		6.627.568
2004	9,3	364		6.734.041
2005	8,1	252		6.840.116
2006	7,2	255		6.945.216
2007	7,8	254		7.050.228
2008	7,5	178		7.155.052
2009	7,3	174	38,8	7.259.597
2010	7,18	252,2	48	7.363.782
2011	7,53	205,1	35,7	7.467.804
2012	7,54	222	31,2	7.571.345
2013	6,49	199,9	24,1	7.674.366
2014	7,79	185,6		7.776.845
2015	6,89	186,5		7.878.783

Fuente: Oficina de Información Sectorial– Secretaría Distrital de Movilidad y Departamento Nacional de Estadísticas –DANE y Elaboración: DSVCT - Secretaría Distrital de Movilidad

Según el Índices de mortalidad desde el año 2003 hasta el año 2015 se viene presentando una tendencia decreciente en su comportamiento pasando de 8,8 a 6,89 fallecidos por cada 100.000 habitantes, lo que representa una disminución de 21.70%.

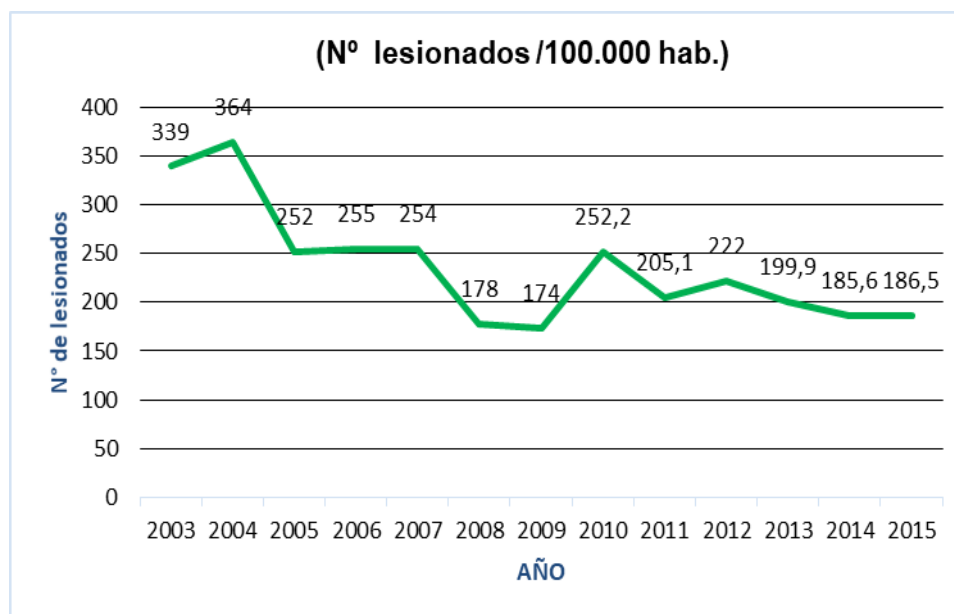
Grafica 6: Índice de mortalidad por cada 100.000 habitantes. Años 2003 a 2015



Fuente: Datos Oficina de Información Sectorial. Elaboración Dirección de Seguridad Vial y Comportamiento del Tránsito. Secretaría Distrital de Movilidad.

Al igual pasa con el Índice de morbilidad, el cual en el mismo periodo presenta una tendencia decreciente en su comportamiento pasando de 339 a 200 lesionados por cada 100.000 habitantes, lo que representa una disminución de 35.28%.

Grafica 7: Índice de Morbilidad por cada 100.000 habitantes. Años 2003 a 2015



Fuente: Datos Oficina de Información Sectorial. Elaboración Dirección de Seguridad Vial y Comportamiento del Tránsito. Secretaría Distrital de Movilidad.

3. VELOCIDAD

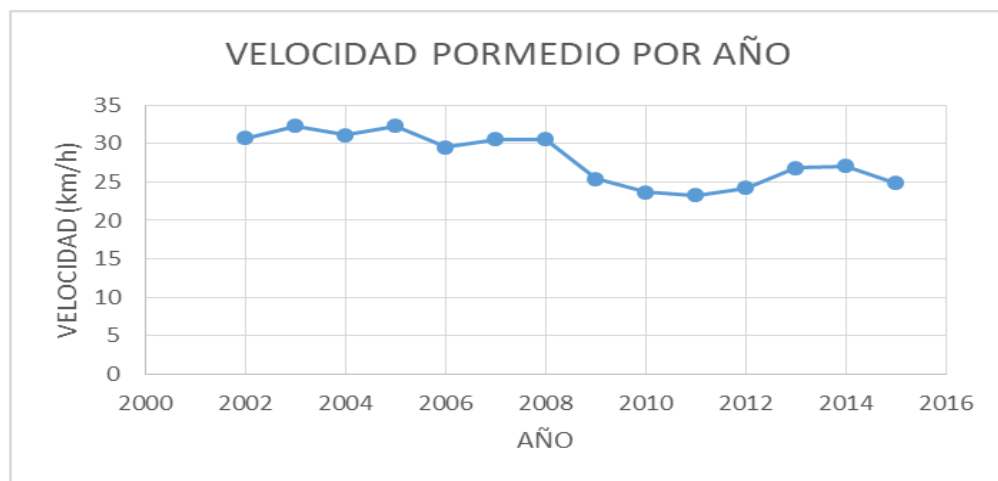
La velocidad promedio de la ciudad ha venido disminuyendo en comparación con el año 2002 y 2007 años en que se evidenciaron velocidades cercanas al 30 Kilómetros por hora, para el año 2015 la velocidad promedio de la ciudad es de 24.86 kilómetros por hora.

Tabla 12: Velocidad promedio por años.

VELOCIDAD PROMEDIO POR AÑO	Km/ h
2002	30,73
2003	32,29
2004	31,16
2005	32,29
2006	29,55
2007	30,57
2008	30,6
2009	25,43
2010	23,67
2011	23,27
2012	24,22
2013	26,87
2014	27,05
2015	24,86

Fuente: autores, boletín de movilidad 2015, secretaria de movilidad, SIMUR

Grafica 8: Velocidad promedio por años.



Fuente: autores.

3.1. Velocidad promedio anual de transporte.

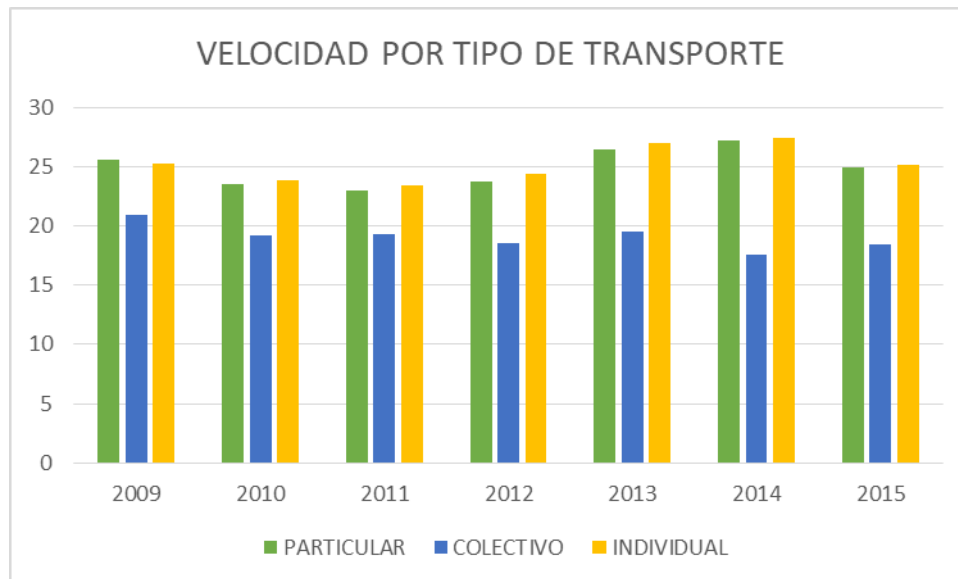
La velocidad promedio anual de los últimos 6 años presenta entre los vehículos del transporte particular y el individual una similitud, presentando en el año 2014 la mayor velocidad superior a los 27 km por hora.

Tabla 13: velocidad promedio anual de la ciudad según el tipo de transporte.

AÑO	PARTICULAR	COLECTIVO	INDIVIDUAL
2009	25,6	20,97	25,28
2010	23,53	19,2	23,83
2011	23,04	19,27	23,4
2012	23,77	18,52	24,39
2013	26,47	19,55	26,99
2014	27,24	17,58	27,4
2015	24,98	18,47	25,15

Fuente: Movilidad en Cifras 2015. Secretaria Distrital de Movilidad 2016.

Grafica 9: velocidad promedio anual de la ciudad según el tipo de transporte



Fuente: autores.

A partir de los gráficos presentados se puede determinar que para el transporte individual se maneja la velocidad más alta con un promedio de 26 km/h y para el transporte colectivo la velocidad promedio es de 17 km/h esto se debe a las

continuas paradas para recoger pasajeros lo cual hace que el flujo vehicular disminuya.

3.2. Velocidad media de recorrido para vehículos en los principales corredores viales.

Tabla 14: velocidad media de recorrido.

Corredor vial	2012 (Km/h)	2013 (Km/h)	2014 (Km/h)	2015(km/h)
Avenida Boyacá	30,17	33,8	33,48	27,69
Avenida Américas	26,79	26,15	25,13	24,4
Avenida primero de mayo	22,57	26,15	25,13	24,4

Fuente: Movilidad en Cifras 2015. Secretaria Distrital de Movilidad 2016.

La avenida Boyacá por ser una vía principal de la ciudad, tener un carril rápido y conectar de norte a sur la ciudad tiene la velocidad más alta de estas tres vías incidiendo así en la accidentalidad del sector.

Tabla 15: velocidad promedio para el año 2015 según corredor vial.

Corredor vial	Automóvil y Motos (Km/h)	Transporte público (Km/h)	Transporte individual (Km/h)
Avenida Boyacá	30,1	21,96	30,52
Avenida Américas	25,72	18,8	25,33
Avenida primero de mayo	22,57	17,13	22,97

Fuente: Movilidad en Cifras 2015. Secretaria Distrital de Movilidad 2016

Según los datos presentados

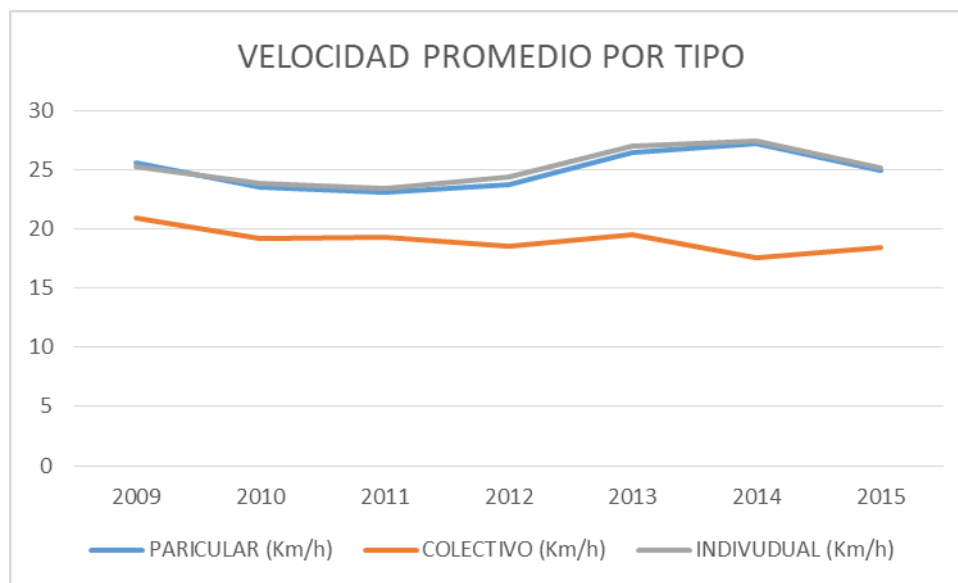
Tabla 16: velocidad promedio mensual para el 2015.

MES	PARTICULAR	COLECTIVO	INDIVIDUAL
ENERO	27,82	20,36	28,4
FEBRERO	22,97	17,73	23,28
MARZO	26,18	19,03	26,14
ABRIL	24,84	17,71	24,82
MAYO	25,92	18,49	26,26
JUNIO	25,44	18,88	25,61
AGOSTO	25,3	16,84	24,94
SEPTIEMBRE	20,77	15,76	20,9
OCTUBRE	24,3	17,4	24,07

NOVIEMBRE	24,48	17,51	23,29
DICIEMBRE	24,98	18,47	25,15

Fuente: Movilidad en Cifras 2015. Secretaria Distrital de Movilidad 2016

Grafica 10: velocidad promedio mensual para el 2015.



Fuente: Movilidad en Cifras 2015. Secretaria Distrital de Movilidad 2016

La velocidad influye de cuatro maneras en la ocurrencia de accidentes del tránsito:

- Aumenta la distancia recorrida por el vehículo desde el momento en que el conductor detecta una emergencia hasta que reacciona
- Aumenta la distancia necesaria para detener el vehículo desde que se reacciona ante una emergencia.
- La severidad del accidente aumenta exponencialmente con la velocidad de impacto. A 50 Km/h. el riesgo de sufrir lesiones graves para un pasajero del asiento delantero, es tres veces mayor que a 30 Km/h. A 65 Km/h. el riesgo es cinco veces mayor que a 30 Km/h
- En colisiones a alta velocidad se reduce la efectividad de dispositivos de seguridad, como por ejemplo, bolsas de aire o air bags.

3.3. Nivel de servicio.

Nivel de servicio D intersección avenida américas con Boyacá

Ilustración 1: nivel de servicio D



Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000 aplicando MathCad

Nivel de servicio E intersección avenida primera de mayo con Boyacá

Ilustración 2: nivel de servicio E



Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000 aplicando MathCa

4. AUSCULTACIÓN

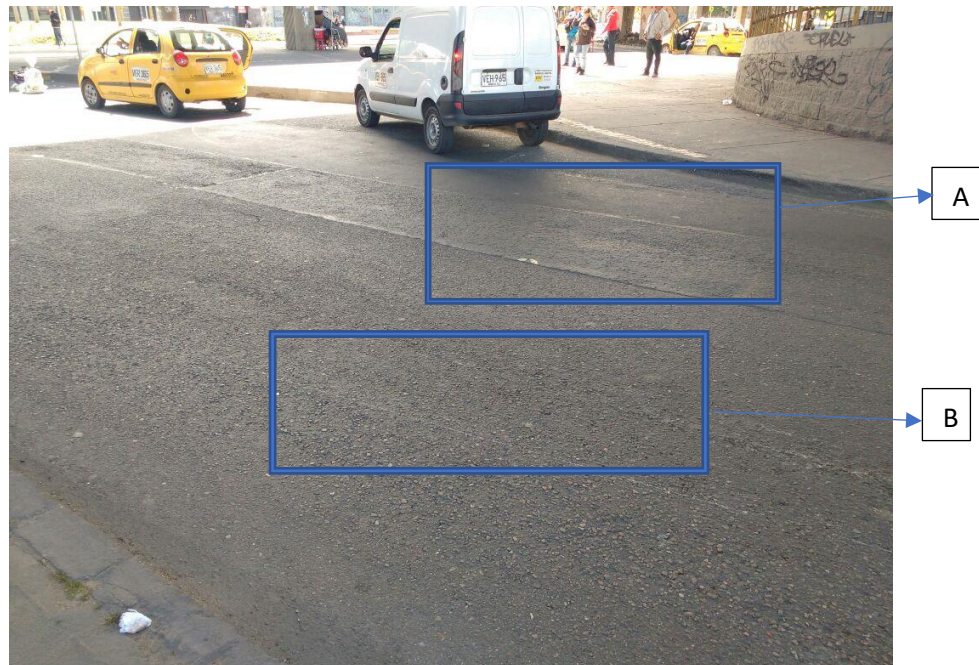
Los daños que presenta una estructura de pavimento flexible pueden clasificarse en cuatro categorías:

- Fisuras
- Deformaciones
- Perdida de capas estructurales
- Daños superficiales
- Otros daños

A continuación, se determinara las condiciones del pavimento para las dos intersecciones.

4.1. Intersección avenida Boyacá con primera de mayo.

Figura 8: auscultación pavimento flexible.

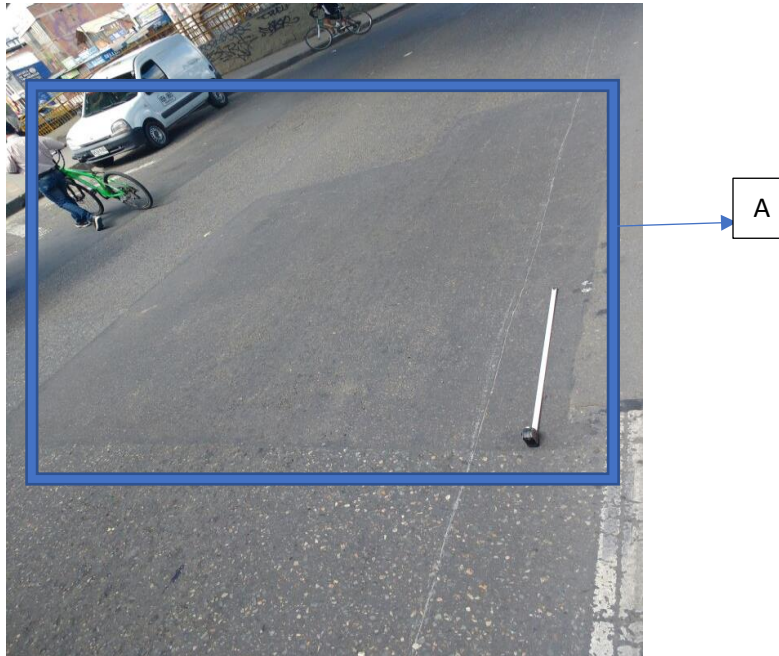


Fuente: autores.

A: fisura en junta de construcción (FCL) corresponde a fisuras longitudinales generadas por la mala ejecución en juntas de construcción de la carpeta asfáltica. Severidad: Media

B: Perdida de agregado (PA) desintegración superficial de la capa de rodadura debido a la pérdida gradual de agregados. Severidad: Media.

Figura 9: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: Parche (PCH) corresponde a las áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente. Severidad: Baja

Figura 10: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: Parche (PCH) corresponde a las áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente. Severidad: Media.

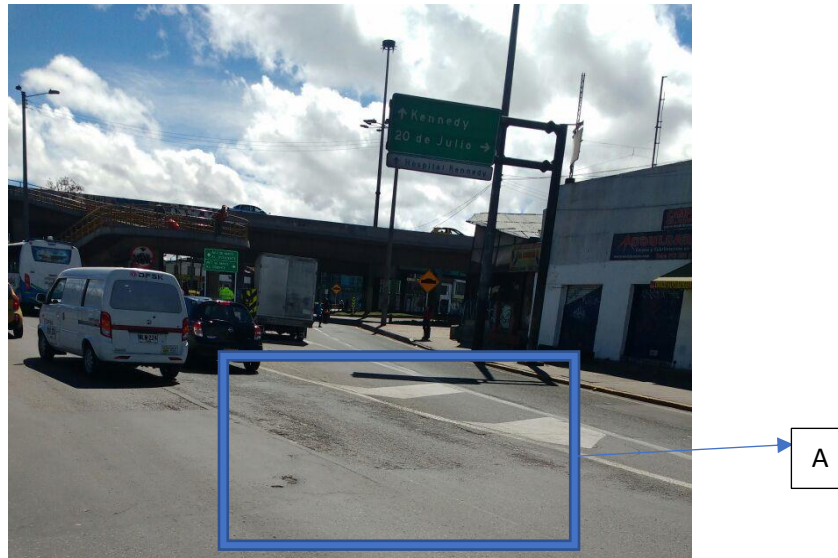
Figura 11: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: Alta.

Figura 12: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: Hundimiento (HUN) corresponde a las depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante. Severidad: Alta

Figura 13: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: Parche (PCH) corresponde a las áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente. Severidad: Alta.

B: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: Alta.

Figura 14: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: Alta.

Figura 15: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: Alta.

Figura 16: auscultación pavimento flexible

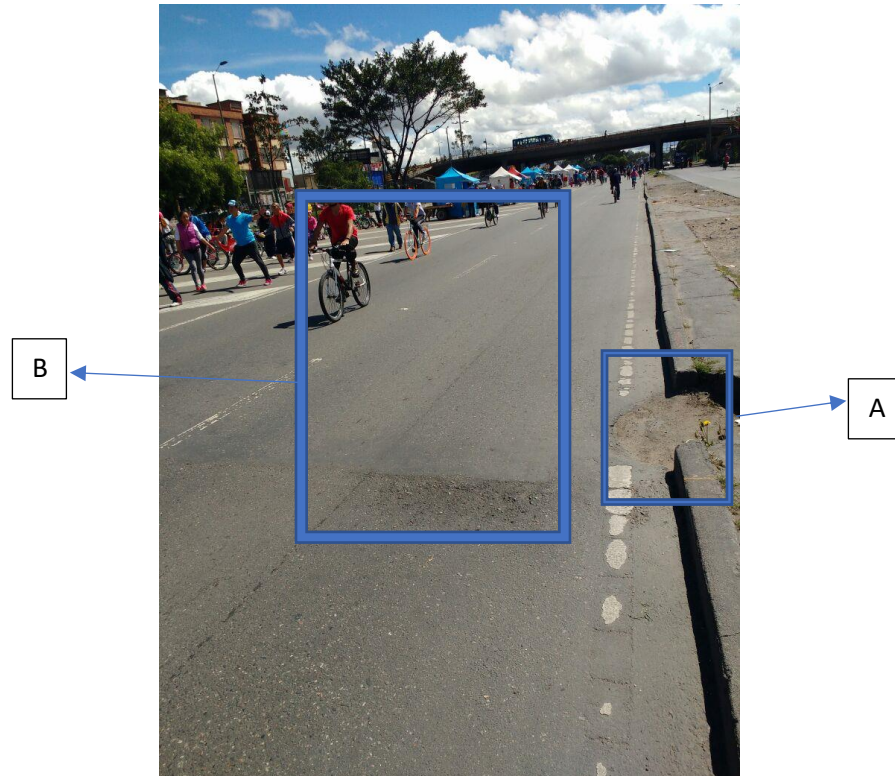


Fuente: autores.

A: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: Alta.

B: Hundimiento (HUN) corresponde a las depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante. Severidad: Alta

Figura 17: auscultación pavimento flexible

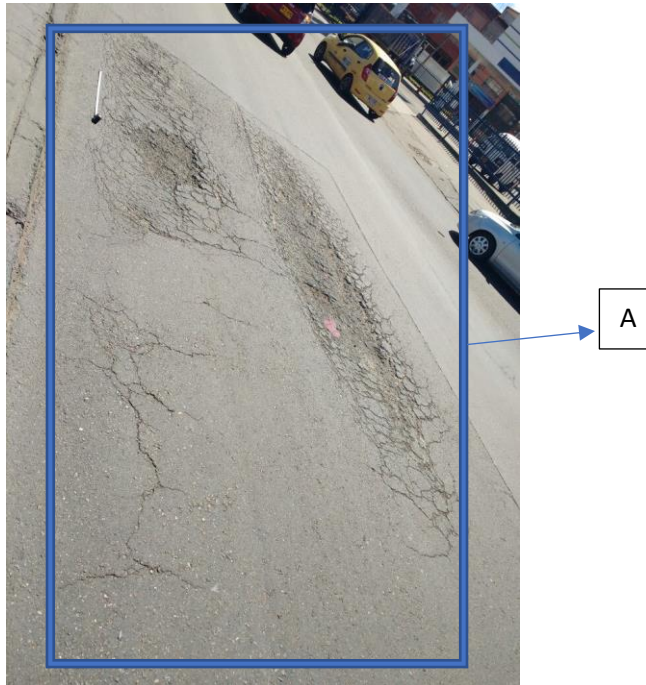


Fuente: autores.

A: Hundimiento (HUN) corresponde a las depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante. Severidad: Alta

B: Desgaste superficial (DSU) deterioro del pavimento ocasionado principalmente por la acción del tránsito. Severidad: Alta

Figura 18: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: Alta.

Figura 19: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: Alta.

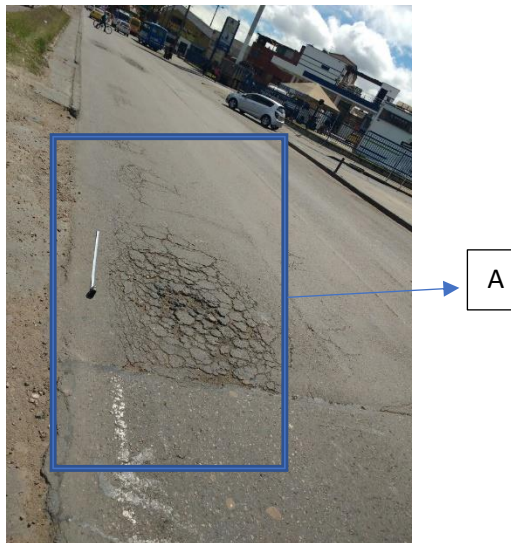
Figura 20: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: MEDIA.

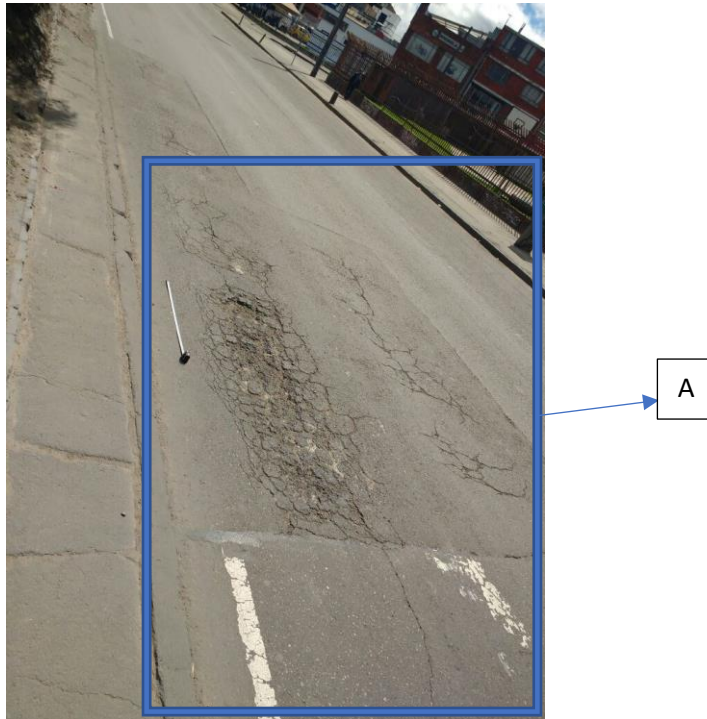
Figura 21: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: ALTA.

Figura 22: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: ALTA. Parche (PCH) corresponde a las áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente. Severidad: ALTA.

Figura 23: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: fisura longitudinal y transversal (FL, FT) corresponde a discontinuidad en la carpeta asfáltica severidad: Alta. Adicionalmente tiene fisuras de borde (FBD) con tendencia longitudinal a nivel de berma. Severidad: Alta

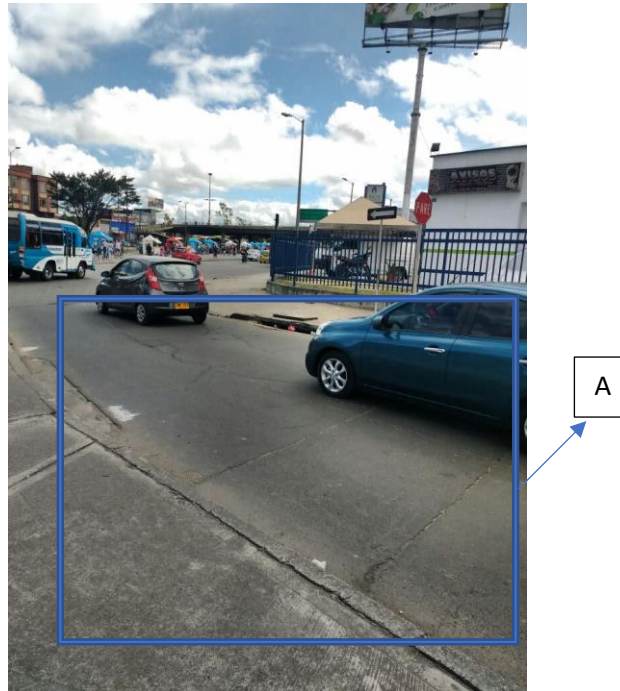
Figura 24: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: ALTA. Parche (PCH) corresponde a las áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente. Severidad: ALTA.

Figura 25: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: Fisura transversal (FT): Corresponde a discontinuidad en la carpeta asfáltica en sentido contrario al tránsito. Severidad: Alta.

Figura 26: auscultación pavimento flexible.



Fuente: autores.

A: bache (BCH) deterioro por la retención de agua y falla en la instalación de obra de arte. Severidad: Alta.

Figura 27: auscultación pavimento flexible.



Fuente: autores.

A: descascaramiento (DC) deterioro al desprendimiento de la capa asfáltica, con hundimientos. Severidad: Alta.

B: exudación (EX) se presenta con una película o afloramiento de ligante de la superficie del pavimento esto afecta la resistencia al deslizamiento. Severidad: Alta.

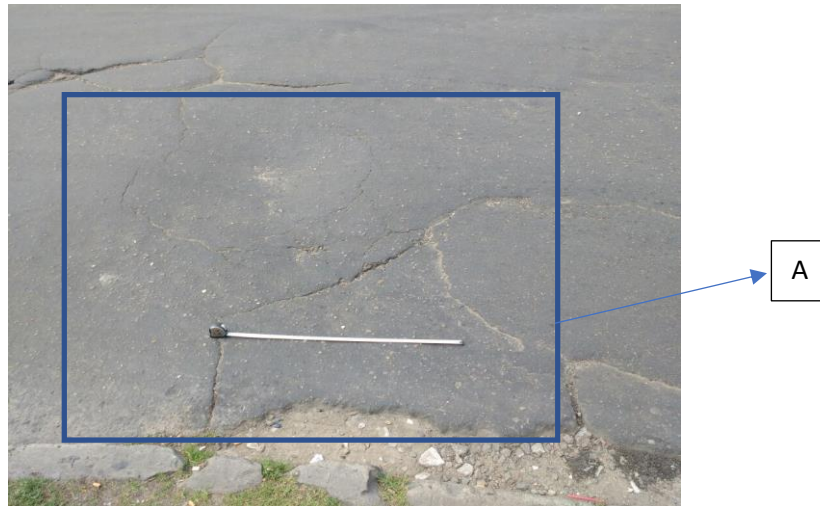
Figura 28: auscultación pavimento flexible.



Fuente: autores.

A: Parche (PCH) corresponde a las áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente. Severidad: Alta.

Figura 29: auscultación pavimento flexible.



Fuente: autores.

A: fisura longitudinal y transversal (FL, FT) corresponde a discontinuidad en la carpeta asfáltica severidad: Alta. Adicionalmente tiene fisuras de borde (FBD) con tendencia longitudinal a nivel de berma. Severidad: Alta

Figura 30: auscultación pavimento flexible.

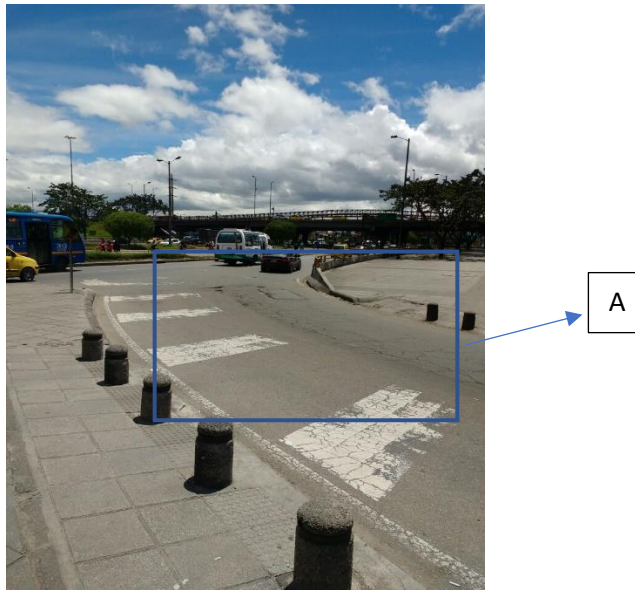


Fuente: autores.

A: fisura longitudinal y transversal (FL, FT) corresponde a discontinuidad en la carpeta asfáltica severidad: Alta. Adicionalmente tiene fisuras de borde (FBD) con tendencia longitudinal a nivel de berma. Severidad: Alta y descascaramiento (DC) deterioro al desprendimiento de la capa asfáltica, con hundimientos. Severidad: Alta.

4.2. Intersección Avenida Boyacá con Américas.

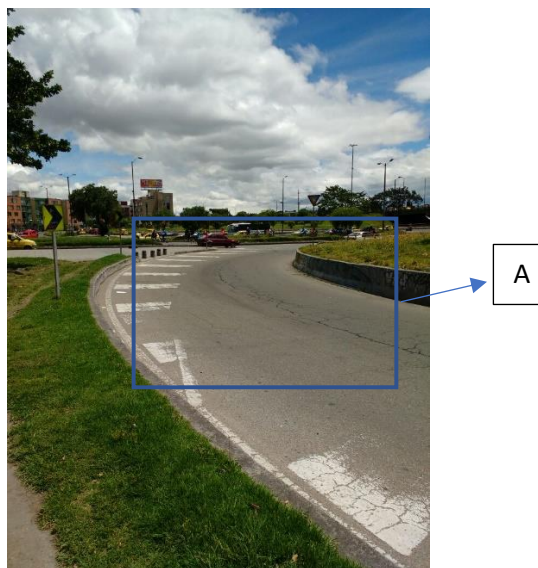
Figura 31: auscultación pavimento flexible.



Fuente: autores.

A: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: ALTA. Parche (PCH) corresponde a las áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente. Severidad: ALTA.

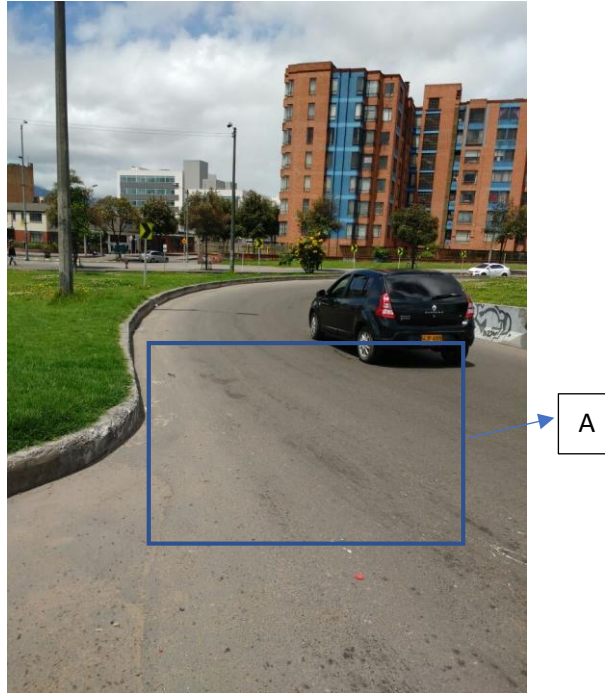
Figura 32: auscultación pavimento flexible.



Fuente: autores.

A: fisura longitudinal (FL) corresponde a discontinuidad en la carpeta asfáltica
severidad: Alta.

Figura 33: auscultación pavimento flexible.



Fuente: autores.

A: exudación (EX) se presenta con una película o afloramiento de ligante de la
superficie del pavimento esto afecta la resistencia al deslizamiento. Severidad:
Media.

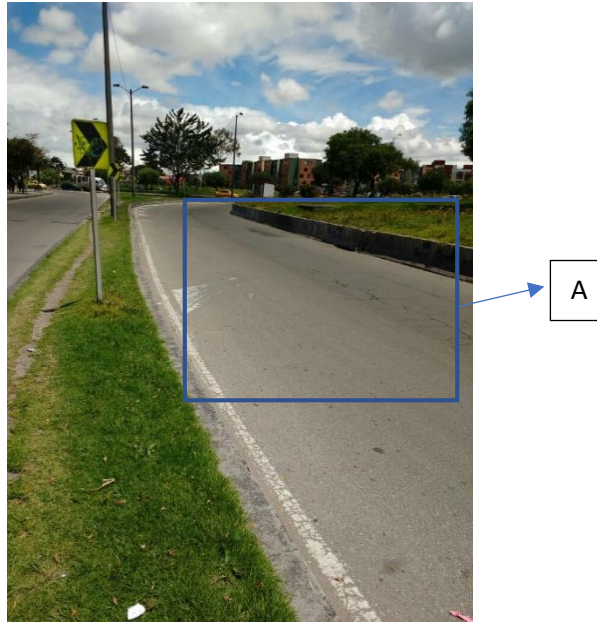
Figura 34: auscultación pavimento flexible.



Fuente: autores.

A: desgaste superficial (DSU) corresponde al deterioro del pavimento ocasionado principalmente por acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos. Severidad: Media.

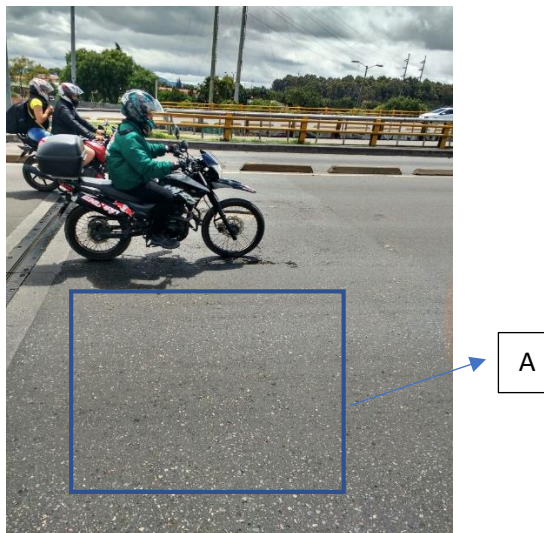
Figura 35: auscultación pavimento flexible.



Fuente: autores.

A: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: ALTA.

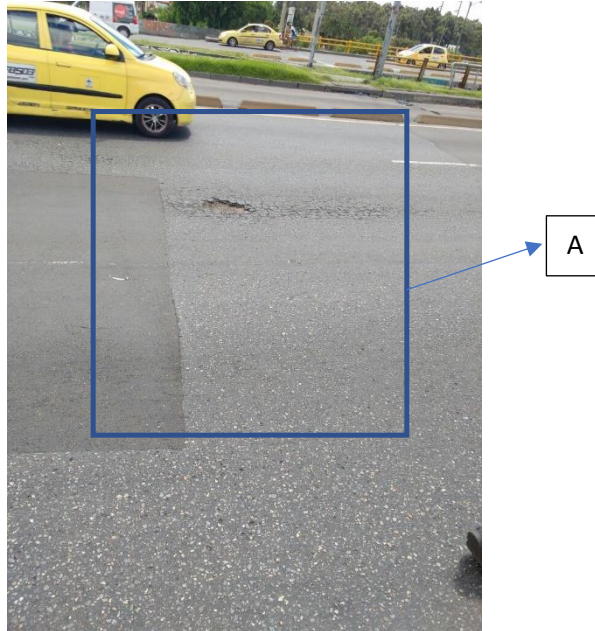
Figura 36: auscultación pavimento flexible.



Fuente: autores.

A: pérdida de agregado (PA) disgregación superficial de la capa de rodadura a una pérdida gradual de agregados. Severidad: Media

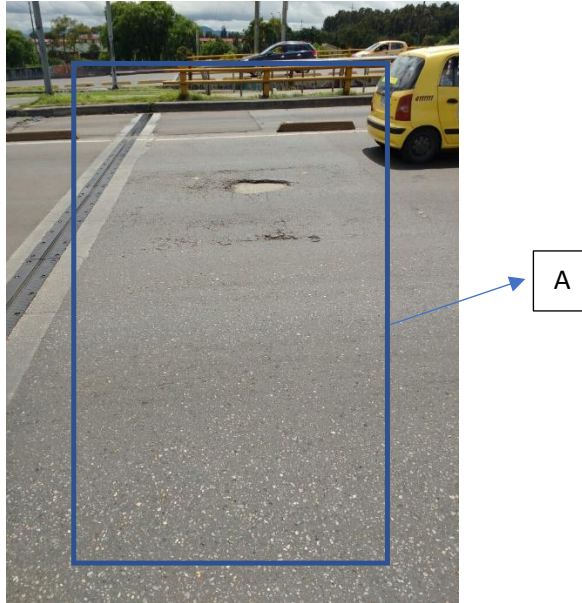
Figura 37: auscultación pavimento flexible.



Fuente: autores.

A: pérdida de agregado (PA) disgregación superficial de la capa de rodadura a una pérdida gradual de agregados. Severidad: Media, Parche (PCH) corresponde a las áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente. Severidad: Media, bache (BCH) deterioro por la retención de agua y falla en la instalación de obra de arte. Severidad: Alta.

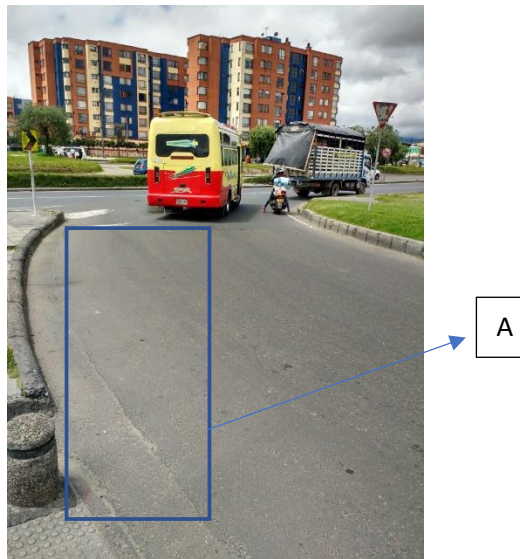
Figura 38: auscultación pavimento flexible.



Fuente: autores.

A: pérdida de agregado (PA) disgregación superficial de la capa de rodadura a una pérdida gradual de agregados. Severidad: Media, bache (BCH) deterioro por la retención de agua y falla en la instalación de obra de arte. Severidad: Alta. Piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: Media.

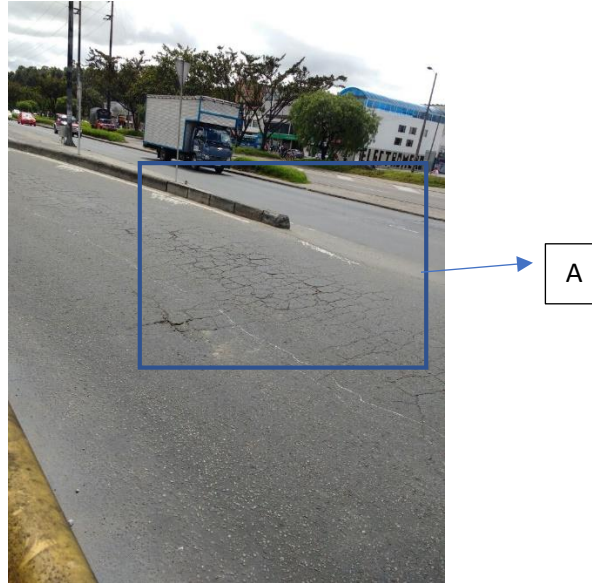
Figura 39: auscultación pavimento flexible.



Fuente: autores.

A: Fisura de borde (FBD) corresponde a fisuras con tendencia longitudinal cerca del borde de calzada. Severidad: media

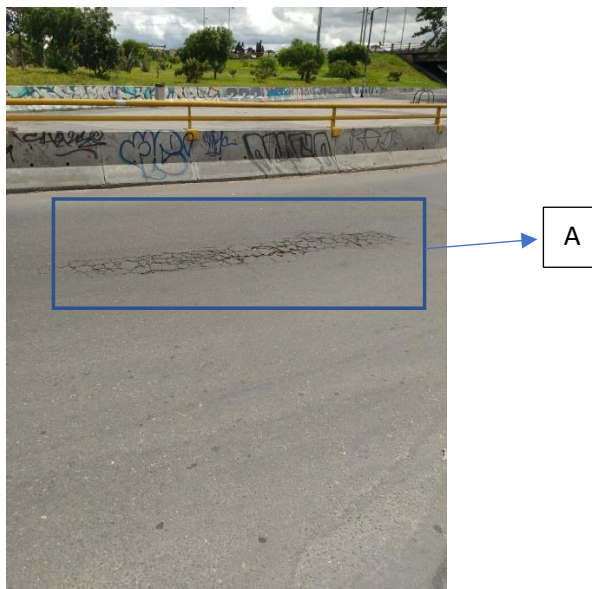
Figura 40: auscultación pavimento flexible.



Fuente: autores.

A: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: Alta.

Figura 41: auscultación pavimento flexible.



Fuente: autores.

A: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: Alta.

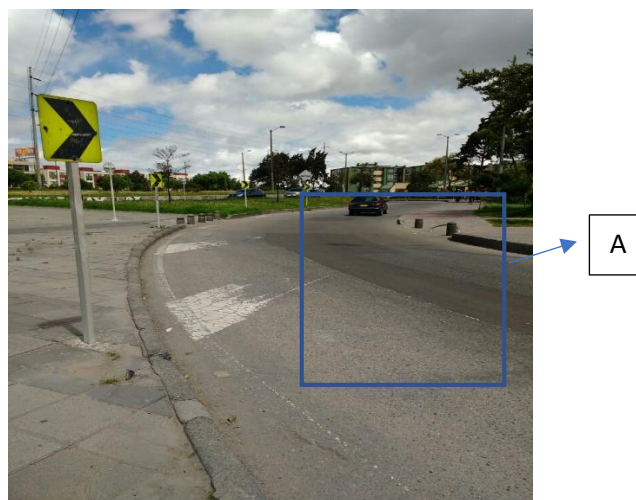
Figura 42: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: Parche (PCH) corresponde a las áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente. Severidad: Media.

Figura 43: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: Parche (PCH) corresponde a las áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente. Severidad: Baja.

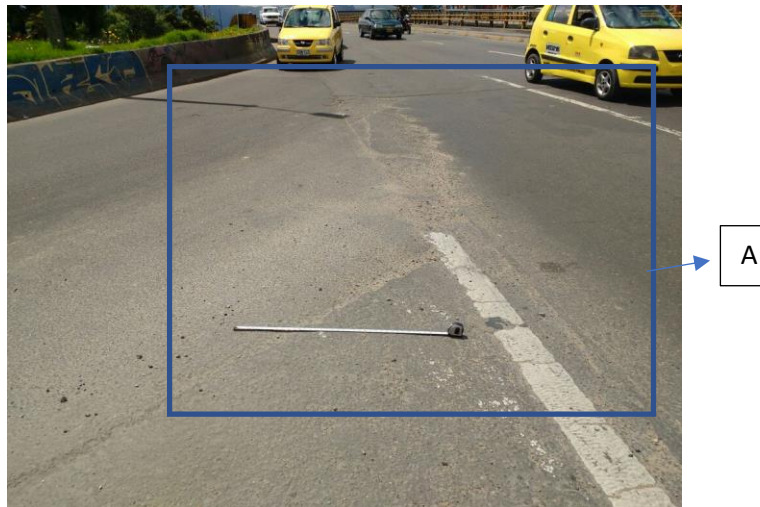
Figura 44: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: piel de cocodrilo (PC) son series de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente en zonas sujetas a repetición de carga. Severidad: Alta.

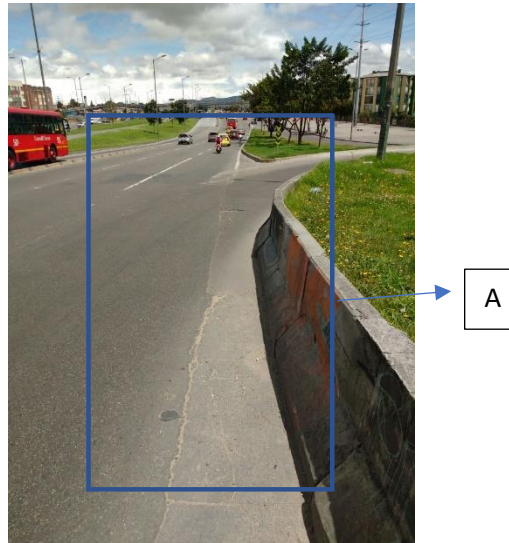
Figura 45: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: Fisura en bloque (FB) se presenta un tipo de dalo superficial en forma de bloque severidad: Media.

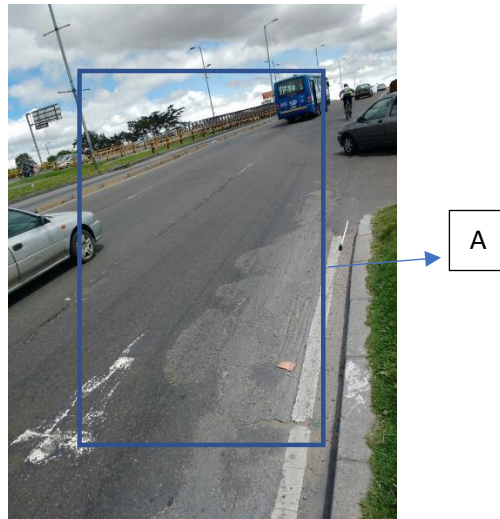
Figura 46: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: Fisura de borde (FBD) corresponde a fisuras con tendencia longitudinal cerca del borde de calzada. Severidad: Media.

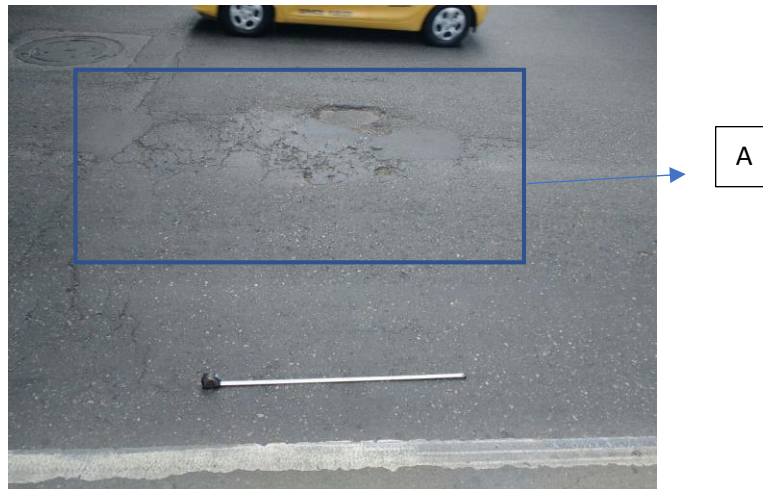
Figura 47: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: fisura longitudinal (FL) corresponde a discontinuidad en la carpeta asfáltica severidad: Alta.

Figura 48: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: hundimiento (HUN) los hundimientos corresponden a depresiones localizadas en el pavimento. Severidad: Media.

Figura 49: auscultación pavimento flexible



Fuente: autores.

A: bache (BCH) deterioro por la retención de agua y falla en la instalación de obra de arte. Severidad: Alta.

5. SEÑALIZACIÓN

La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada con miras a garantizar su seguridad, fluidez, orden y comodidad. En efecto, a través de la señalización se indica a los actores del tránsito la forma correcta y segura de circular por las vías, evitar riesgos, facilitar la circulación y optimizar los tiempos de viaje.

5.1. REQUISITOS DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL

Toda señal de tránsito debe satisfacer los siguientes requisitos mínimos para cumplir integralmente su objetivo:

- a) Debe ser necesaria.
- b) Debe ser visible y llamar la atención.
- c) Debe ser legible y fácil de entender.
- d) Debe dar tiempo suficiente al actor del tránsito para responder adecuadamente.
- e) Debe infundir respeto.
- f) Debe ser creíble.

5.1.1. Diseño

El diseño de la señalización debe asegurar que:

- a) Su tamaño, contraste, colores, forma, composición y retroreflexión e iluminación se combinen de tal manera que atraigan la atención de todos los actores.
- b) Su forma, tamaño, colores y diagramación del mensaje se combinen para que éste sea claro, sencillo e inequívoco.
- c) Su legibilidad y tamaño correspondan a la distancia de ubicación, de manera que permita un tiempo adecuado de reacción.
- d) Su tamaño, forma y mensaje concuerden con la situación que se señala, lo cual contribuye a su credibilidad y acatamiento.
- e) Sus características de color y tamaño se aprecien de igual manera durante el día, la noche y períodos de visibilidad limitada.

5.1.2. Instalación

Toda señal debe ser instalada de tal manera que capte oportunamente la atención de actores de distintas capacidades visuales, cognitivas y psicomotoras, otorgando a éstos la facilidad y el tiempo suficiente para distinguirla de su entorno, leerla, entenderla, seleccionar la acción o maniobra apropiada y realizarla con seguridad y eficacia. Un conductor que viaja a la velocidad máxima que permite la vía debe tener siempre el tiempo suficiente para realizar todas estas acciones.

5.1.3. Clasificación

De acuerdo con la función que desempeñan, las señales verticales se clasifican en 4 grupos:

A) Señales Reglamentarias:

Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su transgresión constituye infracción a las normas del tránsito.

B) Señales Preventivas:

Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Estas señales suelen denominarse también Advertencia de Peligro.

C) Señales Informativas:

Tienen como propósito guiar a los usuarios y entregarles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible. También informan acerca de distancias a ciudades y localidades, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, servicios al usuario, entre otros.

D) Señales Transitorias:

Modifican transitoriamente el régimen normal de utilización de la vía. Pueden ser estáticas o dinámicas, indicando mensajes reglamentarios, preventivos o informativos. Ambas se caracterizan por entregar mensajes que tienen aplicación acotada en el tiempo, siendo las segundas –también denominadas señales de mensaje variable– capaces de entregarlo en tiempo real.

5.2. SEÑALIZACIÓN EN LA AVENIDA BOYACÁ CON AMÉRICAS

A partir de la inspección realizada en la Avenida Boyacá con Américas se determina la siguiente señalización:

Figura 50: Señalización informativa de destino y ruta.



Fuente: tomada de google Earth, autores

Para la figura 50 se encuentra ubicada en la calle 5ª por la avenida Boyacá para dar paso por la bifurcación a puente Aranda y continuar derecho por la avenida Boyacá con sentido a la avenida esperanza.

Figura 51: señalización informativa



Fuente: tomada de google Earth, autores

En la figura 51 se encuentra señalización informativa donde ubica la avenida Américas, se encuentra la señalización preventiva en sentido único de circulación (SR-38), y se encuentra el marcador de obstáculo de marcador doble para determinar dos sentidos.

Figura 52: señalización preventiva de altura de paso a desnivel.



Fuente: tomada de google Earth, autores

En la figura 52 se encuentra la señalización preventiva (SP- 50), la cual advierte un paso a desnivel en sentido de la intersección avenida Boyacá con Américas.

Figura 53: señalización entrada a la bifurcación de la avenida Boyacá a las Américas.



Fuente: tomada de google Earth, autores.

En la figura 53 se encuentra la bifurcación que viene del sentido sur – norte a la avenida de las Américas en sentido oeste- este, se tiene un marcador de obstáculo de marcador doble para determinar dos sentidos.

Figura 54: señalización entrada sur Boyacá con sentido Américas con oeste- este.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

En la figura 54 se encuentra la señal delineador de curva horizontal (SP-75).

Figura 55: señalización entrada sur Boyacá con sentido Américas con oeste- este.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra la señal delineador de curva horizontal (SP-75).

Figura 56: señalización sentido SUR- NORTE.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra la señalización preventiva (SP- 50), la cual advierte un paso a desnivel en sentido de la intersección avenida Boyacá con Américas SUR – NORTE.

Figura 57: señalización sentido SUR- NORTE.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra una señalización informativa ubica lugares como Corabastos, avenida el dorado y Banderas.

Figura 58: Señalización de la avenida Boyacá sentido SUR- NORTE.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra la señalización reglamentaria (SR- 32), la cual limita la altura de circulación en 4.5 m a desnivel en sentido de la intersección avenida Boyacá con Américas SUR – NORTE.

Figura 59: señalización de entrada a la oreja sur- norte de la avenida Boyacá a este – oeste de la avenida Américas.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra una señal de delineador de curva horizontal (SP-75). Se tiene un marcador de obstáculo de marcador doble para determinar dos sentidos. Limitando de sentido SUR- NORTE la avenida Boyacá a la entrada a la oreja en sentido ESTE- OESTE en la avenida Américas.

Figura 60: señalización de entrada a la oreja sur- norte de la avenida Boyacá a este – oeste de la avenida Américas.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra una señal de delineador de curva horizontal (SP-75). Donde delimita la oreja de entrada a las Américas de este a oeste.

Figura 61: señalización de entrada a la oreja sur- norte de la avenida Boyacá a este – oeste de la avenida Américas.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra el ceda el paso (SR-02), donde permite que el conductos baje la velocidad para ingresar a la siguiente vía sin parar.

Figura 62: señalización de entrada a la oreja sur- norte de la avenida Boyacá a este – oeste de la avenida Américas.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra una señal informativa de conexión de la oreja del puente de la avenida Américas a la avenida Boyacá al sur.

Figura 63: señalización de entrada a la oreja sur- norte de la avenida Boyacá a este – oeste de la avenida Américas.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra una señal de delineador de curva horizontal (SP-75). Se tiene un marcador de obstáculo de marcador doble para determinar dos sentidos. Entrando a la oreja de las Américas para conectar con la Boyacá en sentido NORTE- SUR.

Figura 64: señalización de la oreja de salida a la Avenida Boyacá de norte a sur.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra el ceda el paso (SR-02), donde permite que el conductos baje la velocidad para ingresar a la siguiente vía sin parar.

Figura 65: señalización de la salida a la Avenida Boyacá de norte a sur.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra señalización informativa de puente Aranda, avenida Américas, autopista sur y mundo aventura. La señalización reglamentaria (SR- 32), la cual limita la altura de circulación en 4.5 m a desnivel en sentido de la intersección en la avenida Boyacá de norte a sur.

Figura 66: señalización para tomar de oeste a este la avenida de Américas.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra una señal de delineador de curva horizontal (SP-75). Se tiene un marcador de obstáculo de marcador doble para determinar dos sentidos. Entrando a la oreja de oeste este de las Américas.

Figura 67: señalización para tomar de oeste a este la avenida de Américas.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra el ceda el paso (SR-02), donde permite que el conductos baje la velocidad para ingresar a la siguiente vía sin parar.

Figura 68: señalización puente de las Américas.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra una señalización informativa para la autopista norte y Avenida el dorado.

Figura 69: Señalización entrada oreja entrada de la avenida Boyacá de sur a norte.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra una señal de delineador de curva horizontal (SP-75). Se tiene un marcador de obstáculo de marcador doble para determinar dos sentidos. Entrando a la oreja sur- norte de la avenida Boyacá.

Figura 70: señalización en la bifurcación de las avenida Américas este- oeste a la avenida Boyacá de sur a norte.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra una señal de delineador de curva horizontal (SP-75).

Figura 71: señalización en la bifurcación de las avenida Américas este- oeste a la avenida Boyacá de sur a norte.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra el ceda el paso (SR-02), donde permite que el conductos baje la velocidad para ingresar a la siguiente vía sin parar.

Figura 72: señalización de bifurcación de la avenida Boyacá de norte a sur a las Américas de este a oeste



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra una señal de delineador de curva horizontal (SP-75). Se tiene un marcador de obstáculo de marcador doble para determinar dos sentidos.

Figura 73: señalización de bifurcación de las Américas de oeste a este a la avenida Boyacá de norte a sur



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

Se tiene un marcador de obstáculo de marcador doble para determinar dos sentidos.

5.3. SEÑALIZACIÓN AVENIDA BOYACÁ CON PRIMERA DE MAYO.

Figura 74: señalización en bifurcación de primera de mayo de este a oeste a avenida Boyacá de sur a norte.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra una señal de delineador de curva horizontal (SP-75). Para la conexión de la primera de mayo sentido este para avenida Boyacá sentido norte.

Figura 75: señalización en bifurcación de primera de mayo de este a oeste a avenida Boyacá de sur a norte.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra la señalización de reglamentación de velocidad máxima permitida a 30 km/h (SR-30).

Figura 76: señalización en bifurcación de primera de mayo de este a oeste a avenida Boyacá de sur a norte



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra una señal de delineador de curva horizontal (SP-75). Para la conexión de la primera de mayo sentido este para avenida Boyacá sentido norte.

Figura 77: señalización en bifurcación de primera de mayo de este a oeste a avenida Boyacá de sur a norte.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores.

se encuentra el ceda el paso (SR-02), donde permite que el conductos baje la velocidad para ingresar a la siguiente vía sin parar.

Figura 78: señalización avenida Boyacá de sur a norte.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores

tiene se señalización informativa donde comunica la avenida Américas y mundo aventura.

Figura 79: señalización de carril rápido de sur a norte para avenida Boyacá.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores

se encuentra la señalización de reglamentación de velocidad máxima permitida a 60 km/h (SR-30).

Figura 80: señalización avenida primera de mayo entrada al puente a desnivel. Este – Oeste a oreja Boyacá de norte a sur.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores

se encuentra una señal de delineador de curva horizontal (SP-75).

Figura 81: señalización avenida primera de mayo entrada al puente a desnivel. Este – Oeste a oreja Boyacá de norte a sur.



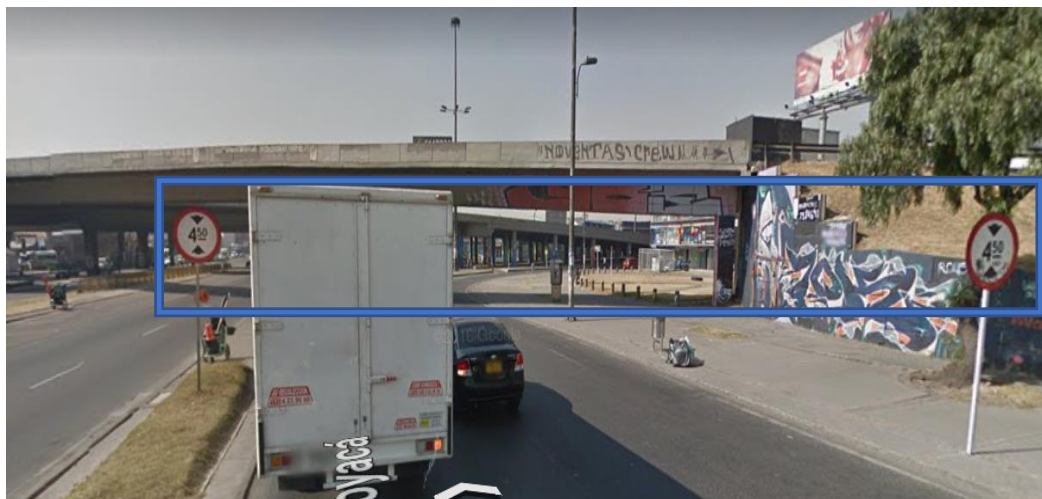
Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores se encuentra el ceda el paso (SR-02), donde permite que el conductos baje la velocidad para ingresar a la siguiente vía sin parar.

Figura 82: señalización de avenida Boyacá de norte a sur



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores tiene se señalización informativa donde comunica Kennedy y tunal.

Figura 83: señalización de avenida Boyacá de norte a sur



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores

La señalización reglamentaria (SR- 32), la cual limita la altura de circulación en 4.5 m a desnivel en sentido de la intersección en la avenida Boyacá de norte a sur.

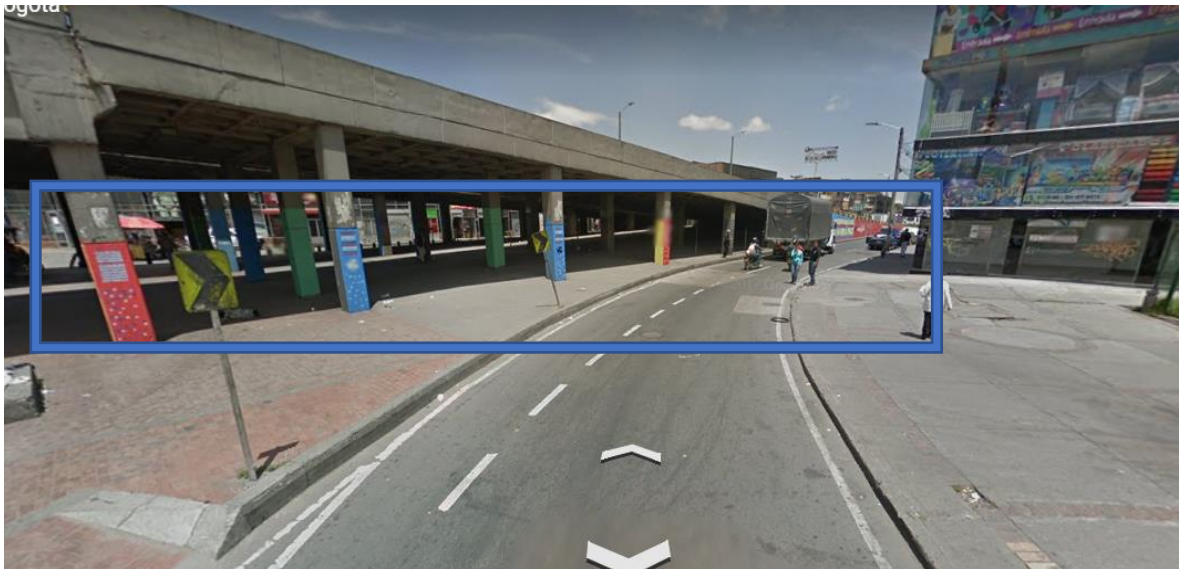
Figura 84: señalización de avenida Boyacá de norte a sur



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores

se encuentra la señalización reglamentaria de prohibido parquear o detenerse (SR- 28 A).

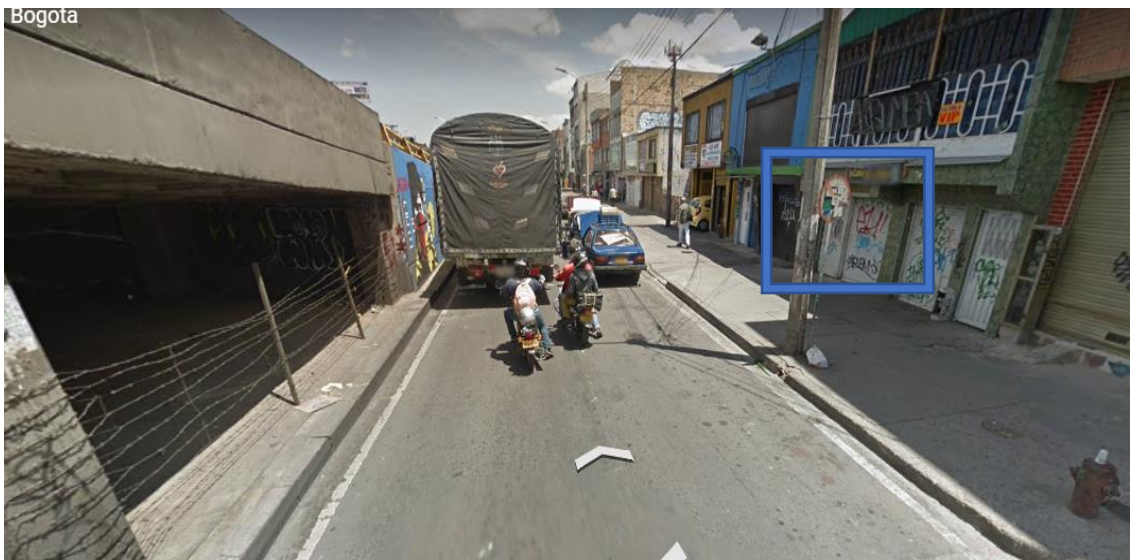
Figura 85: Señalización avenida Boyacá a la primera de mayo.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores

se encuentra el ceda el paso (SR-02), donde permite que el conductos baje la velocidad para ingresar a la siguiente vía sin parar.

Figura 86: Señalización avenida Boyacá a la primera de mayo



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores

se encuentra una señalización reglamentaria de prohibido dejar o recoger pasajeros (SR-41)

Figura 87: señalización de avenida Boyacá de norte a sur.



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores

se encuentra una señalización informativa comunicando la autopista sur y el 20 de julio.

Figura 88: señalización de avenida Boyacá tomando la avenida primero de mayo



Fuente: Fuente: tomada de google Earth, autores

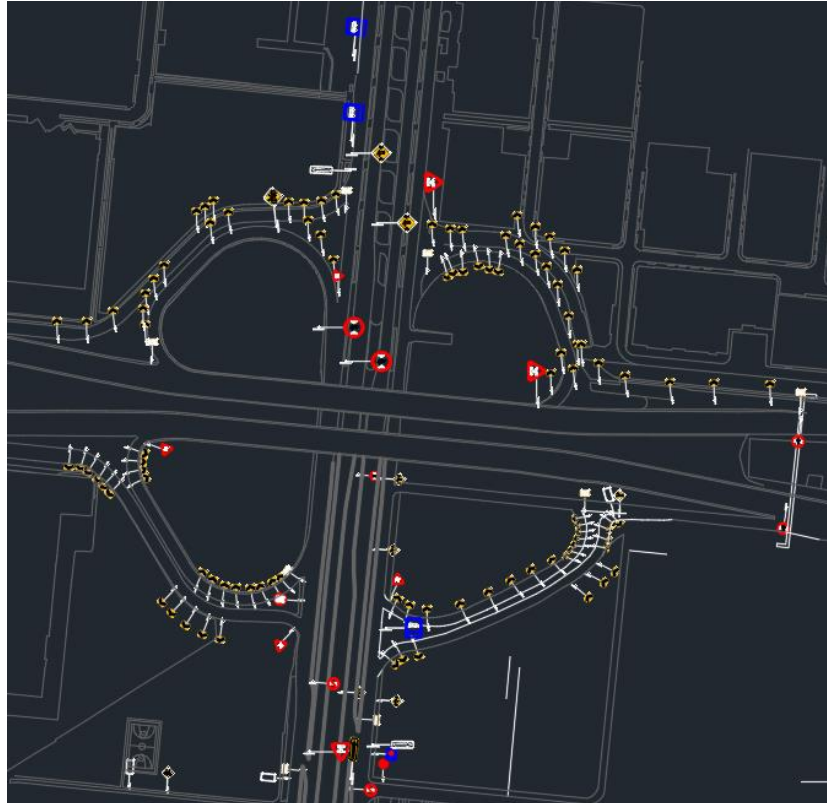
se encuentra se encuentra una señal de delineador de curva horizontal (SP-75). Se tiene un marcador de obstáculo de marcador doble para determinar dos sentidos.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. SEÑALIZACIÓN

A partir de los resultados obtenidos en la señalización actual como se referencia en la siguiente (figura 89.) se determina las falencias que se encuentran en terreno en cuestión de señalización causando altos índices de accidentalidad en el sector.

Figura 89: modelación en AutoCAD de señalización actual de la intersección avenida Boyacá con américas.



Fuente: autores, secretaria de movilidad.

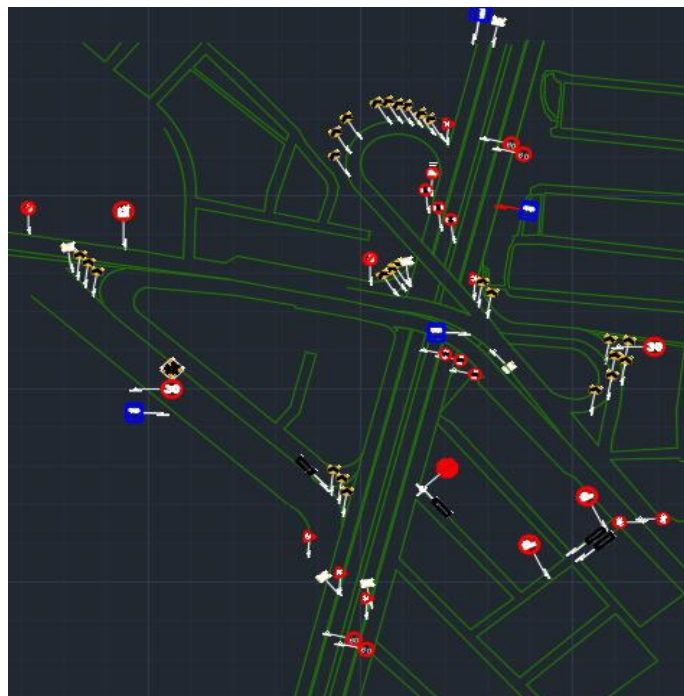
El reporte de señalización presente la siguiente solución:

- 6.1.1. Para la oreja sentido oriente – sur se necesitan añadir las siguientes señalizaciones:
 - 6.1.1.1. Señal de ceda el paso (SR-02) para la salida al carril de la avenida Boyacá sentido sur.
 - 6.1.1.2. Señal reglamentaria de velocidad máxima permitida en la oreja (SR-30).
 - 6.1.1.3. Rehabilitar la señalización existente para una mayor visibilidad.

- 6.1.2. Para la oreja sentido sur – occidente se requieren la rehabilitación de la señalización existente tanto en la señalización vertical como horizontal.
- 6.1.3. Para la oreja sentido norte - oriente es necesario demarcar la señalización horizontal para carriles de aceleración y desaceleración en el puente de las américas.
- 6.1.4. Para la oreja sentido occidente – norte se necesitan añadir las siguientes señalizaciones:
 - 6.1.4.1. Señal de ceda el paso (SR-02) para la salida al carril de la avenida Boyacá sentido sur.
 - 6.1.4.2. Señal reglamentaria de velocidad máxima permitida en la oreja (SR-30).
 - 6.1.4.3. Rehabilitar la señalización existente para una mayor visibilidad.
- 6.1.5. Demarcaciones de carriles de aceleración y desaceleración en sentido norte- sur y sur – norte.
- 6.1.6. Rehabilitación de demarcaciones existentes de isletas y bifurcaciones.

Para el sector de la avenida Boyacá con primera de mayo se tiene el siguiente reporte de señalización

Figura 90: modelación en AutoCAD de señalización proyectada de la intersección avenida Boyacá con 1 de mayo.



Fuente: autores. Secretaria de movilidad.

El reporte de señalización presente para la intersección de la 1 de mayo se encuentra en condiciones de alto riesgo, no presenta la señalización mínima de una intersección a desnivel por lo cual hay que realizar una restructuración existente de la actual aumentando señales de paso (SR-02), señalización de velocidad (SR-30), demarcación de carriles , (carril rápido, lento carril de aceleración desaceleración) señalización informativa para ubicación del sector, incremento de señalización preventiva, y cambio de la señalización existente por mal estado de la actual.

6.2. AUSCULTACIÓN

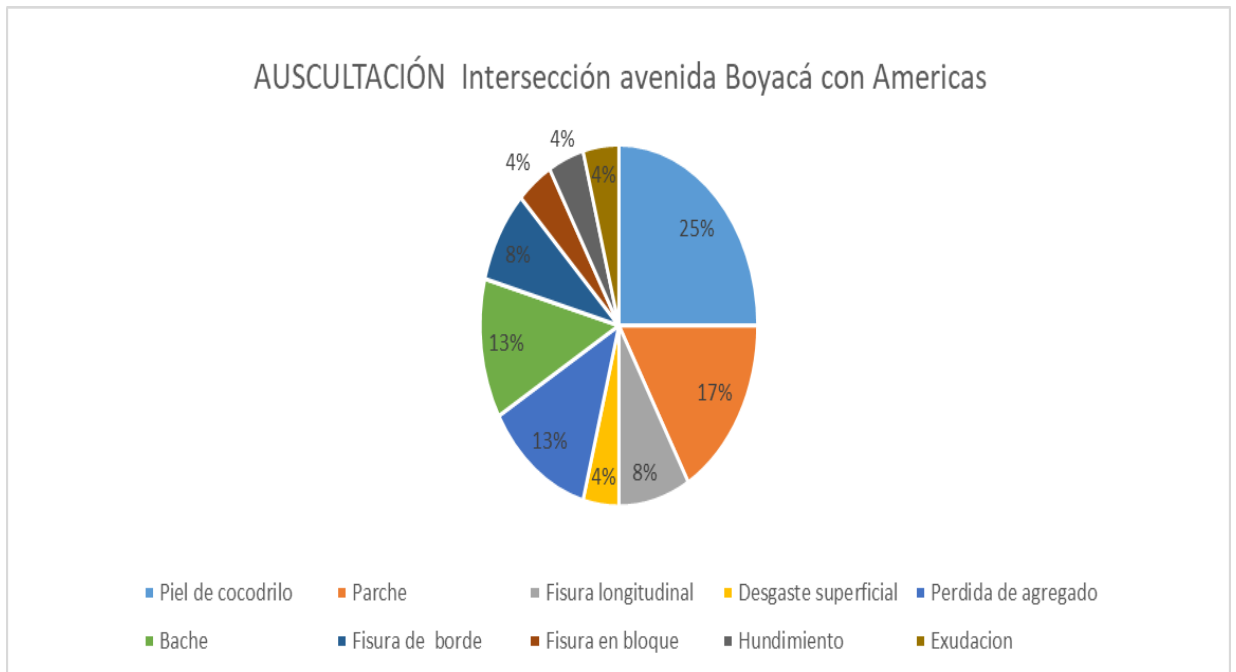
6.2.1. Intersección Avenida Boyacá con Américas

Tabla 17: resultados auscultación intersección avenida Boyacá con Américas

AUSCULTACIÓN Intersección avenida Boyacá con Américas		
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	NOMENCLATURA
Piel de cocodrilo	Alta	PC
Parche	Alta	PCH
Fisura longitudinal	Alta	FL
Exudacion	Media	EX
Desgaste superficial	Media	DSU
Piel de cocodrilo	Alta	PC
Perdida de agregado	Media	PA
Perdida de agregado	Media	PA
Parche	Media	PCH
Bache	Alta	BCH
Perdida de agregado	Media	PA
Bache	Alta	BCH
Piel de cocodrilo	Media	PC
Fisura de borde	Media	FBD
Piel de cocodrilo	Alta	PC
Piel de cocodrilo	Alta	PC
Parche	Media	PCH
Parche	Baja	PCH
Piel de cocodrilo	Alta	PC
Fisura en bloque	Media	FB
Fisura de borde	Media	FBD
Fisura longitudinal	Alta	FL
Hundimiento	Media	HUN
Bache	Alta	BCH

Fuente: autores.

Grafica 11: porcentaje de incidencia de tipos de daño en la intersección avenida Boyacá con Américas

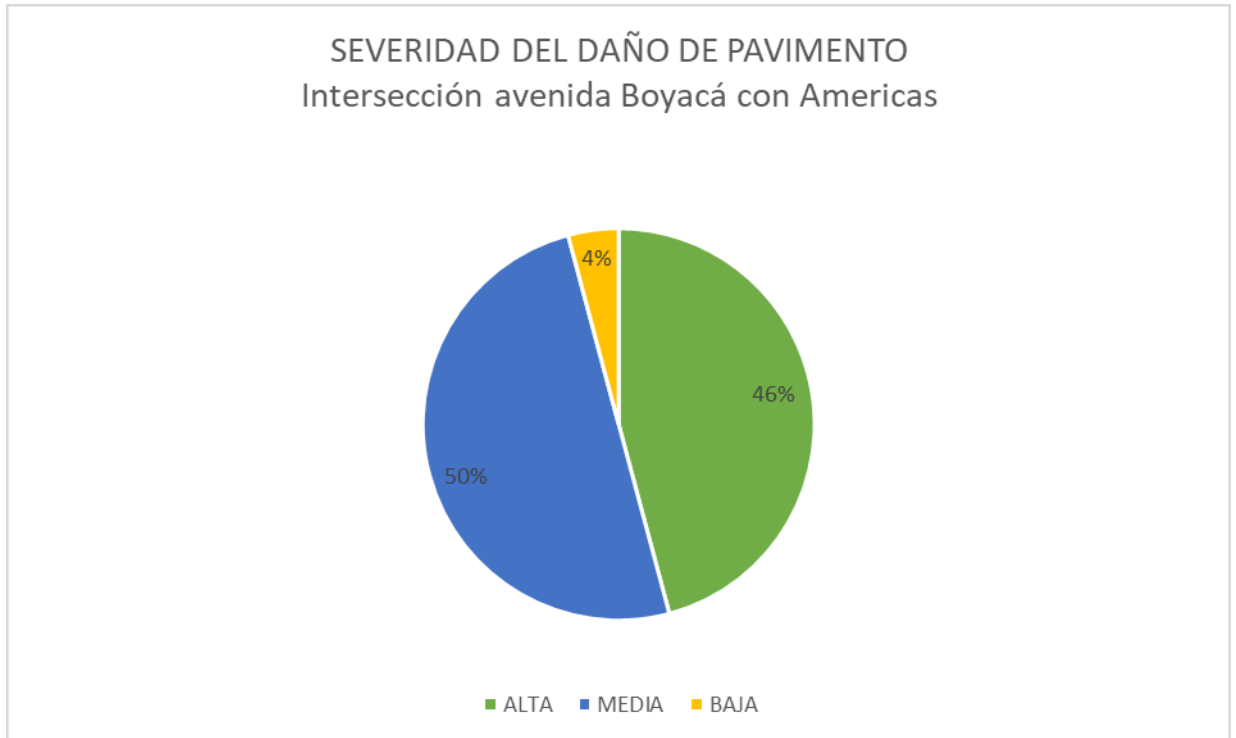


Fuente: autores.

A partir de los resultados obtenidos se evidencia que la piel de cocodrilo es el daño más típico durante toda la intersección, esto es debido a ser una zona de con repetición de cargas de tránsito, ante la repetición de carga se generan fisuras angulares formando un modelo de piel de cocodrilo. Para esta intersección el pavimento está sometido a una mayor carga a la cual fue diseñado.

Otro tipo de daño fundamental para el deterioro del asfalto son los parches los cuales son áreas donde el pavimento original fue reemplazado con un material similar, durante toda la avenida Boyacá se observan parches con severidad media, la cual presenta deficiencia en los bordes.

Grafica 12: severidad del tipo de daño del pavimento.



Fuente: autores.

Para el análisis del pavimento empleado en la intersección avenida Boyacá con Américas, se encuentra en una severidad MEDIA-ALTA donde los daños son superficiales, pero necesitan de intervención oportuna para no ocasionar accidentes o embotellamientos de tránsito.

Por esto se plantea una rehabilitación del pavimento que conste con la mejora y calidad de la carpeta asfáltica empleada en la intersección ya que un punto crítico de la ciudad con un flujo vehicular de un promedio de 22000 vehículos para un rango de 2 horas picos.

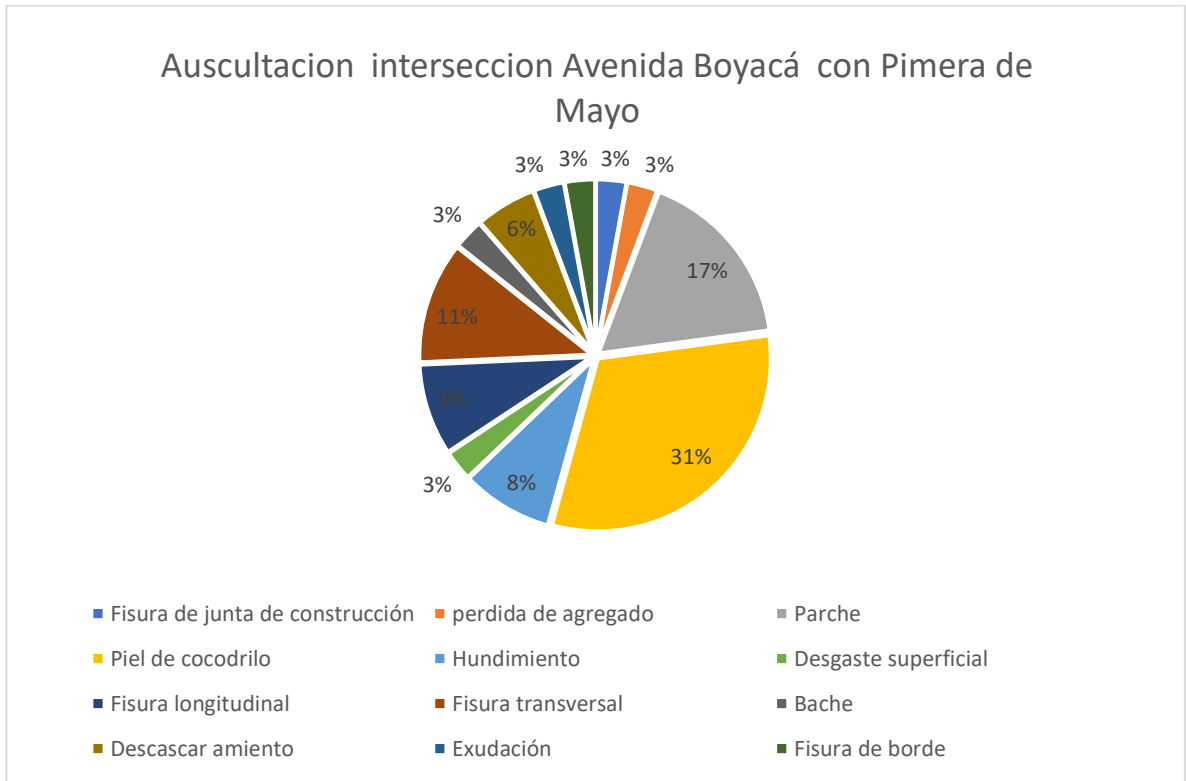
6.2.2. Intersección avenida Boyacá

Tabla 18: resultados auscultación avenida Boyacá con primera de mayo.

AUSCULTACIÓN Intersección avenida Boyacá con primera de mayo.			
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	NOMENCLATURA	OBSERVACIONES
Fisura de junta de construcción	Media	FCL	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
perdida de agregado	Media	PA	
Parche	Baja	PCH	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Parche	Media	PCH	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Piel de cocodrilo	Alta	PC	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Hundimiento	Alta	HUN	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Parche	Alta	PCH	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Piel de cocodrilo	Alta	PC	
Piel de cocodrilo	Alta	PC	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Piel de cocodrilo	Alta	PC	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Piel de cocodrilo	Alta	PC	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Hundimiento	Alta	HUN	
Hundimiento	Alta	HUN	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Desgaste superficial	Alta	DSU	
Piel de cocodrilo	Alta	PC	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Piel de cocodrilo	Alta	PC	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Piel de cocodrilo	Media	PC	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Piel de cocodrilo	Alta	PC	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Piel de cocodrilo	Alta	PC	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Parche	Alta	PCH	
Fisura longitudinal	Alta	FL	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Fisura transversal	Alta	FT	
Piel de cocodrilo	Alta	PC	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Parche	Alta	PCH	
Fisura transversal	Alta	FT	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Bache	Alta	BCH	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Descascaramiento	Alta	DC	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Exudación	Alta	EX	
Parche	Alta	PCH	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Fisura longitudinal	Alta	FL	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Fisura transversal	Alta	FT	
Fisura longitudinal	Alta	FL	Daño encontrado en la vía de carril lento de la avenida Boyacá
Fisura transversal	Alta	FT	
Fisura de borde	Alta	FBD	
Descascaramiento	Alta	DC	

Fuente: autores.

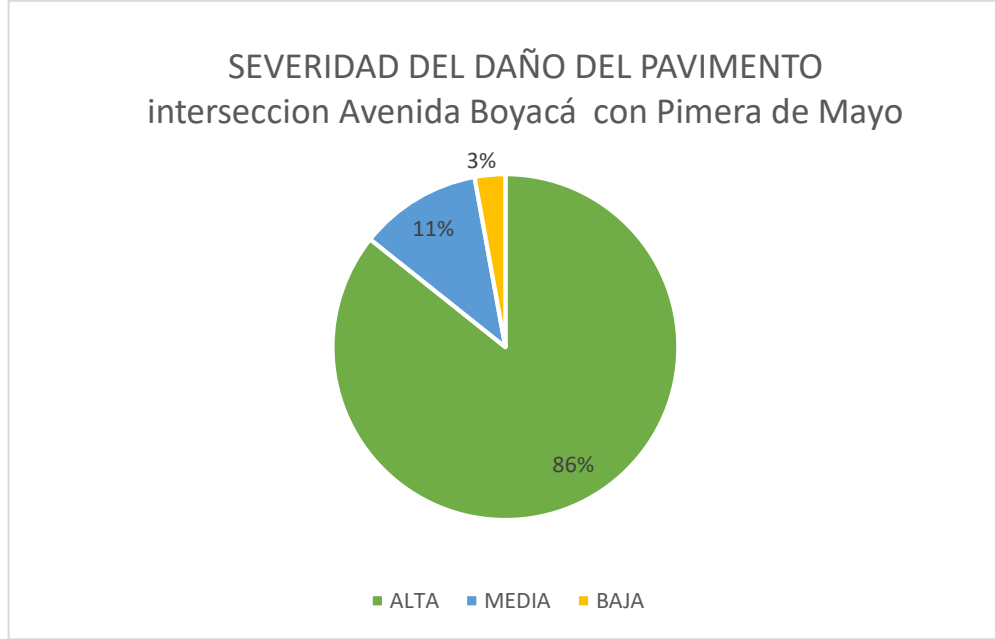
Grafica 13: porcentaje de incidencia de los tipos de daño en la intersección avenida Boyacá con primera de mayo.



Fuente: autores.

El deterioro fundamental del pavimento de la intersección de la avenida Boyacá con primera de mayo se debe a la piel de cocodrilo; donde es causada por las constantes cargas de tránsito, la avenida Boyacá se observan camiones de 2 hasta 6 ejes. Cuenta con carril rápido y lento en el carril que presenta mayor deterioro es el carril lento en los dos sentidos Norte- sur y Sur- Norte. Adicionalmente las vías carrara 71f y la calle 32 Sur se están tomando como acceso de flujo vehicular de occidente a oriente a Norte de la avenida Boyacá teniendo en cuenta que estas dos vías no están diseñadas para soportar el tránsito vehicular de esta intersección, se recomienda la rehabilitación de estas dos vías para la mejora del tránsito vehicular de la zona

Grafica 14: severidad del daño del pavimento intersección avenida Boyacá con primera de mayo.



Fuente: autores.

La severidad de la intersección es alta por ser la el punto más crítico de la ciudad con carga pesada de tránsito, el 86% de la intersección esta con una severidad alta, teniendo en cuenta que este factor afecta la accidentalidad y el flujo vehicular de toda la zona, es necesario realizar un mantenimiento oportuno del asfalto para evitar futuros inconvenientes.

6.3. MODELACIÓN DE DISEÑO GEOMÉTRICO A PARTIR DE LA COMPARACIÓN DE NORMAS (INVIAS, IDU, AASHTO)

6.3.1. Parámetros de diseño según INVIAS.

Tabla 19: criterio de diseño según INVIAS, valor mínimo de diseño.

CRITERIO DE DISEÑO SEGÚN INVIAS			
Criterio		Valor mínimo	Observaciones
velocidad especifica de ramal de enlace		50 km/h	En curvas $\Delta < 180^\circ$
		30 km/h	En curvas $\Delta > 180^\circ$
Radio mínimo de curvatura		78,7m	Para un peralte máximo de 6% en curvas con $\Delta < 180^\circ$
		20,6 m	Para un peralte máximo de 6% en curvas con $\Delta > 180^\circ$
Ancho de carril del ramal de enlace		5 m	para ramales de enlace de un solo carril
		5,5 m	para ramales de enlace de mas de un solo carril
carril de aceleración	longitud total	150 m	Velocidad especifica 50 km/h
		200m	Velocidad especifica 30 km/h
		230m	condición de PARE
	longitud de transición	65 m	Aplica con o sin condiciones
	Ancho de carril	3,50 m	corresponde al ancho de carril adyacente
carril de desaceleración	longitud total	75m	Velocidad especifica 50 km/h
		105m	Velocidad especifica 30 km/h
		150m	condición de PARE
	longitud de transición	65m	Aplica con o sin condiciones
	Ancho de carril	3,50m	corresponde al ancho de carril adyacente
Isleta	Área mínima	4,5m ²	la isleta debe separarse por lo menos 0,6 m delos carriles de circulación
	Lado mínimo	2,40 m	
	Radio de esquina	0,7 m	
Ancho paso peatonal		3 m	puede ser mayor si se dispone de espacio
Puente peatonal	Ancho de puente	2,50m	para sentido bidimensional
	Altura de baranda	1,20m	puede ser mayor si se dispone de espacio

Fuente: autores. Información recopilada del manual de diseño geométrico INVIAS

6.3.2. Parámetros de diseño según IDU.

Tabla 20: criterio de diseño según IDU, valor mínimo de diseño.

CRITERIO DE DISEÑO SEGÚN IDU			
Criterio	Valor mínimo	Observaciones	
Nariz en terminal de Salida o bifurcación	60 m	En narices de rampa de salida se evitara tanto la disposición de vigas, arboles, portes u otro elemento que llegue a convertirse en obstáculo.	
comienzo de separadores centrales	40m	Atenuadores de impacto en bifurcaciones	
Convergencia de bifurcación por la izquierda	20 km/h	si es mayor la velocidad debe llevar a carrillo de aceleración	
Convergencia de bifurcación por la derecha	20 km/h	si es mayor la velocidad debe llevar a carril de aceleración	
Divergencia de bifurcación por la izquierda	20 km/h	si es mayor la velocidad debe llevar a carril de desaceleración	
Divergencia de bifurcación por la derecha	20 km/h	si es mayor la velocidad debe llevar a carril de desaceleración	
Longitud de entrecruzamiento	Longitud corta	120 m	ramal entrada por salida
	Longitud larga	300m	ramal salida por entrada
carril de aceleracion	longitud total	150 m	Velocidad especifica 50 km/h
		200m	Velocidad especifica 30 km/h
		230m	condición de PARE
	Ancho de carril	3,50 m	corresponde al ancho de carril adyacente
carril de desaceleración	longitud total	75m	Velocidad especifica 50 km/h
		105m	Velocidad especifica 30 km/h
		150m	condición de PARE
	Ancho de carril	3,50m	corresponde al ancho de carril adyacente
peralte en bifurcación	2%	se toca como peralte mínimo en línea de contacto de divergencia	
cotas de pavimento	5m	se necesita cotas cada 5 m como mínimo e las líneas de contacto para clarificar el manejo de la transición del peralte	
Distancia de visibilidad	Distancia de frenado	39 m	para velocidad especifica de 60 km /h
	Distancia de parada	80, 70 m	para velocidad especifica de 60 km /h
	Distancia de reacción	41,7 m	para velocidad especifica de 60 km /h
Carril de giro	Ancho de carril	3,5 m	carril de giro izquierdo y derecho
	ancho de separación	2 m	carril de giro izquierdo y derecho
	área mínima	7 m ²	carril de giro izquierdo y derecho
	longitud canalizada	60m	carril de giro izquierdo y derecho
Isletas	ancho mínimo de carril	4,5 m	diseño de isletas para intersecciones a nivel y a desnivel
	distancia de borde	60 cm	
	ancho mínimo de isletas	2,5 m	
	área mínima	7 m ²	
separador central	longitud de ingreso a nariz	1,2 m	
	separador central	2 m	puede ser mayor si se dispone de espacio
	Orejas	Ancho de trayectoria	5 m
Ancho de trayectoria		7 m	longitud mayor a 120 m
pendiente		6%	para una velocidad de 60 km/ h
Radio mínimo de curvatura	21 m	Para un peralte máximo de 6%en curvas con $\Delta < 180^\circ$	

Fuente: autores. Información recopilada del guía de vías urbanas IDU.

6.3.3. Parámetros de diseño según la AASHTO.

Tabla 21: criterio de diseños según IDU, Valor mínimo.

CRITERIO DE DISEÑO SEGÚN AASHTO		
Criterio	Valor mínimo	Observaciones
Distancia de borde	0,6 m	para carril principal y auxiliar
carril de aceleración	longitud total	60 m
	radio largo	300 m
	radio corto	130 m
	longitud mínima de carril	45 m
Ancho de carril	3,50 m	corresponde al ancho de carril adyacente
carril de desaceleración	longitud total	55 m
	Ancho de carril	3,50m
ancho de calzada	3 m	para 4 carriles con barrera de 1, 2 m
	6,6 m	para 6 carriles con barrera de 3 m
Galibo vertical	altura libre	4,4 m
	galibo	4,9 m
		la altura al techo deseable es de 5 m
velocidad específica de diseño	60 km /h	aplicado para autopistas urbanas
Longitud de entrecruzamiento	Longitud corta	120 m
	Longitud larga	300m
Radio mínimo de curvatura	45 m	Angulo de giro de 45 a 60 grados
	21	Para un peralte máximo de 6% en curvas con $\Delta > 180^\circ$
luz de puente	45 m	puentes de viga simple
peralte	6%	valor máximo
pendiente transversal	1,50%	valor mínimo
Nariz	ancho de carril	6 m
	longitud	20 m
		puede variar entre 6 a 9 m
Isletas	área mínima	5 m ²
	radio mínimo	15 m
		La configuración geométrica de estos elementos viales debe ser tal que cumpla con su función de controlar los movimientos directos del tránsito

Fuente: autores, información recopilada según el manual de diseño AASHTO.

Sobre la información recopilada se realiza una comparación de cada parámetro de diseño en las intersecciones de análisis para saber si cumple o no el criterio.

6.3.4. Comparación de criterios de diseño para la intersección avenida primero de mayo con Américas.

Tabla 22: comparación puente primera de mayo sentido oriente – occidente para tomar la oreja.

PUENTE 1 DE MAYO SENTIDO ORIENTE- OCCIDENTE CONEXIÓN OREJA						
Criterio	Valor Real	Valor mínimo			CUMPLE	OBSERVACION
		INVIAS	IDU	AASHTO		
Galibo	4,5 m	-	4,5 m	4,9 m	No	Cumple para criterio de IDU pero se realizara el diseño con ASSHTO
Ancho de la estructura	6,48 m	-	-	-	-	-
longitud de la estructura	128,45	-	-	-	-	-

Fuente: autores.

Tabla 23: comparación puente primera de mayo sentido oriente- occidente.

PUENTE 1 DE MAYO SENTIDO ORIENTE- OCCIDENTE						
Criterio	Valor Real	Valor mínimo			CUMPLE	OBSERVACION
		INVIAS	IDU	AASHTO		
Galibo	4,5 m	-	4,5 m	4,9 m	No	Cumple para criterio de IDU pero se realizara el diseño con ASSHTO
Ancho de la estructura	11,5 m	-	-	-	-	-
longitud de la estructura	100,73	-	-	-	-	-

Fuente: autores.

Tabla 24: comparación puente primera de mayo sentido occidente oriente.

PUENTE 1 DE MAYO SENTIDO OCCIDENTE- ORIENTE						
Criterio	Valor Real	Valor mínimo			CUMPLE	OBSERVACION
		INVIAS	IDU	AASHTO		
Galibo	4,5 m	-	4,5 m	4,9 m	No	Cumple para criterio de IDU pero se realizara el diseño con ASSHTO
Ancho de la estructura	11,5 m	-	-	-	-	-
longitud de la estructura	100,73	-	-	-	-	-

Fuente: autores.

Para los tres puentes de la primera de mayo no cumplen con el galibo recomendado por la AASHTO, por lo tanto, se recomendada realizar un rediseño del puente porque hay accidentes ocasionados en los camiones por la altura presentada en el puente.

Tabla 25: Comparación oreja 2 sur- norte u oriente

OREJA 1 SUR A NORTE							
Criterio	Valor Real	Valor mínimo			CUMPLE	OBSERVACION	
		INVIAS	IDU	AASHTO			
Velocidad especifica de ramal	30 km/h	30 km/h	30 km/h	30 km/h	SI	-	
Radio de curvatura	Radio 1	22 m	20,6 m	21 m	21m	SI	-
	Radio 2	23m				SI	-
	Radio 3	21m				SI	-
Ancho de carril de enlace	Entrada	5 m	-	4,5 m	-	SI	Ramal un carril
	centro	5m	5m	5m	-	SI	
	salida	5m	-	-	-	-	
Carril de aceleración	Longitud total	210 m	235m	235m	200m	SI	Condición de ceda el paso
	Longitud de transición	45m	65m	65m	-	NO	
	Ancho de carril	3,5 m	3,5 m	3,5m	-	SI	
Carril de Desaceleración	Longitud total	142m	120 m	120m	130m	SI	Condición de ceda el paso
	Longitud de transición	60m	65m	65m	-	NO	
	Ancho de carril	3,5m	3,5 m	3,5m	-	SI	

Fuente: autores.

Tabla 26: comparación oreja de oriente a sur

OREJA 2 ORIENTE A SUR							
Criterio	Valor Real	Valor mínimo			CUMPLE	OBSERVACION	
		INVIAS	IDU	AASHTO			
Velocidad especifica de ramal	30 km/h	30 km/h	30 km/h	30 km/h	SI	-	
Radio de curvatura	Radio 1	25 m	20,6 m	21 m	21m	SI	-
	Radio 2	23m				SI	-
	Radio 3	22m				SI	-
Ancho de carril de enlace	Entrada	5 m	-	4,5 m	-	SI	Ramal un carril
	centro	6m	5m	5m	-	SI	
	salida	5m	-	-	-	-	
Carril de aceleración	Longitud total	103 m	235m	235m	200m	NO	Condición de ceda el paso
	Longitud de transición	45m	65m	65m	-	NO	
	Ancho de carril	3,5 m	3,5 m	3,5m	-	SI	
Carril de Desaceleración	Longitud total	140 m	120 m	120m	130m	SI	Condición de ceda el paso
	Longitud de transición	63 m	65m	65m	-	NO	
	Ancho de carril	3,5 m	3,5 m	3,5m	-	SI	

Fuente: Autores.

6.3.5. Comparación de criterios de diseño para la intersección avenida Boyacá con américas.

Tabla 27: Comparación puente américas sentido oriente – occidente

PUENTE AMERICAS SENTIDO ORIENTE - OCCIDENTE						
Criterio	Valor Real	Valor mínimo			CUMPLE	OBSERVACION
		INVIAS	IDU	AASHTO		
Galibo	4,5 m	-	4,5 m	4,9 m	No	Cumple para criterio de IDU pero se realizara el diseño con ASSHTO
Ancho de la estructura	12,84 m	-	-	-	-	-
longitud de la estructura	202,06 m	-	-	-	-	-

Fuente: autores.

Tabla 28: comparación puente de las américas sentido occidente – oriente

PUENTE AMERICAS SENTIDO OCCIDENTE - ORIENTE						
Criterio	Valor Real	Valor mínimo			CUMPLE	OBSERVACION
		INVIAS	IDU	AASHTO		
Galibo	4,5 m	-	4,5 m	4,9 m	No	Cumple para criterio de IDU pero se realizara el diseño con ASSHTO
Ancho de la estructura	12,84 m	-	-	-	-	-
longitud de la estructura	202,79 m	-	-	-	-	-

Fuente: autores.

Tabla 29: Comparación oreja sentido oriente a sur

OREJA 1 DE ORIENTE A OCCIDENTE A SUR							
Criterio	Valor Real	Valor mínimo			CUMPLE	OBSERVACION	
		INVIAS	IDU	AASHTO			
Velocidad especifica de ramal	30 km/h	30 km/h	30 km/h	30 km/h	SI	-	
Radio de curvatura	Radio 1	25,85 m	20,6 m	21 m	21m	SI	-
	Radio 2	22,68 m				SI	-
Ancho de carril de enlace	Entrada	5 m	-	4,5 m	-	SI	Ramal un carril
	centro	7,22 m	5m	5m	-	SI	
	salida	5m	-	-	-	-	
Carril de aceleración	Longitud total	103 m	235m	235m	200m	NO	Condición de ceda el paso
	Longitud de transición	45m	65m	65m	-	NO	
	Ancho de carril	3,5 m	3,5 m	3,5m	-	SI	
Carril de Desaceleración	Longitud total	125 m	120 m	120m	130m	NO	Condición de ceda el paso
	Longitud de transición	63 m	65m	65m	-	NO	
	Ancho de carril	3,5 m	3,5 m	3,5m	-	SI	

Fuente: autores

Tabla 30: Comparación oreja sentido norte a occidente.

OREJA 2 SUR - NORTE A OCCIDENTE							
Criterio	Valor Real	Valor mínimo			CUMPLE	OBSERVACION	
		INVIAS	IDU	AASHTO			
Velocidad especifica de ramal	20 km/h	30 km/h	30 km/h	30 km/h	NO	-	
Radio de curvatura	Radio 1	24,20 m	20,6 m	21 m	21m	SI	-
	Radio 2	26,7 m				SI	-
Ancho de carril de enlace	Entrada	5 m	-	4,5 m	-	SI	Ramal un carril
	centro	7,64m	5m	5m	-	SI	
	salida	5m	-	-	-	-	
Carril de aceleración	Longitud total	-	235m	235m	200m	-	-
	Longitud de transición	-	65m	65m	-	-	
	Ancho de carril	-	3,5 m	3,5m	-	-	
Carril de Desaceleración	Longitud total	-	120 m	120m	130m	-	-
	Longitud de transición	-	65m	65m	-	-	
	Ancho de carril	-	3,5 m	3,5m	-	-	

Fuente: autores.

Tabla 31: Comparación oreja sentido norte – oriente

OREJA 3 DE NORTE A SUR A ORIENTE							
Criterio	Valor Real	Valor mínimo			CUMPLE	OBSERVACION	
		INVIAS	IDU	AASHTO			
Velocidad especifica de ramal	30 km/h	30 km/h	30 km/h	30 km/h	SI	-	
Radio de curvatura	Radio 1	25,85 m	20,6 m	21 m	21m	SI	-
	Radio 2	22,68 m				SI	-
Ancho de carril de enlace	Entrada	5 m	-	4,5 m	-	SI	Ramal un carril
	centro	7,22 m	5m	5m	-	SI	
	salida	5m	-	-	-	-	
Carril de aceleración	Longitud total	110m	235m	235m	200m	NO	Condición de ceda el paso
	Longitud de transición	50m	65m	65m	-	NO	
	Ancho de carril	3,5 m	3,5 m	3,5m	-	SI	
Carril de Desaceleración	Longitud total	-	120 m	120m	130m	-	-
	Longitud de transición	-	65m	65m	-	-	
	Ancho de carril	-	3,5 m	3,5m	-	-	

Fuente: autores.

Tabla 32: Comparación oreja sentido occidente a norte

OREJA 4 OCCIDENTE A ORIENTE A NORTE							
Criterio	Valor Real	Valor mínimo			CUMPLE	OBSERVACION	
		INVIAS	IDU	AASHTO			
Velocidad especifica de ramal	30 km/h	30 km/h	30 km/h	30 km/h	SI	-	
Radio de curvatura	Radio 1	23 m	20,6 m	21 m	21m	SI	-
	Radio 2	21 m				SI	-
Ancho de carril de enlace	Entrada	5 m	-	4,5 m	-	SI	Ramal un carril
	centro	7,22 m	5m	5m	-	SI	
	salida	5m	-	-	-	-	
Carril de aceleración	Longitud total	44m	235m	235m	200m	NO	Condición de ceda el paso
	Longitud de transición	23m	65m	65m	-	NO	
	Ancho de carril	3,5 m	3,5 m	3,5m	-	SI	
Carril de Desaceleración	Longitud total	-	120 m	120m	130m	-	-
	Longitud de transición	-	65m	65m	-	-	
	Ancho de carril	-	3,5 m	3,5m	-	-	

Fuente: autores.

Teniendo en cuenta los parámetros de diseño presentados en la norma AASHTO, se considera necesario aumentar las longitudes de transición entre carriles de aceleración y desaceleración en muchas de las vías no cuenta con suficiente espacio como lo dice la norma de 65 m, esto genera colisión en toda la intersección.

Se realiza una modelación de la situación actual y proyectada aplicando la norma AASHTO utilizando el programa VISSIM.

6.4. Modelación primera de mayo actual.

Figura 91: modelación actual primera de mayo con Boyacá panorámica sur – norte



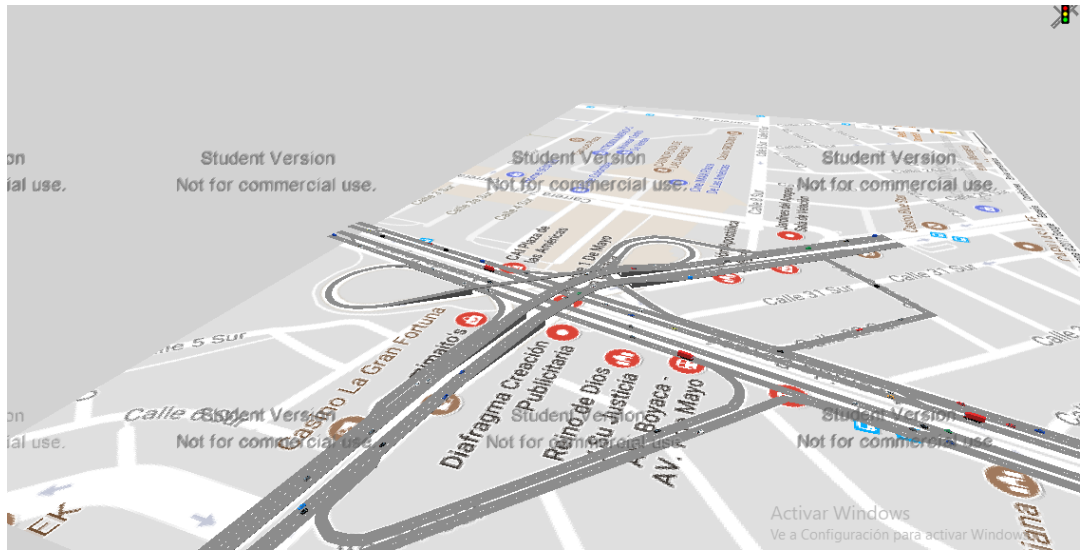
Fuente: autores, programa VISSIM

Figura 92: modelación actual primera de mayo con Boyacá panorámica occidente – oriente.



Fuente: autores, programa VISSIM

Figura 93: modelación actual primera de mayo con Boyacá panorámica norte a sur .



Fuente: autores, programa VISSIM

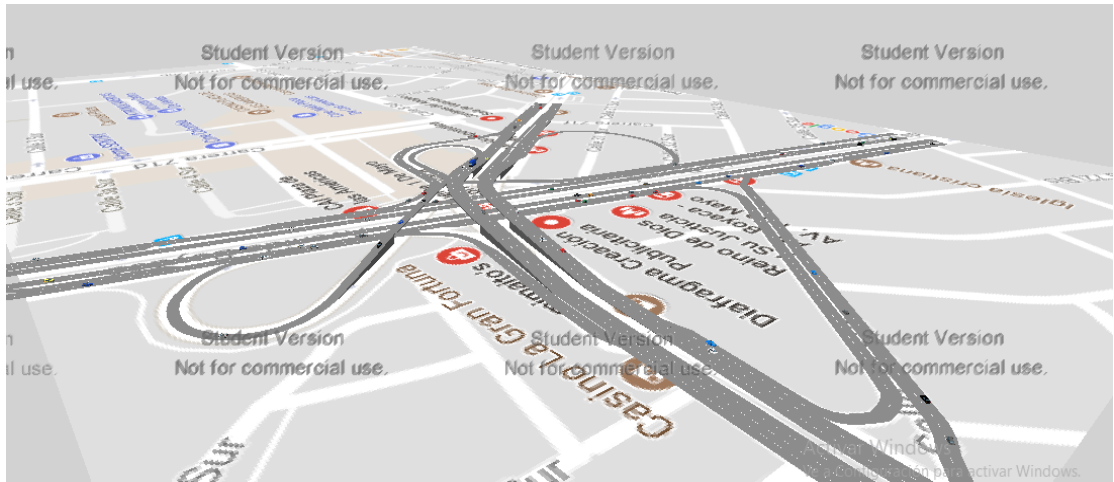
6.4.1. Modelación proyectada con criterios de diseño para la primera de mayo.

Figura 94: modelación proyectada primera de mayo con Boyacá panorámica sur – norte



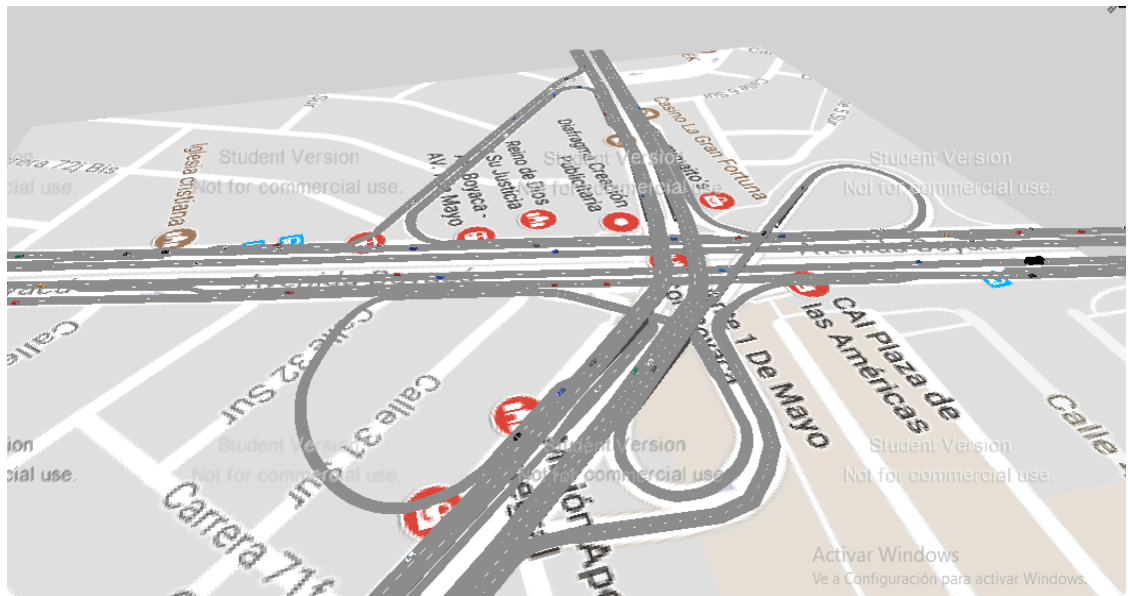
Fuente: autores, programa VISSIM

Figura 95: modelación proyectada primera de mayo con Boyacá panorámica oriente



Fuente: autores, programa VISSIM

Figura 96: modelación proyectada primera de mayo con Boyacá panorámica oriente

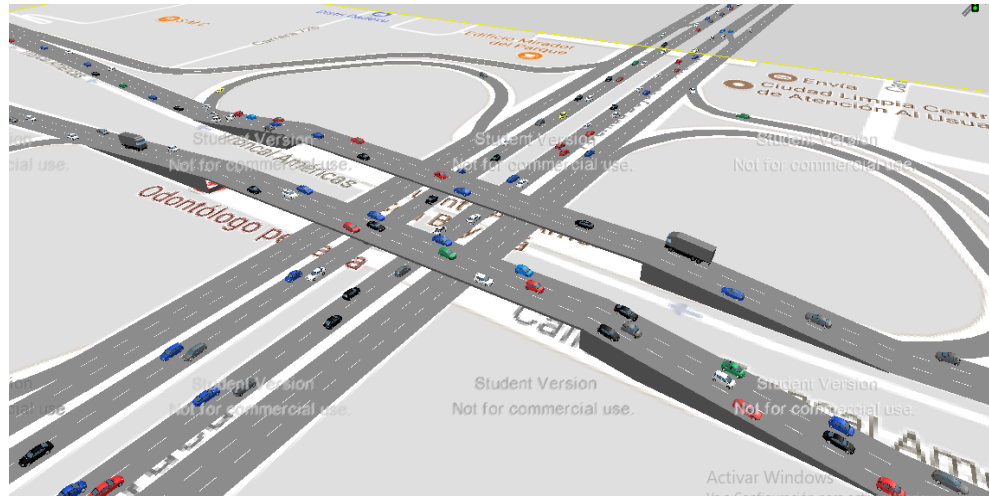


Fuente: autores, programa VISSIM

Se propone en la modelación de la primera de mayo con Boyacá la incorporación de una oreja, donde se evite la entrada entre cuadras, como es la calle 32 sur y carrera 71f, las cuales presentan gran deterioro en su carpeta asfáltica por ser sometida a cargas superiores a las que fue diseñada.

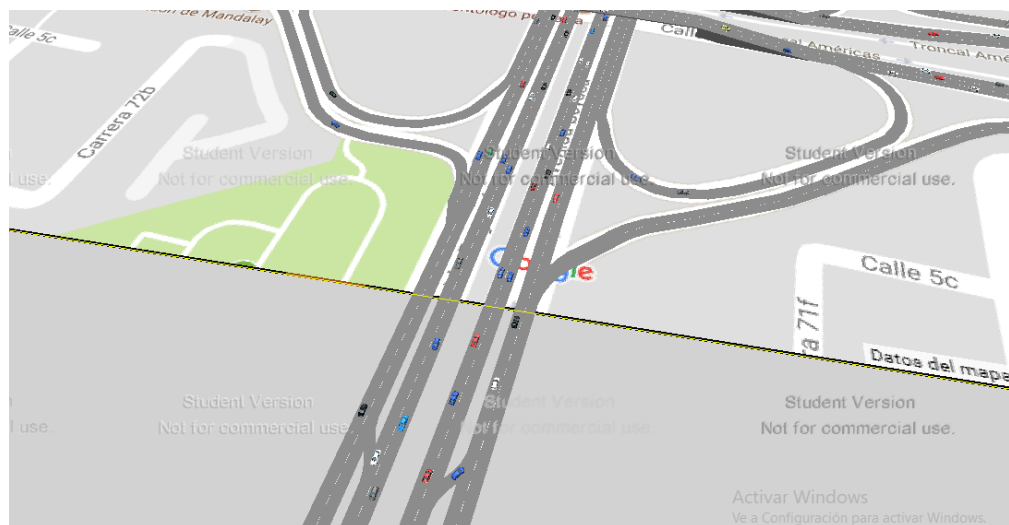
6.5. Modelación actual de la intersección avenida Boyacá con Américas.

Figura 97: modelación actual intersección américas.



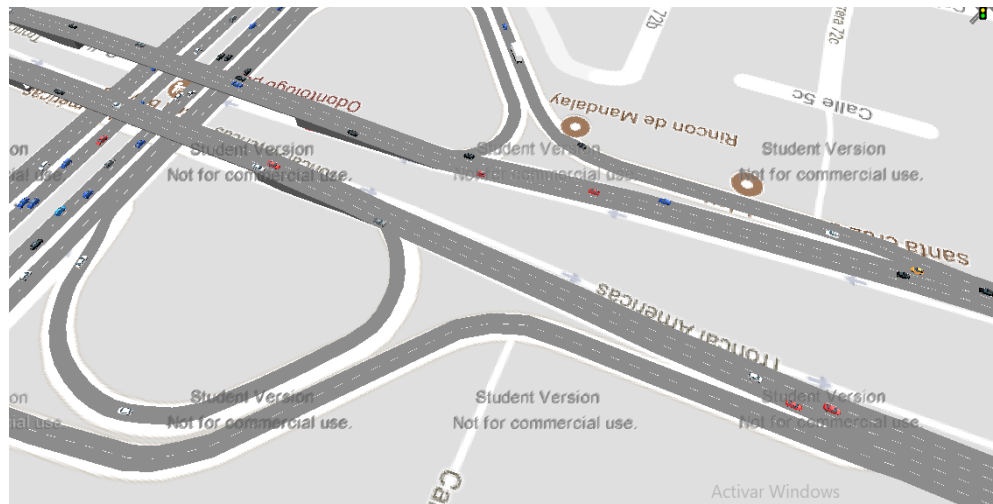
Fuente: autores, programa VISSIM

Figura 98: modelación actual intersección américas.



Fuente: autores, programa VISSIM

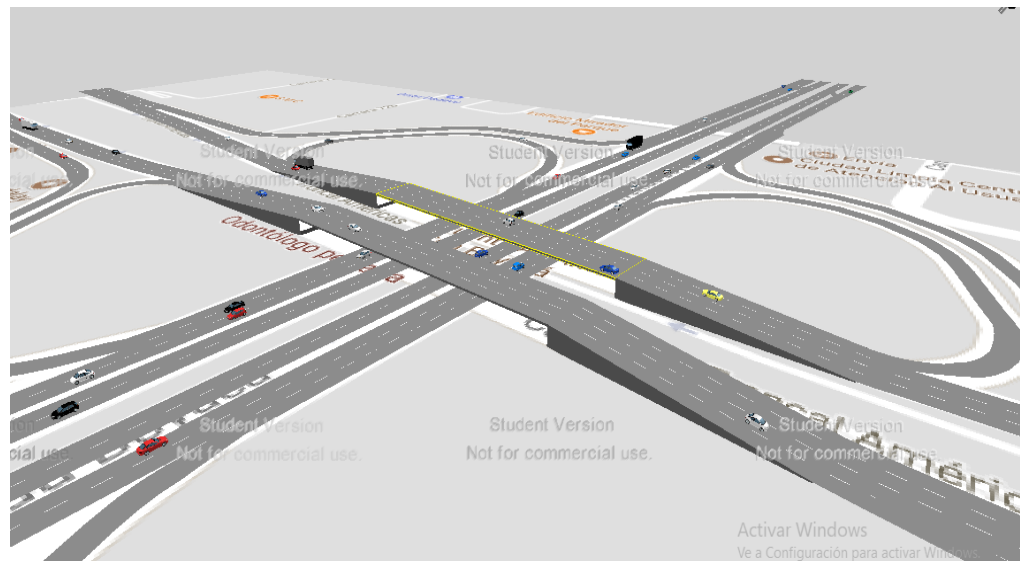
Figura 99: modelación actual intersección américas.



Fuente: autores, programa VISSIM

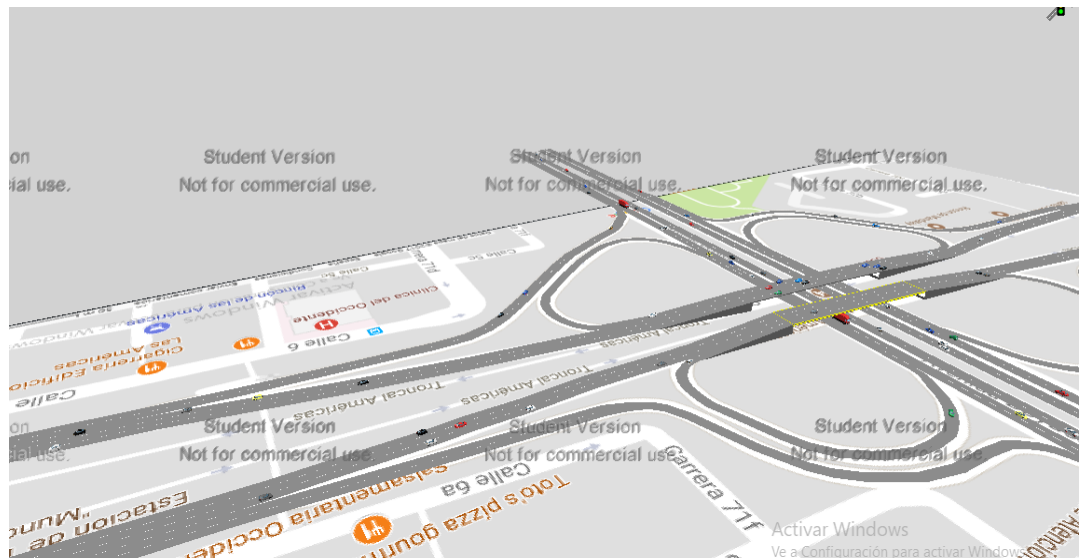
6.5.1. Modelación proyectada con criterios de diseño para las américas.

Figura 100: modelación proyectado intersección américas.



Fuente: autores, programa VISSIM

Figura 101: modelación proyectado intersección américa.



Fuente: autores, programa VISSIM

Para la intersección de las américas no cumplían con las longitudes de transición propuestas por la norma lo cual en la modelación se aumentó la longitud de carril de aceleración y desaceleración en los diferentes puntos de entrada y salida de orejas con bifurcaciones.

7. CONCLUSIONES

Por medio de los análisis se puede concluir el deterioro y abandono en las intersecciones, a partir de la auscultación e inspección de la señalización actual se puede evidenciar la severidad alta en deterioro del pavimento y señalización vertical y horizontal.

En la Avenida Boyacá se encontró que bajo los puentes no cuenta con ningún tipo de demarcación de carril horizontal, de isletas y giros; la falencia de esta señalización incurre en una falta grave según el código de tránsito colombiano capítulo III (conducción de vehículos).

Para el análisis del pavimento empleado en la intersección avenida Boyacá con Américas, se encuentra en una severidad MEDIA-ALTA del pavimento, causante de bajas velocidades y posibles conflictos de los usuarios.

En el análisis de diseño se encontraron inconformidades con la norma ASSHTO principalmente en carriles de aceleración y desaceleración, ya que estos no existen o no cumplen con la longitud necesaria para el tránsito entre carriles de los vehículos, por medio de los modelos en VISSIM se encuentran reflejados conflictos en la ausencia de los carriles de desaceleración; dentro de los modelos se plantea la inclusión de dichos carriles en la intersección en retornos y giros en la avenida Boyacá con Américas y Boyacá con 1 de Mayo, ya que en estas áreas se encuentran puntos de congestión.

Otra inconformidad con la norma ASSHTO es el incumplimiento en los radios en la oreja vial sentido occidente - norte igual a la avenida Boyacá con avenida 1 de Mayo.

Los principales factores técnicos causantes de conflictos en las intersecciones son en su mayoría por deterioro de la infraestructura existente y su falta de mantenimiento, factores como la señalización y estado de la carpeta asfáltica.

Por daños en la señalización vertical instalada, se deben renovar algunas de las señales verticales que ya no cumplen con su función, por diferentes motivos como lo son el deterioro, vandalismo, accidentes, etc.

Se recomienda la pronta elaboración de las señales horizontales dentro de la avenida Boyacá con sus giros y orejas viales en las intersecciones a desnivel con la avenida 1 de mayo y avenida Américas.

Por medio de la auscultación realizada y concluyendo su estado se recomienda la rehabilitación del pavimento como método preventivo en el caso de los posibles conflictos y también para la mejora del flujo vehicular.

Con base en la modelación en VISSIM se sugiere la incorporación de una nueva oreja vial y en el modelo que refleja la influencia y disminución de conflictos en esa área.

Se plantea en el modelo en VISSIM, la adaptación del diseño de las intersecciones a la norma AASTHO, en la cual se requieren carriles de aceleración y desaceleración con longitudes mayores para la adecuada transición de los vehículos, para los diseños actuales en algunos casos no se cuenta con este tipo de carriles; también los radios de giro en las orejas viales, que, para el caso en la Av. Primera de Mayo con Av. Boyacá, no cumple.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir con la investigación enfocada en los factores que generan conflictos en las intersecciones de estudio teniendo en cuenta la accidentalidad y su causa.

Para realizar el diseño se requiere la compra de predios que se ven directamente afectados en la ampliación y rediseño de las intersecciones.

Elaborar estudios que definan la mejor tecnología de construcción de la oreja de la avenida Boyacá con primera de mayo para tener un buen rendimiento y no afectar ni interrumpir el tránsito de las calzadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Andes, Universidad de los. 2001. *Forkenbrock* . 2001.
- Bogota, Alcaldia mayor de. 2002. *la accidentalidad vial* . 2002.
- Comercio, Camara de. 2015. *observatorio de movilidad* . 2015.
- coordinacion, sectores administrativos de. *organizacion sectorial administrativa del distrito* . s.l. : Art. 45 .
- DANE. 2015. *Estadisticas de movilidad en cifras* . Bogota : DANE , 2015.
- IDU. 2013 . *Cartilla IDU , Estado de la malla vial de Bogota* . Bogota : s.n., 2013 .
- . 2015 . *Guia de diseño geometrico* . 2015 .
- INVIAS. 2015 . *Manual de diseño invias* . 2015 .
- Japon, Agencia de cooperacion internacional de. 2012 . *malla vial* . 2012 .
- kennedy, localidad de. 2008. *ficha basica* . 2008.
- Litman. 2002 . *PROYECTO DE TRANSPORTE* . 2002 .
- movilidad, Secretaria de. 2014. *balance de accidentalidad* . 2014.
- movilidad, secretaria de. 2015. *movilidad en cifras* . 2015.
- Movilidad, Secretaria de. 2014. *Movilidad en cifras 2014* . Bogota : secretaria de Movilidad , 2014.
- movilidad, Secretariaa de. 2014. *Estado de la malla vial, balance de accidentalidad* . Bogota : s.n., 2014.
- Movilidad., Secretaria de. 2013. *Caracterización accidentalidad vial con motocicletas en Bogotá para los años 2007 a 2012”, 2013*. 2013.
- Naciona, Universidad. 2014. TURBO-GLORIETA . *PERIODICO DE LA UN*. 2014, 143.
- Ortegon, Lorena. 2012. *tesis de accidentalidad* . s.l. : escuena de ingenieros , 2012.
- Perez, Tesis Eduard Andres. 2014. *Evaluacion de puntos criticos de accidentalidad* . 2014.
- REPORT, WORLD HEALTH STATISTICS. 2008. *organizacion mundial de la salud* . 2008.
- SIMUR. 2016. *ESTADISTICAS DE MOVILIDAD* . Bogota : secretaria de movilidad , 2016.
- Transmilenio. 2012. *enciclopedia libre* . 2012.

ANEXOS

ANEXO 1: CRITERIOS DE DISEÑO

1.1. ANÁLISIS DE CRITERIOS DE DISEÑO DEL INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO- IDU.

Enfocada en la búsqueda de proyectos de alta calidad técnica, fue presentada La guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá D.C., por la Corporación Andina de Fomento, el Instituto de Desarrollo Urbano y la Universidad Nacional de Colombia

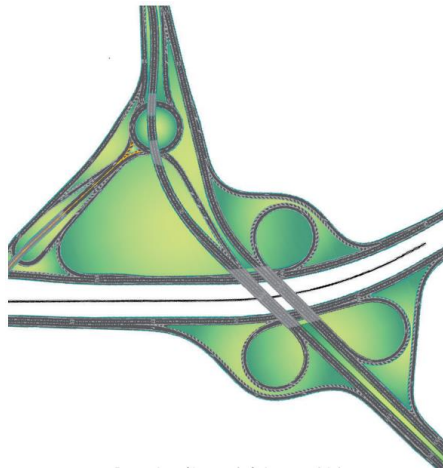
1.1.1. Clasificación de intersecciones a desnivel.

El manual clasifica las intersecciones a desnivel como Intersecciones con orejas, de las cuales se desprenden la siguiente los siguientes tipos:

1.1.1.1. Trébol

Intersecciones de cuatro ramales en las que se ha hecho continuo un giro a la izquierda mediante una vía de enlace tipo oreja. Los tréboles dan prioridad a los movimientos directos y permiten realizar los movimientos de giro izquierdo y derecho con una condición de parada que genera puntos de conflicto tipo divergencia, convergencia y/o entrecruzamiento. Pueden ser parciales cuando existen impedimentos para utilizar alguno de los cuadrantes de la intersección, o totales cuando es factible desarrollar las cuatro orejas.

Figura 102: ejemplo de trébol combinado.

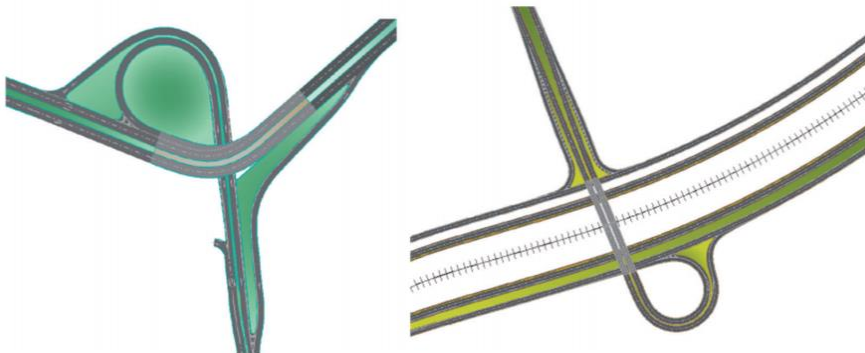


Fuente: Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C.

1.1.1.2. Trompeta

Intersección de tres ramales (Tipo “Te”), en la que los giros a la derecha y a la izquierda se resuelven por medio de giros direccionales, semidireccionales y orejas.

Figura 103: ejemplos de trébol combinado.



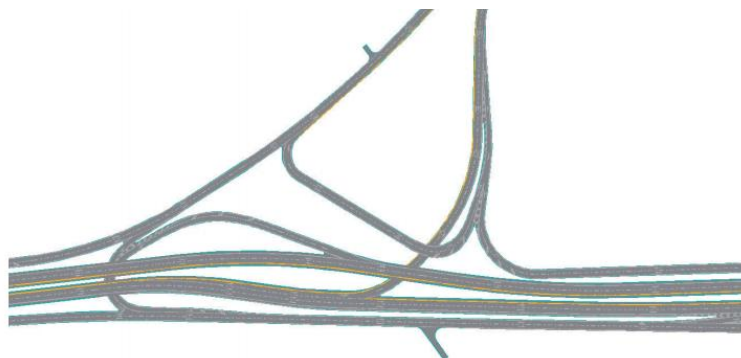
Fuente: Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C.

1.1.1.3. Otros tipos

1.1.1.3.1. Intersecciones a desnivel semidireccionales

Se caracterizan por presentar ramales a desnivel para uno o más giros izquierdos sobre una dirección específica o próxima a alineamientos direccionales. Se utilizan especialmente en corredores arteriales con presencia peatonal baja.

Figura 104: ejemplo de intersección con giros semidireccionales

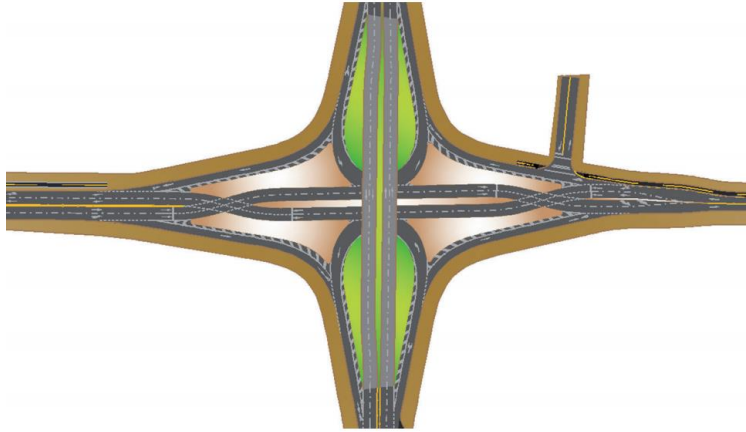


Fuente: Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C.

1.1.1.3.2. Cruce divergente en diamante

Intersección que se caracteriza por la forma de diamante que configuran sus ramales, y por contar con una zona en la cual el tránsito se realiza con circulación por el lado izquierdo, al estilo inglés. Como consecuencia, la intersección presenta áreas de cruce susceptibles de manejar con pare o con semáforo según los volúmenes vehiculares y peatonales. Su ventaja radica en que facilitan los giros izquierdos realizándolos por la derecha, de forma más directa; además pueden llegar a reducir el número de fases, respecto a una intersección semaforizada convencional.

Figura 105: ejemplo de cruce divergente en diamante.



Fuente: Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C

1.1.2. Lineamientos generales para el diseño de intersección

El control de velocidades en una intersección depende del manejo seguro de las transiciones entre velocidades; la diferencia entre velocidades específicas de dos curvas consecutivas no deberá ser mayor a 20 km/h. Si bien cada corriente vehicular podría tener una velocidad de diseño propia, debe garantizarse en todos los enlaces, que los procesos de aceleración y desaceleración se desarrollen según los criterios que se exponen en el capítulo de bifurcaciones.

1.1.2.1. Movimiento de los vehículos en las intersecciones

Convergencia

Se trata de la unión de dos o más flujos vehiculares para formar un solo flujo, esta situación causa competencia por el uso de la vía generando una zona de conflicto la cual debe ser minimizada con una geometría que disminuya los impactos del movimiento y garantice una circulación cómoda y segura. (Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C.)

El carril de aceleración se requiere siempre que la velocidad específica del flujo convergente difiera en más de 20 km/h respecto al flujo principal.

Divergencia

Proceso que consiste en la disgregación de una corriente vehicular en corrientes independientes, o simplemente la separación de un vehículo de una corriente principal.

El carril de desaceleración se requiere siempre que la velocidad específica del flujo divergente sea al menos 20 km/h menor que el flujo principal. (Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C.)

Entrecruzamiento

El entrecruzamiento se presenta cuando dos corrientes vehiculares que viajan en el mismo sentido confluyen, siguen combinados por cierto tiempo y luego se separan, durante este proceso cierto número de vehículos pasan de la corriente derecha a la izquierda y viceversa, mediante cambios de carril, cruzando mutuamente sus trayectorias, sin la intervención de instrumentos de control. (Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C.)

1.1.3. Consideraciones geométricas

1.1.3.1. Capacidad: se determina el nivel de servicio de la intersección teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 33: rango de variación de relación de volumen a capacidad.

Relación Volumen a Capacidad	Descripción
< 0.85	La intersección opera debajo de su capacidad, no se experimentan demoras excesivas.
0.85 a 0.95	La intersección opera cerca de la capacidad, altas demoras pueden ser experimentadas, aunque no se alcance la formación de grandes colas.
0.95 a 1.0	El flujo es inestable con un alto rango de demoras, se requieren mejoras en la intersección para prevenir las demoras excesivas.
> 1.0	La demanda excede la capacidad, se observan demoras excesivas y altas longitudes de cola.

Fuente: Tomado y traducido de (FHWA, Federal Highway Administration, 2004).

1.1.3.2. Consideraciones planimetrías

Las bifurcaciones corresponden a zonas en las que el tráfico se une o se separa de una corriente principal desde o hacia otra corriente que podría ser secundaria, de la misma jerarquía, o de mayor jerarquía.

Carriles de aceleración: los carriles de aceleración tienen por objeto permitir a los vehículos que vienen de un ramal, alcancen una velocidad similar a la presentada sobre la vía que converge (calzada principal) de modo que su incorporación sea de una forma cómoda y segura; estos carriles se requieren, si la diferencia de las velocidades específicas de los ramales es mayor a 20 km/h, o en caso de un alto volumen peatonal que cambie las condiciones del tráfico.

Estos carriles deben ser paralelos a la calzada principal para permitir la visibilidad necesaria la cual se produce por medio de los espejos retrovisores de los vehículos haciendo que la complejidad de dicha maniobra sea alta y esté condicionada por las eventualidades del tráfico de la calzada principal. Es importante aclarar que los carriles de aceleración y desaceleración son aplicables a Autopistas Urbanas, y a la Malla Vial Arterial, tanto Principal, como Intermedia y Complementaria, si están diseñadas para velocidades superiores a 60 km/h (MINVU, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009) o siempre que la diferencia entre la velocidad antes de la incorporación y la velocidad de la corriente principal sea mayor a 20 km/h. Situación que se da casi siempre que hay paso peatonal y por lo tanto se obliga a parar antes de la convergencia.

La longitud total del carril de aceleración incluye la zona de ancho constante donde se permite la aceleración y la zona de transición o cuña, la cual se mide desde el punto donde el carril de aceleración queda totalmente paralelo (punto de tangencia del borde izquierdo del ramal con la calzada principal) hasta el punto donde convergen totalmente los dos bordes externos. A continuación, se muestran valores recomendados en el Manual de Diseño Geométrico (INVIAS, Instituto Nacional de Vías, 2008) para la selección de la longitud de los carriles de aceleración, de acuerdo con la velocidad específica de la calzada de destino como de la velocidad específica del ramal de entrada. Los valores incluyen la longitud de transición que se muestra en la columna 3.

Tabla 34: longitud total del carril de aceleración incluye longitud de transición

TIPO DE VIA	VELOCIDAD ESPECÍFICA CALZADA DESTINO	LONGITUD DE TRANSICIÓN	VELOCIDAD ESPECÍFICA RAMAL DE ENTRADA (1) O DE ENLACE (2) CALZADA DE DESTINO							
			PARE	25	30	40	50	60	80	
VRU VAC VAP	VAI	50	45	90	70	55	45	-	-	-
		60	55	140	120	105	90	55	-	-
		70	60	185	165	150	135	100	60	-
		80	65	235	215	200	185	150	105	-
	AU	90	70	280	260	245	230	205	160	70
		100	75	340	320	305	290	255	210	105
		110	85	390	370	350	340	310	260	155
		120	90	435	425	410	390	360	300	210

(1) Ramal de entrada en el caso de intersecciones canalizadas a nivel.

(2) Ramal de enlace en el caso de intersecciones a desnivel.

Fuente: Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C.

En vías urbanas con pendientes altas, es importante tener en cuenta el efecto que la pendiente tiene sobre el vehículo a la hora de acelerar para incorporarse al flujo principal. Así, si el carril de aceleración presenta una pendiente superior al 2%, la longitud total debe incrementarse y si la pendiente es negativa en sentido de avance del vehículo y menor al -2%, la longitud se puede disminuir en función de la

seguridad, eficiencia y optimización de espacios. Estos aumentos o disminuciones en la longitud del carril de aceleración se realizarán de acuerdo con las recomendaciones dadas por la AASHTO.

Tabla 35: correcciones por pendiente a los carriles de aceleración.

Velocidad de diseño vía principal (Km/s)	Factores de ajuste por pendiente, según la velocidad del ramal secundario						
	35	40	50	60	65	80	Todas las velocidades
	3% a 4% subiendo						3% a 4% bajando
60	1.30	1.30	1.40	1.40	-	-	0.70
70	1.3	1.30	1.40	1.40	1.50	-	0.65
80	1.3	1.40	1.50	1.50	1.50	1.60	0.65
90	1.40	1.40	1.50	1.50	1.50	1.60	0.60
100	1.50	1.50	1.60	1.70	1.70	1.80	0.60
110	1.50	1.50	1.60	1.70	1.70	1.80	0.60
	5% a 6% subiendo						5% a 6% bajando
60	1.50	1.50	1.50	-	-	-	0.60
70	1.50	1.50	1.60	1.70	-	-	0.60
80	1.50	1.50	1.70	1.80	1.90	-	0.55

Fuente: Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C.

Tabla 36: Correcciones por pendientes a los carriles de aceleración

Velocidad de diseño vía principal (Km/s)	Factores de ajuste por pendiente, según la velocidad del ramal secundario						
	35	40	50	60	65	80	Todas las velocidades
	3% a 4% subiendo						3% a 4% bajando
90	1.60	1.60	1.80	2.00	2.10	2.20	0.55
100	1.70	1.70	1.90	2.20	2.30	2.50	0.50
110	2.00	2.00	2.20	2.60	2.70	3.00	0.50

Fuente: Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C.

Longitud de la Cuña o Transición: la longitud de la cuña debe permitir a los conductores realizar la maniobra de convergencia de una manera cómoda, segura y clara. Ésta se calcula en función de las distancias requeridas por los conductores para realizar la operación de convergencia de forma segura y de manera que pueda seguir cómodamente por la calzada principal.

La longitud de la cuña o transición del carril de aceleración se calcula según lo establecido en la tabla 17 y es de obligatorio cumplimiento.

Ancho ramal de entrada: debe contemplar opciones de adelantamiento en el caso de presentarse algún tipo de contingencia, pero, sobre todo, debe considerar el sobre ancho requerido para que el vehículo de diseño pueda realizar el giro de forma

segura. Se recomienda que el ancho mínimo de un ramal de entrada sea de 4.5 m; en todo caso, es aconsejable contemplar los anchos requeridos por la trayectoria del vehículo de diseño.

Ancho del Carril: el ancho mínimo de un carril de aceleración es 3.5 m de modo que permita la acomodación segura y cómoda del vehículo de diseño, sin que se generen turbulencias sobre la calzada principal. El ancho máximo será de 3.65 m.

Carriles de desaceleración: permiten que los vehículos disminuyan la velocidad y se adapten a las nuevas condiciones geométricas que se presentan en los ramales de salida. El carril debe poseer un ancho y una longitud suficiente para que los vehículos realicen las maniobras necesarias para salir del tráfico principal de forma segura y cómoda.

En la siguiente tabla se muestra la longitud mínima que debe tener un carril de desaceleración dependiendo de la velocidad del ramal de entrada y de la velocidad del ramal de salida de acuerdo con lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico (INVIAS, Instituto Nacional de Vías, 2008).

Tabla 37: longitud de carril de desaceleración.

TIPO DE VIA	VELOCIDAD ESPECÍFICA CALZADA ORIGEN (km/h)	LONGITUD DE TRANSICIÓN (m)	VELOCIDAD ESPECÍFICA RAMAL DE ENTRADA (1) O DE ENLACE (2) CALZADA DE DESTINO (km/h)							
			PARE	25	30	40	50	60	80	
			Longitud total= Lt + Lc (m)							
VRU VAC VAP	VAI	50	45	70	50	45	45	-	-	-
		60	55	90	70	70	55	55	-	-
		70	60	105	90	90	75	60	60	-
		80	65	120	105	105	90	75	65	-
		90	70	130	110	115	100	85	75	-
	AU	100	75	140	120	125	110	95	80	75
		110	85	150	135	135	120	120	95	85
		120	90	160	145	145	130	130	110	90

(1) Ramal de entrada en el caso de intersecciones canalizadas a nivel.

(2) Ramal de enlac en el caso de intersecciones a desnivel.

Fuente: Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C.

En caso que las pendientes sean mayores al 2%, es importante contemplar la afectación que causa la pendiente en los carriles de desaceleración, pues si por ejemplo el carril de desaceleración se encuentra ubicado en una zona con pendiente negativa (bajando) el vehículo deberá no solamente desacelerar sino realizar una maniobra de frenado ya que, si solamente desacelera, la gravedad no le permitiría

reducir la velocidad. En la siguiente tabla se presentan los factores multiplicadores para pendientes mayores a +2% o -2%.

Tabla 38: factor de corrección de la longitud de carril de desaceleración

VELOCIDAD DE DISEÑO VÍA PRINCIPAL (KM/H)	FACTORES DE AJUSTE POR PENDIENTE	
	3% a 4% subiendo	3% a 4% bajando
Todas las velocidades	0.90	1.20
	5% a 6% subiendo	5% a 6% bajando
Todas las velocidades	0.80	1.35

Fuente: Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C.

Longitud de las cuñas: la longitud de las cuñas se calcula en función de las distancias requeridas por los conductores para realizar la operación de incorporación al carril de desaceleración y seguir cómodamente a través de él.

Ancho ramal de salida: debe contemplar opciones de adelantamiento en el caso de presentarse algún tipo de contingencia pero sobre todo, debe considerar el sobre ancho requerido para que el vehículo de diseño pueda realizar el giro de forma segura. Se recomienda que el ancho mínimo de un ramal de salida sea de 4.5 m o mayor, según lo exija la trayectoria del vehículo de diseño.

Ancho del carril de desaceleración: debe ser igual al del carril adyacente para no generar disminuciones inesperadas. Se recomienda que este ancho sea mínimo de 3.50 m, máximo de 3.65.

Separador central

El ancho mínimo de un separador debe ser de 2 m, de manera que sirva de resguardo peatonal, además de proveer espacio adicional suficiente para la instalación de mobiliario urbano, iluminación, señalización y otros elementos para la regulación y el control del tránsito vehicular y peatonal

Tabla 39: distancia de visibilidad caso 3, intercesiones con señal de ceda el paso.

Velocidad de diseño (Km/h)	Cruzar la intersección sin detenerse (señal de ceda el paso)		Girar a la derecha e izquierda sin detenerse (señal de ceda el paso)	
	Vía de menor importancia (A)(metros)	Vía de mayor importancia (B)(metros)	Vía de menor importancia (A)(metros)	Vía de menor importancia(B) (metros)
25	24	46	25	57
30	29	56	25	69
40	40	73	25	90
50	51	92	25	113
60	67	110	25	136
70	81	127	25	157
80	98	146	25	180
90	114	163	25	200
100	132	181	25	223
110	157	199	25	245
120	178	218	25	268

Nota: las velocidades mayores a 60 Km/h aplican para calcular distancias de visibilidad en convergencias con ceda el paso en vías arteriales.

Fuente: Guía para el Diseño de Vías Urbanas para Bogotá D.C.

En cuanto a la demarcación se deben disponer todas las líneas de demarcación de carriles, las lechas direccionales, las líneas de pare, los triángulos de ceda el paso, los senderos y cebras, las lechas de terminación de carril y la demarcación tipo espina de pescado para convergencias y divergencias, la cual debe garantizar que independientemente del ancho, solo acceda o salga un vehículo a la vez, para evitar conflictos por el espacio en las zonas de abocinamiento.

Por lo general en las orejas no se permite el adelantamiento, aunque se deja habilitado un ancho en función de las trayectorias vehiculares (mínimo 5.0 m) que permita sobrepaso en caso de eventualidades. No obstante cuando existan orejas que posean una longitud mayor a 120 m, debe habilitarse un ancho para circulación en dos carriles (mínimo 7.0 m), pero en todo caso, la demarcación que lo reglamente dependerá de que exista o no la suficiente distancia de visibilidad de adelantamiento

Aunque existan dos carriles, debe tenerse en cuenta que la convergencia y la divergencia de la oreja deberá realizarse con la posibilidad de que un único vehículo se incorpore; por lo tanto, la longitud donde se habilite circulación doble será medida desde las canalizaciones de 2 carriles a 1 en antes de las zonas de bifurcación.

1.1.3.3. Consideraciones de altimetría y de visibilidad

En intersecciones con orejas se utilizan tasas máximas de peralte del 4% y el 6%, aunque puede llegar hasta 8%. Las pendientes máximas del alineamiento vertical en los enlaces no pueden ser expresadas de la misma forma que se ha hecho para los corredores. La pendiente de los ramales y orejas dependerá de factores como:

- Si la pendiente del ramal es muy suave, se requerirá mayor longitud para empalmar con la vía del otro nivel.
- Las pendientes más empinadas deberían diseñarse en la parte central del ramal o enlace, con el objetivo de que los empalmes con las vías principales se realicen con la mayor visibilidad; sin embargo, el diseñador debe procurar que la pendiente sea constante a lo largo del ramal.
- Pendientes de hasta el 7% y 8% permiten una operación segura y normal para vehículos livianos; sin embargo, pendientes de este tipo (en ascenso) reducen la velocidad de camiones y de buses afectando la operación de la intersección.
- Las curvas verticales deben contar con diseños que cumplan los criterios de distancia de visibilidad y de distancia de parada. Además, si en los empalmes de los ramales con la vía principal se diseñan curvas verticales, deberían satisfacer la velocidad de diseño del ramal principal.

1.2. ANÁLISIS DE CRITERIOS DE DISEÑO DE MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DEL INVIAS.

Para determinar un diseño geométrico de una intersección vial se deben tener en cuenta las siguientes actividades:

- Estudio de tránsito de la intersección y análisis de la situación existente, utilizando, si se requieren, programas de computador apropiados.
- Formulación de alternativas de funcionamiento.
- Selección de la alternativa más conveniente.
- Diseño definitivo de la solución adoptada.

1.2.1. Criterios generales

Priorización de los movimientos. Los movimientos más importantes deben tener preferencia sobre los secundarios. Esto obliga a limitar los movimientos secundarios con señales adecuadas, reducción de ancho de vía e introducción de curvas de Radio pequeño. Eventualmente, convendría eliminarlos totalmente.

Consistencia con los volúmenes de tránsito. La mejor solución para una intersección vial es la más consistente entre el tamaño de la alternativa propuesta y la magnitud de los volúmenes de tránsito que circularán por cada uno de los elementos del complejo vial.

Sencillez y claridad. Las intersecciones que se prestan a que los conductores duden son inconvenientes; la canalización no debe ser excesivamente complicada ni obligar a los vehículos a movimientos molestos o recorridos demasiado largos

Separación de los movimientos. A partir de los resultados de ingeniería de tránsito, según los flujos de diseño determinados para cada caso, puede ser necesario dotar algunos movimientos con vías de sentido único, completándola con carriles de aceleración o desaceleración si fuera necesario. Las isletas que se dispongan con este objeto permiten la colocación de las señales adecuadas. Las grandes superficies pavimentadas invitan a los vehículos y peatones a movimientos erráticos, que promueven accidentes y disminuyen la capacidad de la intersección.

Visibilidad. La velocidad de los vehículos que acceden a la intersección debe limitarse en función de la visibilidad, incluso llegando a la detención total. Entre el punto en que un conductor pueda ver a otro vehículo con preferencia de paso y el punto de conflicto debe existir, como mínimo, la distancia de parada.

Perpendicularidad de las trayectorias. Las intersecciones en ángulo recto son las que proporcionan las mínimas áreas de conflicto. Además, disminuyen los posibles choques y facilitan las maniobras, puesto que permiten a los conductores que cruzan juzgar en condiciones más favorables las posiciones relativas de los demás.

Previsión. En general, las intersecciones exigen superficies amplias. Esta circunstancia se debe tener en cuenta al autorizar construcciones o instalaciones al margen de la carretera.

1.2.2. Diseño definitivo de la intersección

Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones

- Los volúmenes de tránsito de diseño se deben proyectar a diez y veinte años (10 y 20) y corresponder a los períodos horarios de máxima demanda.
- Los análisis operacionales, capacidad, nivel de servicio, área de entrecruzamiento, etc., se deben realizar preferiblemente con los criterios consignados en el Manual de Capacidad de Estados Unidos de América (HCM).

1.2.2.1. Criterios básicos de diseño

Para el diseño geométrico de una intersección a desnivel se debe partir de los resultados del estudio de Ingeniería de Tránsito. Dicho estudio debe establecer los siguientes parámetros:

- Diagrama de flujos vehiculares incluyendo su intensidad, composición vehicular y automóviles directos equivalentes (a.d.e.).
- Factor de Hora de Máxima Demanda (FHMD).
- Proyecciones al año meta
- Análisis de capacidad
- Predimensionamiento de cada alternativa propuesta.
- Carriles de cambio de velocidad.
- Segmento central de un ramal de enlace. Para el diseño del segmento central se debe establecer la Velocidad Específica del segmento central del ramal de enlace (VRE).

Esta velocidad está en función de la Velocidad Específica del elemento geométrico inmediatamente anterior al inicio del carril de desaceleración. Esta velocidad se denomina Velocidad Específica de la Calzada de Origen. Además, está en función de la Velocidad Específica del elemento geométrico inmediatamente siguiente a la terminación del carril de aceleración.

Tabla 40: velocidad específica del segmento central del ramal de enlace

VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA CALZADA DE ORIGEN (km/h)	VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA CALZADA DE DESTINO (km/h)								
	40	50	60	70	80	90	100	110	120
40	25	25	30	30	30	35	35	40	40
50	30	35	35	40	40	40	40	45	45
60	30	35	35	40	40	40	40	45	45
70	40	45	45	50	50	50	50	50	50
80	40	45	45	50	50	50	50	50	50
90	60	60	60	60	60	60	60	60	60
100	60	60	60	60	60	60	60	60	60
110	70	70	70	70	70	70	70	70	70
120	70	70	70	70	70	70	70	70	70

Fuente: manual de diseño geométrico INVIAS

Tabla 41: velocidad específica del segmento central del ramal de enlace

VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA CALZADA DE ORIGEN (km/h)	VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA CALZADA DE DESTINO (km/h)								
	40	50	60	70	80	90	100	110	120
40	25	25	25	25	25	30	30	30	30
50	30	30	30	30	30	35	35	35	35
60	30	30	30	30	30	35	35	35	35
70	35	35	35	35	35	35	35	35	35
80	35	35	35	35	35	35	35	35	35
90	40	40	40	40	40	40	40	40	40
100	40	40	40	40	40	40	40	40	40
110	50	50	50	50	50	50	50	50	50
120	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Fuente: manual de diseño geométrico INVIAS

1.2.2.2. Sección de entrecruzamiento

Para el diseño de la sección de entrecruzamiento se debe atender a los siguientes criterios.

La longitud mínima de la sección de entrecruzamiento. En la Tabla 25 se presentan las longitudes mínimas en función del volumen de vehículos que se entrecruzan.

Tabla 42: longitudes mínimas de entrecruzamiento

VOLUMEN DE ENTRECruzAMIENTO (ade/h)	LONGITUD MÍNIMA DE LA SECCIÓN DE ENTRECruzAMIENTO (m)
1.000	75
1.500	120
2.000	200
2.500	290
3.000	410
3.500	565

Fuente: manual de diseño geométrico INVIAS

Tabla 43: factor de equivalencia vehicular

TIPO DE VEHÍCULO	AUTOMÓVILES DIRECTOS EQUIVALENTES (ade)	
	CARRETERAS ⁽¹⁾	GLORIETAS
Bicicletas	0,50	0,50
Motocicletas	1,00	0,75
Automóviles, taxis, vehículos comerciales livianos	1,00	1,00
Buses	3,00	2,80
Vehículos comerciales medianos y pesados, vehículos de tracción animal	3,00	2,80

Fuente: manual de diseño geométrico INVIAS

1.3. ANÁLISIS DE CRITERIOS DE DISEÑO SEGÚN LA NORMA AASHTO

La AASHTO mediante el documento A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, presenta los criterios a tener en cuenta para el diseño de intersecciones a desnivel priorizando en la reducción de conflictos entre vehículos, peatones y bicicletas mediante diferentes configuraciones de distribuidores, que dependen de factores como la topografía, la cultura, el costo, pero sobre todo de la operación de tránsito deseado.

Al igual que los manuales colombianos, se presenta los criterios generales de diseño y los criterios específicos de diseño para los distribuidores y separadores de nivel que integran la intersección.

1.3.1. Parámetros iniciales de diseño:

1.3.1.1. Adaptabilidad:

Para la selección de un tipo de intersección, se debe examinar primero el volumen de tránsito de las vías que se interceptan, ya que, en los distribuidores las ramas se dan para los movimientos de giro, siendo recomendable en grandes volúmenes de tránsito disponer de una rama para cada movimiento de giro. Como segundo, se examina las condiciones del lugar para determinar el espacio disponible y la topografía del lugar. Por último, los tipos de vías que se interceptan, puesto que en vías de alta velocidad hay mayor necesidad de distribuidores que vías de baja velocidad.

1.3.1.2. Separaciones de accesos y control en el cruce en los distribuidores:

Para preservar la función de los distribuidores y lograr una operación eficiente a lo largo de un distribuidor de la intersección, se debe garantizar la longitud adecuada en el control de acceso, evitando el cruce en aproximaciones a la rampa de entrada y el entrecruzamiento de los vehículos; dicha distancia, es denominada Deseable Access Control Distance.

Figura 106: Distancia deseable de control de accesos.

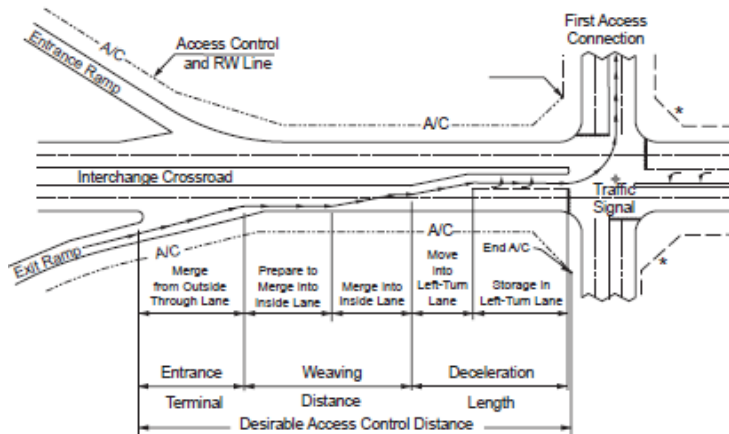


Figura: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO. Estados Unidos, 2011

1.3.1.3. Seguridad:

Es recomendable la separación de los grados de los caminos que se cortan para disminuir cruces y movimientos de giro, que lleven a la disminución de accidentes.

1.3.1.4. Factores económicos

Deben considerarse en el diseño de una intersección los costos iniciales, los costos de mantenimiento y los costos de operación vehicular.

1.3.1.5. Estructura:

Los puentes de viga simple pueden ser usados con luces hasta de 45 metros y pueden adaptarse a condiciones de curvatura horizontal severa. Actualmente, el tipo más convencional es de dos vanos.

1.3.1.6. Galibo vertical:

Debe tener en cuenta la altura del vehículo de diseño, que en el caso de Estados Unidos pueden estar entre 4,1 y 4,4 metros, además, de la altura libre que debe ser al menos de 0,3 metros. La ASSHTO estableció un galibo mínimo vertical de 4,9 metros.

1.3.1.7. Diseño de las calzadas:

Las dimensiones de las calzadas deben corresponder a los de la calzada básica.

1.3.1.8. Barandas del puente

Pueden ser de materiales como hormigón o metal y deben diseñarse y acomodarse para resistir en condiciones de impacto del vehículo de diseño.

1.3.2. Criterios de diseño de distribuidores

Desde el punto de vista del conductor es deseable que todos los distribuidores tengan un punto de salida situado antes del cruce, siempre que sea factible. La norma presenta configuraciones de distribuidores de tres ramales, de cuatro ramales, de diamante, de rotonda doble, de trébol y direccionales, aplicables en diferentes situaciones, sin embargo, debido a que el análisis se realizara sobre una intersección ya diseñada no se describirán estos casos; no obstante, a continuación, se presenta en resumen algunas configuraciones recomendadas dependiendo la clasificación de los caminos que se interceptan:

Figura 107: Adaptabilidad de distribuidores en autopistas en relación con los tipos de instalaciones de intersección

TYPE OF INTERSECTING FACILITY	RURAL	SUBURBAN	URBAN
LOCAL ROAD OR STREET	<p>- A -</p>		<p>- B -</p>
COLLECTORS AND ARTERIALS	<p>- C -</p>		<p>- D -</p>
FREEWAYS	<p>- E -</p>		<p>- F -</p>

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO. Estados Unidos, 2011

1.3.2.1. Velocidad de diseño

Depende de la velocidad de diseño del camino que intercepta, para el cual se presenta un rango de velocidades aplicables, que el diseñador debe determinar con el fin de hacer la transición correcta entre el camino y el ramal.

Tabla 44: velocidad de diseño del ramal.

	METRIC							
High way design speed (hm/h)	50	60	70	80	90	100	110	120
Ramp design speed (km/h)								
Upper range (85%)	40	50	60	70	80	90	100	110
Middle range (70%)	30	40	50	60	60	70	80	90
Lower range (50%)	20	30	40	40	50	50	60	70
Corresponding minimum radius (m)	see Table 3-7							

Fuente: autores, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO. Estados Unidos, 2011

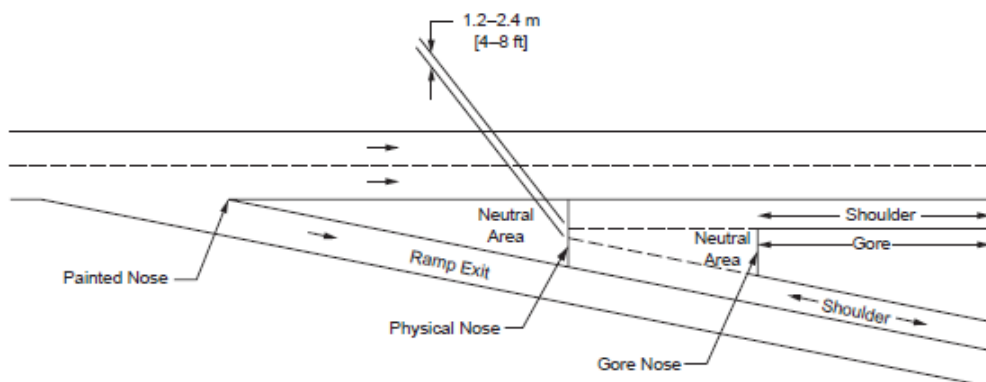
1.3.2.2. Peralte y pendiente transversal

Para el diseño de ramales se maneja un peralte máximo del 6%. En cuanto a la pendiente transversal es práctico que la inclinación sea de 1,5% a 2% en pavimentos de tipo alto.

1.3.2.3. Nariz

En la siguiente figura se presenta la configuración geométrica de la nariz o llamada en el IDU o INVIAS bifurcación.

Figura 108: configuración geométrica de nariz.



Fuente: autores, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO. Estados Unidos, 2011

La nariz física se produce en la separación de los caminos. El área neutra, se refiere a la zona triangular entre la nariz física "physical nose" y la nariz pintada "painted nose" y se incorpora a la nariz esquina "gore nose". La disposición geométrica de estos elementos debe ser tal para que cumpla:

- Ancho: Para la nariz esquina la anchura es típicamente de 6 a 9 metros.
- Señalización: Toda el área triangular o área neutra, debe tener la demarcación adecuada (tipo espina de pescado), para ayudar a la identificación de esta zona.
- Longitud: La distancia ente la nariz pintada y la nariz física se determina a partir de la velocidad del camino

Tabla 45: longitud recomendada entre nariz pintada y nariz física.

METRIC	
Design speed of approach highway (km/h)	Length of nose taper (z) per unit width of nose offset
50	15
60	20
70	22,5
80	25
90	27,5
100	30
110	35
120	40

Fuente: autores, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO. Estados Unidos, 2011

1.3.2.4. Distancia de entrecruzamiento:

La distancia entre la terminación de dos ramales depende de la función de la rama (entrada o salida). En la siguiente figura se presentan las distancias mínimas entre los ramales, para evitar accidentes en dicha sección.

Tabla 46: distancias mínimas entre rampas sucesivas.

EN-EN or EX-EX		EX-EN		Turning Roadways		EN-EX (Weaving)			
Full Freeway		CDR or FDR		System Interchange		System to Service Interchange		Service to Service Interchange	
						Full Freeway		CDR or FDR	
								Full Freeway	
								CDR or FDR	
Minimum Lengths Measured between Successive Ramp Terminals									
300 m (1000 ft)	240 m (800 ft)	150 m (500 ft)	120 m (400 ft)	240 m (800 ft)	180 m (600 ft)	600 m (2000 ft)	480 m (1600 ft)	480 m (1600 ft)	300 m (1000 ft)

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO. Estados Unidos, 2011

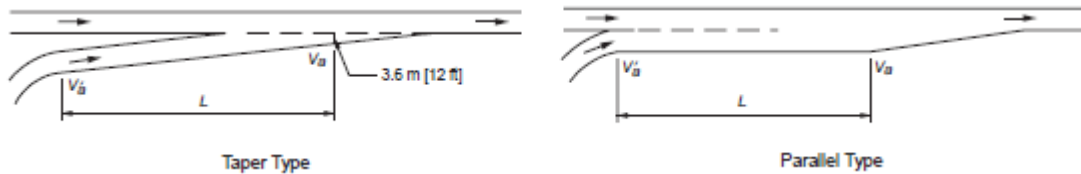
1.3.2.5. Carriles de cambio de velocidad:

Los conductores que dejan un camino en un distribuidor deben reducir su velocidad al aproximarse a la rama, mientras que los conductores que dejan la rama deben aumentar su velocidad al aproximarse al distribuidor. Debido que este cambio de velocidad suele ser sustancial es conveniente prever carriles auxiliares para la aceleración y desaceleración de los vehículos.

La configuración geométrica de los carriles auxiliares de entrada o salida, pueden ser de tipo abocinamiento “tapered design” o de tipo paralelo “parallel design” y deben disponer de una longitud suficiente para hacer el cambio correspondiente de la velocidad entre el camino y el ramal. A continuación, se mostrarán los criterios en carriles de aceleración y desaceleración:

- Carriles de aceleración: Se diseñan entradas tipo paralelo para ramas con radio largo, recomendablemente con radios de aproximadamente 300 metros y una longitud de al menos 60 metros, ya que, si la rama tiene un radio corto, los conductores tienden a conducir directamente a la autopista sin necesidad de usar el carril de aceleración. A continuación, se presentan los esquemas de entradas abocinadas y paralelas.

Figura 109: tipos de carriles de aceleración.



Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO. Estados Unidos, 2011

Para ambos tipos de carril se debe disponer de una longitud mínima que garantice la incorporación del vehículo en una velocidad similar a la del camino de ingreso, dichas longitudes son presentadas así:

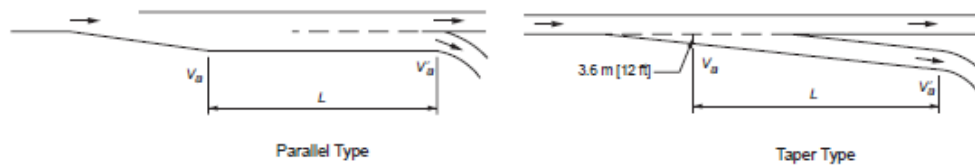
Tabla 47: longitud mínima carril de aceleración.

Metric									
Acceleration Length, L (m) for Entrance Curve Design Speed (km/h)									
Highway		Stop Condition	20	30	40	50	60	70	80
Design Speed, V (km/h)	Speed Reached, V_a (km/h)	and Initial Speed, V'_a (km/h)							
		0	20	28	35	42	51	63	70
50	37	60	50	30	—	—	—	—	—
60	45	95	80	65	45	—	—	—	—
70	53	150	130	110	90	65	—	—	—
80	60	200	180	165	145	115	65	—	—
90	67	260	245	225	205	175	125	35	—
100	74	345	325	305	285	255	205	110	40
110	81	430	410	390	370	340	290	200	125
120	88	545	530	515	490	460	410	325	245

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO. Estados Unidos, 2011

- Carriles de desaceleración: Se diseñan salidas tipo paralelo debido a que los conductores optan por salir con suficiente antelación a la nariz, garantizando la salida de desaceleración que se produce en el carril añadido. A continuación, se presentan los esquemas de entradas abocinadas y paralelas.

Figura 110: tipos de carriles de desaceleración.



Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO. Estados Unidos, 2011

Para ambos tipos de carril se debe disponer de una longitud mínima que garantice la disminución de la velocidad a la del ramal, dichas longitudes son presentadas así:

Figura 111: longitud mínima carril de desaceleración.

Metric									
Deceleration Length, L (m) for Design Speed of Exit Curve, V' (km/h)									
Highway Design Speed, V (km/h)	Speed Reached, V_a (km/h)	Stop Condition	20	30	40	50	60	70	80
		For Average Running Speed on Exit Curve V'_a (km/h)							
		0	20	28	35	42	51	63	70
50	47	75	70	60	45	—	—	—	—
60	55	95	90	80	65	55	—	—	—
70	63	110	105	95	85	70	55	—	—
80	70	130	125	115	100	90	80	55	—
90	77	145	140	135	120	110	100	75	60
100	85	170	165	155	145	135	120	100	85
110	91	180	180	170	160	150	140	120	105
120	98	200	195	185	175	170	155	140	120

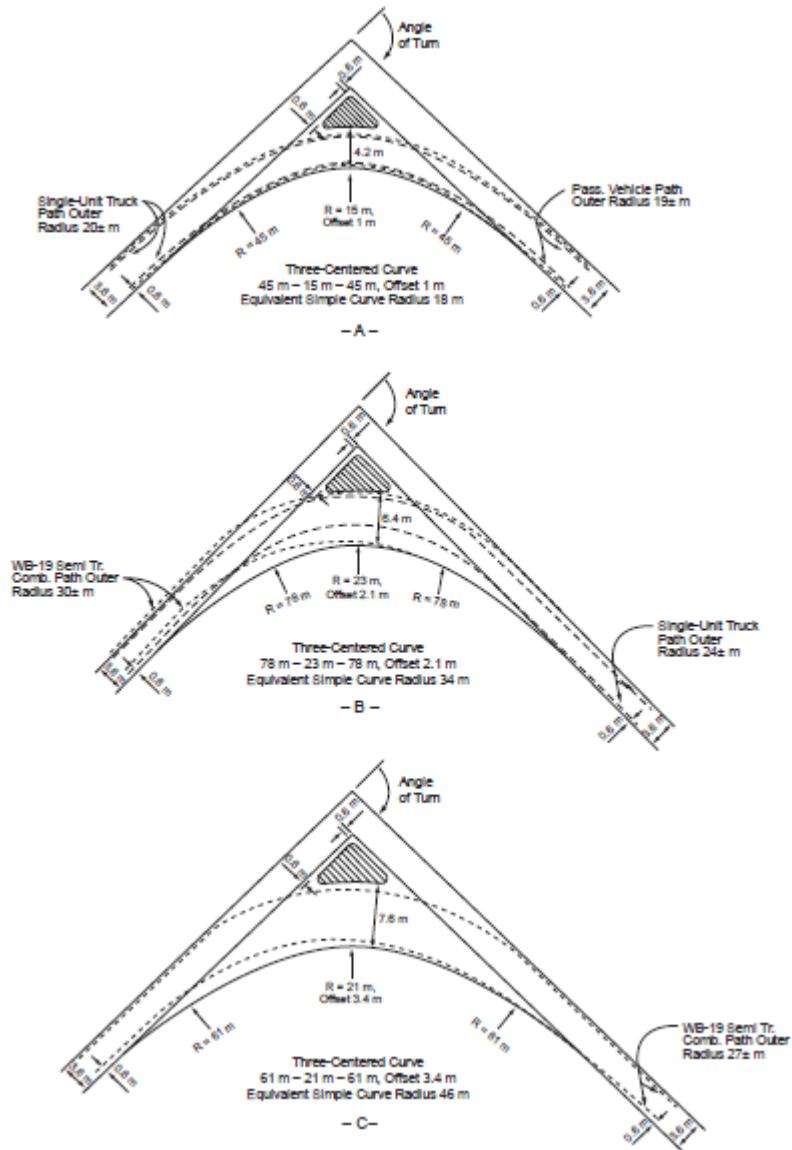
Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO. Estados Unidos, 2011

1.3.2.6. Isletas:

La configuración geométrica de estos elementos viales debe ser tal que cumpla con su función de controlar los movimientos directos del tránsito. Estos elementos pueden disponerse de muchas formas y tamaños, con un área preferiblemente de 9 m² pero no menor de 5m²

Igualmente se presentan las consideraciones de la separación de las isletas respecto a las curvas.

Figura 112: Ubicación isleta en curva.



Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO. Estados Unidos, 2011