

**ACOMPANAMIENTO TÉCNICO Y LOGÍSTICO EN REALIZACIÓN DE  
ESTUDIOS DE TRÁNSITO DE PROYECTOS URBANÍSTICOS EN BOGOTÁ**



**WILMER FERNEY LÓPEZ FARFÁN**



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS  
TUNJA  
2019**

**ACOMPañAMIENTO TÉCNICO Y LOGÍSTICO EN REALIZACIÓN DE  
ESTUDIOS DE TRáNSITO DE PROYECTOS URBANÍSTICOS EN BOGOTá**

**WILMER FERNEY LÓPEZ FARFÁN**

Trabajo de Grado en la modalidad de Práctica Empresarial para optar el título de  
Ingeniero en Transporte y Vías

Director:

**DIEGO ANDRÉS SUAREZ GÓMEZ**

Ingeniero en Transporte y Vías

Especialista en Tránsito

Coordinador de Práctica:

**VÍCTOR MANUEL REYES CARO**

Ingeniero en Transporte y Vías

Especialista en Gerencia de obras y Medio Ambiente

Magister en Tránsito y Transporte

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS**

**TUNJA**

**2019**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma: presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Tunja, Junio de 2019

La autoridad científica de la Facultad de Ingeniería reside en ella misma, por tanto, no responde por las opiniones expresadas en este trabajo de grado.

Se autoriza su reproducción indicando su origen.

## ***DEDICATORIA:***

*Este trabajo está dedicado a Dios, por brindarme la vida, mi familia, la fortaleza y la perseverancia.*

*A mis padres Ángela y Pacífico, quienes con su gran ejemplo de superación, honestidad y trabajo, han sido mi apoyo incondicional, sin ellos no sería posible este título. A ellos, mi lealtad total y gratitud infinita.*

*A mi novia Adriana, por brindarme su amor y su apoyo lo largo de mi carrera, por ser esa mujer linda e inteligente que me motiva a superarme cada día.*

*A mis hermanos Iván y Sara por estar presentes e incentivar me siempre a cumplir mis metas y sueños, ¡muchas gracias!*

## **AGRADECIMIENTOS:**

*A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia por brindarme la oportunidad y los espacios para crecer profesionalmente, así mismo a los docentes quienes con su dedicación y compromiso, me encaminaron en esta área de la ingeniería.*

*De manera especial a Adriana León y Johon Nova por su sincera amistad y amable colaboración a lo largo de mi carrera y en el desarrollo de este proyecto. Así mismo, a todos mis compañeros y amigos de la universidad con quienes compartí experiencias inolvidables, gracias por estar en los buenos y malos momentos. De seguro, los valores aprendidos bajo la verdadera amistad serán el cimiento de mi integridad profesional.*

*Al ingeniero Víctor Manuel Reyes Caro por su confianza, disposición, dedicación y consejos suministrados. De igual manera, a toda la familia VRC ingeniería Ltda, especialmente a la Señora Blanca Gordo, al ingeniero Miguel López, al Arquitecto Leonardo Suarez y a Dairon Caro por su asesoramiento, amable disposición y colaboración en el desarrollo de este proyecto.*

*Al ingeniero Diego Andrés Suarez, por haber aceptado dirigir este proyecto.*

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....</b>	<b>14</b>
1.1 MARCO REFERENCIAL.....	14
1.1.1 Antecedentes. ....	14
1.1.2 Políticas de Tránsito. ....	16
1.1.2.1 Plan maestro de Movilidad .....	16
1.1.2.2 Plan de Ordenamiento Territorial (POT).....	17
1.1.2.3 Plan de Regularización y Manejo (PRM) .....	17
1.1.2.4 Manual de Señalización Vial.....	17
1.1.3 Conceptos Técnicos de Tránsito.:.....	17
1.1.3.1 Proyecto de Impacto Urbano.....	18
1.1.3.2 Estudio de Tránsito.....	18
1.1.3.3 Elementos básicos del flujo de tránsito.....	18
1.1.3.4 Tránsito Vehicular.....	20
1.1.3.5 Siniestralidad Vial.....	20
1.1.3.6 Simulación de Tránsito.....	20
1.1.3.7 Dispositivos para el control del tránsito.....	21
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	22
1.3 LOCALIZACIÓN GENERAL.....	24
1.4 DEFINICIÓN DE LA ZONA DE INFLUENCIA.....	25
1.5 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE INFLUENCIA.....	26
<b>2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>29</b>
2.1 ESQUEMA METODOLÓGICO.....	29
2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA MALLA VIAL CIRCUNDANTE .....	31
2.2.1 Corredores Viales. ....	32
2.2.2 Intersecciones Semaforizadas. ....	34
2.3 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.....	37

2.3.1 Sistema de Transporte. ....	37
2.3.2 Estadísticas de Siniestralidad. ....	43
2.3.3 Estudios Previos.. ....	37
<b>2.4 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA .....</b>	<b>49</b>
2.4.1 Volúmenes Vehiculares. ....	50
2.4.2 Volúmenes Peatonales. ....	55
2.4.3 Caracterización de Parqueaderos. ....	58
2.4.3.1 Parqueaderos existentes.....	58
2.4.3.2 Volúmenes de estacionamiento en vía pública.....	63
2.4.3.1 Inventario de señalización.....	65
<b>2.5 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PRIMARIA .....</b>	<b>67</b>
2.5.1 Análisis de volúmenes vehiculares. ....	68
2.5.2 Análisis de operación de parqueaderos. ....	73
2.5.3 Análisis de estacionamientos en vía pública.....	76
2.5.4 Análisis de volúmenes peatonales.....	78
<b>3. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>84</b>
3.1 MODELO DE MICROSIMULACIÓN.....	84
3.2 EVALUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PEATONAL.....	91
3.3 EVALUACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS .....	94
<b>4. PROPUESTAS DE MITIGACIÓN .....</b>	<b>98</b>
4.1 SOLUCIÓN PARA PEATONES .....	98
4.1.1 Pasos peatonales seguros.....	98
4.1.2 Construcción de puente peatonal. ....	100
4.2 SOLUCIÓN PARA VEHÍCULOS Y ESTACIONAMIENTOS.....	102
4.2.1 Optimización ingreso a parqueaderos. ....	102
4.2.2 Parqueaderos alternativos.. ....	103
4.2.3 Propuesta de Pacificación.....	105
4.2.4 Parqueaderos Subterráneos.. ....	106
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>108</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>112</b>



## LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Caracterización zona de influencia .....	27
Tabla 2. Caracterización unidad deportiva el Campin.....	28
Tabla 3. Parámetros para caracterización de la malla vial.....	31
Tabla 4. Corredores viales en el área de influencia. ....	34
Tabla 5. Intersecciones semaforizadas del área de influencia.....	35
Tabla 6. Etapa 1 de ejecución de los proyectos del PMR.....	37
Tabla 7. Etapa 2 de ejecución de los proyectos del PMR.....	38
Tabla 8. Caracterización de paraderos del SITP y estaciones del STM .....	40
Tabla 9. Caracterización de Rutas de Transporte Público.....	42
Tabla 10. Incidente por gravedad de evento registrado.....	44
Tabla 11. Registros de siniestralidad anual según clase de evento.....	45
Tabla 12. Puntos de toma de información de volúmenes vehiculares .....	51
Tabla 13. Puntos de toma de información aforos peatonales. ....	56
Tabla 14. Caracterización de parqueaderos. ....	59
Tabla 15. Puntos de toma volúmenes vehiculares en parqueaderos.....	62
Tabla 16. Puntos de toma de información de estacionamientos en vía. ....	64
Tabla 17. Volúmenes vehiculares horarios. Av. Cra 30 x Calle 57A. ....	69
Tabla 18. Composición HMD volúmenes vehiculares por movimiento. ....	71
Tabla 19. Volúmenes vehiculares horarios en Parqueaderos.....	73
Tabla 20. Parámetros de operación de parqueaderos.....	75
Tabla 21. Registro y composición HMD en Parqueaderos. ....	76
Tabla 22. Análisis de estacionamientos en vía pública.....	76
Tabla 23. Volúmenes peatonales horarios.....	79
Tabla 24. Composición HMD Peatonal. ....	82
Tabla 25. Asignación de los parámetros de oferta y demanda en el modelo.....	87
Tabla 26. Calibración de flujos vehiculares.....	88
Tabla 27. Resultados calibración de flujos.....	89
Tabla 28. Resultados de calibración de velocidades. ....	90
Tabla 29. Resultados de la red situación actual.....	90
Tabla 30. Niveles de servicio en la infraestructura peatonal.....	93
Tabla 31. Evaluación de niveles de servicio en la infraestructura peatonal. ....	93
Tabla 32. Propuesta semafórica .....	99
Tabla 33. Parqueaderos alternativos. ....	104

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización Coliseo Movistar Arena. ....	25
Figura 2. Localización del escenario. ....	26
Figura 3. Metodología propuesta. ....	29
Figura 4. Esquema metodológico. ....	30
Figura 5. Registro Fotográfico de Reconocimiento. ....	32
Figura 6. Obtención tipo de superficie Diagonal 61 C. ....	33
Figura 7. Registro fotográfico control semafórico Av. Calle 63. ....	35
Figura 8. Intersección semafórica de la Av. Carrera 24 por Av. Calle 63. ....	36
Figura 9. Plan de Señales intersección semafórica Av. Calle 63. ....	36
Figura 10. Propuesta renovación urbanística PMR-UDC. ....	39
Figura 11. Ubicación de paraderos y estaciones de transporte público. ....	41
Figura 12. Ubicación de rutas del STM y SITP. ....	41
Figura 13. Localización de registros de Siniestralidad vial. ....	43
Figura 14. Factores de ponderación de siniestros equivalentes. ....	43
Figura 15. Histograma de Siniestralidad histórica según su gravedad. ....	44
Figura 16. Composición de siniestralidad histórica según su gravedad. ....	45
Figura 17. Histograma de siniestralidad anual según clase de evento. ....	46
Figura 18. Composición de siniestralidad histórica según clase de evento. ....	46
Figura 19. Ubicación de siniestros viales con heridos sobre la UDC. ....	47
Figura 20. Composición de siniestros con heridos sobre la UDC. ....	48
Figura 21. Ubicación de puntos de siniestralidad con Mortalidad. ....	48
Figura 22. Composición de siniestros con Mortalidad sobre la UDC. ....	49
Figura 23. Discriminación por tipo de Vehículo. ....	50
Figura 24. Puntos de toma volúmenes vehiculares en intersecciones. ....	52
Figura 25. Personal de toma de información primaria. ....	52
Figura 26. Codificación internacional norma RILSA, movimientos direccionales. ....	53
Figura 27. Registro de volúmenes vehiculares Transversal 28 con Calle 57. ....	53
Figura 28. Ubicación de toma de volúmenes vehiculares. ....	54
Figura 29. Ubicación toma de información volúmenes peatonales. ....	55
Figura 30. Nomenclatura de movimientos Peonales norma RILSA. ....	56
Figura 31. Registro de volúmenes peatonales Calle 57 a con Diagonal 61 C. ....	57
Figura 32. Ubicación de toma de volúmenes peatonales. ....	57
Figura 33. Registro de peatones en accesos del escenario. ....	58
Figura 34. Puntos de toma volúmenes vehiculares en parqueaderos. ....	59
Figura 35. Parqueadero Norte del Estadio el Campín. ....	60
Figura 36. Parqueadero Sur del Estadio el Campín. ....	60
Figura 37. Parqueadero Movistar Arena. ....	61

Figura 38. Parqueadero Autos la 30. ....	61
Figura 39. Registro de vehículos ingresando al Parqueadero Estadio Norte.....	62
Figura 40. Ubicación de toma de volúmenes vehiculares en parqueaderos.....	63
Figura 41. Ubicación toma de información estacionamientos en vía. ....	64
Figura 42. Personal toma de información estacionamientos en vía pública. ....	65
Figura 43. Demarcación existente Calle 62 con Carrera 27 A. ....	66
Figura 44. Señalización vertical avenida Ciudad de Quito sentido Norte-Sur.....	66
Figura 45. Inventario de señalización de la Carrera 28 con Diagonal 61 C .....	66
Figura 46. Portada principal del Libro Electrónico.....	67
Figura 47. Factores de vehículos equivalentes.....	68
Figura 48. Composición vehicular de Av. CRA 30 x CLL 57A. ....	70
Figura 49. Histograma volúmenes vehiculares Av. CRA 30 x CLL 57A.....	70
Figura 50. Esquema de volúmenes vehiculares. ....	72
Figura 51. Histograma volúmenes vehiculares horarios en parqueaderos. ....	74
Figura 52. Tiempos de ocupación en vía pública.....	77
Figura 53. Tiempo de ocupación por cada tramo.....	78
Figura 54. Histograma volúmenes peatonales horarios.....	80
Figura 55. Composición HMD volúmenes peatonales. ....	80
Figura 56. Plano de carga HMD volúmenes peatonales.....	81
Figura 57. Histograma de accesos peatonales al Coliseo Movistar Arena. ....	83
Figura 58. Metodología de construcción del modelo de microsimulación. ....	85
Figura 59. Red de microsimulación.....	86
Figura 60. Calibración R <sup>2</sup> . Regresión lineal. ....	89
Figura 61. Niveles de Servicio en la Red evaluada – HMD. ....	91
Figura 62. Descripción grafica de Ancho Efectivo.....	92
Figura 63. Rutas peatonales STM - Coliseo Movistar Arena. ....	95
Figura 64. Puntos críticos perimetrales al Coliseo.....	96
Figura 65. Rutas de acceso a Parqueaderos .....	97
Figura 66. Ubicación de las intersecciones a intervenir .....	99
Figura 67. Esquema general de los dispositivos propuestos. ....	100
Figura 68. Ubicación del puente peatonal proyectado .....	101
Figura 69. Puente peatonal prototipo.....	101
Figura 70. Puntos de disposición de personal operativo.....	102
Figura 71. Zona critica de estacionamiento instalación Señal SR-28. ....	103
Figura 72. Ubicación de parqueaderos alternativos a cargo del IDRD. ....	104
Figura 73. Medida de Pacificación Diagonal 61 C. ....	105
Figura 74. Ejemplo de Estacionamiento subterráneo. ....	106
Figura 75. Recomendación General. ....	107

## **ANEXOS**

### **1. REGISTROS FOTOGRÁFICOS**

- 1.1. Registro Fotográfico de Reconocimiento.
- 1.2. Registro Fotográfico toma de información.
- 1.3. Registro Fotográfico de Parqueaderos.

### **2. FORMATOS DE CAMPO UTILIZADOS**

- 2.1. Aforos Volúmenes Vehiculares.
- 2.2. Aforos Volúmenes Peatonales.
- 2.3. Aforos Vehiculares- Registro de Placas.

### **3. LIBRO ELECTRÓNICO – ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

### **4. PLANOS SEÑALIZACIÓN Y SEMAFORIZACIÓN**

- 4.1. Plano Inventario de Señalización.
- 4.2. Plano Medidas de Pacificación.
- 4.3. Plano de Semaforización.

**NOTA:** Toda la información anexa se presenta en medio digital.

## INTRODUCCIÓN

El distrito capital, cuenta con distintos escenarios para la recreación y el deporte, uno de los más representativos es el Coliseo Movistar Arena, éste escenario multipropósito cuenta con una alta capacidad de espectadores y debido a su importancia, ubicación y zona de influencia, es considerado como un polo de atracción y generación de viajes. VRC Ingeniería Ltda, en calidad de empresa consultora, está a cargo de la realización del estudio de tránsito que permita obtener propuestas integrales de mitigación sobre las afectaciones en términos de movilidad generadas por la utilización de este importante escenario bogotano.

De acuerdo con el acompañamiento técnico y logístico a la empresa VRC ingeniería, en la realización de un estudio de tránsito, este, se ejecutó considerando estrategias, políticas y regulaciones, las cuales sumadas a la caracterización del impacto urbanístico y la descripción del escenario permiten, proponer la metodología (recolección de información primaria y secundaria) el análisis de la información existente y los estudios de campo pertenecientes a los parámetros actuales de tránsito. Posteriormente, se realiza una evaluación del escenario actual con el fin de plantear propuestas de mitigación sobre los impactos generados por la utilización del escenario a través de la ejecución de diseños de señalización y el planteamiento de esquemas semafóricos.

En este contexto, en el capítulo 1, se describen los antecedentes, regulaciones y conceptos técnicos necesarios para el desarrollo del presente proyecto y de igual manera, se presenta la descripción, localización y definición de la zona de influencia del proyecto urbanístico seleccionado. El capítulo 2, se compone de un análisis del comportamiento actual de tránsito basado en la caracterización de la malla vial, la información secundaria y los estudios de campo. En el capítulo 3, se presenta la evaluación de las condiciones actuales del tránsito a través de un modelo de microsimulación, determinando capacidad y niveles de servicio, que permitió realizar una evaluación global de todos los parámetros de operación del tránsito. En el capítulo 4, se plantearon las medidas de mitigación a corto, mediano y largo plazo, que permitieron establecer soluciones a las problemáticas que afectan la movilidad de la zona en estudio. Finalmente en el capítulo 5, se presentan las conclusiones y recomendaciones como resultado del desarrollo del presente proyecto.

## 1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

En este capítulo, se describen los antecedentes, regulaciones y conceptos técnicos necesarios para el desarrollo de estudios de tránsito en la ciudad de Bogotá. De igual manera, se presenta la descripción, localización y definición de la zona de influencia del proyecto urbanístico seleccionado para la elaboración del presente documento.

### 1.1 MARCO REFERENCIAL

A continuación, se presentan los componentes teóricos necesarios para el desarrollo de estudios de tránsito de proyectos urbanos, teniendo en cuenta la necesidad de éstos en el contexto histórico, las políticas de tránsito vigentes en el Distrito Capital y los conceptos técnicos necesarios para llevar a cabalidad el proyecto.

**1.1.1 Antecedentes.** Según CalyMayor<sup>1</sup>, el ser humano existe sobre la faz de la tierra alrededor de 100,000 años, las civilizaciones de la mano con los primeros caminos surgieron hace aproximadamente 6,000 años, los romanos fueron los primeros en crear una red de caminos compleja que conectaba sus ciudades y facilitaba el comercio y la expansión de su imperio. Sin embargo, desde ese entonces surgió la necesidad de implementar sistemas de información que ubicaran y alertaran a los viajeros, realizando mojones tallados en piedra que indicaban el nombre de la vía, destino, distancia y peligros.

El surgimiento del automóvil hace apenas 124 años, corresponde a la era moderna y ha sido un elemento clave para para la movilización de personas y mercancías. Por tanto, la misma necesidad de guiar a los viajeros por la extensa red de caminos romanos se ve reflejada hoy en día debido al crecimiento de las poblaciones urbanas lo cual hace necesario la implementación de políticas, estrategias y sistemas que permitan una de circulación de peatones, bicicletas, motocicletas y automóviles de forma segura y eficiente.

---

<sup>1</sup>CAL Y MAYOR R, Rafael y CÁRDENAS G, James. Usuario. En: Ingeniería de tránsito y fundamentos aplicaciones. 8 ed. México D.F. Alfaomega. 2017. p. 3

En el contexto latinoamericano, el desarrollo económico en los últimos años ha aumentado considerablemente, como lo describe Dangond et al<sup>2</sup>, la globalización, la tecnología, y el crecimiento demográfico han contribuido a la creación de ciudades que fueron consolidándose de manera acelerada, estas tendencias de crecimiento urbano provienen “desde 1950, y en la actualidad en los países latinoamericanos su urbanización se sitúa alrededor del 80%, un nivel superior a muchas otras regiones”<sup>3</sup>. Dicho crecimiento apresurado de las ciudades latinoamericanas ha traído consigo diferentes problemáticas relacionadas con el ordenamiento territorial y la movilidad.

Un buen número de ciudades latinoamericanas se han convertido en los principales centros de actividades socioeconómicas, según Manhein<sup>4</sup>, los centros de actividades económicas y sociales están estrictamente relacionadas al sistema global del transporte a través de una estructura de flujos compuesta de personas y carga que se mueven con distintos orígenes, destinos y rutas. Siguiendo esta línea, más recientemente en el año 2011, Dangond et al<sup>5</sup>, afirma que el sistema de transporte urbano encargado del desplazamiento de personas y carga debe asumir los nuevos retos de la humanidad enfocados al mejoramiento de la calidad de vida, disminución de la congestión, y preservación del medioambiente. El enfoque adecuado del sistema de transporte urbano se debe dar en términos de movilidad urbana sostenible, la cual está demostrado que contribuye enormemente al desarrollo integral de las ciudades.

La ciudad de Bogotá dispone de la Secretaria Distrital de Movilidad (SDM), cuyo objetivo es orientar y liderar las políticas del sistema de movilidad para atender los requerimientos de desplazamiento de peatones y vehículos en la zona urbana. Esta entidad, responde junto con la Secretaria Distrital de Planeación (SDP) y su herramienta los Planes de Regularización y Manejo (PRM) a: “mitigar los impactos

---

<sup>2</sup> DANGOND GIBSONE, Claudia, *et al.* Algunas reflexiones sobre la movilidad urbana en Colombia desde la perspectiva del desarrollo humano. En: Papel Político. Junio, 2011. Vol. 16, No.02, pág. 3.

<sup>3</sup> MASEO ROBERTO. Dos santos, Enestor. Urbanización, digitalización y crecimiento en América Latina: El continente debe aprovechar su gran población en las ciudades para que sea motor del desarrollo. En: El país edición América [en línea]. (2017) < <https://elpais.com/economia> >

<sup>4</sup> MANHEIN, Marvin. the challenge of transportation, systems analysis. En: Fundamentals of Transportation Systems Analysis: Basic Concepts. Volume 1. Cambridge, Massachusetts. MIT Press, 1979. p.10-57.

<sup>5</sup> DANGOND GIBSONE, Claudia. Op. Cit., p.3.

en la ciudad generados por usos dotacionales de proyectos de impacto urbano o metropolitano existentes.”<sup>6</sup>

Bogotá es una de las ciudades con mayor crecimiento poblacional en Latinoamérica, el crecimiento urbanístico acelerado dio lugar a que distintos elementos urbanísticos perdieran capacidad para atender las necesidades de la ciudad generando impactos y externalidades que afectan la calidad de vida de sus habitantes. Actualmente, una de las herramientas con la que cuenta ciudad de Bogotá es la realización de Estudios de Tránsito incluidos dentro de los PRM y definidos mediante el Decreto Distrital Decreto 596 de 2007, que permiten mitigar los impactos sobre la movilidad determinando las condiciones actuales y posteriormente proponiendo soluciones estratégicas que permitan obtener una mejor operación del tránsito en la zona.

**1.1.2 Políticas de Tránsito.** De acuerdo con la normatividad por las entidades distritales encargadas de elaborar planes y estrategias que contribuyan al desarrollo adecuado de la movilidad en la ciudad de Bogotá, a continuación, se dan a conocer los planes y manuales enmarcados en el desarrollo del presente proyecto.

**1.1.2.1 Plan Maestro de Movilidad (PMM).** Política adoptada por la SDM que tiene por objeto “concretar estrategias, programas, proyectos y metas relacionados con la movilidad del Distrito Capital, y establecer las normas generales que permitan alcanzar una movilidad segura, equitativa, articulada, respetuosa del medio ambiente, financiera y económicamente sostenible para Bogotá y para la Región”<sup>7</sup>. Además, establece en el artículo 54, “la exigencia de estudios de demanda y atención de usuarios en los proyectos de industria y comercio, con el objeto de adoptar medidas que disminuyan el impacto sobre la movilidad del respectivo sector”<sup>8</sup>.

---

<sup>6</sup> BOGOTÁ. ALCALDÍA MAYOR, DECRETO 364 DE 2013 (25, Agosto, 2013), Por el cual se modifican excepcionalmente las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D. C, Distrito Capital. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor, 2015

<sup>7</sup> BOGOTÁ. ALCALDÍA MAYOR, Decreto 319, Por el cual se adopta el Plan Maestro de Movilidad para Bogotá Distrito Capital y se dictan otras disposiciones (15, agosto, 2006). Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor, 2006. P.6-7

<sup>8</sup> Ibid., p. 27



**1.1.2.2 Plan de Ordenamiento Territorial (POT)<sup>9</sup>.** Es el conjunto de políticas y normas que definen cómo puede la ciudad destinar el uso del suelo y definir la ubicación de las actividades productivas, culturales y de esparcimiento. Una de las finalidades es mejorar la calidad de vida de los habitantes y garantizar que todos los ciudadanos tengamos acceso a los servicios comunes de la ciudad.

**1.1.2.3 Plan de Regularización y Manejo (PMR)<sup>10</sup>.** Es una herramienta urbanística incluida en el POT, la cual busca regular los usos dotacionales metropolitanos existentes a través de la mitigación de los impactos urbanísticos negativos. Contempla las contribuciones al equilibrio urbanístico del sector y la definición de pautas para el reconocimiento y regularización de un proyecto de impacto urbano o metropolitano que funcione desde antes del 27 de junio de 2003.

**1.1.2.4 Manual de Señalización Vial<sup>11</sup>.** Adoptado mediante la resolución 1885 de 2015 del Ministerio de Transporte, es una recopilación de los diferentes tipos de dispositivos de regulación del tránsito que se utilizan a nivel nacional e internacional y que deben ser usados por las autoridades de tránsito, entidades y organismos encargados de la administración de las redes viales. Es una herramienta que “contribuye a la seguridad vial de las personas, con el propósito de que las carreteras y las calles del país, como espacio público, puedan ser compartidas por los distintos actores del tránsito en un ambiente ordenado y más seguro, lo cual contribuirá a desplazamientos más ágiles, seguros, eficaces y eficientes”<sup>12</sup>.

**1.1.3 Conceptos Técnicos de Tránsito.** Estos elementos representan el insumo fundamental para el desarrollo integral de los estudios de tránsito ya que constituyen las directrices y requerimientos necesarios para su desarrollo. A continuación, se describen cada uno de estos conceptos técnicos:

---

<sup>9</sup> BOGOTÁ. ALCALDÍA MAYOR, Decreto 190 (22, junio, 2004), Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para Santa Fe de Bogotá, Distrito Capital. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor, 2004. p.4.

<sup>10</sup> BOGOTÁ. ALCALDÍA MAYOR, Decreto 364 de 2013, Op. Cit., p.4

<sup>11</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1885, (17, junio, 2015). Por la cual se adopta el Manual de señalización vial - dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. El Ministerio, 2015 p. IV

<sup>12</sup> Ibid., p. VI

**1.1.3.1 Proyecto de Impacto Urbano.** Se le denomina a todo “desarrollo urbanístico y/o arquitectónico de carácter público o privado en etapa de estudios y diseños, de acuerdo con el uso propuesto y la escala urbanística, los proyectos de equipamiento colectivo, deportivo-recreativo, parques, comercio, servicios, requieren la presentación de un estudio de tránsito para la aprobación de la SDM, como requisito previo para la obtención de una licencia de construcción o urbanismo”<sup>13</sup>

**1.1.3.2 Estudio de Tránsito.** Es un elemento fundamental para el análisis minucioso de las condiciones presentes del tránsito, de la demanda vehicular y de los impactos generados por un proyecto urbanístico. Incluye análisis de tránsito vehicular y peatonal, análisis de colas, semaforización, análisis de puntos críticos y capacidad vehicular de la malla vial arterial principal y complementaria del área de influencia del proyecto. De igual manera, “la aprobación del estudio de tránsito podrá determinar la necesidad de construir obras de señalización y demarcación de vías y/o implementación de equipos de control semafórico en vías adyacentes al proyecto, para mejorar la seguridad peatonal y vehicular o minimizar el impacto sobre la movilidad del sector, de tal manera que se garantice su adecuada operación”<sup>14</sup>.

**1.1.3.3 Elementos básicos del flujo de tránsito.** La generación del flujo del tránsito se debe a la interacción de distintos elementos básicos que existen en el sistema según CalyMayor<sup>15</sup>, estos elementos son el usuario, los vehículos, la vialidad, los dispositivos de control y el medio ambiente.

- **El usuario:** Es un elemento del flujo de tránsito con habilidades y limitaciones en su comportamiento, lo cual lo hace influyente en las características del flujo de tránsito, se vincula al sistema como: peatón, ciclista, conductor o pasajero.
- **El vehículo:** Es un elemento que por sus diferentes características de dimensiones, pesos, potencia, velocidad, aceleración y frenado influye considerablemente en caracterización del flujo y composición de tránsito.

---

<sup>13</sup> BOGOTÁ. ALCALDÍA MAYOR Decreto 596 (26, diciembre, 2007) Por el cual se señalan las reglas para la exigencia, realización y presentación de estudios de movilidad de desarrollos urbanísticos y arquitectónicos en el Distrito Capital. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor, 2007. pág. 1

<sup>14</sup> Ibid., p. 3.

<sup>15</sup> CAL Y MAYOR R, Rafael y CÁRDENAS G, James. Introducción. Op. Cit. P 476. p. 42

- **La vialidad:** Es el espacio destinado para el tránsito vehicular y peatonal, puede ser de carácter público o privado y se caracteriza por su geometría, movilidad, accesibilidad, función y categoría entre otras.
- **Los dispositivos de control:** Son el medio por el cual los usuarios se comunican y son guiados en la circulación y control de la normatividad y parámetros operacionales.
- **El medio ambiente:** Se caracteriza por ser el conjunto de condiciones que hacen que el usuario, el vehículo y el sistema vial varíen sistemáticamente de acuerdo con las condiciones del estado del tiempo, iluminación, oscuridad, clima y grado de desarrollo lateral

**1.1.3.4 Tránsito Vehicular.** Es el resultado de la circulación de un flujo de vehículos en una vialidad, está compuesto de la interacción de los elementos básicos del tránsito, las variables microscópicas y macroscópicas. Según el Manual de Planeación para la Administración del Tránsito y el Transporte<sup>16</sup>, corriente vehicular, hace referencia al conjunto de vehículos que circulan en un solo sentido, en uno o varios carriles, se caracteriza por ser de tipo continua o discontinua dependiendo del tipo de vía. Los Parámetros microscópicos son los aspectos característicos de los elementos discretos de la corriente de tránsito, se definen dos tipos de parámetros los espaciales y los temporales. Los Parámetros macroscópicos son los aspectos que captan las relaciones globales de las corrientes vehiculares tales como el volumen (veh/h), la velocidad media (km/h) y la densidad (veh/km).

El volumen es un parámetro dinámico con variaciones rítmicas y repetitivas, la medición básica más importante es el aforo, para el cual es necesario relacionar los volúmenes en tiempo y lugar con el fin de obtener características adecuadas de las variaciones periódicas en las horas de máxima demanda, días de la semana y meses del año de los volúmenes de vehículos, ciclistas pasajeros y/o peatones. Según CalyMayor<sup>17</sup>, los estudios de volúmenes de tránsito se realizan con el objetivo de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos o personas sobre un sistema vial, el volumen de tránsito futuro corresponde al volumen de tránsito que se espera circule en una determinada vialidad en un periodo de tiempo estimado, se compone del tránsito actual (TA) y el incremento del

---

<sup>16</sup> ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, Marco Conceptual. En: Manual de Planeación para la Administración del Tránsito y el Transporte. Tomo I, 2 ed. Bogotá, 2005. p.2-4

<sup>17</sup>CAL Y MAYOR R, Rafael y CÁRDENAS G. volumen de tránsito, Op. Cit. P 203.

tránsito (IT), Los datos obtenidos de los volúmenes de tránsito tienen aplicación en la ingeniería en analizar la capacidad y los niveles de servicio de las vialidades e intersecciones, caracterizar los flujos vehiculares, zonificar las velocidades e identificar la necesidad de la implementación de los dispositivos de control.

La velocidad es la relación entre el espacio recorrido por un móvil y la unidad tiempo, comúnmente expresada en kilómetros por hora (km/h), es la variable que el usuario más fácilmente percibe de la calidad del servicio, en tránsito es importante la velocidad media a la cual un vehículo realiza un recorrido, la densidad es la relación entre la cantidad de móviles que parados o andando se encuentran en tramo de una vialidad. La relación entre variables volumen (q), velocidad (v) y densidad (k), se establece mediante la ecuación  $q=vk$ , se considera la densidad, como la variable dependiente ya que las otras dos son más fáciles de medir, se busca elegir valores para las variables de control que hagan óptima la función objetivo.

**1.1.3.5 Siniestralidad Vial.** De acuerdo CalyMayor<sup>18</sup> los dos principales problemas del tránsito son la Congestión y los Siniestros Viales, este último se ha convertido en un problema de orden mundial y lamentablemente para los países latinoamericanos la estadísticas apuntan a un crecimiento importante de siniestros viales que amenazan la vida, la integridad física y se convierten en un problema que genera gran impacto económico en la población, según Flórez<sup>19</sup>, una manera de afrontar estas externalidades del sistema vial en nuestra región consiste en la adoptar metodologías que permitan identificar, caracterizar y discriminar por ubicación y gravedad los siniestros viales ocurridos y con la ayuda de estadísticas descriptivas y enfoque multidisciplinario se logre plantear estrategias de solución que se garanticen a lo largo del tiempo.

**1.1.3.6 Simulación de Tránsito.** De acuerdo con los avances tecnológicos, la utilización de herramientas computacionales facilita el análisis y la evaluación de los elementos involucrados en el tránsito. De esta manera, “la adaptación de modelos de simulación a las condiciones reales de un proyecto podrá generar diferentes alternativas de solución, las cuales se ponen a prueba a un bajo costo antes de su implementación y ejecutar la mejor alternativa desde el punto de vista técnico y económico”<sup>20</sup>.

---

<sup>18</sup> CAL Y MAYOR R, Rafael y CÁRDENAS G. Accidentalidad, Op. Cit. P 476

<sup>19</sup> FLÓREZ JIMÉNEZ, Adriana. Metodología para el análisis detallado de accidentes de tránsito en países en desarrollo. Bogotá D.C.: Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería 2015. 196 p

<sup>20</sup> CAL Y MAYOR R, Rafael y CÁRDENAS G. Semaforización, Op. Cit., p. 476

Los modelos se pueden clasificar como microscópicas, mesoscópicas y macroscópicas, su diferenciación corresponde a lógicas y funciones distintas para múltiples objetivos. En el caso de la simulación microscópica, su preocupación está en definir demoras, brechas y espaciamientos en los flujos no continuos.

Una de las herramientas tecnológicas con la capacidad de realizar simulaciones a detalle de los elementos de flujo de tránsito corresponde a TransModeler, el cual “simula el comportamiento de cada vehículo cada décima de segundo, variando las características físicas y de rendimiento. Simula en detalle la aceleración, desaceleración, intervalo entre vehículos, cambios de carril, confluencias e incorporaciones, situaciones que pueden ser afectadas por el comportamiento del conductor, las características del vehículo o la geometría de la vía. Sin embargo, el usuario puede cambiar estos parámetros fácilmente para calibrar el software a casos específicos.”<sup>21</sup>

**1.1.3.7 Dispositivos para el control del tránsito.** De acuerdo con CalyMayor,<sup>22</sup> se denominan dispositivos de control a las marcas, señales, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se colocan sobre o adyacente a las calles y carreteras por una autoridad pública para prevenir, regular y guiar a los usuarios de las mismas, estos dispositivos deben cumplir con requisitos fundamentales como satisfacer una necesidad, llamar la atención, transmitir un mensaje simple y claro, imponer respeto en las calles y estar en el lugar adecuado con el fin de dar tiempo para reaccionar.

- **Señales verticales:** su función es prevenir regular y guiar, se debe tener cuidado en no exceder su cantidad en tramos de vía cortos, evitando contaminación visual y pérdida de efectividad. Las señales se clasifican de acuerdo con su función, las que notifican a los usuarios de obligaciones, prohibiciones y restricciones (reglamentarias), las que su propósito es advertir sobre riesgos o situaciones imprevistas (preventivas), las que guían y ubican al usuario de forma clara y simple (informativas), y finalmente las que modifican transitoriamente el régimen normal de utilización de la vía (transitorias). Las características de cada señal deben estar sujetas a la reglamentación del manual de señalización vial, en cuanto mensaje, forma y color, tamaño,

---

<sup>21</sup> CALIPER CORPORATION. Modelos de Simulación Transmodeler, [En línea] < <https://www.caliper.com> >, [23 de Abril de 2019].

<sup>22</sup> CAL Y MAYOR R, Rafael y CÁRDENAS G. Dispositivos para el control del tránsito, Op. Cit., p. 135.

ubicación, visibilidad y retrorreflexión, altura, orientación, sistema de soporte y material de tableros.

- **Demarcaciones:** Se le denomina demarcaciones a “la señalización horizontal corresponde a la aplicación de marcas viales conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se adhieren sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como a los dispositivos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos”<sup>23</sup>. Su función es igual a la señalización vertical, se clasifican según su forma y altura. Según su forma se encuentran las líneas longitudinales y transversales, demarcación de cruces y paraderos, símbolos y leyendas. Según su altura son planas las menores a 6 mm de altura, elevadas, las mayores a 6mm y menores de 21 mm, la demarcación elevada aumenta la visibilidad con la luz de los vehículos.
- **Semáforos:** Son dispositivos de control mediante el cual se regula la circulación de vehículos, peatones y bicicletas, asignando el derecho de paso mediante indicaciones de luces de color (rojo, amarillo, verde), operados mediante un sistema electrónico. La función del semáforo es alternar tránsito de los flujos vehiculares, regular la velocidad de los vehículos, controlar la circulación por carriles, minimizar los impactos de colisiones perpendiculares, proporcionar ordenamiento y seguridad del tránsito.

Se clasifican dependiendo del tipo de conflicto que se regula y al mecanismo de unidades de control, entre ellos están los de control de tránsito vehicular, pasos peatonales, sonoros y especiales. Físicamente están compuestos de soporte de modulo semafórico, cabeza o módulo, controlador y sensor. La programación de estos dispositivos va ligado a la operación la cual puede ser de tiempo fijo, semi-accionado, totalmente accionado.

## 1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Inicialmente en la propuesta de este proyecto, se planteó el acompañamiento a los siguientes proyectos: Construcción Variante de Chía, PRM Clínica Santa Rosa de Lima, PRM Clínica Hospital universitario Mederí, Construcción puentes peatonales

---

<sup>23</sup> COLOMBIA, MINISTERIO DE TRASPORTE. Demarcaciones En: Manual de señalización vial, dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Bogotá, 2015. p.360

Usme. Sin embargo, debido a condiciones administrativas en la aprobación de la propuesta no fue posible incorporar el trabajo realizado a estos proyectos si no se delimito a la elaboración del estudio de tránsito del Movistar Arena, desarrollo presentado a continuación.

La ciudad de Bogotá, cuenta con diferentes escenarios para la recreación y el deporte, uno de los más importante es la Unidad Deportiva el Campín (UDC) considerada un área dotacional donde se localizan diversos escenarios deportivos que prestan servicios a toda la ciudad: El Estadio de Fútbol Nemesio Camacho, El Movistar Arena (antiguo Coliseo el Campín), la Liga de tenis del Distrito, El club de tenis el Campín, el club de empleados Distritales y El Campincito son los escenarios que componen esta unidad deportiva, la cual está a cargo de la Alcaldía Mayor de Bogotá a través del Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD).

Los escenarios con mayor capacidad son, el Estadio Nemesio Camacho y el Movistar Arena con 36.500 y 13.800<sup>24</sup> espectadores respectivamente, ambos son escenarios multipropósito que ofrecen eventos deportivos, culturales y artísticos con altos estándares de calidad. El Movistar Arena, nace a partir de renovación del Coliseo El Campín, la cual se realizó bajo una Asociación Publico Privada APP entre la Alcaldía Mayor y el Consorcio Colombiana de Escenarios, con una inversión de 70 mil millones de pesos, el Movistar Arena cuenta con un nuevo edificio envolvente de cuatro pisos con un aforo para 13800 espectadores, 330 parqueaderos, 2 salones VIP, 21 suites y 18 boxes.<sup>25</sup>

Actualmente, el uso normal del Coliseo Movistar Arena durante un evento produce afectaciones sobre la movilidad del sector, concretamente genera congestión sobre la Avenida Ciudad de Quito y sobre el entorno inmediato se generan estacionamientos indebidos en vía pública y afectaciones en el espacio público<sup>26</sup>. Estas afectaciones, son producidas por la inhabilidad de algunos parqueaderos de la UDC, sumado a la afluencia masiva de público, hacen que los parqueaderos existentes sean insuficientes para satisfacer la demanda.

---

<sup>24</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Plan De Regularización y Manejo de la Unidad Deportiva El Campín, Centro de Extensión Académica, Bogotá, 2011. 138 pág.

<sup>25</sup> INSTITUTO DISTRITAL DE RECREACIÓN Y DEPORTE. Evento de prueba del Coliseo Movistar Arena [En línea] < [www.idrd.gov.co/noticias](http://www.idrd.gov.co/noticias) >, [3 de Abril de 2019 ].

<sup>26</sup> CORRESPONDENCIA de Claudia Andrea Díaz Acosta, Directora de Seguridad Vial y Comportamiento del Tránsito, SDM. Bogotá, 12 de Diciembre de 2018

VRC INGENIERÍA LTDA, en calidad de empresa consultora con más de 10 años de experiencia en la realización de estudios de tránsito a nivel nacional, está a cargo del contrato IDR- 3861-2018, el cual tiene como objeto la actualización del estudio de tránsito del Coliseo Movistar Arena, como complemento al Plan de Regularización y Manejo de la Unidad Deportiva el Campín (PMR-UDC). Este estudio de tránsito, se lleva a cabo considerando las estrategias y políticas establecidas en: la Ley 769 de 2002<sup>27</sup>, y en los Decretos Distritales 190 de 2004, 319 de 2006, 596 de 2007 y 364 de 2013.

### 1.3 LOCALIZACIÓN GENERAL

La Unidad Deportiva el Campin, es uno de los elementos urbanísticos más representativos con el que cuenta la ciudad de Bogotá, pertenece a la Localidad de Teusaquillo y se encuentra ubicada al costado Oriental de la Avenida Ciudad de Quito (Carrera 30), a la altura de la Avenida Pablo VI (Calle 53). Este elemento urbanístico, forma un polígono limitado por la Carrera 30 (al Occidente), Diagonal 28 (al Nororiente) y Transversal 28 (Suroriente), formado por un área de 227.780.55 metros cuadrados<sup>28</sup>.

El proyecto Coliseo Movistar Arena, es uno de los escenarios que componen la Unidad Deportiva el Campín, este escenario se encuentra ubicado al costado Norte de dicho elemento urbanístico y cuenta con un área de espacio público superior a 21.677 metros cuadrados<sup>29</sup>. El diseño arquitectónico, prioriza el acceso principal en modo peatonal, el acceso vehicular se realiza por el costado Nororiental. A continuación, la Figura 1, presenta un esquema que permite contemplar, de manera general, de la ubicación del proyecto urbanístico Coliseo Movistar Arena

---

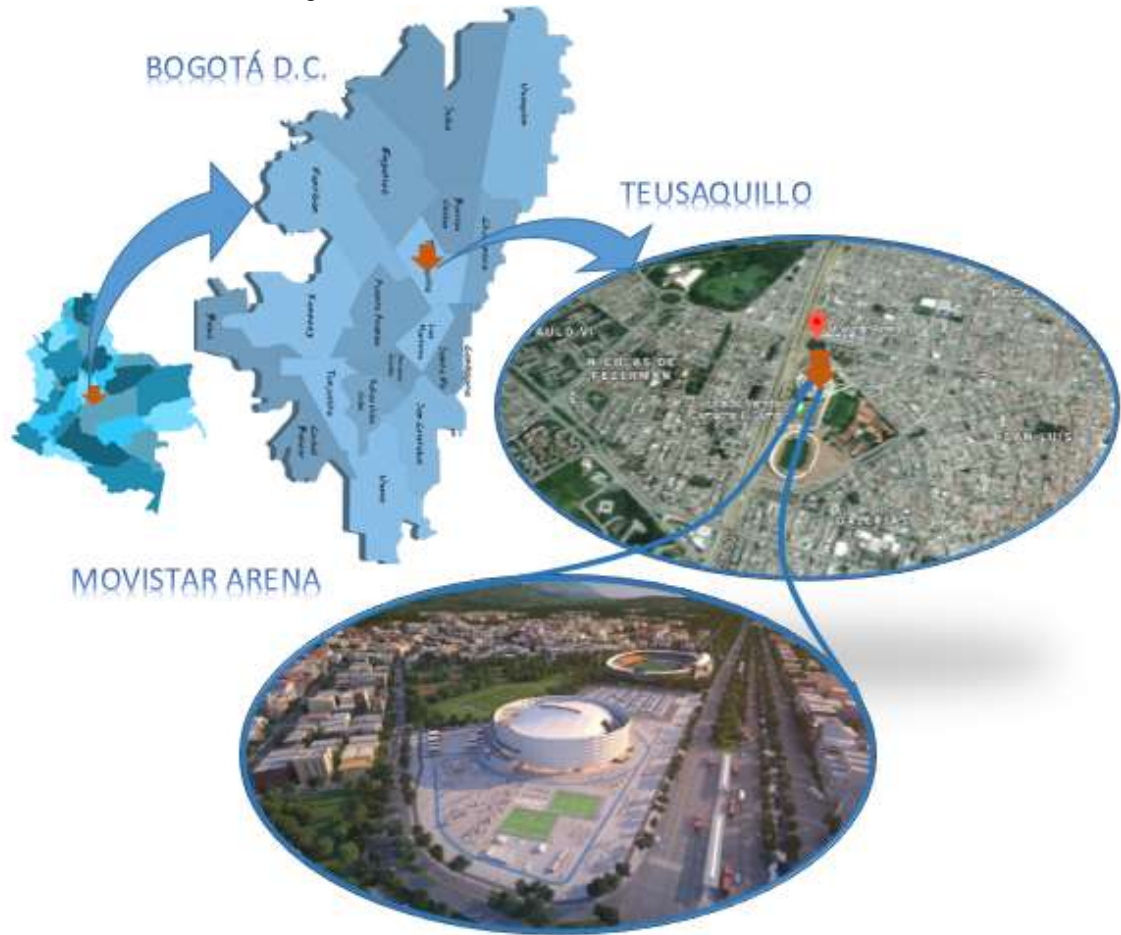
<sup>27</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 769 (06, agosto, 2002). por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre se dictan otras disposiciones. Bogota, D.C., 2002. P. 1-128

<sup>28</sup> SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. PMR-Unidad Deportiva el Campin [En línea] < <http://www.sdp.gov.co/pmr-udc> > [11 de Abril de 2019 ]

<sup>29</sup> INSTITUTO DISTRITAL DE RECREACIÓN Y DEPORTE. Op. Cit.



Figura 1. Localización Coliseo Movistar Arena.



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Google Earth, [12 de Enero de 2018].

#### 1.4 DEFINICIÓN DE LA ZONA DE INFLUENCIA

Corresponde al espacio geográfico en el cual un proyecto urbanístico influye de acuerdo a su función, el área de influencia seleccionada está basada en la conformación de la red vial, accesibilidad vehicular y peatonal, así como del transporte público e historial de siniestralidad, lo que permite determinar con suficiencia la afectación generada por la UDC soportando de manera técnica y conceptual las posibles soluciones de mitigación para los efectos producidos por la utilización del escenario.

Teniendo en cuenta las características morfológicas de la red vial principal y secundaria que conforman las vías adyacentes a la UDC, se reconoce como influencia directa en materia de tránsito, el Circuito de movilidad de la Ciudad. Se definen los límites del área de influencia de la siguiente manera: al Norte hasta la Avenida de la Calle 63, al Sur con la Avenida de la Calle 53, al Oriente con la Avenida de la Carrera 24, y al Occidente con la Carrera 36 A. La Figura 2, muestra la localización del escenario y el área de influencia definida para el presente estudio.

**Figura 2.** Localización del escenario.



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Google Earth, [12 de Enero de 2018].

## 1.5 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE INFLUENCIA

La zona de influencia definida hace parte de la Localidad de Teusaquillo, está constituida bajo del marco normativo del Decreto 621 de 2006, correspondiente a un Área de Actividad Dotacional de Equipamientos Colectivos Recreativos y Deportivos. Además, hace parte del Tratamiento de Consolidación de Sectores

Urbanos Especiales. “La norma aplicable a este predio es la establecida en los artículos 343, 344, 345, 368 y 372 del Decreto 190 de 2004 (Compilación del POT)”<sup>30</sup>. La Tabla 1, muestra las estructuras ecológica, principal y de servicios dentro y en el sector colindante a la zona de influencia del Coliseo movistar Arena.

Tabla 1. Caracterización zona de influencia

ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL	
COMPONENTES	ESTRUCTURA EXISTENTE
Parques Urbanos	Parque Metropolitano PM-1 Simón Bolívar Parque Zonal PZ-31 Nicolás de Federman Parque Zonal PZ-53 Gimnasio Distrital del Norte.
Corredores Ecológicos	<b>Corredor Ecológico de Ronda:</b> Canal del Río Arzobispo Corredor  <b>Ecológico Vial:</b> Av. Ciudad de Quito Av. José Celestino Mutis Av. Pablo VI
ESTRUCTURA FUNCIONAL Y DE SERVICIOS	
COMPONENTES	ESTRUCTURA EXISTENTE
Sistema de Movilidad	Troncales Transmilenio Av. Ciudad de Quito. Malla Vial Arterial e Intermedia.
Sistema de Equipamientos	Presencia de equipamientos de escala metropolitana, urbana y zonal.
Sistema de Espacio Público	<b>Parques Distritales:</b> Parque Metropolitano PM-1 Parque Simón Bolívar. Parque Zonal PZ-31 Nicolás de Federmann Parque Zonal PZ-53 Gimnasio Distrital del Norte.  <b>Espacios Peatonales:</b> Red de andenes y espacios peatonales.
Sistema de Servicios Públicos	Redes primarias y secundarias.

Fuente: elaboración propia a partir de UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Plan De Regularización y Manejo de la Unidad Deportiva El Campín, Centro de Extensión Académica, Bogotá, 2011., p 2

El Coliseo Movistar Arena, es un Escenario recreo-deportivo y es parte fundamental del funcionamiento de la UDC, en la Tabla 2, se describen los componentes urbanísticos de la unidad deportiva el Campín.

<sup>30</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Op. Cit., p. 10

Tabla 2. Caracterización unidad deportiva el Campín

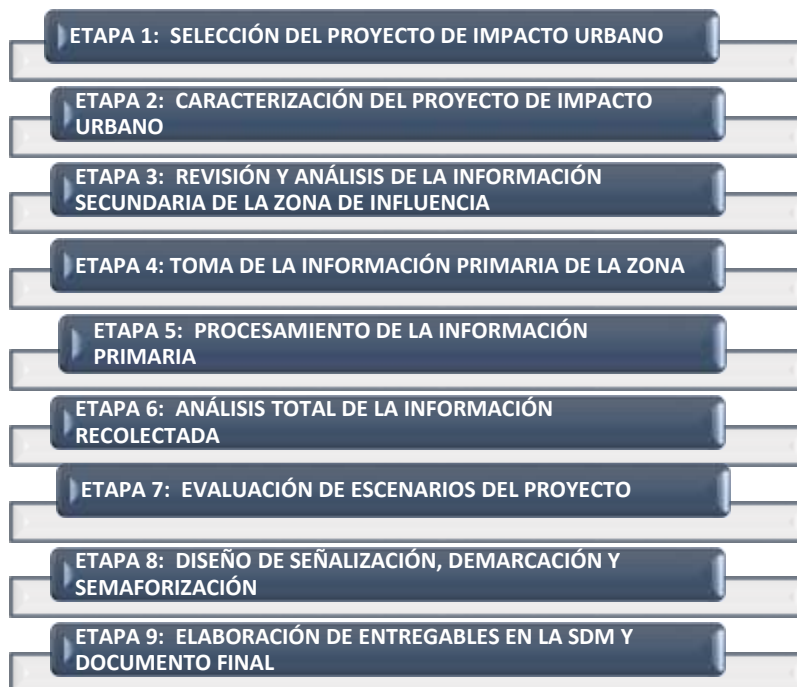
DETALLE	DESCRIPCIÓN
Localidad	Teusaquillo
Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ)	Galerías (UPZ-100)
Urbanización	Unidad Deportiva el Campín
Nomenclatura	Diagonal 61C No. 26-35
Escenario	Coliseo Movistar Arena
Titular	Distrito Capital de Bogotá
Cantidad de Obra construida	37 000 m <sup>2</sup>
Área total del proyecto	66 056.36 m <sup>2</sup>
Usos del Suelo	Zona residencial y de comercio, con algunos usos institucionales.

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

## 2 METODOLOGÍA

En este capítulo se define la estructuración de las actividades a realizar para llevar a cabo un diagnóstico integral del comportamiento actual de tránsito. En el esquema de la Figura 3, se presenta la metodología propuesta para el acompañamiento técnico y logístico en la realización del estudio de tránsito del proyecto seleccionado. El desarrollo de las etapas 1 y 2 se incluye en el capítulo 1, donde se presentan los parámetros teóricos, normativos y la descripción del proyecto urbanístico Coliseo Movistar Arena. Las demás etapas, se describen de acuerdo a las actividades establecidas en la caracterización de las variables de movilidad descritas en el numeral 2.1 Esquema Metodológico. Todas estas actividades permitirán definir acciones y recomendaciones para mitigar los impactos generados por la operación del nuevo Coliseo Movistar Arena.

Figura 3. Metodología propuesta.



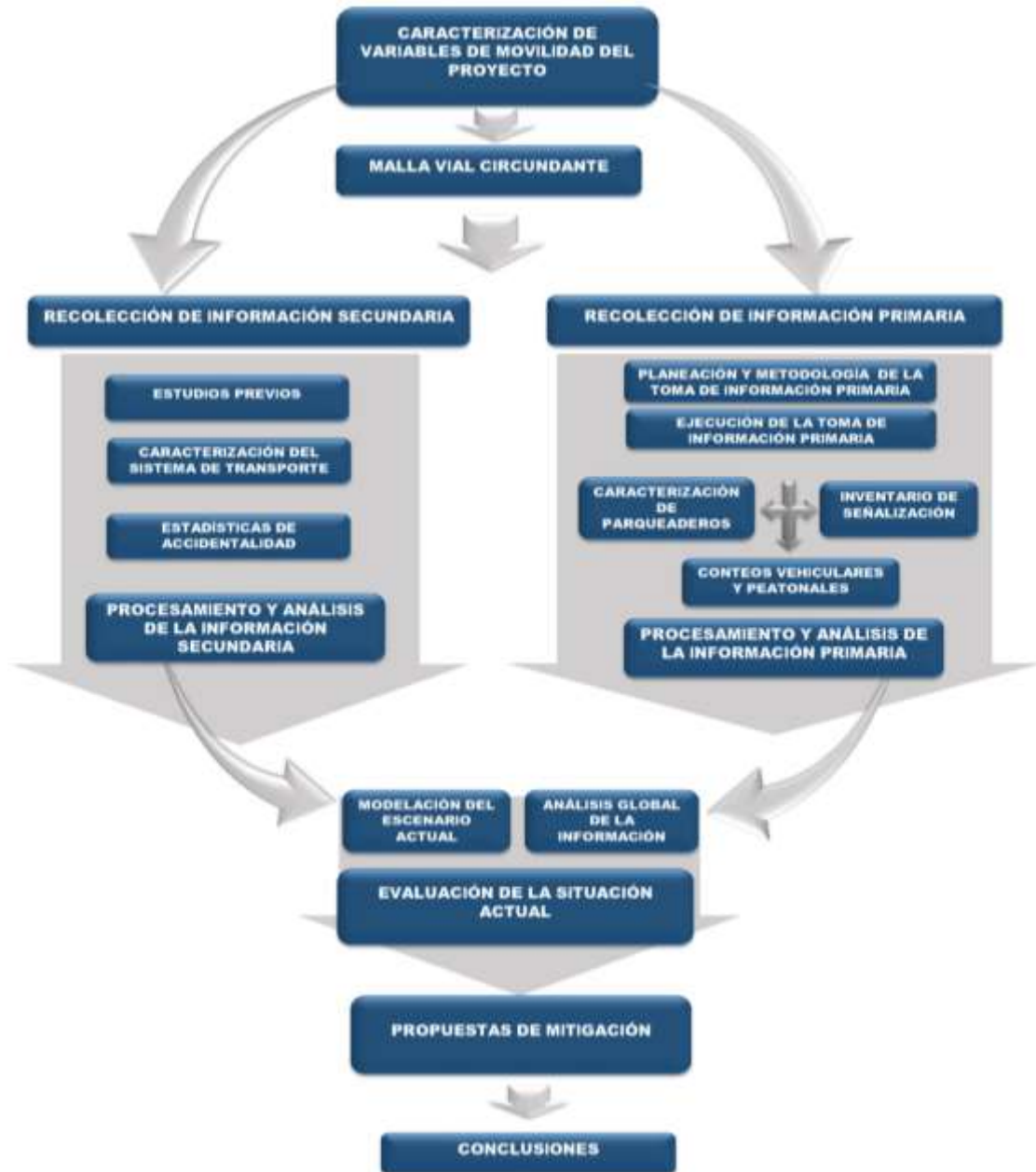
Fuente: Elaboración propia

### 2.1 ESQUEMA METODOLÓGICO

Una vez definida la zona de influencia del proyecto, se realiza la caracterización de la malla vial circundante que permite delimitar temporal y espacialmente los parámetros para la recolección de la información secundaria y la toma de

información primaria, esta información se analiza de manera conjunta y permitirá obtener las condiciones de operación actuales. La estructuración metodológica del proyecto se plantea definiendo de manera cronológica las actividades necesarias que permitan desarrollar y cumplir cada uno de los objetivos planteados, La Figura 4, da a conocer un esquema general que de acuerdo con la metodología planteada permitirá la caracterización de variables de movilidad del proyecto

Figura 4. Esquema metodológico.



Fuente: Elaboración propia



## 2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA MALLA VIAL CIRCUNDANTE

De acuerdo con el numeral 1.4, el acompañamiento técnico se realizó partiendo de la caracterización de cada uno de los corredores viales que componen la zona teniendo en cuenta, el sentido de circulación, el tránsito permitido, tipo y estado de la superficie, clasificación vial según su función e intersecciones semaforizadas. La Tabla 3, describe los parámetros necesarios para la caracterización de la malla vial circundante. Así mismo, se ejecutó la logística de recorridos de campo relacionándola información recolectada con la información disponible en las entidades distritales a cargo del mantenimiento y buen funcionamiento de los elementos viales. Inicialmente se acompañó en la caracterización de los corredores viales y posteriormente la de los dispositivos de control semafórico de la zona en estudio.

Tabla 3. Parámetros para caracterización de la malla vial

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
<b>SENTIDO DE CIRCULACIÓN</b>	Orientación de la marcha vehicular, puede corresponder a circulación simple o doble dependiendo el tramo vial
<b>TRÁNSITO PERMITIDO</b>	Corresponde a la composición vehicular que circulan por los tramos viales la cual puede ser mixta o única (Transporte Masivo).
<b>TIPO DE SUPERFICIE</b>	Capa superior del pavimento por la cual circulan los usuarios del sistema, esta puede estar construida en pavimento flexible, rígido o adoquín
<b>ESTADO</b>	Clasificación dada por las condiciones de deterioro del pavimento de cada tramo vial, se clasifica en Buena, Regular y Mala
<b>CLASIFICACIÓN VIAL POR FUNCIÓN</b>	Corresponde a la clasificación vial dada por la función que desempeña cada tramo vial en estudio.  V0 - V1: Malla vial Principal V2 - V3: Malla vial Complementaria V4 - V5: Malla vial Intermedia V6 - V7: Malla vial Local V8 - V9: Peatonales
<b>INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS</b>	Intersecciones reguladas permanente mediante sistemas de luces que establecen las prioridades de paso por la intersección, su clasificación va de acuerdo con su ubicación, clasificación vial funcional y programación semafórica),

Fuente: Elaboración propia a partir de ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, Tránsito y Transporte en Bogotá. En: Manual de Planeación para la Administración del Tránsito y el Transporte. Tomo I, 2 ed. Bogotá, 2005. p.5-25

**2.2.1 Corredores Viales.** Para la caracterización de los corredores viales fue necesaria una visita de reconocimiento a toda la zona de influencia del Movistar Arena, como se evidencia en la Figura 5, en ésta se identificaron las diferentes vialidades y se tomó un registro fotográfico (ver Anexo 1.1) donde se evidenciaron las condiciones de operación y el estado de la malla vial.

Figura 5. Registro Fotográfico de Reconocimiento.

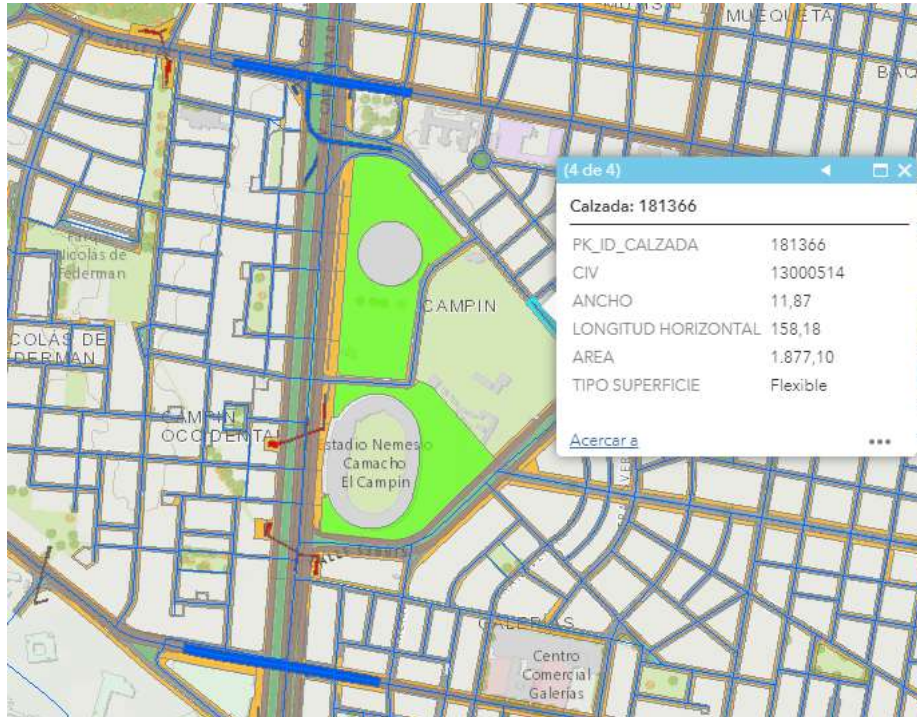


Fuente: Elaboración propia

Los resultados del recorrido de reconocimiento se compararon con la información disponible en las plataformas de la SDM y del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU). En la Figura 6, se da a conocer un ejemplo de la información disponible en estas plataformas, la cual permitió realizar una caracterización integral a cada uno de los corredores viales correspondientes a la zona de influencia en estudio.



Figura 6. Obtención tipo de superficie Diagonal 61 C.



Fuente: Elaboración propia a partir de INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Mapas Estado Malla vial [En línea] <<http://idu.maps.arcgis.com>> [7 de Abril de 2019 ]

En la Tabla 4, se sintetiza la información recolectada y se presenta la caracterización de los corredores viales de la zona de influencia, de esta manera se puede establecer que la malla vial en estudio cuenta con uno de los corredores de movilidad más importantes de la ciudad a nivel metropolitano, la Avenida Carrera 30 (Av. Ciudad de Quito). Esta avenida se caracteriza por; tener sentido de circulación Norte-Sur y Sur-Norte, cuatro carriles de tránsito exclusivo para el Sistema de Transporte Masivo, ocho carriles para tránsito mixto y cuenta con una superficie de concreto rígido en buen estado. En general, la zona en estudio tiene con nueve tramos pertenecientes a la malla vial complementaria, un tramo de malla vial Intermedia y cuatro tramos de malla vial local, la mayoría con una superficie de concreto asfáltico en buen estado y con un tránsito vehicular mixto. De igual manera, la zona también cuenta con siete intersecciones con malla vial arterial de las cuales 6, están controladas por sistemas semafóricos.

Tabla 4. Corredores viales en el área de influencia.

VÍA	SENTIDO DE CIRCULACIÓN	TRÁNSITO PERMITIDO	TIPO DE SUPERFICIE	ESTADO	CLASIF. VIAL	Intersec. semaforizadas	Intersec. con vías de malla vial arterial
AVENIDA CARRERA 30 (AV. CIUDAD DE QUITO)	N-S / S-N	MIXTO / MASIVO	CONCRETO RÍGIDO	BUENO	V1	N/A	N/A
AVENIDA CALLE 63 (AV. JOSE CELESTINO MUTIS)	E - W / OR -W	MIXTO	CONCRETO ASFÁLTICO	BUENO	V3	CRA 27, AV. CRA 24	AV. CRA 24
AVENIDA CALLE 53 (AV. AVENIDA PABLO VI)	E - W / E -W	MIXTO	CONCRETO ASFÁLTICO	BUENO	V2	N/A	N/A
AVENIDA CARRERA 24 (AV. COLOMBIA)	N-S / S-N	MIXTO	CONCRETO ASFÁLTICO	BUENO	V3	DG 61 D	N/A
CONECTANTE AV. CARRERA 30 SOBRE DG. 61 C	S-E	MIXTO	CONCRETO ASFÁLTICO	REGULAR	V6	N/A	N/A
OREJA AV. CALLE 63 CON AV. CARRERA 30	E-N	MIXTO	CONCRETO ASFÁLTICO	REGULAR	V1	N/A	N/A
CONECTANTE CALLE 62 SOBRE DG. 61 C	N-E	MIXTO	CONCRETO ASFÁLTICO	REGULAR	v2	N/A	N/A
CALLE 53 B BIS	E - W / E -W	MIXTO	CONCRETO ASFÁLTICO	BUENO	V2	CRA 28	AV. CRA 30
TRANVERSAL 28	N-S / S-N	MIXTO	CONCRETO ASFÁLTICO	BUENO	V3	AV. CLL 57	N/A
CARRERA 28	N-S	MIXTO	CONCRETO ASFÁLTICO	REGULAR	V3	CLL 53 B BIS, CLL 53 B	AV. CLL 53
CALLE 53 B	S-E	MIXTO	CONCRETO ASFÁLTICO	BUENO	V6	CRA 28	AV. CRA 30
CARRERA 36 A	N-S / S-N	MIXTO	CONCRETO ASFÁLTICO	BUENO	V6	N/A	AV. CLL 53, AV. CLL 63
CALLE 56	E - W / E -W	MIXTO	CONCRETO ASFÁLTICO	REGULAR	V3	N/A	N/A
CALLE 57 A	E - W / E -W	MIXTO	CONCRETO ASFÁLTICO	BUENO	V6	N/A	N/A
DIAGONAL 61 C	E - W / E -W	MIXTO	CONCRETO ASFÁLTICO	REGULAR	V5	TV. 28	TV. 28

Fuente: elaboración propia.

**2.2.2 Intersecciones Semaforizadas.** En el recorrido de campo, se evidenciaron 6 intersecciones de este tipo de control. En la Tabla 5, se muestran los grupos semaforicos de cada una estas intersecciones, los esquemas funcionales, serán insumo para la caracterización del modelo de micro-simulación del escenario actual y podrán ser modificados de acuerdo con la evaluación del escenario y las medidas de mitigación que se realicen.

Tabla 5. Intersecciones semaforizadas del área de influencia.

N°	UBICACIÓN	GRUPOS SEMAFÓRICOS
1	Carrera 28 por Calle 53 B Bis	1, 3, 3A, 11, 21, 23, 31, 33
2	Av. Carrera 24 por Av. Calle 63	1, 2, 3, 4, 91, 2, 22, 23, 24, 31, 32, 34
3	Av. Carrera 24 por Diagonal 61 C	1, 1A, 2, 2A, 4, 14
4	Transversal 28 por Av. Calle 57	1, 2, 2A, 3, 5, 13
5	Av. Carrera 24 por Av. Calle 63	1, 2, 4, 5, 94, 22, 24, 31, 35
6	Carrera 27 por Av. Calle 63	2, 3, 4

Fuente: Elaboración propia a partir de información de SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD, mediante Oficio SDM-DSVCT-264334-18, Dirección de Seguridad Vial y Comportamiento del Tránsito. Bogotá, 2018

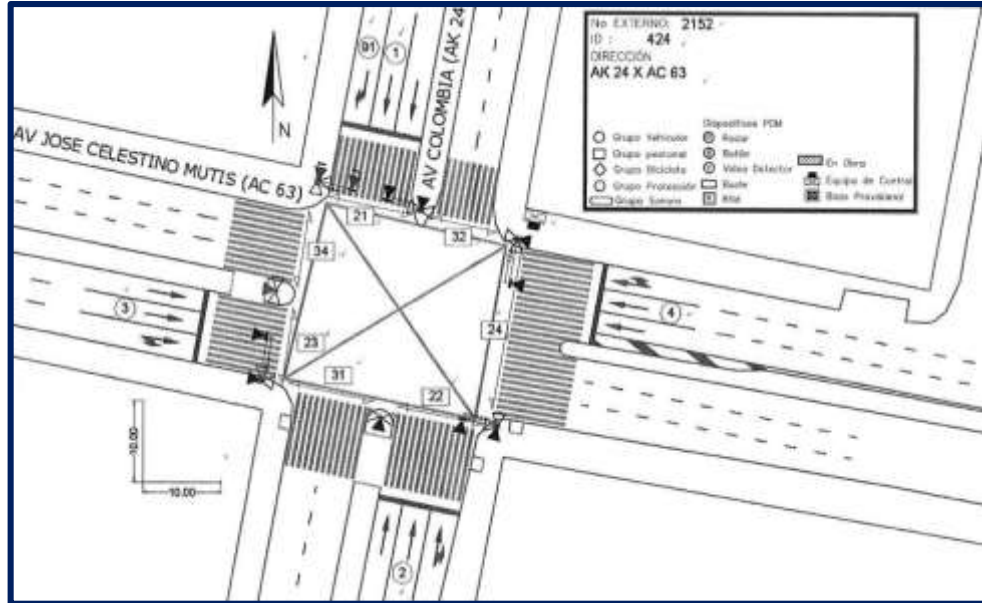
La Figura 7, da a conocer la intersección de la Av. Carrera 24 con Av. Calle 63, las Figura 8 y Figura 9, muestran el esquema semafórico y el plan de señales respectivamente de ésta intersección, los demás esquemas funcionales de las intersecciones semaforizadas objeto de análisis se presentan en el Anexo 3.

Figura 7. Registro fotográfico control semafórico de la Av. Carrera 24 con Av. Calle 63.



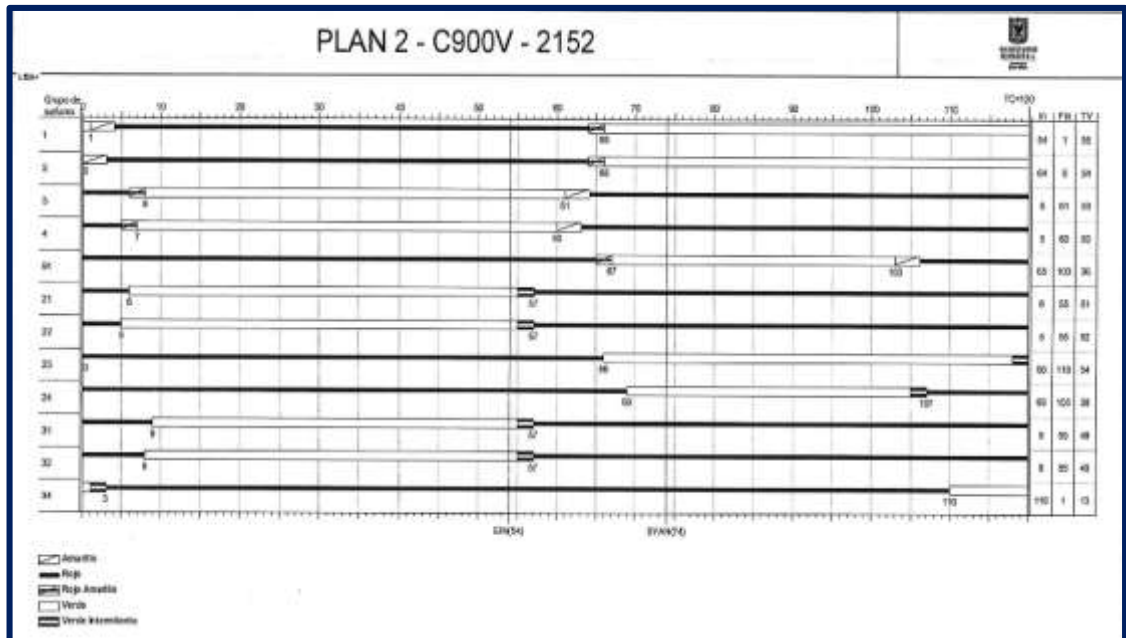
Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Intersección semafórica de la Av. Carrera 24 por Av. Calle 63.



Fuente: SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD, mediante Oficio SDM-DSVCT-264334-18, Dirección de Seguridad Vial y Comportamiento del Tránsito. Bogotá, 2018

Figura 9. Plan de Señales intersección semafórica de la Av. Carrera 24 con Av. Calle 63.



Fuente: SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD, mediante Oficio SDM-DSVCT-264334-18, Dirección de Seguridad Vial y Comportamiento del Tránsito. Bogotá, 2018

## 2.3 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Es necesario tener en cuenta la información existente de estudios realizados previamente y así mismo las políticas, estrategias y normatividad provenientes de las Secretarías Distritales; específicamente de la Secretaría Distrital de Movilidad se obtiene información de aforos de volúmenes y velocidades, estadísticas de siniestralidad, inventarios de rutas de transporte, identificación de puntos críticos y demás parámetros estadísticos relacionados con el tránsito de la zona. A continuación, se describe todo el tratamiento y análisis de la información secundaria enmarcado dentro del acompañamiento técnico y logística de este estudio de tránsito de acuerdo con los parámetros y metodologías establecidas en VRC ingeniería Ltda, para la recolección de información secundaria.

**2.3.1 Estudios Previos.** Dentro del acompañamiento logístico ante las entidades distritales, se realizó la verificación de estudios de tránsito influyentes sobre la misma zona en estudio, la SDM determinó que actualmente no existen estudios de tránsito en ésta zona, sin embargo, la SDP cuenta con el PMR que incluye la readecuación urbanística de la UDC mostrada en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** La transformación de la UDC contempla dos etapas, la primera mostrada en la Tabla 6, y la segunda etapa descrita en la Tabla 7, en ambas tablas se describen las actividades y las consideraciones actuales de ejecución de cada una.

Tabla 6. Etapa 1 de ejecución de los proyectos del PMR.

No.	ACTIVIDADES	CONSIDERACIÓN
1.1	Diseño y construcción del puente peatonal en la salida sur de la estación TransMilenio "Coliseo".	NO CUMPLE: Actualmente TransMilenio S.A., se encuentra en la evaluación de la necesidad y pertinencia de esta medida con base en las demandas de la estación "Coliseo" ahora "Movistar Arena".
1.2	Construcción del acceso vehicular de protocolo al estadio el Campín.	CUMPLE: Actividad ya realizada.
1.3	Construcción y gestión ante las entidades competentes para la implementación de los paraderos del SITP.	CUMPLE: TransMilenio S.A., ha implementado los paraderos del SITP en el área de estudio.
1.4	Estudios, diseños y construcción de la ampliación y/o conexión de las estaciones de TM Campín y Coliseo.	NO CUMPLE: TransMilenio S.A: debe realizar la evaluación de la necesidad y pertinencia de esta medida con base en las demandas de las estaciones.

Fuente: elaboración propia a partir de UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Plan De Regularización y Manejo de la Unidad Deportiva El Campín, Centro de Extensión Académica, Bogotá, 2011., p 137.



Tabla 7. Etapa 2 de ejecución de los proyectos del PMR.

No.	ACTIVIDADES	CONSIDERACIÓN
2.1	Estudio, evaluación, diseño, gestión y construcción de la infraestructura asociada al SITP que se proponga en el sector de El Campín.	CUMPLE: TransMilenio S.A., ha implementado los paraderos del SITP en el área de estudio.
2.2	Estudios, diseño e implementación de la peatonalización de la Calle 54 (Esta vía al peatonalizarse garantizando acceso de vehículos de emergencia a la UDC).	NO CUMPLE: Esta actividad se realizará a largo plazo, considerando que esta requiere la demolición del Parquedero Sur del Estadio y hasta tanto no se satisfaga la demanda de estacionamientos no se puede llevar a cabo.
2.3	Estudio, diseño y construcción para la modificación del perfil y la ampliación de la Calle 53 B entre Avenida NQS y Carrera 24.	
2.4	Construcción de las adecuaciones propuestas para la intersección semaforizada de la Carrera 28 por Diagonal 54 y Calle 53 B.	
2.5	Diseño y construcción para la modificación de la rampa del puente peatonal de la Estación de TransMilenio "Campín".	
2.6	Estudio, diseño y construcción de una calzada con un carril paralelo a la calzada Norte-Sur de la Carrera 25 entre la Diagonal 61 C y la Calle 53 B, la cual servirá como vía de ingreso y salida del proyecto.	NO CUMPLE: Esta actividad ya no aplica, tomando en consideración que la misma sería para la operación del edificio múltiple.
2.7	Implementación de un carril de desaceleración sobre el acceso vehicular por la Diagonal 61 C.	
2.8	Implementación de un carril de incorporación al flujo que circula en sentido Oriente-Occidente, para la salida vehicular planteada sobre la Diagonal 61 C.	
2.9	Construcción de una vía de carácter público subterránea entre la Diagonal 61 C y la Carrera 24, en doble sentido, con dos carriles de 3.5 m cada uno.	NO CUMPLE: La construcción de esta vía se está evaluando con la posibilidad del desarrollo del parqueadero subterráneo que brinde el servicio al proyecto

Fuente: elaboración propia a partir de UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Plan De Regularización y Manejo de la Unidad Deportiva El Campín, Centro de Extensión Académica, Bogotá, 2011., p 119

Figura 10. Propuesta renovaci3n urbanistica PMR-UDC.



Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Plan De Regularizaci3n y Manejo de la Unidad Deportiva El Camp3n, Centro de Extensi3n Acad3mica, Bogot3, 2011., p 130

**2.3.2 Sistema de Transporte.** La informaci3n referente al sistema de transporte fue obtenida a trav3s de las plataformas digitales de Mapas Bogot3, el 3rea de influencia que enmarca al proyecto se encuentra directamente relacionada con el Sistema de Transporte Masivo Transmilenio (STM), y el Sistema Integrado de Transporte P3blico (SITP). Inicialmente, el acompa1amiento t3cnico se bas3 en la revisi3n de toda la informaci3n disponible de los paraderos existentes teniendo en cuenta sus caracter3sticas. Del mismo modo, se elabor3 la descripci3n de las rutas de transporte p3blico colectivo que circulan por las vialidades de la zona de influencia.

- **Paraderos de Transporte P3blico:** Dentro del acompa1amiento t3cnico se realiz3 la localizaci3n de cada uno de los paraderos del SITP y de las estaciones del STM. La Figura 11, muestra la ubicaci3n de 2 estaciones del STM y 16 paraderos del SITP incluidos dentro de la zona de influencia del proyecto. En la Tabla 8, se dan a conocer las principales caracter3sticas de los elementos encontrados tales como: c3digo, ubicaci3n, sentido, ruta mobiliario y se1alizacion, las cuales permitir3n definir el comportamiento de los veh3culos tipo bus dentro de la corriente de flujo vehicular y algunas caracter3sticas de los peatones, estos par3metros permitir3n estructurar la micro-modelaci3n del escenario actual.

Tabla 8. Caracterización de paraderos del SITP y estaciones del STM

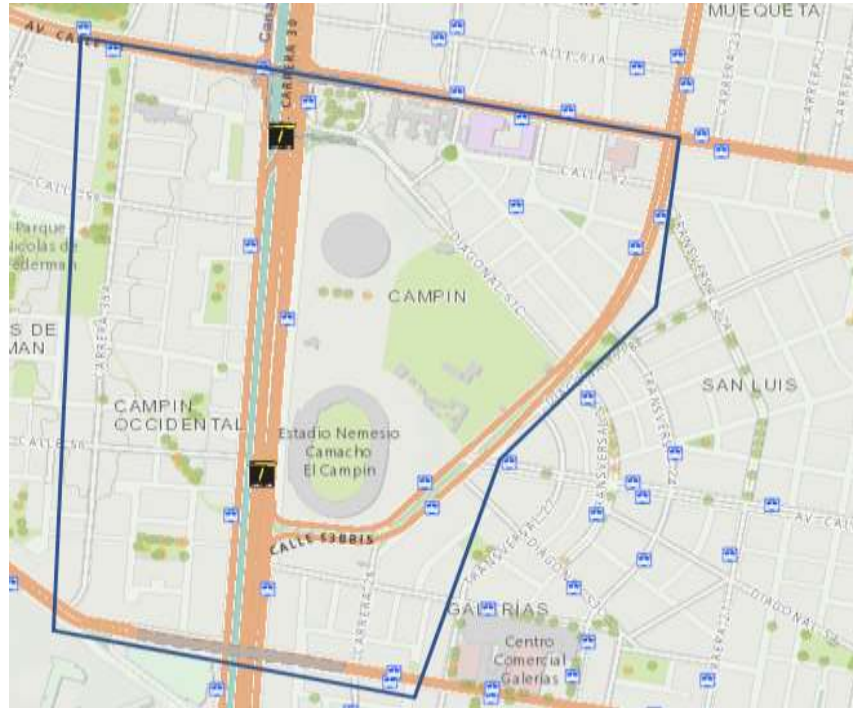
N°	ID.	UBICACIÓN	DIRECCIÓN	SENTIDO	RUTAS	SEÑALIZACIÓN	MOBILIARIO
1	259A00	Br. Galerías	AC 53 - KR 28	E-W	Z7, C115,C41, 367, 228, 135, 132, 15	SI	SI
2	038A00	Br. Galerías	AC 53 - KR 27A	E-W	Z7, C115,C41, 367, 228, 135, 132, 15	SI	SI
3	017A00	Br. Quinta Mutis	AC 63 - KR 26	E-W	14, 23, 59 B, 112A, 142, 341, C31, C33A, C105, P500	SI	SI
4	019A00	IED Alemania Solidaria	AC 63 - KR 28	E-W	14, 23, 59 B, 112A, 142, 341, C31,T33, C4, 621, C33A, C105, P500	SI	NO
5	018A00	Col Nuestra Señora del Pilar	AC 63 - KR 27	W-E	14, 23, 59 B, 112A, 142, 341, C31,T33, C4, 621, C33A, C105, P500	SI	SI
6	170A00	El Campín	AK 24 - DG 61D Bis	N-S	91, 112A, 112B, 128, 914B,	SI	SI
7	271A00	Estadio el Campín	AK 24 - CL 53B	N-S	97, 492	SI	SI
8	272A00	Br. Galerías	TV 24 - CL 53B	S-N	SE14	SI	SI
9	341A00	San Luis CL 61F	AK 24 - CL 61F	S-N	91, 112A, 112B, 128, 914B, SE14	SI	SI
10	112A05	Calle 63	AV. NQS - AC 63	N-S	191, 599, SE14, T11, T26, T163	SI	SI
11	456A05	Br. Campín Occidental	AV. NQS - CL 58A	N-S	23, 192, 599, C31, SE14, T11, T26, T163	SI	NO
12	102A05	Estación EL Campín	AV. NQS - CL 53A Bis	N-S	23, 191, 599, C31, SE14, T11, T26, T163	SI	SI
13	208A00	Estadio El Campín	AV. NQS - CL 53	N-S	23, 191, 599, C31, SE14, T11, T26, T164	NO	NO
14	775A00	Coliseo El Campín	AV. NQS - CL 57B	S-N	23, 191, 599, C31, SE14, T11, T26, T163	SI	NO
15	181A00	Estación Coliseo	AV. NQS - CL 62	N-S	191, 599, T11, T26, T163.	SI	SI
16	780A00	Br. El Campín	KR 27 - DG 61D	S-N	23, C31	SI	NO
17	115	Estación Movistar Arena	Estacion de transporte masivo	S-N/N-S	4, 7, B72, H72	SI	SI
18	92	Estación El Campín	Estacion de transporte masivo	S-N/N-S	4, 7, C30, B11, G11, G30	SI	SI

Fuente: Elaboración propia a partir de SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá [En línea] < <https://mapas.bogota.gov.co> > [7 de Abril de 2019]

- **Rutas de Transporte Público:** El sistema de transporte público utilizado en la zona de influencia del Coliseo Movistar Arena, está compuesto por rutas del STM que circulan sobre la Avenida NQS y por rutas del SITP distribuidas en los diferentes corredores viales, tal como lo evidencia la Figura 12. Dentro del acompañamiento técnico, se recolectó la información donde se determinaron 32 rutas: 5 correspondientes al STM y las demás al SITP. En la Tabla 9, se describe cada ruta de acuerdo con su denominación, código, origen, destino y frecuencia de paso sobre los paraderos.



Figura 11. Ubicación de paraderos y estaciones de transporte público.



Fuente: Elaboración propia a partir de SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá [En línea] < <https://mapas.bogota.gov.co> > [7 de Abril de 2019]

Figura 12. Ubicación de rutas del STM y SITP.



Fuente: Elaboración propia a partir de SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá [En línea] < <https://mapas.bogota.gov.co> > [7 de Abril de 2019]

Tabla 9. Caracterización de Rutas de Transporte Público.

N°	ID RUTA	RUTA	DENOMINACIÓN	ORIGEN	DESTINO	LONGITUD
1	2490	15	Brasil - Marly	Kennedy	Neutra	20.49
2	2489	14	Betania - Chapinero Central	Kennedy	Neutra	18.57
3	2585	91	Bosa San Jose - Porciuncula	Bosa	Neutra	30.6
4	2493	128	Villa Gladys - Centro	Engativá	Neutra	19.43
5	2079	132	Metrovivienda - Chapinero Central	Bosa	Neutra	53.46
6	2015	135	Jacqueline - Bosque Popular	Bosa	Engativá	25.85
7	2494	142	Engativa - Centro	Engativá	Neutra	22.45
8	2200	228	Aguas Claras - Villa Teresita	Engativá	San Cristóbal	30.68
9	2609	341	Metrovivienda - La Estrellita	Bosa	Usaquén	43.79
10	2610	367	Porciuncula - San Bernardino	Bosa	Neutra	50.83
11	1304	492	Engativa - Palermo	Engativá	Neutra	17.78
12	2466	621	Bach1e - Santo Domingo	Calle 80	Perdomo	36.2
13	2625	112B	Bachu3 - Centro Internacional	Calle 80	Kennedy	42.07
14	2383	59B	Cortijo - Chapinero	Calle 80	Neutra	37.2
15	2368	914B	Bach	Usme	Calle 80	38.63
16	2515	C105	Jacqueline - Chapinero	Bosa	Neutra	20.22
17	2517	C115	Jaqueline - El Retiro	Bosa	Neutra	24.46
18	2520	C31	Boita - Chapinero	Bosa	Neutra	17.68
19	2521	C33A	Tierra Buena - Cc Andino	Suba Oriental	Kennedy	24.82
20	2522	C41	Bachue - Germania	Calle 80	Neutra	18.55
21	2522	C41	Bachue - Germania	Calle 80	Neutra	18.55
22	2528	P500	Aeropuerto - Centro Andino	Engativá	Neutra	16.51
23	2003	SE14	Diana Turbay Cultivos - Engativa Centro	Ciudad Bolívar	Engativá	37.51
24	2275	T11	Alpes - Calle 222	Ciudad Bolívar	Suba Oriental	44.54
25	2281	T163	Perdomo - Calle 222	Suba Oriental	Perdomo	45.02
26	2009	T26	Palermo Sur - Unicentro	Usme	Usaquén	54.33
27	2329	Z7	Zn. In Alamos - Toberín	Engativá	Usaquén	27.81
28	2254	4	Servicio Ruta Fácil 4 Portal Del Sur- Héroes	Portal Sur	Heroes	22.1
29	2278	7	Servicio Ruta Fácil 7 Ricaurte - Portal Suba	Ricaurte	Portal Suba	9.7
30	2302	B11 - G11	Ruta Troncal B11 Portal Del Sur - Terminal	Portal Del Sur	Terminal Norte	28.35
31	2326	B72 - H72	Ruta Troncal B72 Portal Usme - Toberín	Usme	Toberín	29.23
32	2350	G30 - C30	Ruta Troncal C30 Portal Del Sur - Portal Suba	Portal Del Sur	Portal Suba	31.84

Fuente: Elaboración propia a partir de SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá [En línea] < <https://mapas.bogota.gov.co> > [7 de Abril de 2019]

**2.3.3 Estadísticas de Siniestralidad.** A partir de la información disponible en la página web del Sistema Integrado de Movilidad Urbana Regional SIMUR, a cargo de la SDM, dentro del acompañamiento técnico a este estudio de tránsito, se procede a efectuar el análisis de siniestralidad en la zona de influencia del Coliseo Movistar Arena. En la Figura 13, se muestra la localización de los puntos en los que se registraron siniestros viales. De acuerdo con los datos disponibles para el área de interés, se encontraron 2762 registros de eventos de siniestralidad entre Enero de 2007 y Diciembre de 2018, lo que permite inferir, que este sector presenta una alta tasa de siniestros viales.

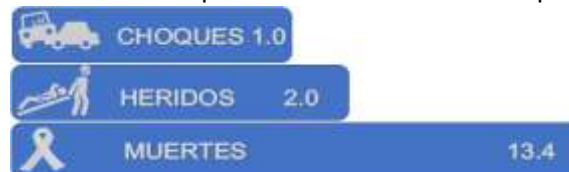
Figura 13. Localización de registros de Siniestralidad vial en el área de influencia.



Fuente: Elaboración propia a partir de SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá [En línea] < <https://mapas.bogota.gov.co> > [7 de Abril de 2019]

Uno de los análisis más representativos de siniestralidad vial corresponde a la estimación del número equivalente de eventos presentados de acuerdo a la gravedad de los mismos, tal como lo representa la Figura 14

Figura 14. Factores de ponderación de siniestros equivalentes.



Fuente: Elaboración propia a partir de FLÓREZ JIMÉNEZ, Adriana. Metodología para el análisis detallado de accidentes de tránsito en países en desarrollo. Bogotá D.C.: Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería 2015. 196 p.

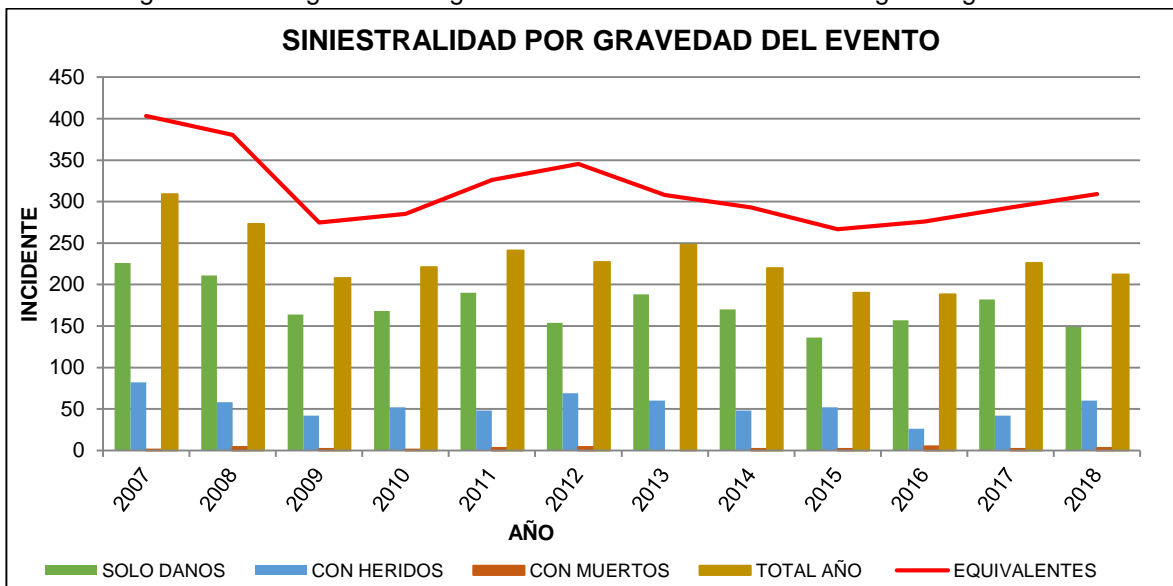
La Tabla 10, muestra los datos de siniestralidad organizados por año, según la gravedad y clase del evento registrado. De igual manera, se determina la equivalencia de los siniestros presentados y su composición. Esta información, se da a conocer de manera gráfica en la Figura 15.

Tabla 10. Incidente por gravedad de evento registrado

AÑO	INCIDENTES POR GRAVEDAD				
	SOLO DANOS	CON HERIDOS	CON MUERTOS	TOTAL AÑO	EQUIVALENTES
2007	226	82	1	309	403.4
2008	211	58	4	273	380.6
2009	164	42	2	208	274.8
2010	168	52	1	221	285.4
2011	190	48	3	241	326.2
2012	154	69	4	227	345.6
2013	188	60	0	248	308
2014	170	48	2	220	292.8
2015	136	52	2	190	266.8
2016	157	26	5	188	276
2017	182	42	2	226	292.8
2018	149	60	3	212	309.2
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>2095</b>	<b>639</b>	<b>29</b>	<b>2763</b>	<b>3761.6</b>
<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>76</b>	<b>23</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Histograma de registros de Siniestralidad histórica según su gravedad



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 15, se evidencia que la tendencia general de los eventos presentados anualmente es decreciente, aunque en los últimos cuatro años su comportamiento ha permanecido constante. De los incidentes ocurridos en el periodo analizado, el 76% refleja los siniestros donde sólo se presentaron daños materiales, seguido de aproximadamente un 23% de los casos donde hubo lesiones en los implicados y un 1% representa eventos con mortalidad tal como lo presenta la Figura 16.

Figura 16. Composición de siniestralidad histórica según su gravedad.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la gravedad de los eventos registrados, se realizó una clasificación anual por tipo de incidente con el fin de obtener una caracterización más discreta de la siniestralidad en el área de influencia. En la Tabla 11, se registra la siniestralidad anual según el tipo de incidente.

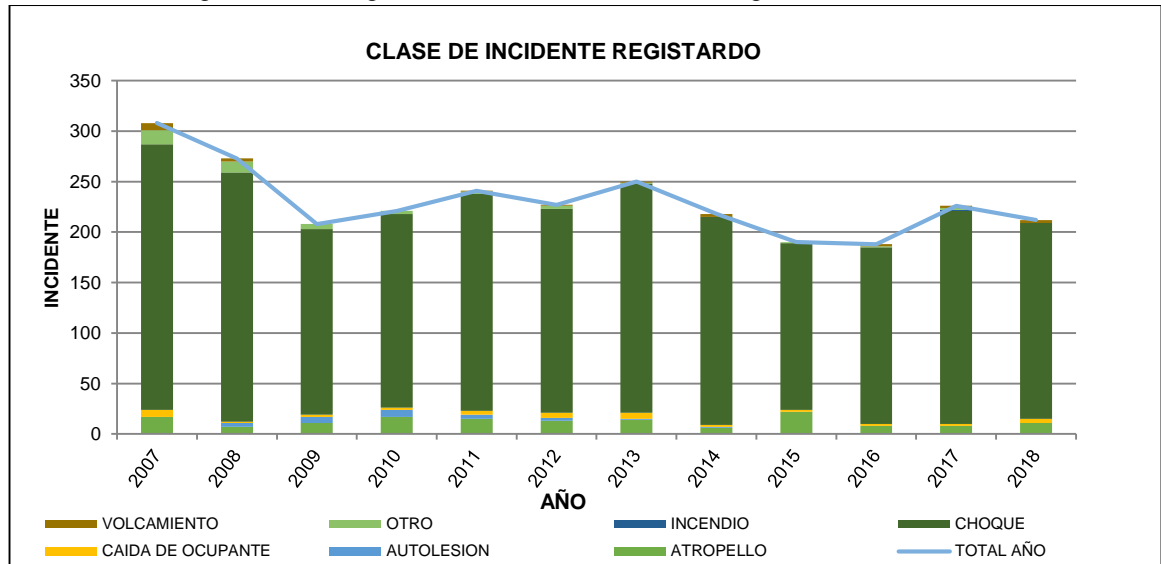
Tabla 11. Registros de siniestralidad anual según clase de evento.

AÑO	TIPO DE INCIDENTE REGISTRADO							TOTAL AÑO
	ATROPELLO	AUTOLESIÓN	CAÍDA DE OCUPANTE	CHOQUE	INCENDIO	OTRO	VOLCAMIENTO	
2007	17	0	7	263	0	14	7	308
2008	7	4	1	247	0	11	3	273
2009	11	6	2	184	0	5	0	208
2010	17	7	2	192	0	3	0	221
2011	15	4	4	215	0	2	1	241
2012	13	3	5	202	0	3	1	227
2013	14	1	6	227	0	1	1	250
2014	6	1	2	206	0	0	3	218
2015	22	0	2	165	0	1	0	190
2016	8	0	2	175	0	1	2	188
2017	8	0	2	211	1	2	2	226
2018	11	0	4	194	0	0	3	212
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>149</b>	<b>26</b>	<b>39</b>	<b>2481</b>	<b>1</b>	<b>43</b>	<b>23</b>	<b>2762</b>
<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	<b>0.036</b>	<b>2</b>	<b>0.8</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia.



Figura 17. Histograma de siniestralidad anual según clase de evento.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 17, se presentan en promedio 230 incidentes por año con un comportamiento decreciente durante todo el periodo de análisis, el incidente que más predomina es choque entre vehículos. En la Figura 18, se presenta la composición porcentual del tipo de incidentes registrados en el área de influencia.

Figura 18. Composición de siniestralidad histórica según clase de evento

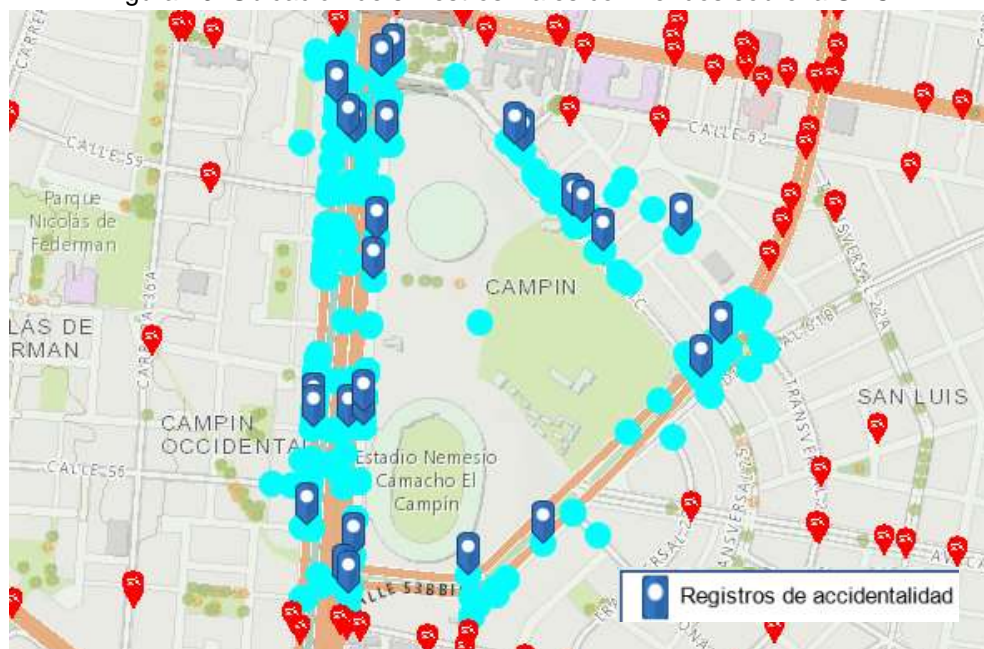


Fuente: Elaboración propia.

Se puede establecer en la figura m6, que la principal modalidad de accidentes registrados es la de choques, entre vehículos con un 90%, seguida de la modalidad de atropello con 5% y el otro 5% restante, corresponde a las modalidades de caída de ocupante, autolesión, volcamiento, incendio, otros.

Teniendo en cuenta que, en el área de influencia se presentan incidentes que afectan directamente la integridad de los peatones y demás usuarios de la vía, es necesario identificar la ubicación, tipo de incidente, periodo de análisis y el área perimetral de la UDC. De acuerdo con lo anterior, se ubican los siniestros viales que involucraron personas heridas, en la Figura 19, se identifican los puntos críticos en los cuales se presentan este tipo de incidentes, la mayor parte se presentan sobre la Avenida Ciudad de Quito cerca a las estaciones del STM, seguido de algunos siniestros localizados sobre la Diagonal 61 C, tal como se evidencia en la Figura 19.

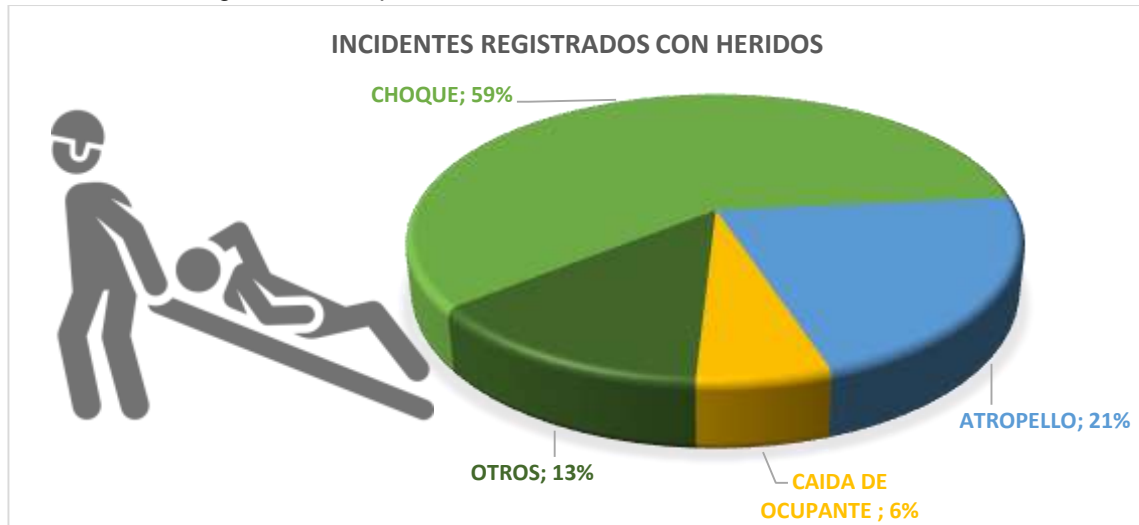
Figura 19. Ubicación de siniestros viales con heridos sobre la UDC.



Fuente: Elaboración propia a partir de SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá [En línea] < <https://mapas.bogota.gov.co> > [16 de Abril de 2019]

En la Figura 20, se muestra que el 59% de los siniestros que involucran personas heridas son producidas por choques, el 21% se debe a atropellos, el 6% a caída de ocupantes y 13% obedece a distintos eventos (caída de ocupante, autolesión, volcamiento, incendio, otros).

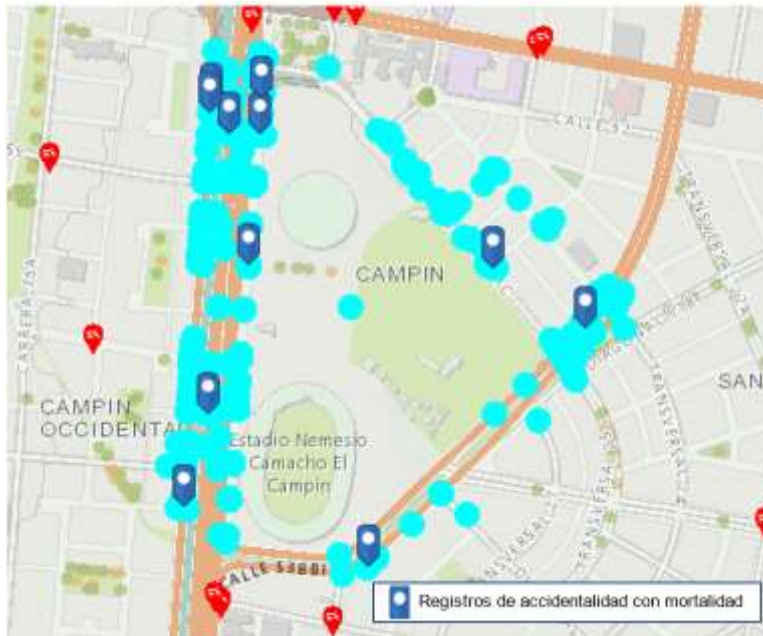
Figura 20. Composición de siniestros con heridos sobre la UDC.



Fuente: Elaboración propia.

Es de vital importancia tener claras las condiciones en las cuales se presentaron incidentes con pérdidas de vidas humanas. En la Figura 21, se identifican los puntos críticos en los cuales se presentan incidentes con mortalidad en el área perimetral de la UDC.

Figura 21. Ubicación de puntos de siniestralidad con Mortalidad.

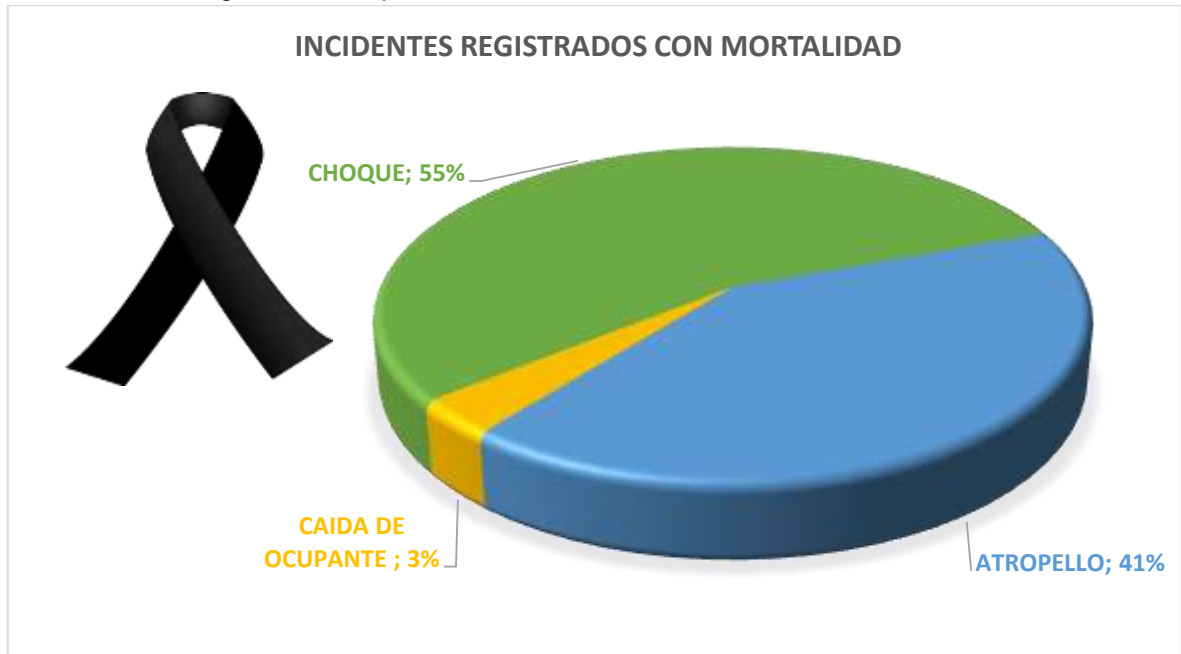


Fuente: Elaboración propia a partir de SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá. [En línea] < <https://mapas.bogota.gov.co> > [16 de Abril de 2019]



Como lo muestra la Figura 22, de los incidentes con mortalidad el 55% son generados por choques, el 41% por atropellos y lo restante por la caída de ocupantes.

Figura 22. Composición de siniestros con Mortalidad sobre la UDC.



Fuente: Elaboración propia.

## 2.4 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA

En el marco del acompañamiento técnico y logístico de este estudio, sobre la malla vial de la zona de influencia, se caracterizaron las condiciones actuales de operación del tránsito de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Manual de Planeación para la Administración del Tránsito y el Transporte<sup>31</sup>, donde establece tres etapas para la realización de estudios de campo; planeación, ejecución y análisis de resultados. En este numeral se presentan las dos primeras etapas para los estudios de volúmenes vehiculares y peatones, la caracterización parqueaderos y elaboración de inventarios viales.

El objetivo general del estudio de tránsito corresponde a la mitigación de los impactos generados por la utilización del Coliseo Movistar Arena sobre la movilidad

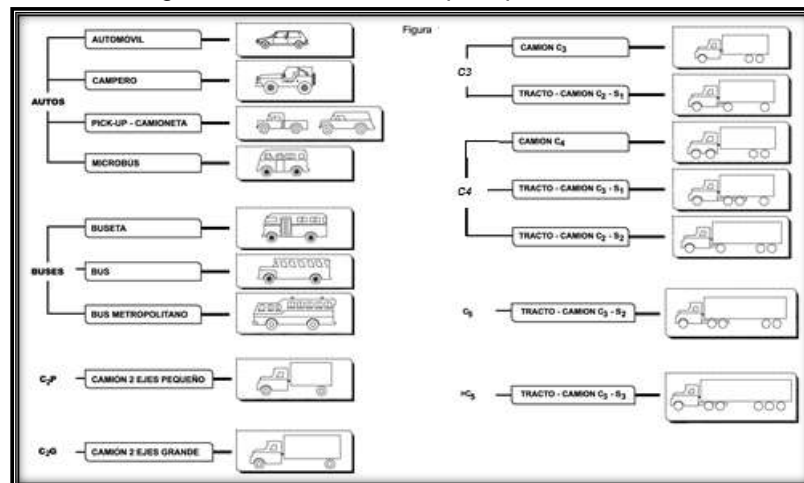
<sup>31</sup> ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, Estudios de tránsito para tránsito vehicular. En: Manual de Planeación para la Administración del Tránsito y el Transporte. Tomo III, 2 ed. Bogotá, 2005.

en la ciudad, en primera medida se realiza una reunión entre VCR Ingeniería Ltda, IDRD y SDM, donde se concreta la medición de dichos impactos el día Martes 4 de Diciembre de 2018, en un periodo de toma de información no menor a ocho (8) horas, durante el Concierto Filarmónico de Davivienda debido a un número importante de viajes atraídos. Para la realización de todas las actividades de trabajo de campo necesarias para caracterizar la oferta y la demanda de la zona de influencia del Coliseo Movistar Arena, a continuación se presenta la descripción de cada estudio realizado.

**2.4.1 Volúmenes Vehiculares.** Dentro del marco del acompañamiento técnico y logístico se realizó la planeación de este estudio tiene como objetivo definir la metodología que permita registrar el número de vehículos que pasan por un punto, entran a una intersección o usan parte de una vía, clasificándolos por sus características de peso y dimensiones, que permiten establecer el tipo de vehículo, de acuerdo con el sentido del flujo y tipo de movimiento (Directo, Giros a Derecha o Izquierda), los aforos se discriminarán por tipo de vehículo de la siguiente manera:

- **Livianos:** Corresponden a los vehículos livianos de cuatro llantas, tales como vehículos de pasajeros, jeeps, vans, pick-up y microbuses.
- **Buses:** incluyen los buses y busetas, discriminados por buses del Transporte Público Convencional, rutas del SITP y vehículos escolares.
- **Camiones:** corresponde a los vehículos de carga de más de 1 tonelada, discriminados de acuerdo con el número de ejes, como se muestra en la Figura 23.
- **Motos:** Vehículos de dos ruedas impulsados por un motor que acciona la rueda trasera.

Figura 23. Discriminación por tipo de Vehículo.



Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Estimación del Tránsito de Diseño. En: Manual de Diseño de Pavimentos Flexibles para Medios y Altos Volúmenes de Tránsito. Cauca, 1998. p 14.

Partiendo del acompañamiento logístico la selección de las intersecciones a aforar, se tuvo en cuenta la clasificación vial por función, con el fin de obtener un diagnóstico detallado de la situación actual en el momento de utilización del escenario. La Figura 24, muestra la ubicación de los puntos de aforo vehicular, de esta manera se seleccionaron 6 intersecciones. La Tabla 12, muestra la ubicación, movimientos y cantidad de personal requerido para tomar la información correspondiente.

Tabla 12. Puntos de toma de información de volúmenes vehiculares en intersecciones.

INTERSECCIONES VEHICULARES				
PUNTO	DIRECCIÓN	NOMBRE	MOVIMIENTOS	AFORADORES
1	AV. CALLE 63 CON CARRERA 28	ESTACIÓN 1	2	2
2	CARRERA 36 CON CALLE 56	ESTACIÓN 2	12	4
3	DIAGONAL 61C CON CARRERA 26.	ESTACIÓN 3	3	2
4	DIAGONAL 61C CON CARRERA 28	ESTACIÓN 4	2	2
5	TRANSVERSAL 28 CON CALLE 57	ESTACIÓN 5	6	3
6	AV. CARRERA 30 CON CALLE 57 A	ESTACIÓN 6	3	2

Fuente: Elaboración propia.

En el marco de acompañamiento logístico, fue necesario la coordinación de la toma de información con personal total de 53 personas necesarias para caracterizar la demanda generada por el evento. Así mismo se recurrió a la base de datos de VRC Ingeniería Ltda, para contactar el personal idóneo que llevara a cabo el proceso de recolección de la información. El personal seleccionado se encuentra capacitado y cuenta con una amplia experiencia en la realización de este tipo de estudios.

En el desarrollo de la coordinación de la toma de información, todo el personal fue citado una hora y media de anticipación, frente a las instalaciones del Coliseo Movistar Arena, con el fin de organizar la logística de toma de información como se evidencia en la Figura 25. Inicialmente, se realizó un registro de asistencia al personal citado, posteriormente se asignó el tipo de estudio, ubicación y movimiento a aforar, finalmente se entregó a cada uno de los aforadores el material necesario para la recolección de la información.

Figura 24. Puntos de toma de información de volúmenes vehiculares en intersecciones.



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

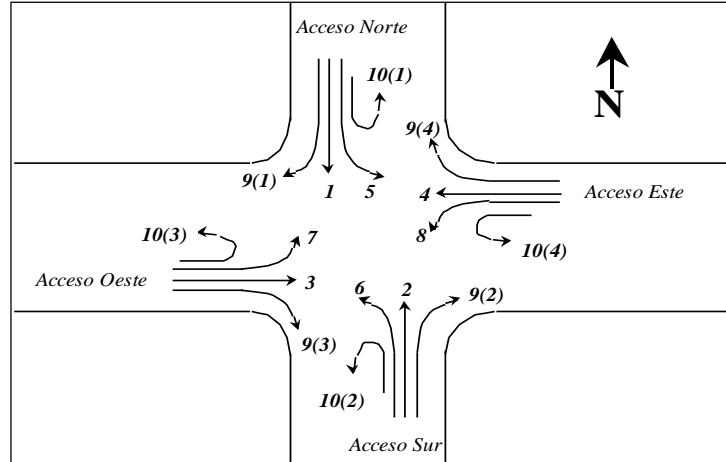
La identificación de los movimientos vehiculares y peatonales se adoptó la codificación empleada por la Norma RILSA, la cual, es utilizada a nivel internacional y se representa gráficamente en la Figura 26.

Figura 25. Personal de toma de información primaria.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26. Codificación internacional norma RILSA, movimientos direccionales.



Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ Estudios de campo para tránsito vehicular. En: Manual de Planeación para la Administración del Tránsito y el Transporte. Tomo III, 2 ed. Bogotá, 2005. p.5-8

En la Figura 28, se describen los puntos donde se tomó la información correspondiente a volúmenes vehiculares en intersecciones y se muestran los movimientos aforados en cada intersección.

Figura 27. Registro de volúmenes vehiculares Transversal 28 con Calle 57



Fuente: Elaboración propia.

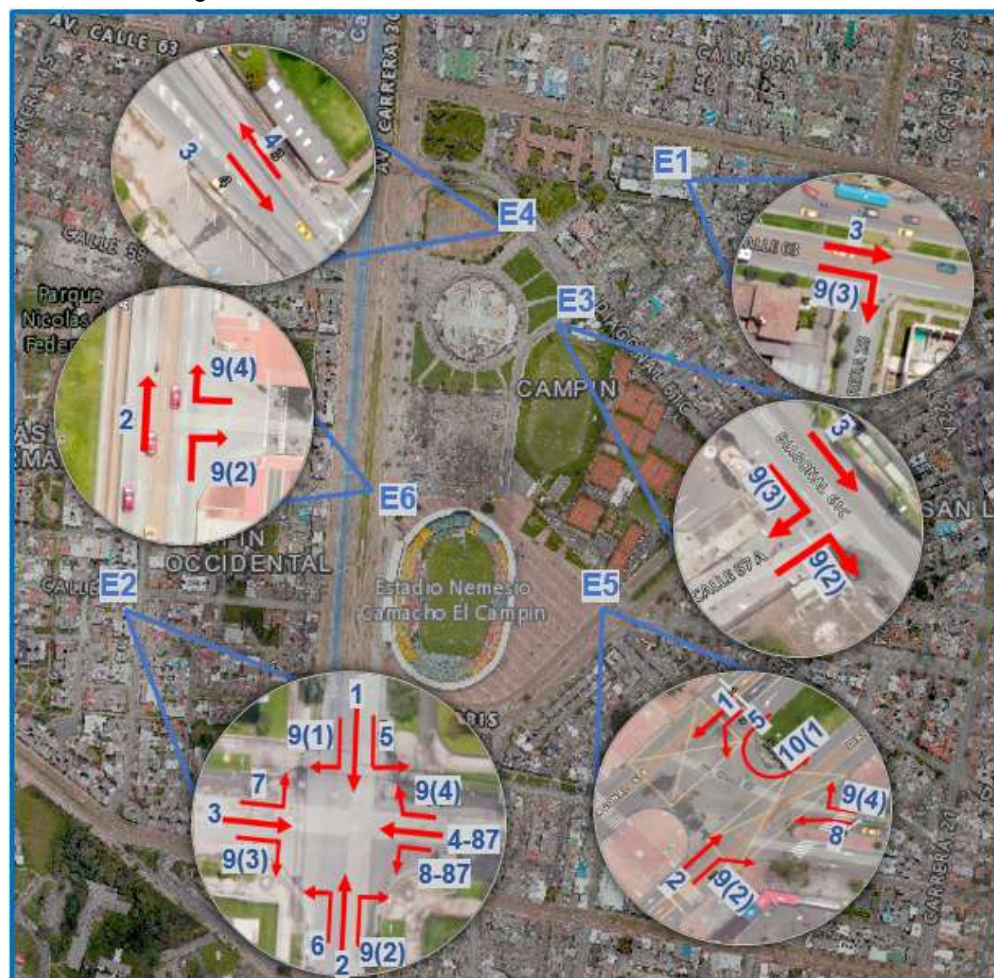
Los formatos de aforo utilizados para la toma de información de volúmenes vehiculares, peatonales, accesos a parqueaderos y estacionamiento en vía pública se presentan en el Anexo 2.1. La información, se registró en formatos de campo con



períodos de 15 minutos, clasificándolos de acuerdo con el tipo de movimiento y tipo de vehículo (auto, bus y camión) o peatones, cada planilla de volúmenes fue diligenciada por el aforador asignado a cada estación y movimiento, agregando información referente a: identificación del aforador, ubicación espacial y temporal, control secuencial, condiciones climatológicas, identificación de movimiento y sentido y las observaciones pertinentes a juicio del aforador con visto del supervisor.

Capacitado y distribuido el personal en los diferentes puntos de toma información, se procede a la recolección de la información primaria a partir de las 16:00 hasta las 24:00. En cuanto a la toma de volúmenes vehiculares en intersecciones, la Figura 27 da a conocer el registro fotográfico de toma información en la intersección de la Transversal 28 con Calle 57. (El registro fotográfico de las demás intersecciones se presenta en el Anexo 1.2).

Figura 28. Ubicación de toma de volúmenes vehiculares.



Fuente: Elaboración propia.

**2.4.2 Volúmenes Peatonales.** Para la planeación de los conteos de tránsito peatonal, se tiene en cuenta que, el objetivo es registrar el número de personas que pasan por un punto o sección de vía, en cada una de las direcciones identificadas, de acuerdo con el sentido del flujo y tipo de movimiento, de tal manera que se identifiquen los sitios críticos de flujos peatonales.

En este caso, se tendrán en cuenta los volúmenes peatonales generados por la utilización del Coliseo Movistar Arena sobre diferentes puntos de la zona de influencia y sobre los accesos habilitados para el ingreso al escenario. De acuerdo con la organización del evento, se establecen cinco accesos peatonales disponibles y cinco intersecciones peatonales perimetrales como se evidencia en la Figura 29. Para este estudio, fue necesario la colaboración de 22 aforadores distribuidos como lo muestra la Tabla 13.

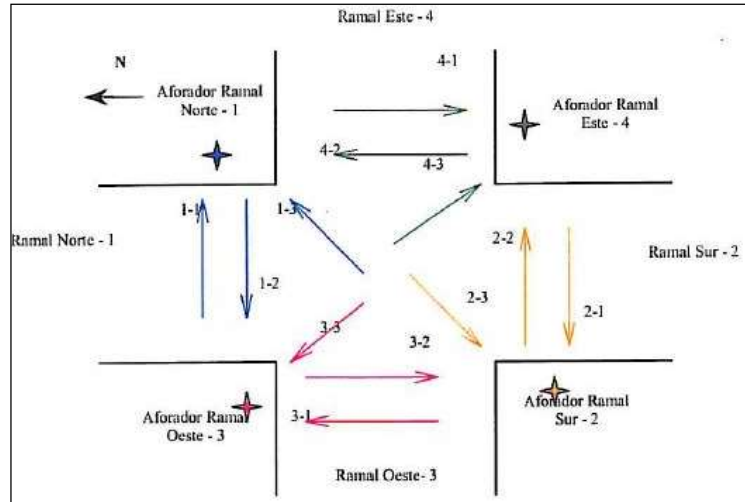
Figura 29. Ubicación toma de información volúmenes peatonales.



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

De igual manera que en el estudio de volúmenes vehiculares, la codificación de los movimientos se basó en la nomenclatura de la Norma Rilsa, como lo evidencia la Figura 30, (los formatos de campo utilizados para el registro de información se presentan en el Anexo 2.3). La Figura 31, muestra el registro fotográfico de toma de volúmenes peatonales sobre la Calle 57 A con Diagonal 61 C.

Figura 30. Nomenclatura de movimientos Peatonales norma RILSA



Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Estudios de campo usuarios. En: Manual de Planeación para la Administración del Tránsito y el Transporte. Tomo III, 2 ed. Bogotá, 2005. p.5-8

Tabla 13. Puntos de toma de información aforos peatonales.

ACCESOS PEATONALES COLISEO MOVISTAR ARENA			
PUNTO	DIRECCIÓN	MOVIMIENTOS	AFORADORES
1	ACCESO NORTE 1	2	2
2	ACCESO NORTE 2	2	2
3	ACCESO OCCIDENTE 3	2	2
4	ACCESO OCCIDENTE 4	2	2
5	ACCESO SUR 5	2	2
INTERSECCIONES PEATONALES			
INTERSECCIÓN	DIRECCIÓN	SENTIDO (MOV.)	AFORADORES
P1	CALLE 57A - ESTADIO EL CAMPÍN W	S-N, N-S (2)	2
P2	CALLE 57A - ESTADIO EL CAMPÍN E	E-W, W-E (2)	2
P3	CALLE 57A - COLISEO MOVISTAR ARENA	E-W, W-E (2)	2
P4	PUENTE PEATONAL EL CAMPIN	E-W, W-E (2)	4
P5	CALLE 57 A - DIAGONAL 61 C	E-W, W-E, S-N, N-S (4)	2
P6	PUENTE PEATONAL MOVISTAR ARENA	E-W, W-E (2)	2

Fuente: Elaboración propia.



Figura 31. Registro de volúmenes peatonales Calle 57 a con Diagonal 61 C



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 32, se representan los puntos de toma de información de volúmenes peatonales en intersecciones y los accesos al escenario discriminando los movimientos en cada punto evaluado.

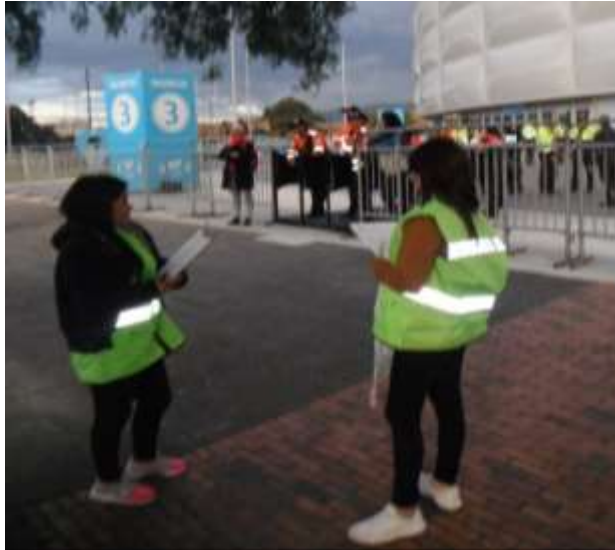
Figura 32. Ubicación de toma de volúmenes peatonales.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 33, muestra el registro fotográfico de la toma de información de volúmenes peatonales sobre los accesos al escenario, (el registro fotográfico de los demás puntos de toma de información se presenta en el Anexo 1.2).

Figura 33. Registro de peatones en accesos del escenario.



Fuente: Elaboración propia.

**2.4.3 Caracterización de Parqueaderos.** Teniendo en cuenta la atracción de viajes generada por la utilización del escenario, se debe caracterizar el sistema de parqueaderos tanto de la UDC como los demás presentes en la zona de influencia, de igual manera es necesario caracterizar los estacionamientos presentados en vía pública en el momento de realización de un evento.

**2.4.3.1 Parqueaderos existentes.** Este estudio se basa en un recorrido de campo realizado, donde se evidenciaron cuatro parqueaderos disponibles al público descritos en la Figura 34, la UDC, dispone de tres de éstos elementos y un último establecido al costado occidental de la Avenida Ciudad de Quito. VRC Ingeniería Ltda, llevo a cabo una reunión con las empresas encargadas de la operación de estos parqueaderos (Parking y La Terminal), donde se determinó la ubicación, capacidad, y área disponible tal como lo muestra la Tabla 14.

Figura 34. Puntos de toma de información de volúmenes vehiculares en parqueaderos.



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

Tabla 14. Caracterización de parqueaderos.

PARQUEADEROS						
PUNTO	DENOMINACIÓN	DIRECCIÓN	CAPACIDAD		ÁREA APROX.(m2)	
1	Estadio Norte	Av. Carrera 30 #59 -21	639		14.172	
2	Estadio Sur	Cra. 28 #53b-45 A 53b-37	335		6732	
3	Parqueadero Autos De La 30	Calle 57a #35-93	18		312	
4	Movistar Arena	Av. Carrera 30 #59 -21	Vehículos	340	Edificio (4 Pisos )	5512
			Motocicletas	18	Bahía	432
			Bicicletas	100	Bahía Emergencia	653

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los parqueaderos Estadio Norte y Estadio Sur, se encuentran a cargo de la empresa La Terminal S.A., éstos cuentan con superficies en concreto asfáltico y presentan un estado regular (daños de fisuras superficiales) que contribuye al rápido deterioro del mismo, la demarcación encontrada y los carriles de servicio no optimizan la utilización del área disponible en cada parqueadero, tal como se evidencia en las Figura 35 y Figura 36.



Figura 35. Parqueadero Norte del Estadio el Campin



Fuente: Elaboración propia.

Figura 36. Parqueadero Sur del Estadio el Campin



Fuente: Elaboración propia.

El parqueadero situado dentro de las instalaciones del Coliseo Movistar Arena, está a cargo de la empresa Parking S.A., cuenta con cuatro plantas y una bahía exterior en óptimas condiciones estructurales, el sistema con el que opera el parqueadero se rige de acuerdo con la empresa Colombiana de Escenarios, la cual establece las condiciones de operación para cada evento, donde casi siempre se encuentran reservados (para clientes movistar) las unidades de estacionamiento de los pisos 2 y 4 con 82 y 81 cupos respectivamente. Por otra parte, para el ingreso de los vehículos al parqueadero del escenario, se cuenta con una logística de 20 operarios vinculados dentro del Plan de Manejo de Tránsito (PMT), el cual se realiza para cada evento. De igual manera, en el plan de contingencia, se cuenta con 30 cupos disponibles en la bahía externa para vehículos de emergencia y seguridad. En la Figura 37, se da a conocer la fachada del parqueadero y la bahía externa.

Figura 37. Parqueadero Movistar Arena.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al parqueadero “Autos La 30”, se limita por la dimensión de sus instalaciones. Sin embargo, es importante tomar la información, ya que es el único dispuesto sobre la Avenida Ciudad de Quito dentro de la zona de influencia, en la Figura 38, se muestran estas instalaciones.

Figura 38. Parqueadero Autos la 30.



Fuente: Elaboración propia.

Para caracterizar la operación de los parqueaderos, se tomaron los volúmenes vehiculares en las entradas y salidas teniendo en cuenta la utilización del escenario. Esta información, se registró durante un periodo de 8 horas, al mismo tiempo con los volúmenes vehiculares en intersecciones. Al iniciar este estudio, se verificó la cantidad de vehículos estacionados en cada parqueadero para su posterior análisis.

Para la toma de información, fue necesario la ubicación de 6 aforadores en los diferentes puntos de acceso descritos en la Tabla 15.

Tabla 15. Puntos de toma de información de volúmenes vehiculares en parqueaderos.

PUNTO	DENOMINACIÓN	DIRECCIÓN	ACCESOS	AFORADORES
1	Estadio Norte A1	Av. Carrera 30 #59 -21	1	1
2	Estadio Norte A2	Av. Carrera 30 #59 -21	1	1
3	Estadio Sur	Cra. 28 #53b-45 A 53b-37	2	2
4	Parqueadero Autos De La 30	Calle 57a #35-93	1	1
5	Acceso Movistar Arena	Av. Carrera 30 #59 -21	1	1

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 39, muestra la toma del registro de volúmenes de entrada y salida del Parqueadero Estadio Norte, (el registro fotográfico de los demás parqueaderos se presenta en el anexo 1.3). En la Figura 40, se evidencian los puntos donde se tomaron los volúmenes vehiculares y los movimientos de entrada (flecha roja) y salida (flecha azul).

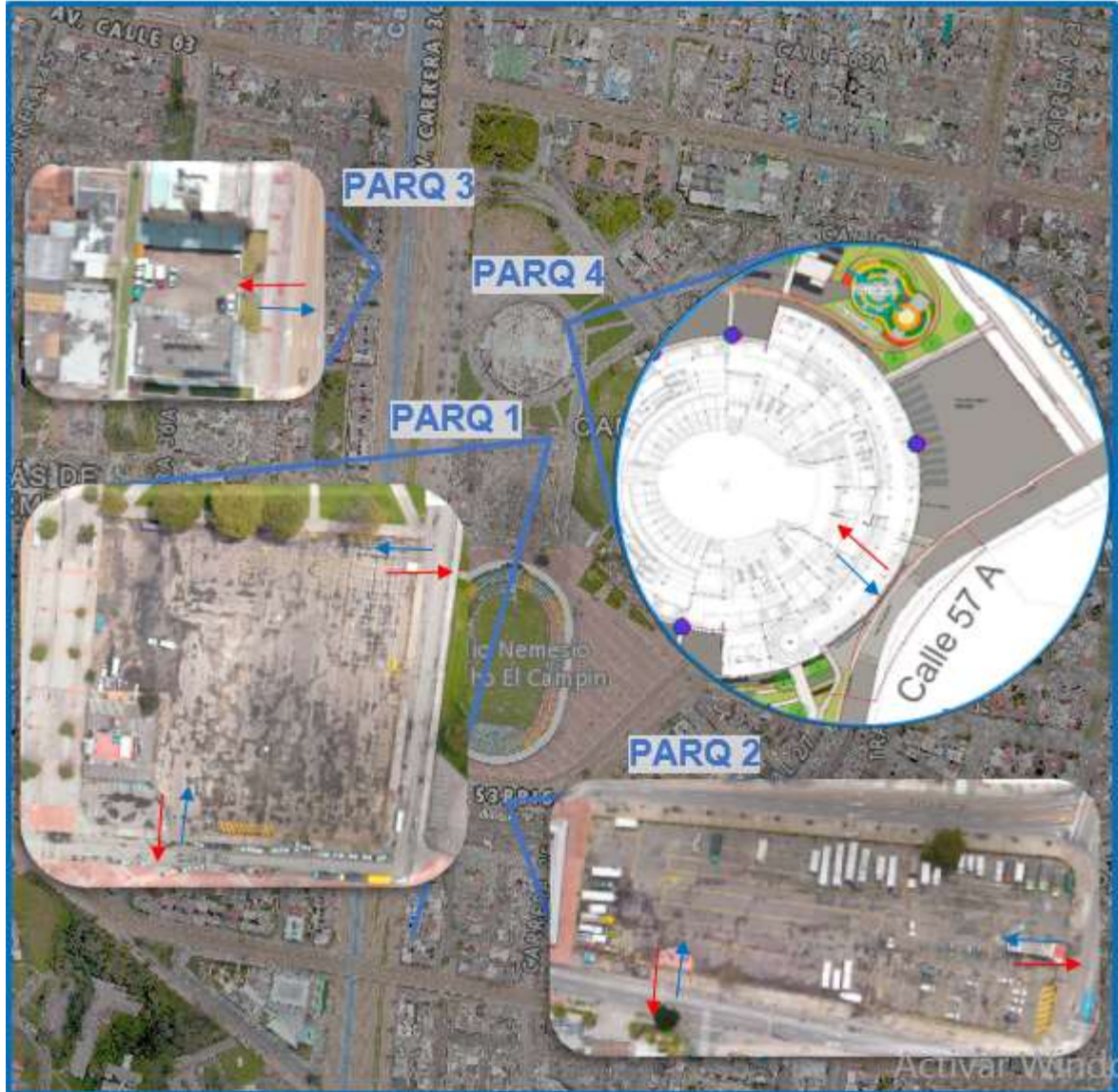
Figura 39. Registro de vehículos ingresando al Parqueadero Estadio Norte.



Fuente: Elaboración propia.



Figura 40. Ubicación de toma de volúmenes vehiculares en parqueaderos.



Fuente: Elaboración propia.

**2.4.3.2 Volúmenes de estacionamiento en vía pública:** En la planeación de este estudio, se tiene en cuenta el objetivo de conocer la cantidad de vehículos que ocupan espacio sobre la vía pública ocasionando afectaciones a la movilidad, instalaciones comerciales y accesos residenciales. Los tramos seleccionados se muestran en la Figura 41.

Se seleccionaron tramos viales de estacionamiento en vía pública en los costados oriental y occidental del Coliseo, el registro se realiza describiendo la placa de cada

vehículo y el tiempo de estacionamiento (ver formato de campo en Anexo 2.3). La Tabla 16, describe los tramos viales donde se tomó la información. De igual manera, la Figura 42, muestra el registro de placas sobre el tramo Carrera 35 A entre Calles 55 y 57.

Figura 41. Ubicación toma de información estacionamientos en vía.



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth, [12 de Enero de 2018].

Tabla 16. Puntos de toma de información de estacionamientos en vía.

ESTACIONAMIENTOS		
TRAMO	DIRECCIÓN	AFORADORES
1	CARREREAS 27 Y 27 A BIS ENTRE DIAG. 61 C Y 61 D	1
2	CARREREAS 26 Y 26 A BIS ENTRE DIAG. 61 C Y 61 D	
3	DIAGONAL 61 D ENTRE CARRERAS 28 Y 24	1
4	DIAGONAL 61 C ENTRE CARRERA 24 Y CALLE 57A	1
5	DIAGONAL 61 C BIS ENTRE CARRERA 24 Y CALLE 57A	1
6	CALLE 56 ENTRE AV. CARRERA 30 Y CARRERA 36 A	1
7	CALLE 57 A ENTRE AV. CARRERA 30 Y CARRERA 36 A	1
8	CARRERA 35 A ENTRE CALLES 55 Y 57 A	1
9	CARRERA 35 A ENTRE CALLES 57 A Y 58 A	
10	CALLE 59 ENTRE AV. CARRERA 30 Y CARRERA 36 A	1

Fuente: Elaboración propia.



Figura 42. Personal para toma de información estacionamientos en vía pública.



Fuente: Elaboración propia.

**2.4.3.3 Inventario de señalización:** Para el inventario de señalización se tuvo en cuenta la clasificación presentada en el numeral 1.1.3.7 Dispositivos de control. Inicialmente, se identificaron las señales verticales y horizontales existentes a través de un recorrido de campo de reconocimiento (Ver Anexo 1.1), a su vez, se evidenció el estado y función de las mismas. La Figura 43, muestra la demarcación de la Calle 62 con Carrera 27 A. La Figura 44, da a conocer, la señalización vertical existente de la Avenida Ciudad de Quito sentido Norte-Sur.

Una vez obtenida la evidencia en campo de la señalización existente, se elaboró un plano (Anexo 4.1) teniendo en cuenta los parámetros establecidos por la SDM. Este archivo, es un insumo fundamental para los diseños de señalización vertical y horizontal correspondientes a las medidas de mitigación contempladas en la culminación del proyecto. La Figura 45, muestra un ejemplo del inventario vial de la Carrera 28 con Diagonal 61 C.

Figura 43. Demarcación existente Calle 62 con Carrera 27 A.



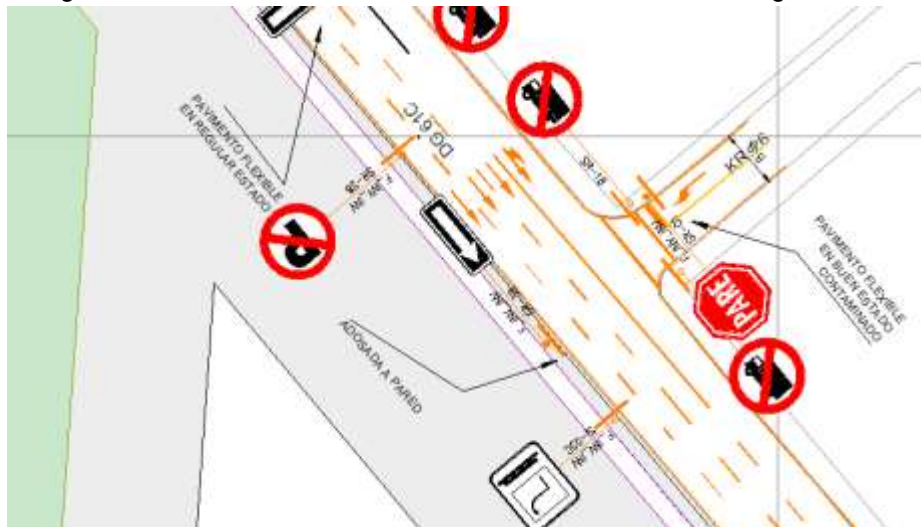
Fuente: Elaboración propia.

Figura 44. Señalización vertical avenida Ciudad de Quito sentido Norte-Sur.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 45. Inventario de señalización de la Carrera 28 con Diagonal 61 C



Fuente: Elaboración propia.

## 2.5 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PRIMARIA

La tercera etapa de un estudio de campo, corresponde al análisis de resultados y es base para el modelo de micro-simulación. De acuerdo con el acompañamiento logístico la información recolectada fue sometida a una revisión exhaustiva detectando posibles errores en el diligenciamiento, sumatorias o datos incoherentes, posteriormente se digitalizó con el uso de un libro Excel diseñado para este proyecto (Anexo 3).

Este libro electrónico fue diseñado bajo el marco del acompañamiento técnico al presente proyecto, en éste, se realizó un análisis estadístico detallado para cada punto o tramo en estudio. Así mismo, se presenta el tratamiento de la información secundaria. El objetivo fundamental de este libro electrónico, es dar a conocer los resultados del tratamiento de la información de manera más dinámica, sencilla y agradable, permitiendo a VRC ingeniería Ltda, optimizar la presentación de resultados. En la Figura 46, se da a conocer la portada de este elemento electrónico dinámico.

Figura 46. Portada principal del Libro Electrónico.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta en síntesis los resultados obtenidos del análisis realizado dentro del acompañamiento técnico y logístico de este proyecto.

**2.5.1 Análisis de volúmenes vehiculares.** El análisis se basó en la obtención de volúmenes horarios que permitieran conocer la composición vehicular, variación horaria y hora de máxima demanda (HMD) en cada movimiento, intersección y total de la red aforada. En general, se realizó el análisis de 29 movimientos correspondientes a las 6 estaciones. Esta información, se muestra de manera dinámica en el hipervínculo “Volúmenes vehiculares” en el (Anexo 3).

La Tabla 17, muestra los volúmenes horarios, discriminados por tipo de vehículo y seguido de su valor en vehículos mixtos y vehículos equivalentes de la intersección con mayor demanda. Los vehículos equivalentes representan un parámetro que permite evaluar bajo las mismas condiciones los distintos tipos de vehículos de acuerdo al peso y dimensión. La Figura 47, muestra los factores de equivalencia de los diferentes tipos de vehículos analizados.

Figura 47. Factores de vehículos equivalentes



Fuente: Elaboración propia a partir de INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Estimación del Tránsito de Diseño. En: Manual de Diseño de Pavimentos Flexibles para Medios y Altos Volúmenes de Tránsito. Cauca, 1998. p 14.

La HMD en la intersección anterior se presentó entre las 17:30 y las 18:30, lo cual indica la gran atracción de viajes generada por la utilización del escenario, en el histograma de la Figura 49, se evidencia la variación horaria del volumen de tránsito y el pico característico en este tipo de gráficos. De igual manera, se muestra que el volumen de vehículos equivalentes es inferior al volumen de vehículos mixtos, esto se debe a que el volumen de motocicletas es superior al de buses y camiones. En general, en la HMD, se evidenció un total de 5062 vehículos equivalentes, correspondientes a 5558 vehículos mixtos. La Figura 48, muestra la composición vehicular donde se evidencia que la mayor participación es de Autos con 62.4 %, seguida motos con 30.8%, buses con el 4.7% y camiones con el 4.1 %.

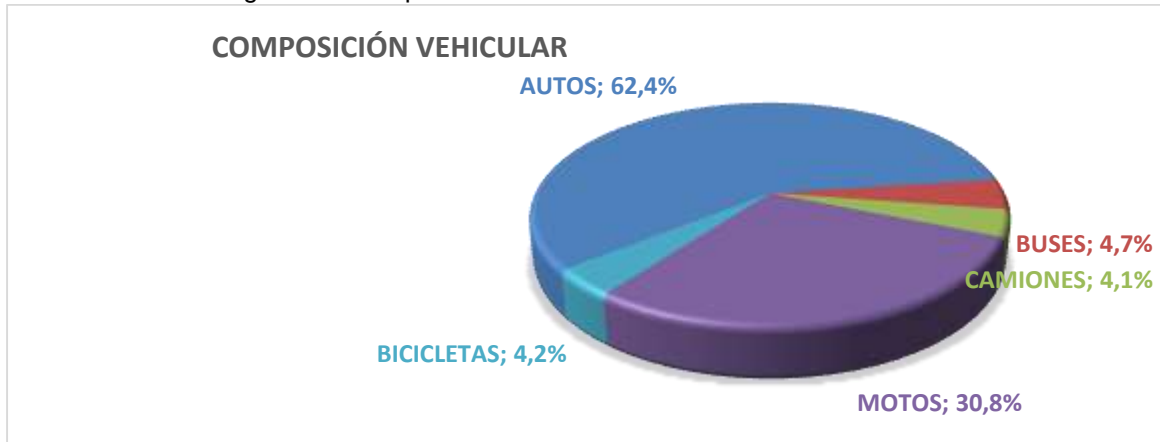
Tabla 17. Volúmenes vehiculares horarios. Av. Cra 30 x Calle 57A.

VOLÚMENES VEHICULARES HORARIOS									
	INTERVALO		AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	BICICLETAS	MIXTOS	EQUIVALENTES
	<b>Martes 4 de Diciembre del 2018</b>	16:00	17:00	2071	139	125	979	77	3391
16:15		17:15	2240	131	151	1145	114	3781	3463
16:30		17:30	2336	144	171	1166	153	3970	3650
16:45		17:45	2685	186	189	1327	212	4599	4214
17:00		18:00	2981	217	203	1424	227	5052	4657
17:15		18:15	3077	237	208	1561	211	5294	4873
17:30		18:30	3160	243	211	1735	209	5558	5062
17:45		18:45	2983	235	197	2008	179	5602	4967
18:00		19:00	2651	231	175	2040	149	5246	4585
18:15		19:15	2614	245	162	1760	119	4900	4401
18:30		19:30	2654	256	159	1704	73	4846	4423
18:45		19:45	2738	233	168	1241	38	4418	4248
19:00		20:00	2778	216	159	1014	29	4196	4117
19:15		20:15	2702	201	171	823	15	3912	3945
19:30		20:30	2575	184	153	564	16	3492	3609
19:45		20:45	2464	208	160	489	14	3335	3526
20:00		21:00	2469	185	145	448	15	3262	3427
20:15		21:15	2382	161	121	612	17	3293	3314
20:30		21:30	2211	125	112	678	11	3137	3081
20:45		21:45	2206	98	96	929	10	3339	3108
21:00		22:00	2250	103	107	1055	6	3521	3252
21:15		22:15	2334	93	102	1050	8	3587	3301
21:30		22:30	2439	105	113	1035	10	3702	3450
21:45		22:45	2415	107	123	822	9	3476	3348
22:00	23:00	2194	108	126	746	9	3183	3099	
22:15	23:15	1917	114	127	668	3	2829	2797	
22:30	23:30	1617	109	116	599	93	2534	2434	
22:45	23:45	1210	88	94	554	93	2039	1907	
23:00	00:00	1042	84	79	454	97	1756	1644	
<b>HORA DE MÁXIMA DEMANDA (18:15 - 19:15)</b>								<b>5062</b>	

Fuente: Elaboración propia.

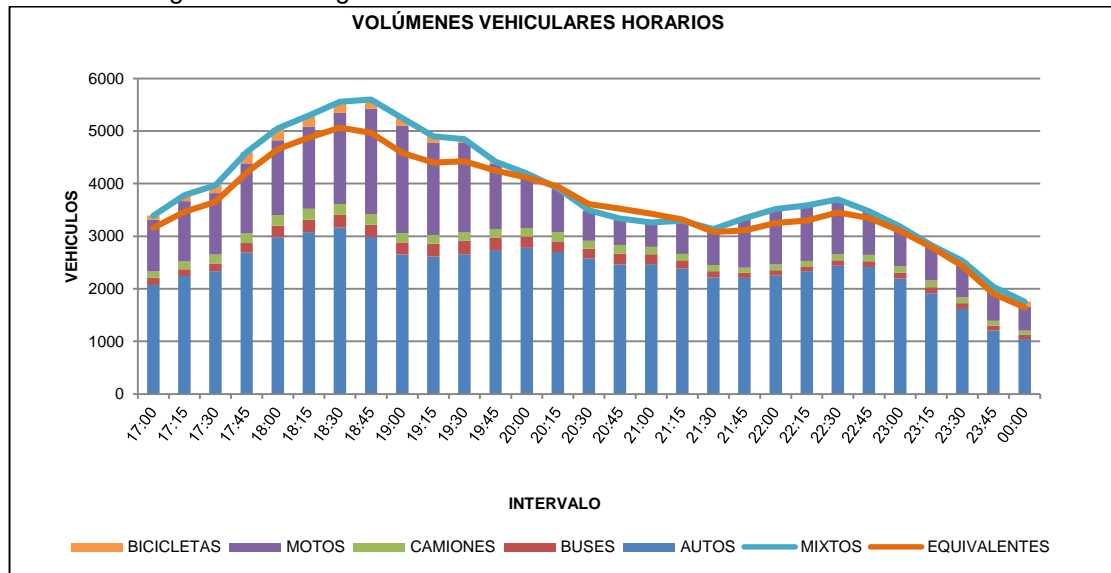


Figura 48. Composición vehicular de Av. CRA 30 x CLL 57A.



Fuente: Elaboración propia

Figura 49. Histograma volúmenes vehiculares Av. CRA 30 x CLL 57A.



Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de obtener a detalle la composición vehicular de cada movimiento aforado la Tabla 18, muestra para cada estación de aforo, la composición vehicular en cada movimiento correspondiente a la HMD de la red. Se evidencia que, el 33% del volumen total de la HMD pertenece a la estación 6, al costado Suroccidental del escenario, seguida de la estación 5 al costado Suroriental con un 19% y las demás estaciones se encuentran entre el 10% y 13% del total del volumen aforado.

Tabla 18. Composición HMD volúmenes vehiculares por movimiento.

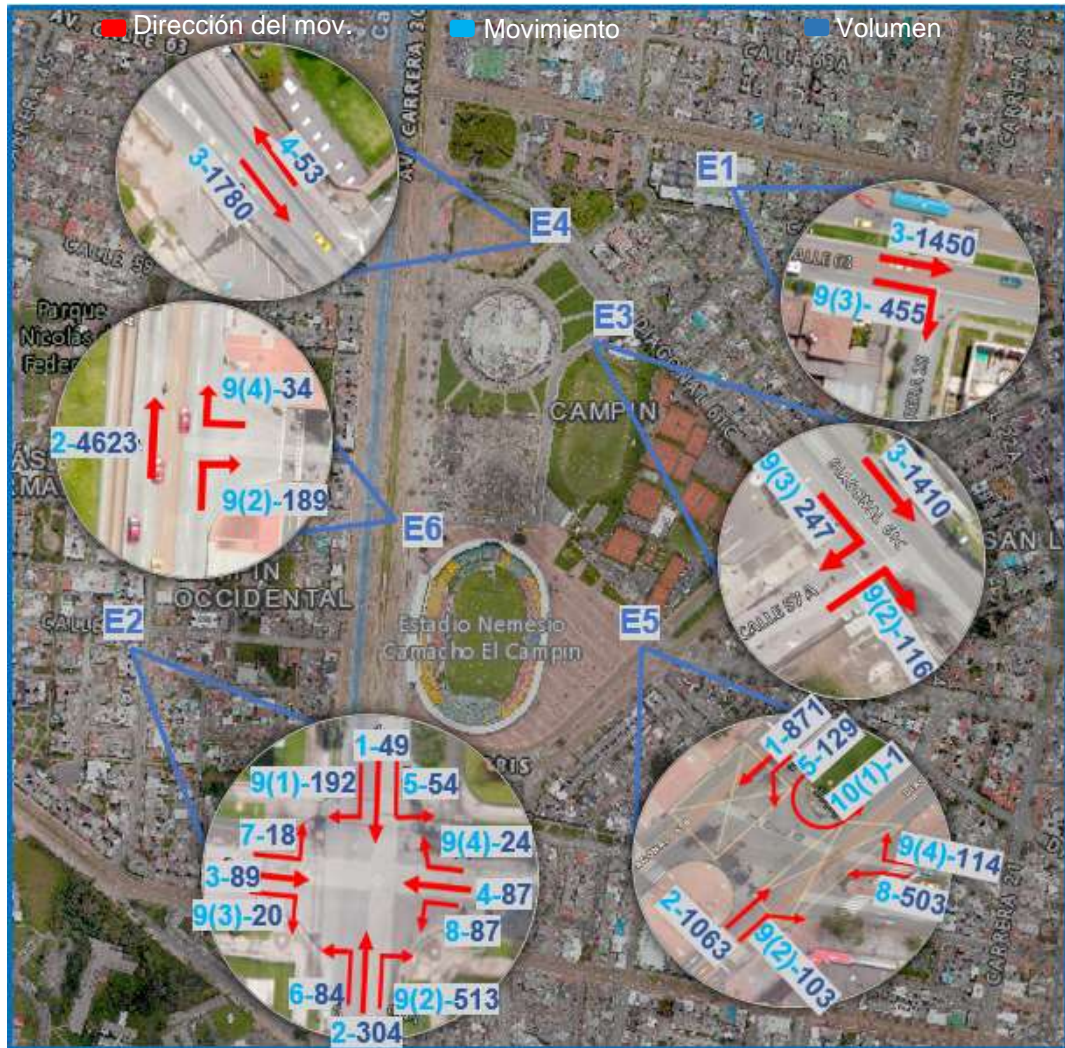
NOMBRE	DIRECCIÓN	HMD	MOV.	COMPOSICIÓN HMD						TOTAL		
				AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	BICI	TOTAL			
ESTACIÓN 1	AV. CLL 63 X CRA 28	18:30 19:30	3	1151	48	18	199	34	1450	100%	10%	13%
			9 (3)	79%	3%	1%	14%	2%	100%	3%		
ESTACIÓN 2	CRA 36 X CLL 56	18:15 19:15	1	437	1	3	14	0	455	100%	0%	10%
			9 (1)	96%	0%	1%	3%	0%	100%	1%		
			5	40	0	0	5	4	49	100%	0%	
			2	82%	0%	0%	10%	8%	100%	2%		
			9 (2)	179	0	0	9	4	192	100%	4%	
			6	93%	0%	0%	5%	2%	100%	1%		
			3	35	0	0	10	9	54	100%	1%	
			9 (3)	65%	0%	0%	19%	17%	100%	0%		
			7	263	0	5	31	5	304	100%	2%	
			4	87%	0%	2%	10%	2%	100%	1%		
			9 (4)	332	1	5	171	4	513	100%	0%	
			8	65%	0%	1%	33%	1%	100%	0%		
			5	77	0	0	7	0	84	100%	1%	
			9 (5)	92%	0%	0%	8%	0%	100%	0%		
			6	76	0	0	10	3	89	100%	1%	
			9 (6)	85%	0%	0%	11%	3%	100%	0%		
			7	15	0	0	4	1	20	100%	0%	
9 (7)	75%	0%	0%	20%	5%	100%	0%					
8	17	0	0	1	0	18	100%	0%				
9 (8)	94%	0%	0%	6%	0%	100%	0%					
9 (9)	74	0	1	6	6	87	100%	1%				
9 (10)	85%	0%	1%	7%	7%	100%	0%					
9 (11)	5	0	0	1	0	6	100%	0%				
9 (12)	83%	0%	0%	17%	0%	100%	0%					
9 (13)	21	0	0	2	1	24	100%	0%				
9 (14)	88%	0%	0%	8%	4%	100%	0%					
ESTACIÓN 3	DG 61C X CRA 26.	18:15 19:15	3	1233	18	13	131	15	1410	100%	10%	12%
			9 (3)	87%	1%	1%	9%	1%	100%	2%		
			9 (2)	243	0	0	3	1	247	100%	1%	
ESTACIÓN 4	DG 61C X CRA 28	19:00 20:00	3	98%	0%	0%	1%	0%	100%	1%	13%	
			4	104	2	3	2	5	116	100%		0%
ESTACIÓN 5	TV 28 X CLL 57	18:15 19:15	1	1377	37	26	290	50	1780	100%	12%	19%
			5	77%	2%	1%	16%	3%	100%	0%		
			10(1)	34	0	0	10	9	53	100%	0%	
			2	64%	0%	0%	19%	17%	100%	6%		
			9(2)	634	1	9	179	48	871	100%	1%	
			8	73%	0%	1%	21%	6%	100%	0%		
			9(4)	102	0	4	21	2	129	100%	7%	
			9(3)	79%	0%	3%	16%	2%	100%	1%		
			9(1)	1	0	0	0	0	1	100%	3%	
			9(5)	795	16	29	212	11	1063	100%	1%	
ESTACIÓN 6	AV. CRA 30 X CLL 57 A	17:30 18:30	2	75%	2%	3%	20%	1%	100%	32%	33%	
			9(4)	72	0	3	26	2	103	100%		1%
			9(2)	70%	0%	3%	25%	2%	100%	1%		
			9(1)	462	15	2	21	3	503	100%		1%
			9(2)	92%	3%	0%	4%	1%	100%	0%		
9(2)	83	0	3	26	2	114	100%	1%				
9(4)	73%	0%	3%	23%	2%	100%	0%					
9(2)	2967	236	186	1680	209	5278	100%	32%				
9(4)	56%	4%	4%	32%	4%	100%	1%					
9(2)	153	6	19	43	0	221	100%	0%				
9(2)	69%	3%	9%	19%	0%	100%	0%					
9(2)	40	1	6	12	0	59	100%	0%				
9(2)	68%	2%	10%	20%	0%	100%	0%					

Fuente: Elaboración propia.



El movimiento con mayor volumen registrado corresponde a 5278 viajes transcurridos de Sur a Norte sobre la Avenida Ciudad de Quito, compuesto principalmente de autos y motocicletas con un 53% y 37% respectivamente. El segundo mayor movimiento corresponde a 1780 viajes en sentido Occidente – Oriente por el costado Nororiental del escenario, compuesto principalmente por Autos (77 %). De esta manera la Figura 56, muestra el volumen vehicular en cada movimiento durante la HMD.

Figura 50. Esquema de volúmenes vehiculares.



Fuente: Elaboración propia.

**2.5.2 Análisis de operación de parqueaderos.** En lo referente a la información recolecta en los parqueaderos, dentro del acompañamiento técnico para el desarrollo del estudio de tránsito se presenta un análisis detallado de los volúmenes registrados se presenta de manera dinámica en el hipervínculo “Volúmenes en parqueaderos” del (Anexo 3). El parqueadero con los valores más críticos corresponde al Estadio Norte, la HMD registrada entre las 20:45 hasta las 21:45, con 389 vehículos Egresando del lugar. La Tabla 19, muestra los volúmenes vehiculares horarios, el número de ingresos y salidas y la HMD.

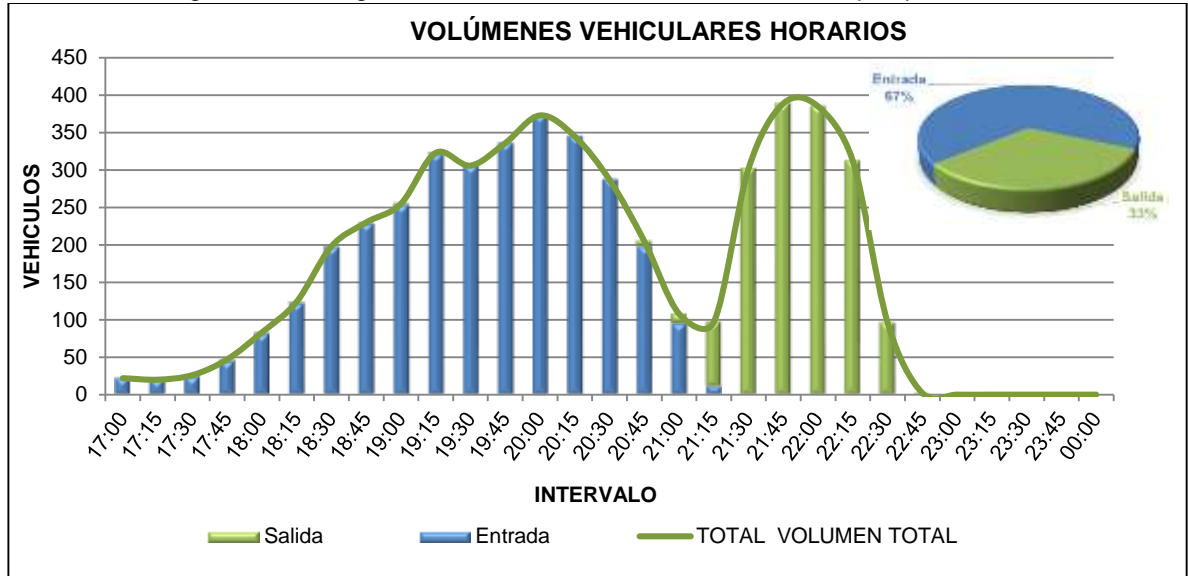
El histograma de la Figura 51, muestra la variación horaria de los volúmenes de ingresos y salidas en el parqueadero Estadio Norte durante el periodo de toma de información, el ingreso a los parqueaderos es del 67% del total registrado, se mantuvo constante desde las 17:00 hasta las 20:00 (minutos antes de la apertura del escenario). Posteriormente, el ingreso disminuyó acabando a las 21:15. En ese momento, se inició la salida de vehículos hasta alcanzar su punto máximo de salida a las 21:45, con un 33% del total de los volúmenes registrados, no todos los vehículos salieron de los parqueaderos durante el periodo de aforo, esto debido a que muchos de los usuarios retornaron horas después de finalizado el conteo a retirar sus vehículos del parqueadero ya que estos operan las 24 horas.

Tabla 19. Volúmenes vehiculares horarios en Parqueaderos.

VOLÚMENES VEHICULARES HORARIOS										
INTERVALO			ENTRADA	SALIDA	MIXTOS	INTERVALO		ENTRADA	SALIDA	MIXTOS
<b>Martes 4 de Diciembre del 2018</b>	16:00	17:00	22	0	22	19:45	20:45	198	7	205
	16:15	17:15	20	0	20	20:00	21:00	95	13	108
	16:30	17:30	24	2	26	20:15	21:15	11	86	97
	16:45	17:45	45	2	47	20:30	21:30	0	302	302
	17:00	18:00	81	2	83	20:45	21:45	0	389	389
	17:15	18:15	122	2	124	21:00	22:00	0	385	385
	17:30	18:30	197	1	198	21:15	22:15	0	312	312
	17:45	18:45	228	2	230	21:30	22:30	0	96	96
	18:00	19:00	253	2	255	21:45	22:45	0	2	2
	18:15	19:15	321	2	323	22:00	23:00	0	0	0
	18:30	19:30	305	1	306	22:15	23:15	0	0	0
	18:45	19:45	336	0	336	22:30	23:30	0	0	0
	19:00	20:00	373	0	373	22:45	23:45	0	0	0
	19:15	20:15	345	0	345	23:00	00:00	0	0	0
19:30	20:30	287	0	287	<b>HMD (20:45 - 21:45)</b>					<b>389</b>

Fuente: Elaboración propia.

Figura 51. Histograma volúmenes vehiculares horarios en parqueaderos.



Fuente: Elaboración propia.

Determinada la oferta (capacidad) de cada parqueadero, la demanda se obtiene como la suma del número de vehículos estacionados en el inicio del estudio ( $V_i$ ) y los vehículos que ingresan durante el periodo de aforo ( $V_e$ ), se calcula con las siguientes formulas, el índice de rotación ( $I_r$  total), índice de rotación promedio y duración media parqueo. Los resultados para cada parqueadero se muestran en la Tabla 20.

Índice de rotación total:

$$I_r \text{ total} = \frac{\text{Demanda}}{\text{Oferta}} = \frac{V_e + V_i}{N^\circ \text{ de cupos}} = \frac{\frac{\text{vehiculos}}{\text{cupo}}}{\text{perido de aforo}}$$

Índice de rotación promedio:

$$I_r \text{ Prom} = \frac{\frac{V_e + V_i}{\text{Periodo de aforo}}}{N^\circ \text{ de cupos}} = \frac{\frac{\text{vehiculos}}{\text{cupo}}}{\text{hora}}$$

Duración media de estacionamiento:

$$D_e = \frac{1}{I_r \text{ Prom}} = \frac{\text{horas} * \text{cupo}}{\text{vehiculo}}$$

Tabla 20. Parámetros de operación de parqueaderos.

PUNTO	NOMBRE	OFERTA		DEMANDA			Ir TOTAL	Ir PROM	De
		INDIVIDUAL	TOTAL	Vi	Ve	TOTAL			
1	Estadio Norte	639	1332	35	824	1407	134%	0.17	5.95
2	Estadio Sur	335		33	238		81%	0.10	9.89
3	Parqueadero Autos De La 30	18		6	13		106%	0.13	7.58
4	Parqueadero Coliseo	340		60	198		76%	0.09	10.54

Fuente: Elaboración propia.

La capacidad total permitida en los parqueaderos es de 1332 cupos, sin embargo como lo demuestra la Tabla 20, la ocupación real fue de 1407 vehículos, por tanto la utilización del Coliseo Movistar Arena, genera una saturación en los parqueaderos de la UDC del 95%. El bajo índice de rotación promedio en los cuatro parqueaderos, indica que los vehículos ingresados utilizaron en promedio el parqueadero por más de 5 horas.

El parqueadero Estadio Norte, presenta las condiciones más críticas de operación, el ingreso se realiza por dos accesos, uno por el costado sur y otro por el costado occidental de la Calle 57. Ésta misma Calle, también es compartida por los usuarios que acceden al Parqueadero del Coliseo. Se evidencia, que la congestión presentada sobre la Avenida Ciudad de Quito hacia el Norte, está supeditada a las colas generadas por el ingreso a los parqueaderos (Estadio Norte y Movistar Arena). La causa principal de la generación de colas, es la ocupación total de cupos del parqueadero Norte y al no ser comunicada ni percibida esta eventualidad, los usuarios continúan en la fila y finalmente, no son atendidos por el parqueadero Estadio Norte. Los usuarios del parqueadero del Coliseo se ven incluidos en la larga fila aumentando el tiempo necesario para acceder al mismo.

El Estadio sur, no presenta complicaciones en su acceso. Sin embargo, gran parte de los usuarios no accedieron a este parqueadero por la ubicación, ya que tienen que recorrer a pie durante altas horas de la noche, los tramos contiguos al Estadio exponiendo su seguridad. El parqueadero Autos de la 30, cuenta solamente con el 2% de la capacidad total y sumada a su ubicación y horario de atención, se demostró, que su operación es indiferente a la utilización del escenario. La Tabla 21, muestra el total de vehículos registrados entrando y saliendo de cada parqueadero, durante todo el periodo de aforo. De igual manera, se presenta la composición de la HMD de la red vehicular, evidenciando que los vehículos se encontraban ingresando a los parqueaderos en este periodo de tiempo.

Tabla 21. Registro y composición HMD en Parqueaderos.

PUNTO	DENOMINACIÓN	REGISTRO			COMPOSICIÓN HMD		
		ENTRADA	SALIDA	TOTAL	ENTRADA	SALIDA	TOTAL
1	Estadio Norte	824	402	1226	305	1	306
					100%	0%	100%
2	Estadio Sur	238	160	398	102	10	112
					91%	9%	100%
3	Parqueadero Autos De La 30	13	13	26	4	4	8
					50%	50%	100%
4	Movistar Arena	198	221	419	39	2	41
					95%	5%	100%

Fuente: Elaboración propia.

**2.5.3 Análisis de estacionamientos en vía pública.** Se determinó la cantidad de vehículos estacionados en cada tramo analizado, posteriormente se clasificaron de acuerdo a la duración del estacionamiento. Se establecieron 3 rangos; el primero (1 y 30 min), incluye estacionamientos debido al descenso o ascenso de pasajeros y la afectación sobre accesos a garajes y espacio público es menor. El segundo (45 y 120 min), un periodo intermedio vinculado a actividades tales como ventas, compras, entre otras y su afectación no es mayor. El tercero (mayor a 120 min) hace referencia a los estacionamientos vinculados a la realización del evento, donde el nivel de afectación del espacio público y al acceso a garajes es alto. La Tabla 22, muestra la cantidad de vehículos de acuerdo al tiempo de ocupación y el total en cada tramo en estudio.

Tabla 22. Análisis de estacionamientos en vía pública.

TRAMO	DIRECCIÓN	TIEMPO DE OCUPACIÓN			TOTAL VEHÍCULOS	
		1-30 min	45 min - 120 min	> 120 min	TOTAL	(%)
1	CRAS 27 Y 27 A BIS X DIAG. 61 C Y 61 D	24	13	3	40	8%
2	CRAS 26 Y 26 A BIS X DIAG. 61 C Y 61 D	15	7	2	24	5%
3	DG 61 D X CRAS 28 Y 24	30	6	2	38	8%
4	DG 61 C X CRA 24 Y CLL 57A	186	14	21	221	44%
5	DG 61 C BIS X CRA 24 Y CLL 57A	5	3	1	10	2%
6	CLL 56 X AV. CRA 30 Y CRA 36 A	26	1	0	26	5%
7	CLL 57 A X AV. CRA 30 Y CRA 36 A	72	0	1	74	15%
8	CRA 35 A X CLLS 55 Y 57 A	8	1	4	13	3%
9	CRA 35 A X CLLS 57 A Y 58 A	10	1	1	12	2%
10	CLL 59 X AV. CRA 30 Y CRA 36 A	25	6	11	42	8%
<b>TOTAL</b>		<b>401</b>	<b>52</b>	<b>46</b>	<b>500</b>	100%
<b>COMPOSICIÓN</b>		<b>80%</b>	<b>10%</b>	<b>9%</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración propia.



Figura 52. Tiempos de ocupación en vía pública.

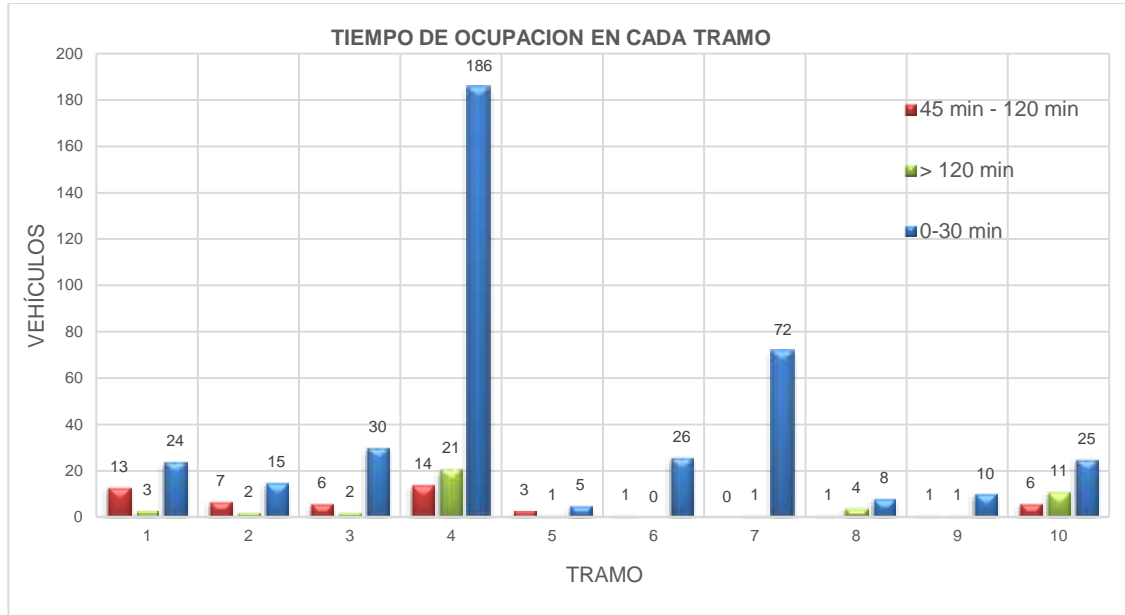


Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 52, se evidencia que el 80% equivalente a 401 vehículos estacionados en vía pública, solo se tomaron entre 1 y 30 minutos en utilizar el espacio público. El 11% equivalente a 52 vehículos, duraron estacionados entre 45 y 120 minutos. El restante 9% equivalente a 46 vehículos los cuales utilizaron el espacio público por más de 120 minutos.

De acuerdo con lo anterior, se realizó un análisis del tiempo de ocupación en cada tramo en estudio, tal como lo muestra la Figura 53. En el tramo 4, se registró el 44% de los volúmenes analizados, correspondiente 221 vehículos de los cuales 186 se estacionaron menos de media hora. El estacionamiento en éste tramo, se presentó sobre el carril de baja velocidad, el cual limita con la zona perimetral de la UDC, no hay afectaciones sobre accesos, sin embargo, existe una afectación directa a la capacidad vial del tramo debido al constante movimiento de vehículos. De igual manera, en los tramos 6 al 9, correspondientes al barrio Campín Occidental, no se registraron estacionamientos largos debido al control de las autoridades, según registros de la SDM, en la zona se presentaban estacionamientos que afectaban principalmente el acceso a garajes, sin embargo, el control policial disminuyó drásticamente este fenómeno. En los tramos 1 al 3, ubicados en el costado nororiental del Coliseo Movistar Arena, se evidenciaron estacionamientos de larga duración con afectaciones en accesos a garajes.

Figura 53. Tiempo de ocupación por cada tramo



Fuente: Elaboración propia.

**2.5.4 Análisis de volúmenes peatonales.** Bajo el marco de acompañamiento técnico del presente proyecto, se calcularon los volúmenes horarios y la HMD en cada una de las 6 intersecciones peatonales aforadas. Así mismo se realizó el análisis individual por movimiento e intersección el cual se presenta en hipervínculo “Volúmenes peatonales” en el Anexo 3. La Tabla 23, muestra los volúmenes horarios en la intersección 5. Calle 57 A con Diagonal 61 C

La HMD presentada en intersección peatonal descrita en el párrafo anterior, corresponde a un volumen de 706 peatones, entre las 22:00 y las 23:00, momento en el cual, se encontraban saliendo los asistentes al concierto motivo de utilización del escenario. La Figura 54, muestra que el volumen de peatones, antes del inicio del concierto, incrementó constantemente minutos antes las 19:30 (hora de apertura del concierto), con un volumen registrado de aproximadamente 680 peatones, lo que indica que, los usuarios llegaron al concierto de manera paulatina. Iniciado el concierto, el volumen sobre la intersección peatonal disminuyó hasta casi 140 peatones. Posteriormente, la culminación del concierto llevo a que los asistentes egresaran de manera súbita generando un volumen de 706 peatones en tan solo esta intersección.

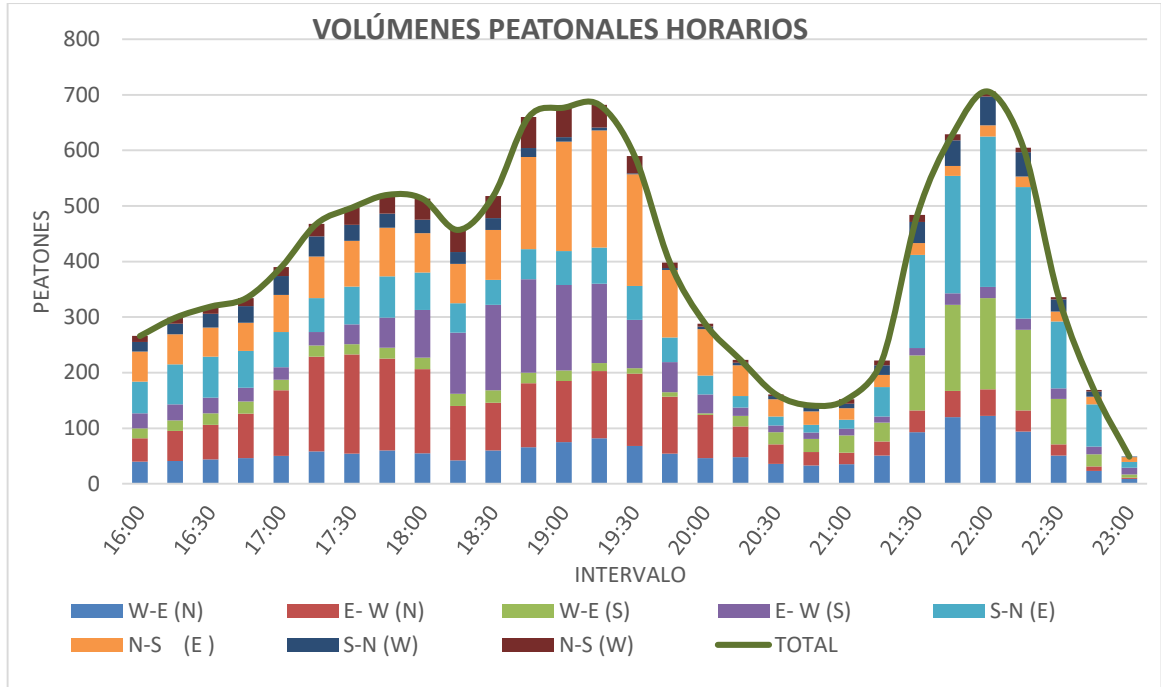


Tabla 23. Volúmenes peatonales horarios.

VOLUMENES PEATONALES HORARIOS										
INTERVALO	COSTADO N		COSTADO S		COSTADO E		COSTADO W		TOTAL	
	W-E (N)	E- W (N)	W-E (S)	E- W (S)	S-N (E)	N-S (E)	S-N (W)	N-S (W)		
16:00	17:00	40	42	18	27	57	54	17	11	266
16:15	17:15	41	54	19	29	72	54	19	11	299
16:30	17:30	44	62	21	28	74	52	25	13	319
16:45	17:45	46	80	22	25	66	51	30	14	334
17:00	18:00	50	118	19	23	63	67	34	16	390
17:15	18:15	58	171	20	24	61	75	36	23	468
17:30	18:30	54	179	18	36	68	82	29	31	497
17:45	18:45	60	165	20	54	74	88	25	34	520
18:00	19:00	55	151	21	86	67	71	24	38	513
18:15	19:15	42	98	22	110	53	71	21	40	457
18:30	19:30	60	86	22	154	45	90	21	40	518
18:45	19:45	66	115	19	168	54	166	16	56	660
19:00	20:00	75	110	19	154	61	197	8	53	677
19:15	20:15	82	121	14	143	65	211	5	41	682
19:30	20:30	68	130	10	87	61	201	2	31	590
19:45	20:45	54	103	8	54	44	122	3	10	398
20:00	21:00	46	78	3	34	34	83	5	5	288
20:15	21:15	48	55	19	15	21	55	5	5	223
20:30	21:30	36	35	22	12	16	31	6	3	161
20:45	21:45	33	24	24	11	14	24	8	3	141
21:00	22:00	35	21	31	12	16	21	8	8	152
21:15	22:15	51	25	34	11	53	22	17	9	222
21:30	22:30	93	39	99	13	168	21	38	13	484
21:45	22:45	120	47	155	21	211	18	46	11	629
22:00	23:00	122	48	164	20	271	20	52	9	706
22:15	23:15	94	38	145	20	237	19	44	8	605
22:30	23:30	51	20	82	19	120	18	22	4	336
22:45	23:45	23	8	22	14	76	14	9	3	169
23:00	00:00	9	2	6	12	10	9	1	0	49
<b>HORA DE MAYOR DEMANDA (22:00 -23:00)</b>										<b>706</b>

Fuente: Elaboración propia.

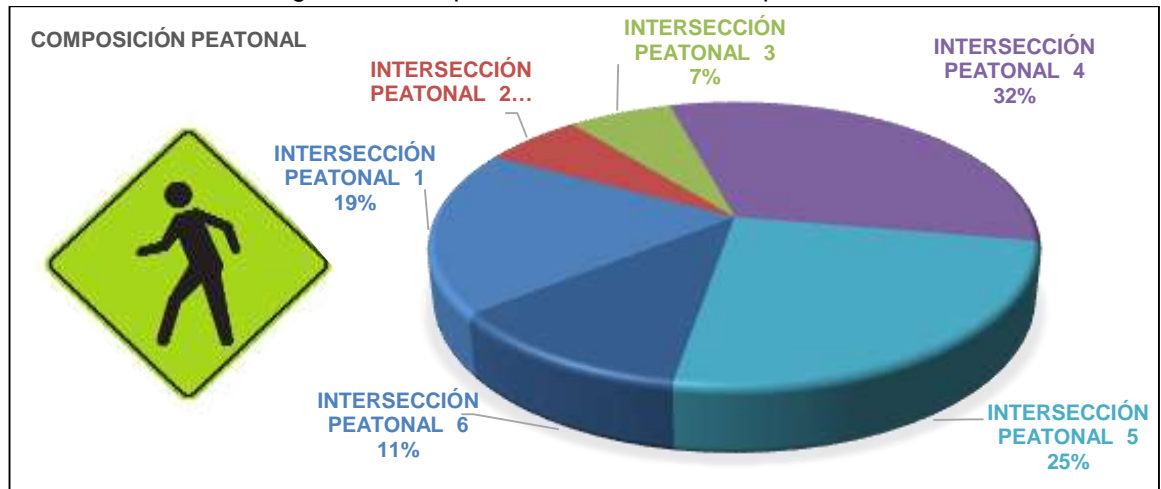
Figura 54. Histograma volúmenes peatonales horarios.



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 55, se evidencia la composición de la HMD en las intersecciones peatonales. La intersección 4, correspondiente al puente peatonal del Estadio, aporta el 32% del total de los volúmenes registrados. Seguido de la intersección 5, Calle 57 A con Diagonal 61 C con un aporte del 25 %. La intersección 1, Avenida Ciudad de Quito con Calle 57 aporta el 19%. En la demás intersecciones, el aporte al volumen total, se encuentra entre un 6 y 11%.

Figura 55. Composición HMD volúmenes peatonales.



Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior, indica que la distribución de los peatones sobre la red aforada, es proporcional a la utilización del Coliseo Movistar Arena. Como se evidencia, muchos de los usuarios asistentes al evento, utilizaron el STM ingresando o saliendo por la estación 4 (Estación del Estadio). Sin embargo, se aprecia que la estación 6 cuyo nombre es el mismo del escenario (Movistar Arena), aporta a la red peatonal solo el 11%, debido a que existe una mayor distancia de desplazamiento en su utilización.

La Figura 56, da a conocer el un esquema con cada movimiento y la composición de los flujos peatonales en cada intersección, De igual manera la Tabla 24, se da a conocer la HMD de cada intersección y su composición lo que permite obtener las características del comportamiento del tránsito con la utilización del Coliseo Movistar Arena. Así mismo.

Figura 56. Plano de carga HMD volúmenes peatonales.



Fuente: Elaboración propia.

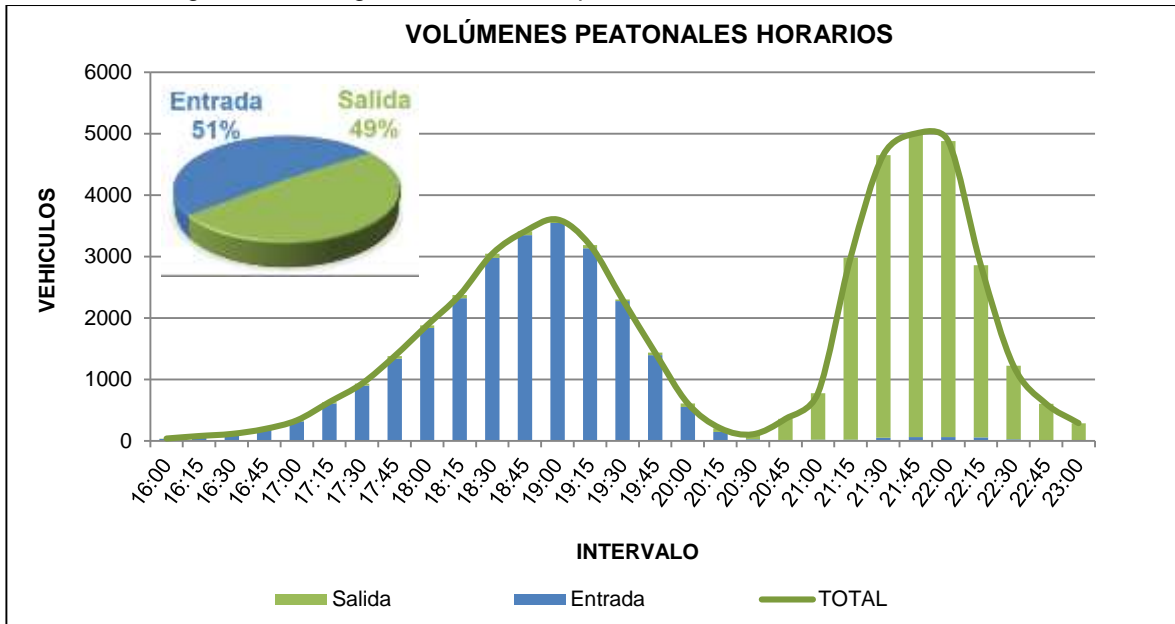
Tabla 24. Composición HMD Peatonal.

COMPOSICIÓN HMD						
Nº	INTERSECCIÓN	HMD	MOV.	COMPOSICIÓN	PEATONES	TOTAL
1	CALLE 57A - ESTADIO EL CAMPÍN	21:45 - 22:45	1-1'	97%	907	932
			1-2'	3%	25	
2	CALLE 57A - COLISEO MOVISTAR ARENA	22:00 - 23:00	1-3'	88%	290	331
			2-3'	12%	41	
3	CALLE 57 A - DIAGONAL 61 C	21:45 - 22:45	3-2'	2%	9	582
			3-1'	98%	573	
4	PUENTE PEATONAL EL CAMPIN	17:45 - 18:45	4-1'	31%	279	888
			4-2'	24%	217	
			3-1'	13%	112	
			3-2'	32%	280	
5	CALLE 57 A - DIAGONAL 61 C	22:00 - 23:00	4-1'	17%	122	706
			4-2'	7%	48	
			3-2'	23%	164	
			3-1'	3%	20	
			2-1'	38%	271	
			2-2'	3%	20	
			1-2'	7%	52	
6	PUENTE PEATONAL EL CAMPIN	17:45 - 18:45	4-1'	37%	100	267
			4-2'	29%	78	
			3-1'	15%	40	
			3-2'	37%	100	
7	ACCESOS PEATONALES COLISEO MOVISTAR ARENA	21:45 - 22:45	Entrada	1%	62	5005
			Salida	99%	4943	

Fuente: Elaboración propia.

En los accesos peatonales al escenario, se registró un ingreso de 6473 usuarios de forma gradual y progresiva, como se muestra en los volúmenes horarios de la Figura 57. A las 20:15, iniciado el espectáculo, el ingreso disminuyó drásticamente. Posteriormente, a vísperas de culminar el concierto, la salida de los usuarios se presentó de manera rápida y conglomerada, registrando un volumen de 6049 usuarios. El desfase presentado entre el volumen de entrada y salida, se debió a razones de contingencia que obligaron al operador de evento, cambiar el esquema de evacuación previsto, causando confusión entre los aforadores encargados de registrar estos volúmenes.

Figura 57. Histograma de accesos peatonales al Coliseo Movistar Arena.



Fuente: Elaboración propia.

### 3 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo, se presenta la evaluación de las condiciones actuales del tránsito de la zona en estudio. Una vez realizado el procesamiento y análisis de la información correspondiente al tránsito actual, se realiza la elaboración de un modelo de microsimulación, que permitirá caracterizar la situación actual en cuanto a capacidad y niveles de servicio. Posteriormente, se realiza una evaluación global, tanto de los resultados de la modelación, como de los demás parámetros de operación del tránsito descritos en el capítulo anterior. Esta evaluación, permitirá definir las propuestas de mitigación de impactos generados en la zona de estudio.

#### 3.1 MODELO DE MICROSIMULACIÓN

En esta fase del proyecto, el acompañamiento técnico se limitó al suministro de la información recolectada como base fundamental de la modelación del tránsito, VRC ingeniería Ltda, cuenta con el software Transmodeler 4.0, de la firma *Caliper Corporation* cuya licencia está habilitada para una única estación de trabajo. Según Lopez “Esta herramienta tiene una amplia utilización a nivel mundial y está ajustada a características de tránsito norteamericanas, las cuales se asemejan más a las tipologías del tránsito colombiano que las características incluidas en el software de origen europeo”<sup>32</sup>

La microsimulación de tránsito permite determinar los indicadores típicos de la ingeniería de tránsito (Longitudes de colas, tiempo promedio de paradas, número de paradas, niveles de servicio y velocidades promedio) para la situación actual. Actualmente el escenario, se encuentra en funcionamiento y por lo tanto, este proyecto contempla el diagnóstico base para el planteamiento de alternativas que garanticen un funcionamiento adecuado de la red vial en un futuro. La Figura 58, da a conocer la metodología empleada por VRC ingeniería Ltda para la construcción del modelo de microsimulación.

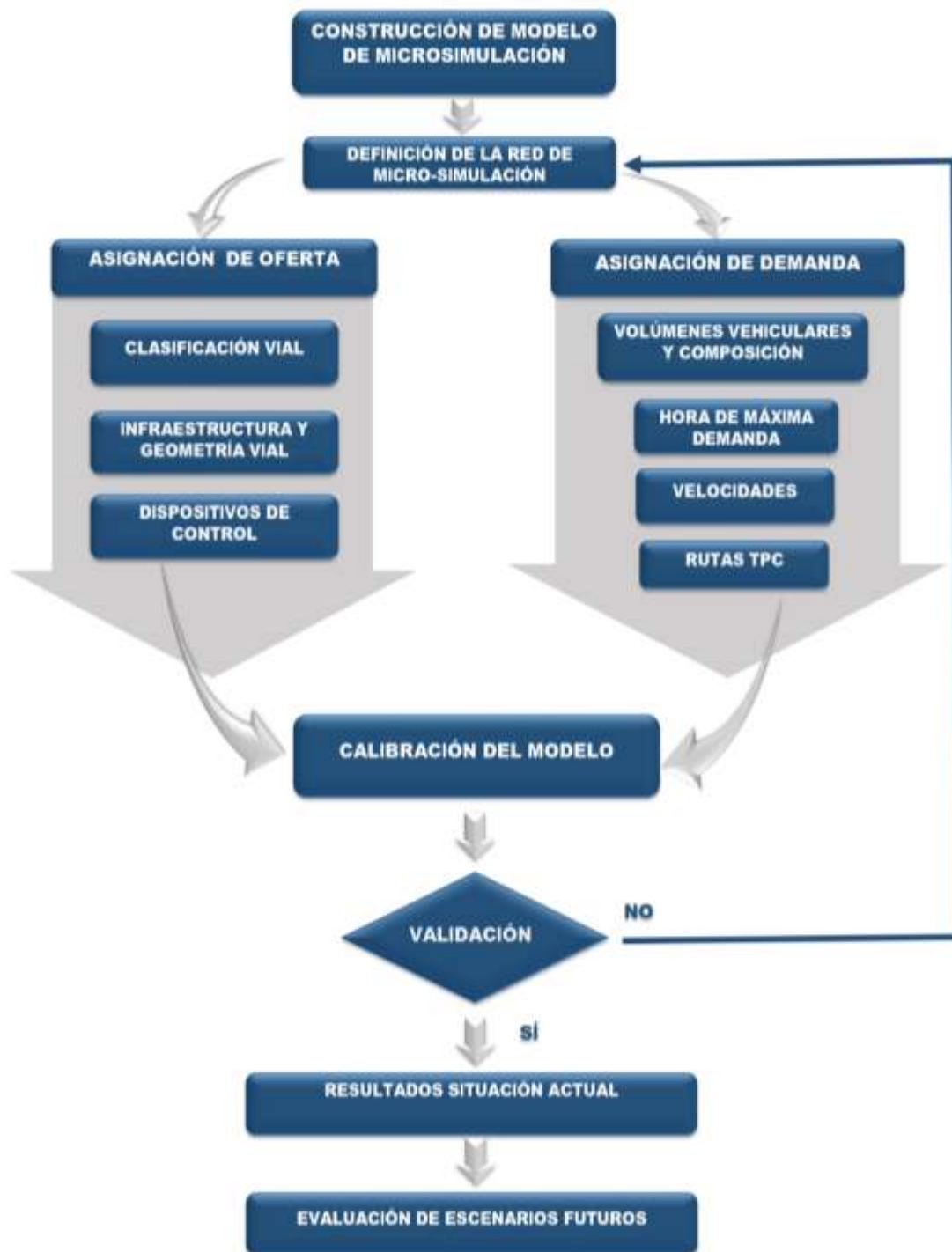
En la primera etapa del modelo de microsimulación, se contempla la delimitación de la red basada en el criterio ingenieril del especialista teniendo en cuenta información extra de estudios privados sobre la zona aledaña de este proyecto. La Figura 59, muestra la red seleccionada para la microsimulación, ésta se introdujo en el software a través de un enlace con Sistemas de Información Geográfica (SIG).

---

<sup>32</sup> LOPÉZ, Miguel. Especialista Modelación del Tránsito de VRC ingeniería Ltda. Bogotá, Colombia. Observación inédita. 2019



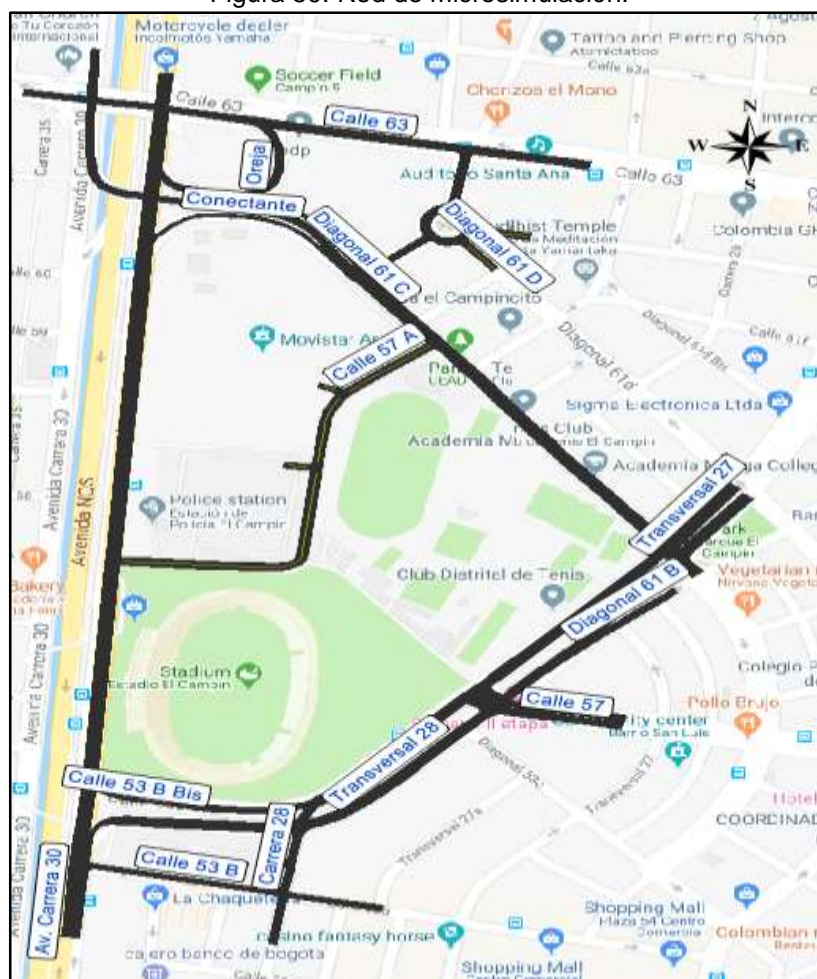
Figura 58. Metodología de construcción del modelo de microsimulación.



Fuente: Elaboración propia a partir de LOPÉZ, Miguel. Especialista Modelación del Tránsito de VRC ingeniería Ltda. Bogotá, Colombia. Observación inédita. 2019



Figura 59. Red de microsimulación.



Fuente: LÓPEZ REYES, Miguel. Especialista Modelación del Tránsito de VRC Ingeniería Ltda. Simulación en Transmodeler 4.0. Bogotá, Colombia. 2019.

La información necesaria para desarrollar el proceso de modelación, se puede dividir en dos grupos: (i) descripción de la oferta vial existente y (ii) descripción de la demanda de operación (parámetros en el Capítulo 2). La Tabla 25., contiene una breve descripción de la asignación de los parámetros de oferta y demanda en el modelo de microsimulación.

Es necesario realizar una calibración del modelo de micro simulación la cual consiste en la modificación de los parámetros estándar del software, de tal manera que, el comportamiento del tránsito modelado, sea más afín con las condiciones reales del tránsito de la ciudad de Bogotá. Dentro de los parámetros calibrados se destacan: tipo conductor, tipo de vehículo, distancia de separación entre vehículos, tiempo de acción y reacción, velocidad a flujo libre y espacial, seguimiento de vehículo, cambio de carril y comportamiento por dispositivos de control.

Tabla 25. Asignación de los parámetros de oferta y demanda en el modelo.

Grupo	Parámetros	Descripción
Oferta vial	Clasificación vial	Se asignaron las características descritas en la columna 6 de la Tabla 4, a partir de esta clasificación se define la velocidad de operación de cada tramo vial en estudio.
	Infraestructura y geometría vial	Se determinó de acuerdo a las características como: sentido de circulación, tipo y estado de superficie establecidas en la Tabla 4. De igual manera, se incluyen otras características a través del SIG, como números de carriles, ancho de carril.
	Dispositivos de Control	Se incluyeron las características de los dispositivos semafóricos descritos en el numeral 2.2.2. De igual manera, se incluyeron las características más relevantes del inventario de señalización de la zona de influencia (Anexo 4.1)
Demanda vial	Volúmenes, tipología y composición HMD	La asignación de volúmenes parte de la alimentación de los puntos de control (Estaciones de aforo) de acuerdo a la tipología y composición de los volúmenes de la HMD, representados en la Tabla 18.
	Velocidades	Se asignó la velocidad promedio y la velocidad máxima a cada tramo correspondiente, de acuerdo a las bases de datos de VRC ingeniería Ltda, y que, a buen juicio del especialista encargado, cumplen con la caracterización de las velocidades presentadas en la zona de influencia.
	Rutas vehiculares	La asignación de rutas inicia partir de la definición de red, y asignación de volúmenes en los puntos de control. Una de las grandes ventajas del Software, es la asignación de rutas, a partir de procesos internos donde se genera una matriz origen destino, cuyos terminales son los puntos de entradas y salidas de la red aforada.

Fuente: Elaboración propia a partir de LOPÉZ, Miguel Especialista Modelación del Tránsito de VRC ingeniería Ltda. Bogotá, Colombia. Observación inédita. 2019

Una vez calibrado el modelo de microsimulación, Transmodeler utiliza un modelo de ruteo para decidir el camino que tomará cada vehículo, estas decisiones se basan en el costo del trayecto a utilizar, el cual está supeditado a la congestión y a las demoras en los tiempos de viaje. Especialmente, para estimar la congestión, se realizan varias simulaciones basadas en la asignación dinámica de tránsito la cual consiste en promediar los costos de viaje mediante un proceso iterativo de simulaciones hasta alcanzar un equilibrio donde ningún vehículo dentro de la red, pueda mejorar su tiempo de viaje significativamente al cambiar de ruta.

Para la validación de resultados, se comparan los valores del modelo y los valores medidos en campo, uno de los criterios más empleados y factor determinante para la validación es el indicador estadístico GEH, el cual se calcula con la siguiente expresión:

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M - C)^2}{M + C}}$$

$M = \text{Volumen modelado}$

$C = \text{Volumen medido en campo}$

Los parámetros con mayor incidencia en la validación del modelo, son el flujo vehicular y la velocidad de operación. La Tabla 26, muestra los criterios y mediciones de los flujos vehiculares totales y por arco, que permitirán la validación del modelo.

Tabla 26. Calibración de flujos vehiculares.

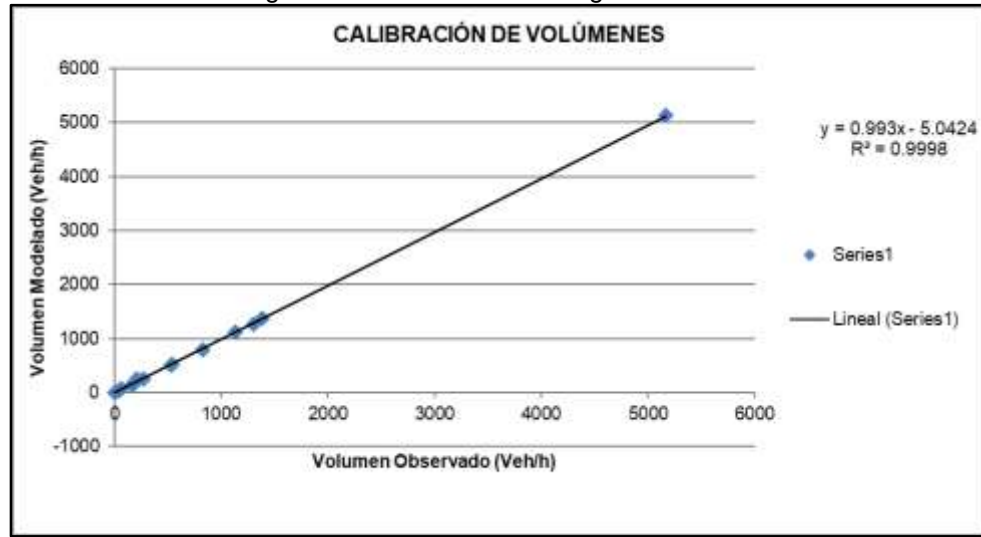
Criterio y Mediciones (valores modelados versus observados)	Aceptación de Calibración	Comentarios / Fuente
Flujos de Arcos Individuales		
dentro de 100 veh/h para flujos < 700 veh/h	> 85% de casos	FHWA (2004)
dentro de 15% para 700 < flujos < 2700 veh/h	> 85% de casos	
dentro de 400 veh/h para flujos > 2700 veh/h	> 85% de casos	
Suma de todos los flujos por arco	precisión=5%	
Estadístico GEH < 5 para flujos por arco individual	> 85% de casos	
Estadístico GEH para suma sobre flujos de arco	< 4	

ZÚÑIGA ALARCÓN, Víctor Ignacio. Uso de herramientas de microsimulación para la definición de estrategias de control de tránsito. Trabajo de grado Ingeniero Civil. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Ingeniería Civil, 2010. Pág. 26

En la Tabla 27, muestra el flujo vehicular total observado y modelado con valores de 12016 y 11856 respectivamente, se obtuvo un estadístico GEH de 1.46 y un error de precisión del 1%, los intervalos de los flujos individuales fueron aceptables en un 100%, así mismo la

Figura 60, se muestran los resultados posteriores al realizar la regresión lineal de los datos. De acuerdo con los criterios de la Tabla 26 y los datos obtenidos de la regresión lineal, los resultados se encuentran dentro de los valores admisibles para validar el modelo.

Figura 60. Calibración R<sup>2</sup>. Regresión lineal.



Fuente: Elaboración propia a partir de LOPEZ, Miguel. Especialista Modelación del Tránsito de VRC ingeniería Ltda. Bogotá, Colombia. 2019.

Tabla 27. Resultados calibración de flujos.

No.	INTERSECCIÓN	MOV	FLUJO VEHICULAR OBSERVADO	FLUJO VEHICULAR MODELADO	CALIBRACIÓN GEH		CALIBRACIÓN FLUJOS		
					GEH	ACEPTACIÓN	INT. 1	INT. 2	INT. 3
1	Avenida Calle 63 por Carrera 28	W-E	1387	1380	0.2	1	-	1	-
2		W-S	545	526	0.8	1	1	-	-
3	Diagonal 61 C por Calle 57 A	W-E	1304	1262	1.2	1	-	1	-
4		S-E	201	204	0.2	1	1	-	-
5		W-S	270	246	1.5	1	1	-	-
6	Diagonal 61 C por Carrera 28	N-E	161	149	0.9	1	1	-	-
7		N-W	42	41	0.2	1	1	-	-
8	Transversal 28 por Calle 57	N-S	825	796	1	1	-	1	-
9		S-N	1131	1117	0.4	1	-	1	-
10		N-E	181	169	0.9	1	1	-	-
11		E-S	529	515	0.6	1	1	-	-
12		E-N	66	65	0.1	1	1	-	-
13		N-N	0	0	-	-	1	-	-
1%			12,016	11,856	1.46	100%	100%	100%	100%
ERROR PRECISIÓN			TOTAL OBSERVADO	TOTAL MODELADO	GEH	% ACEPTACIÓN	% ACEPTACIÓN INT. 1	% ACEPTACIÓN INT. 2	% ACEPTACIÓN INT. 3

Fuente: Elaboración propia a partir de LOPEZ, Miguel. Especialista Modelación del Tránsito de VRC ingeniería Ltda. Bogotá, Colombia. 2019.

De igual manera a la calibración de flujos se efectuó una verificación entre las velocidades tomadas en campo y las modeladas, cuyos resultados se indican en la Tabla 28. El criterio tenido en cuenta para validar el modelo por velocidades correspondió a la velocidad modelada dentro del 15% de la velocidad tomada en campo, donde se acepta la simulación si más del 85% de los registros se encuentran dentro de este rango.

Tabla 28. Resultados de calibración de velocidades.

<b>VALIDACIÓN VELOCIDADES</b>				
<b>Tramo</b>	<b>Vel. Observada Km/h</b>	<b>Vel. Resultante Km/h</b>	<b>Diferencia Km/h</b>	<b>Aceptación %</b>
Carrera 30	14.05	15	0.95	<b>100%</b>
Transversal 28	25.07	23.6	1.47	
Diagonal 61 C	2.53	2.3	0.23	

Fuente: Elaboración propia a partir de LOPEZ, Miguel. Especialista Modelación del Tránsito de VRC ingeniería Ltda. Bogotá, Colombia. 2019.

A continuación en la Tabla 29, se observan los resultados agregados de la red evaluada para la situación actual en la HMD. Los resultados de los indicadores son: el total de viajes atendidos de manera satisfactoria por la red 9895, la velocidad promedio de la red en general se encuentra en 17.90 Km/h y las demoras en promedio son de 1.58 segundos.

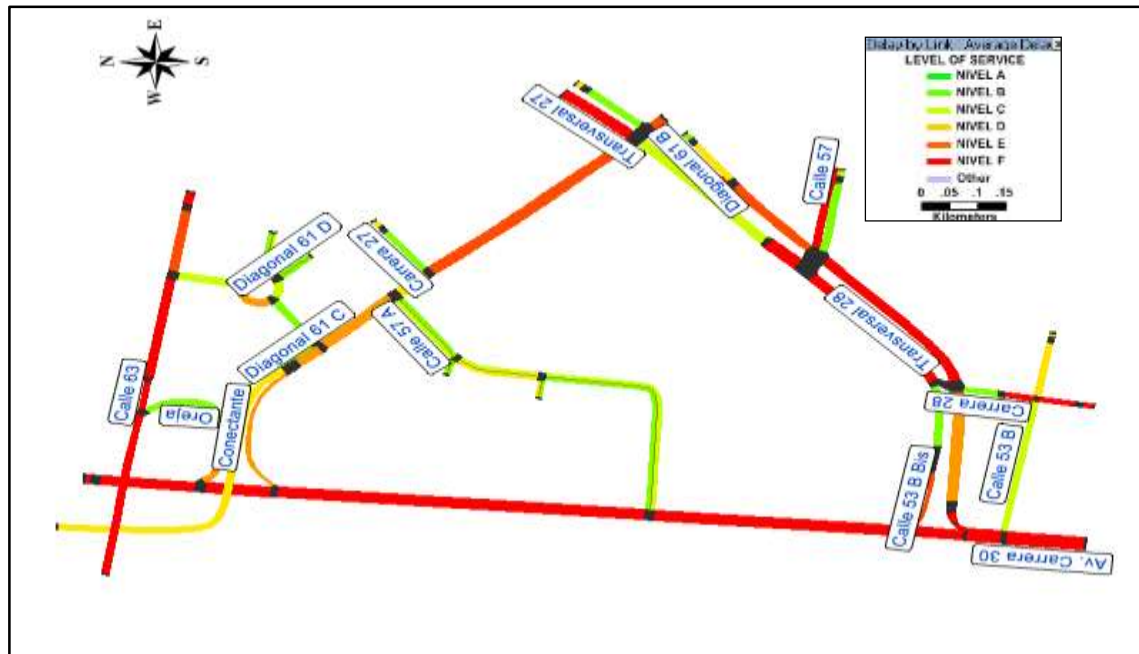
Tabla 29. Resultados de la red situación actual.

<b>Indicador</b>	<b>Unidad</b>	<b>Promedio</b>
Viajes	No.	9,895.00
Total Paradas	No.	3,585.67
Tiempo de Viaje Total	Hr	2.64
Velocidad Promedio	Km/hr	17.90
Demoras Totales	Hr	1.34
Demora Promedio	Seg	1.58

Fuente: Elaboración propia a partir de LOPEZ, Miguel. Especialista Modelación del Tránsito de VRC ingeniería Ltda. Bogotá, Colombia. 2019.

Figura 61, Muestra el esquema obtenido de los niveles de servicio, se evidencian los puntos donde se presenta congestión vehicular debido al uso del escenario, principalmente son la Av. Carrera 30, Diagonal 61 C y transversal 28 sobre la zona perimetral de UDC.

Figura 61. Niveles de Servicio en la Red evaluada – HMD.



Fuente: LOPÉZ REYES, Miguel. Especialista Modelación del Tránsito de VRC Ingeniería Ltda. Simulación en Transmodeler 4.0. Bogotá, Colombia. 2019.

### 3.2 EVALUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PEATONAL

La infraestructura peatonal urbana está constituida por el conjunto de instalaciones destinadas a la circulación de personas, en este caso, los puntos analizados corresponden a andenes, intersecciones y puentes peatonales. La óptima operación de este tipo de instalaciones depende básicamente del comportamiento característico de los flujos peatonales.

Según el Manual de Planeación para la Administración del Tránsito y el Transporte<sup>33</sup>, para el análisis de capacidad de instalaciones destinadas a la circulación de personas se establecen los siguientes pasos:

- (i) Conocer los datos del aforo peatonal en el periodo pico de 15 minutos, el ancho total de la vía y la identificación de obstáculos en la vía peatonal.
- (ii) Calcular el flujo promedio de peatones en peatones/min/m, con base en las siguientes expresiones:

<sup>33</sup> ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, Capacidad y Nivel de Servicio del Tránsito no Motorizado, En: Manual de Planeación para la Administración del Tránsito y el Transporte. Tomo III, 2 ed. Bogotá, 2005.



$$q = \frac{Q_{15}}{15 * Ae} \quad (1)$$

Donde:

$q$  = Flujo promedio de peatones (Peatones/min/m).

$Q_{15}$  = Flujo pico de peatones en un periodo de 15 minutos.

$Ae$  = Ancho efectivo del andén.

$$Ae = A_T - B \quad (2)$$

Donde:

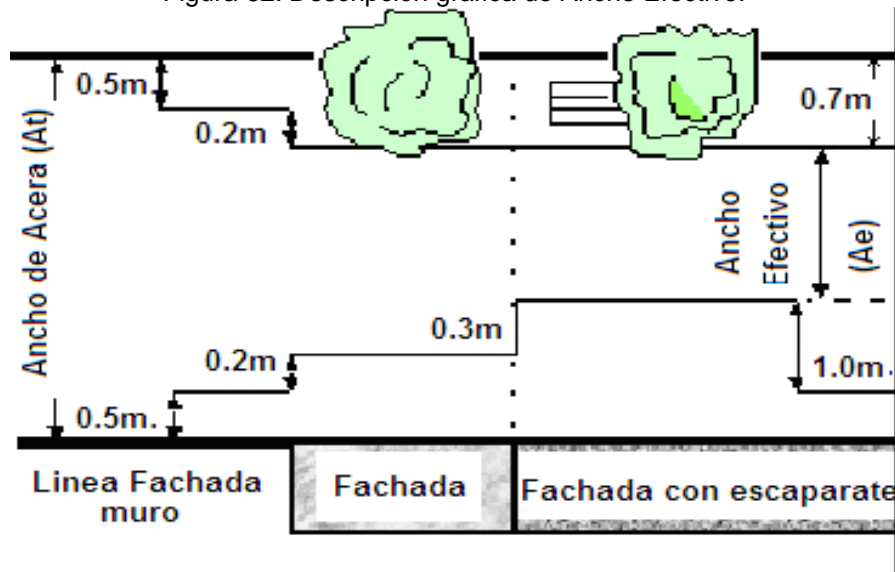
$Ae$  = Ancho efectivo de la vía peatonal (acera o andén) en metros

$A_T$  = Ancho total de la vía peatonal en metros

$B$  = Ancho total de zonas no utilizadas para peatonales en metros.

La Figura 62, muestra el concepto del ancho efectivo de una instalación destinada a la circulación de personas.

Figura 62. Descripción grafica de Ancho Efectivo.



Fuente: Adaptación a partir de TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, Pedestrians Methodology in: Highway Capacity Manual HCM, Third Edition. Washington D.C. 2000. p 18-2

(iii) Convertir el flujo medio de peatones a tasa de flujo estimada de pelotón.

(iv) Con el valor promedio de flujo o tasa de pelotón, obtener el nivel de servicio, de acuerdo con los valores indicados en la Tabla 30.

Tabla 30. Niveles de servicio en la infraestructura peatonal.

Nivel de Servicio	Superficie (m <sup>2</sup> /peat)	Velocidad media (m/min)	Flujo (peat/m-min)	V/C
A	> 7.00	≥ 97.97	≤ 14	≤ 0.049
B	≥ 1.00	≥ 90.58	≤ 91	≤ 0.317
C	≥ 0.77	≥ 87.99	≤ 115	≤ 0.401
D	≥ 0.40	≥ 77.82	≤ 194	≤ 0.676
E	≥ 0.17	≥ 49.60	≤ 287	≤ 1.000
F	< 0.17	< 49.60	Variable	

Fuente: ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, Capacidad y Nivel de Servicio del Tránsito no Motorizado, En: Manual de Planeación para la Administración del Tránsito y el Transporte. Tomo III, 2 ed. Bogotá, 2005. P 1-28

A continuación, en la Tabla 31, se relacionan los resultados del proceso descrito anteriormente, se muestra el ancho total y efectivo de cada estructura, superficie utilizada total y por peatón, flujo peatonal promedio y de HMD y la determinación del nivel de servicio de acuerdo a los parámetros de la Tabla 30.

Tabla 31. Evaluación de niveles de servicio en la infraestructura peatonal.

Nivel de Servicio Peatonal										
N°	Estación	Ancho Estructura (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Flujo HMD	Q 15	B (m)	A <sub>e</sub>	Superficie (m <sup>2</sup> /peat)	q (peat/m-min)	Nivel de Servicio
P1	CALLE 57A - ESTADIO EL CAMPIN W	25	3564	932	233	2.5	22.5	15.30	1	<b>A</b>
P2	CALLE 57A - ESTADIO EL CAMPIN E	5.2	756	331	82.75	0.2	5	9.14	1	<b>A</b>
P3	CALLE 57A - COLISEO MOVISTAR ARENA	1.8	598	582	145.5	0.4	1.4	4.11	7	<b>B</b>
P4	PUENTE PEATONAL EL CAMPIN	3.5	577.5	718	179.5	0.2	3.3	3.22	4	<b>B</b>
P5	CALLE 57 A - DIAGONAL 61 C	1.2	432	706	176.5	0.2	1	2.45	12	<b>B</b>
P6	PUENTE PEATONAL MOVISTAR ARENA	1.9	285	267	66.75	0.3	1.6	4.27	3	<b>B</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se determinó un nivel de servicio A, para las estaciones peatonales P1 y P2, lo que indica que los peatones circulan libremente, con pocos conflictos con otros peatones. Esto se debe a la gran proporción del espacio público de la UDC destinado para la circulación peatonal.

En cuanto a las estaciones peatonales P4 y P6, correspondientes a los puentes del STM, cuentan con un nivel de servicio B, lo que indica que el desplazamiento de los peatones se realiza de manera adecuada, aunque la elección de las trayectorias de desplazamiento está supeditada por la presencia de otros transeúntes, ya que las personas no tienen la libertad de maniobrar debido a la sección transversal

imperante de la infraestructura. Por otra parte, cabe resaltar el bajo volumen transcurrido durante la HMD en la estación P6, debido a la larga distancia de desplazamiento que los peatones deben recorrer para poder ingresar al Escenario.

Las estaciones P3 y P5, ubicadas en la zona perimetral del coliseo cuentan con un nivel de servicio B, aun cuando se presentan andenes con un ancho efectivo no mayor a 1.5 metros y volúmenes peatonales relativamente bajos durante la HMD, lo que proporciona una superficie suficiente para permitir que los peatones elijan libremente la velocidad de marcha y se adelanten unos a otros evitando conflictos al entrecruzarse entre sí.

### **3.3 EVALUACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS**

Con base en el acompañamiento técnico de este proyecto, a continuación, se presentan las problemáticas que afectan el tránsito de la zona de influencia, de acuerdo con la recolección de la información secundaria, el análisis de los estudios de campo y los resultados del proceso de modelación y evaluación de los indicadores operacionales del tránsito.

Conforme a la información recolectada y el análisis de flujos peatones, se determinó que, en cuanto al SITP, cuenta con gran presencia de rutas y paraderos, lo que contribuyó eficientemente al arribo de los usuarios al evento programado. Sin embargo, una vez culminado el evento, muchos de los usuarios no pudieron acceder al sistema de transporte debido a la deficiencia de rutas a altas horas de la noche. Gran parte de los usuarios arribaron al evento a través del STM, en mayor medida usando la Estación “Campín” y en una menor proporción usando la Estación “Movistar Arena”. La diferencia de la utilización de éstas dos Estaciones del STM, radica principalmente en la distancia de caminata que el usuario que pretende ingresar al Coliseo tiene que realizar, la ruta de la Estación Movistar Arena representa para el usuario un trayecto más largo, incómodo y con varios conflictos peatón – vehículo, en comparación con la ruta de la Estación Campin con una menor distancia de recorrido y mayor comodidad de caminata. La Figura 63, da a conocer las rutas peatonales para acceder al Coliseo Movistar Arena.

Figura 63. Rutas peatonales STM - Coliseo Movistar Arena.



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth, [2 de Mayo de 2019].

De acuerdo con el análisis de las estadísticas de la siniestralidad vial, se puede concluir que los puntos críticos perimetrales al Coliseo Movistar Arena, tal como lo muestra la Figura 64 son: la Diagonal 61 C, entre Avenida Ciudad de Quito y la Avenida Colombia, y la Avenida Ciudad de Quito, sentido Sur-Norte a la altura de la Estación “Movistar Arena”. En la primera, se presentan choques con afectación a la integridad de las personas y tal como se evidencia en el numeral 2.5.3, existe invasión de hasta dos carriles, lo cual pone en riesgo la integridad tanto de los peatones de la intersección Calle 57 A - Diagonal 61 C, como de los demás usuarios de la vía, además disminuye el nivel de servicio generando congestiones. En la segunda, se presentan en mayor medida pérdidas de vidas humanas debido a la no utilización del puente del costado norte ya que implica desplazamientos largos, con lo cual muchos usuarios arriesgan su vida atravesado la Avenida Ciudad de Quito. En cuanto a los estacionamientos presentados en vía pública, en gran parte de los tramos analizados la ocupación fue rotativa en un ciclo no mayor a 30 minutos. La Figura 64, muestra que el tramo con mayor uso y afectación fue la Diagonal 61 C sobre el costado Nororiental de la UDC. En los demás tramos la afectación no fue mayor aunque existieron puntos con estacionamientos de larga duración sobre costado Nororiental del Coliseo Movistar Arena.

Figura 64. Puntos críticos perimetrales al Coliseo Movistar Arena.



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth, [2 de Mayo de 2019].

La congestión presentada sobre la Avenida Ciudad de Quito hacia el Norte, está supeditada a las colas generadas por el ingreso a los parqueaderos Estadio Norte y Movistar Arena, en la Figura 65, describe las rutas utilizadas para ingresar a los parqueaderos mencionados.

En el caso del Parqueadero Estadio Norte, la causa principal de la generación de colas se debe a que una vez llegado a capacidad, los usuarios continúan en la fila para ingresar y no perciben esta eventualidad hasta no llegar muy cerca al sitio de ingreso y por consiguiente al intentar evacuar, se genera desorden y conflictos al cambiar de dirección o elegir rutas alternas para buscar otro parqueadero. Por otro lado, los usuarios que ingresan al parqueadero del Coliseo, se ven incluidos en la larga fila aumentando el tiempo necesario para acceder al escenario. Una de las principales problemáticas detectadas para el acceso a los parqueaderos es la falta de señalización y demarcación que permitan garantizar la forma correcta de circular por estas vías evitando riesgos, facilitando la circulación y disminuyendo los tiempos de viaje.



**Figura 65.** Rutas de acceso a Parqueaderos Coliseo Movistar Arena y Estadio Norte.



**Fuente:** Elaboración propia a partir de Google Earth, [2 de Mayo de 2019].

En general el Coliseo Movistar Arena cuenta con una capacidad autorizada de 13800 personas, durante el Concierto Filarmónico de Davivienda, se estima que la utilización del escenario alcanzó el 50%. Por lo tanto, eventos de mayor aforo reflejaran condiciones más críticas en toda la zona de influencia en estudio, principalmente se podrán presentar afectaciones como estacionamiento en vía pública, ocupación máxima de parqueaderos y congestión sobre las vías aledañas a la UDC.



## 4 PROPUESTAS DE MITIGACIÓN

Una vez obtenida la evaluación de la situación del tránsito actual, tanto con la modelación, como con el análisis detallado de la información, bajo el marco del acompañamiento técnico en este capítulo se plantean las distintas soluciones que permitirán establecer estrategias y medidas de mitigación de las problemáticas que afectan la movilidad de la zona de influencia del Coliseo Movistar Arena. La factibilidad de estas soluciones está supeditada a la concertación del IDR, SDM y demás entidades a cargo del funcionamiento del escenario.

A continuación, se describen las soluciones planteadas de acuerdo al actor vial involucrado y se establecen soluciones a corto y mediano plazo, que faciliten la operación de próximos eventos. Además, se plantean alternativas de largo plazo que garanticen a futuro la adecuada operación de tránsito durante la realización de eventos en el Coliseo Movistar Arena.

### 4.1 SOLUCIÓN PARA PEATONES

El peatón es el actor vial más vulnerable del sistema, por lo tanto es necesario que las propuestas de mitigación, garanticen la seguridad y accesibilidad a todos los entornos, especialmente al Coliseo Movistar Arena. Como propuestas de mitigación a corto y mediano plazo, se propone la construcción de pasos seguros sobre las intersecciones con mayor conflicto peatón - vehículo. A largo plazo, se ratifican las propuestas realizadas en el PMR- UDC y de acuerdo con la evaluación actual es necesaria la construcción del puente peatonal al costado Sur de la Estación Movistar Arena.

**4.1.1 Pasos peatonales seguros.** Se propone la instalación de dispositivos semafóricos que garanticen un tránsito seguro y eficiente, tanto para el peatón como para los demás usuarios. En la Tabla 32, se definen las intersecciones seleccionadas, el dispositivo a implementar y el modo de instalación. La Figura 66, muestra la ubicación de las intersecciones y en el Anexo 4.3, se presenta el plano semafórico de cada intersección.

Tabla 32. Propuesta semafórica.

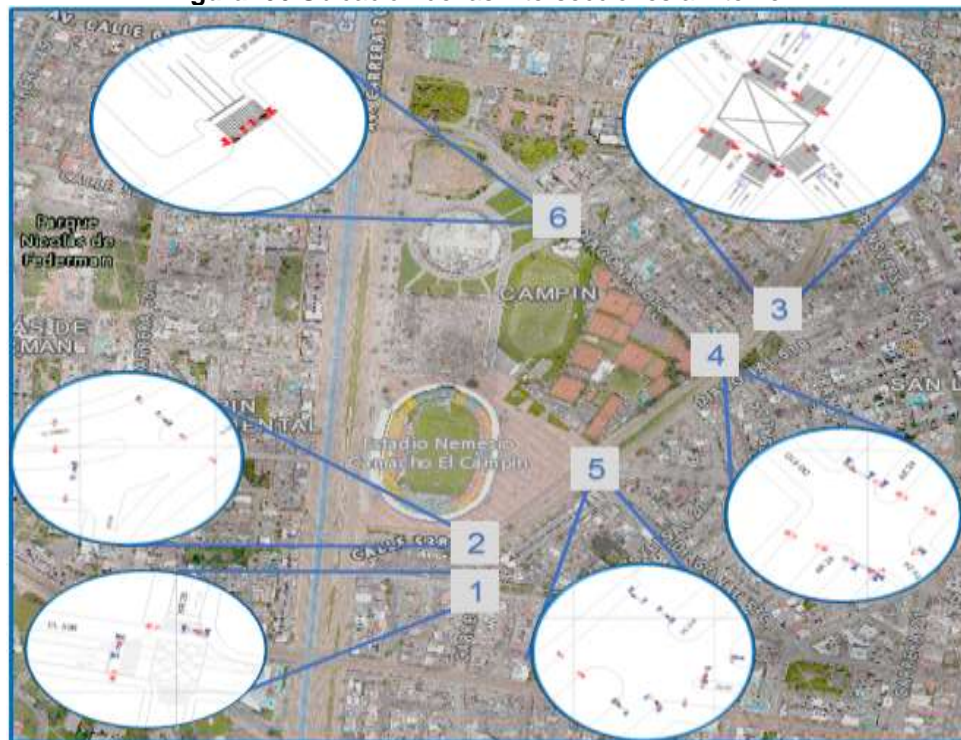
N°	INTERSECCIÓN SEMAFÓRICA	DISPOSITIVO	INSTALACIÓN
1	Carrera 28 por Calle 53 B.	Modulo sonoro	Adosado a poste tipo mástil
2	Carrera 28 por Calle 53 B Bis.	Modulo sonoro	Adosado a poste tipo mástil
3	Av. Carrera 24 por Diagonal 61 D.	Modulo sonoro	Adosado a poste tipo mástil
4	Carrera 24 por Diagonal 61 C.	Modulo sonoro	Adosado a poste tipo mástil
5	Transversal 28 por Av. Calle 57.	Modulo sonoro	Adosado a poste tipo mástil
6	Calle 57 A por Diagonal 61 C.	Modulo sonoro / semáforo vehicular	Estructura completa (nueva)

Fuente: Elaboración propia.

Los dispositivos seleccionados, corresponden a semáforos sonoros accionados por los peatones. Según el manual de señalización<sup>34</sup>: este tipo de dispositivos son instalados de manera que complementen la señalización vehicular y peatonal convencional existente, accionados a través de una caja de botones con características adecuadas para el uso de los peatones. La

Figura 67, muestra un esquema general de los dispositivos propuestos.

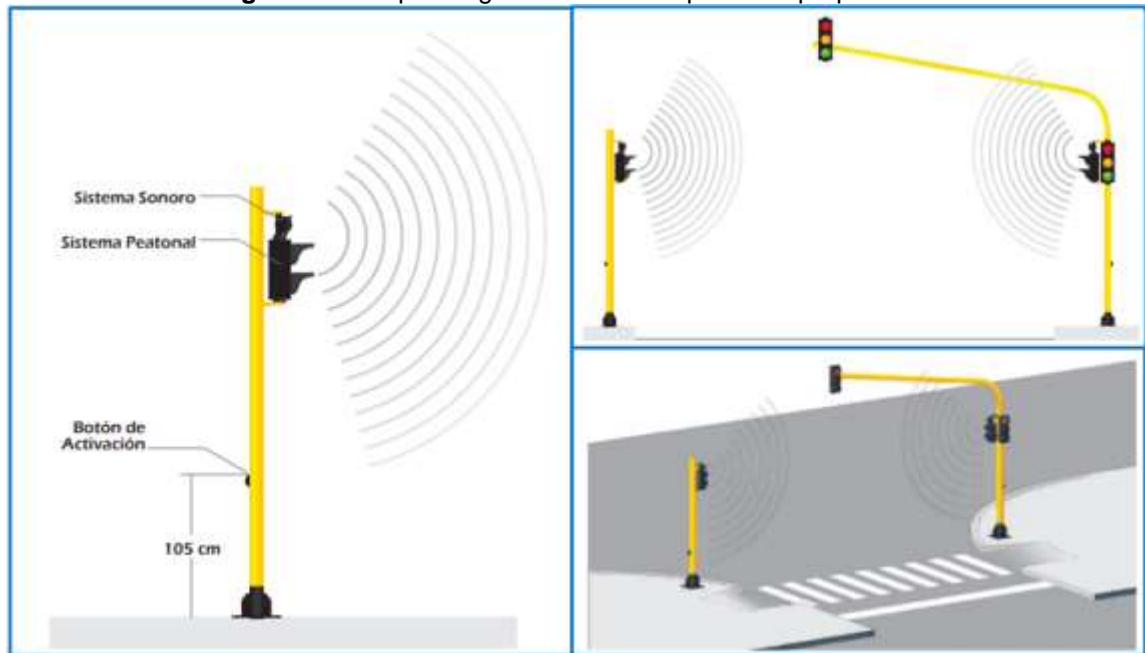
Figura 66. Ubicación de las intersecciones a intervenir



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth, [2 de Mayo de 2019].

<sup>34</sup> COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE. Semaforización. En: Manual de señalización vial - dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. El Ministerio, 2015, p. 793.

**Figura 67.** Esquema general de los dispositivos propuestos.



**Fuente:** Elaboración propia a partir de: COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE. Semaforización. En: Manual de señalización vial - dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. El Ministerio, 2015, p. 793.

**4.1.2 Construcción de puente peatonal.** De acuerdo con el PMR-UDC, se estableció la necesidad de una adecuación urbanística comprometiendo la construcción de un puente peatonal que conectara la UDC, el Barrio Nicolás de Federman y el costado Sur de la Estación “Coliseo” hoy Movistar Arena. Esta necesidad surge de realizar una conexión más corta, eficiente y segura para los usuarios del sistema. Sin embargo al no ser ejecutada la obra y como se evidencia en el Figura 22, desde la realización del PMR-UDC, se han presentado siniestros viales con una proporción considerable de atropellos que comprometen la vida de los usuarios, por lo tanto se reitera la necesidad de la implementación de este puente.

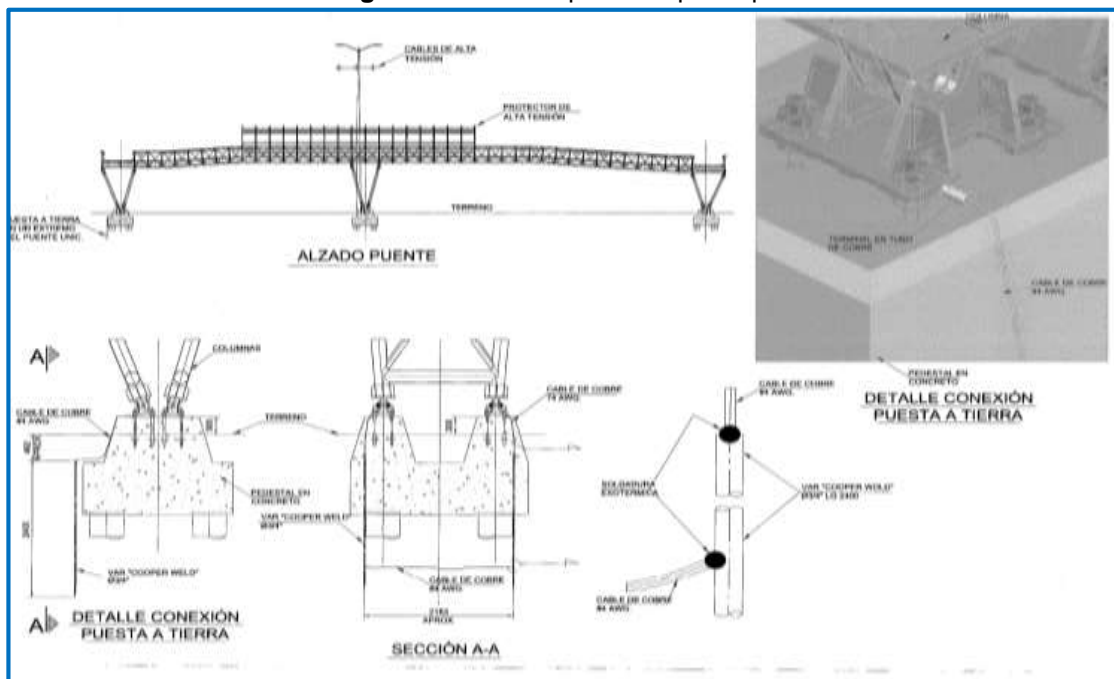
La Figura 68, muestra la ubicación donde se proyecta el nuevo puente, el diseño de la estructura proyectada deberá cumplir con todos requisitos normativos y técnicos establecidos en la Cartilla para el Puente Peatonal Prototipo para Bogotá. La Figura 69, muestra un esquema general de la estructura planteada.

**Figura 68.** Ubicación del puente peatonal proyectado



INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Mapas Estado Malla vial [En línea] <<http://idu.maps.arcgis.com>> [27 de Abril de 2019]

**Figura 69.** Puente peatonal prototipo.



ALCALDÍA MAYOR, BOGOTÁ, Cartilla para el Puente Peatonal Prototipo para Bogotá. Instituto De Desarrollo Urbano, IDU. Bogotá. 2009. p.18



## 4.2 SOLUCIÓN PARA VEHÍCULOS Y ESTACIONAMIENTOS

La congestión vehicular presentada sobre la zona de influencia del Coliseo Movistar Arena, es ocasionada por el desorden que genera el ingreso a los parqueaderos durante un evento. A corto y mediano plazo, se plantean estrategias como; control de ingreso a parqueaderos, adecuación de estacionamientos alternativos y propuestas de pacificación en tramos críticos de siniestros viales. A largo plazo, se ratifican las propuestas como la readecuación de los parqueaderos de la UDC con estructuras subterráneas.

**4.2.1 Optimización ingreso a parqueaderos.** Teniendo en cuenta que para cada evento el promotor debe presentar un Plan de Manejo de Tránsito (PMT), este debe contar con un esquema logístico que incluya la disposición de personal operativo en puntos estratégicos para informar a los usuarios sobre la disposición de parqueaderos, tal como lo muestra la Figura 70. De esta manera, se contribuye a la evacuación segura y eficiente de los usuarios que no podrán ser atendidos en los parqueaderos de la UDC. Además, el personal operativo indicará a los usuarios los distintos parqueaderos alternativos dispuestos para cada evento en particular.

En cuanto a la zona crítica de estacionamiento en vía pública representada en la Figura 71, se propone la implementación de señalización tipo SR-28 (Prohibido parquear) en estas vías, medida que debe ser reforzada con la programación de operativos por parte de la policía de tránsito.

Figura 70. Puntos de disposición de personal operativo.



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth, [2 de Mayo de 2019].

Figura 71. Zona crítica de estacionamiento instalación Señal SR-28.



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth, [2 de Mayo de 2019].

**4.2.2 Parqueaderos alternativos.** Como se mencionó en el capítulo anterior, la ocupación del Coliseo Movistar Arena fue de aproximadamente un 50%, con lo cual se hizo evidente un déficit de parqueaderos dentro de la UDC para eventos con un mayor número de asistentes. Una solución para este fenómeno, fue planteada en el PMR-UDC en la cual se define que el “Distrito deberá implementar un Plan de Contingencia que constará de un servicio circular de rutas de transporte para utilizar los diferentes parqueaderos aledaños”<sup>35</sup>. La Tabla 33, muestra 8 parqueaderos alternativos disponibles a cargo del IDRD que podrán utilizarse para tal fin. La Figura 72, contiene a groso modo la ubicación de los estacionamientos alternos. Se reitera la implementación de esta medida como un planteamiento eficaz que contribuirá al buen funcionamiento del Coliseo Movistar Arena, ya que disminuye la cantidad de viajes individuales atraídos a la zona de influencia mitigando directamente la congestión vehicular generada.

<sup>35</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Plan De Regularización y Manejo de la Unidad Deportiva El Campín, Centro de Extensión Académica, Bogotá, 2011. p 110.

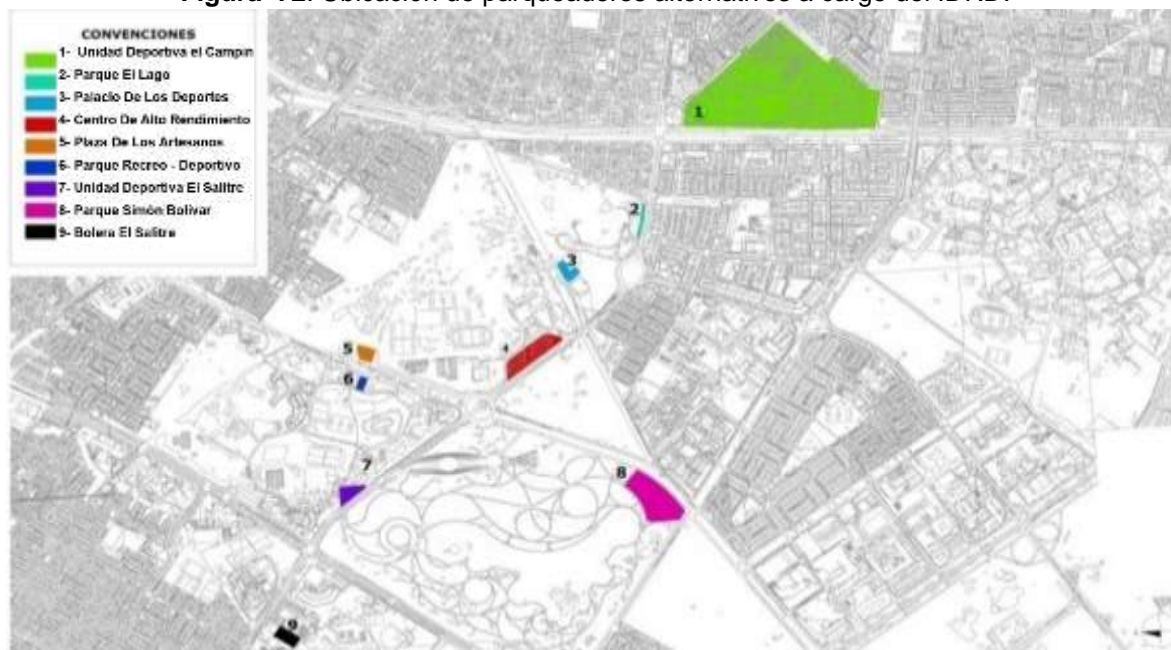


**Tabla 33.** Parqueaderos alternativos.

PARQUEADERO	CAPACIDAD TOTAL	CUPOS DISPONIBLES
UDC - Estadio Norte	639	639
UDC - Estadio Sur	335	335
UDC - Movistar Arena	330	330
Palacio de los Deportes	130	104
Centro de Alto Rendimiento	400	320
Plaza de los Artesanos	320	256
Parque Recreo - Deportivo	180	144
Unidad Deportiva EL Salitre	150	120
Parque Simón Bolívar	900	720
Bolera EL Salitre	250	200
<b>Cupos Totales</b>	<b>3634</b>	<b>3168</b>

**Fuente:** Elaboración propia a partir de: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Plan De Regularización y Manejo de la Unidad Deportiva El Campín, Centro de Extensión Académica, Bogotá, 2011. p 108.

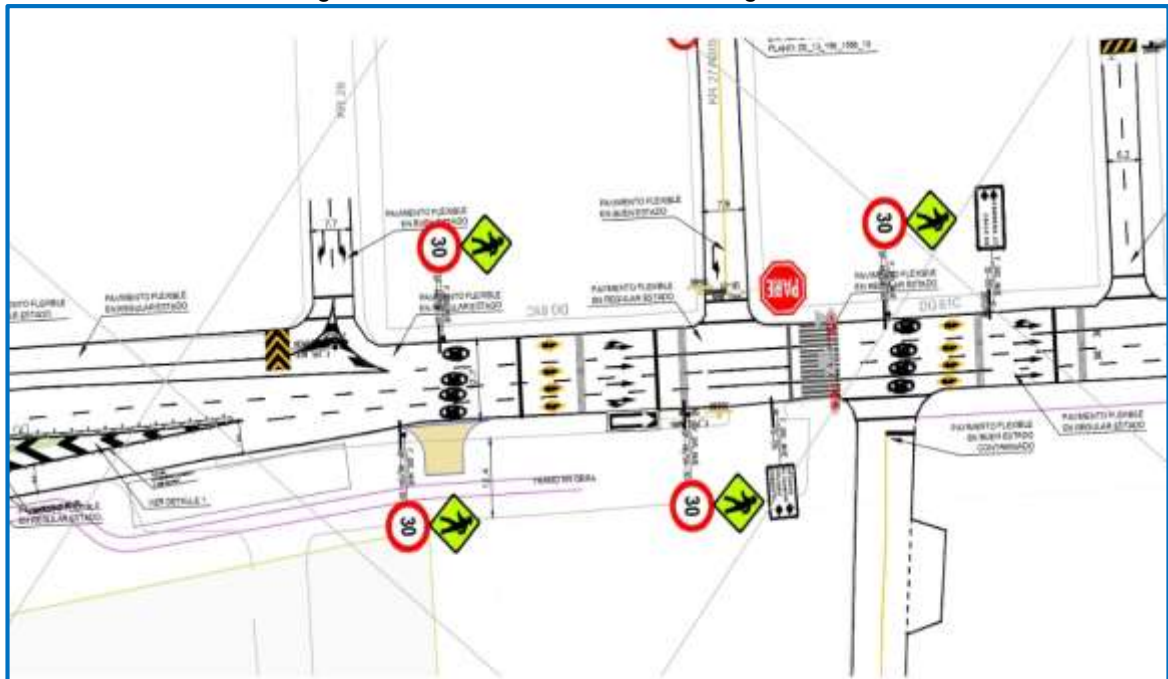
**Figura 72.** Ubicación de parqueaderos alternativos a cargo del IDRD.



**Fuente:** Elaboración propia a partir de: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Plan De Regularización y Manejo de la Unidad Deportiva El Campín, Centro de Extensión Académica, Bogotá, 2011. p 110.

**4.2.3 Propuesta de Pacificación.** Con esta estrategia, se define la señalización y demarcación de la Diagonal 61 C entre Avenida Carrera 30 y Carrera 26 (tramo crítico de siniestralidad por choque y estacionamiento indebido), con el objetivo de realizar una adecuada pacificación de la velocidad de operación con implementación de bandas sonoras en agregado, complementadas con estoperoles metálicos garantizando la movilidad, accesibilidad y seguridad vial. Además, esta medida contribuirá al ingreso ordenado a los parqueaderos mitigando la congestión vehicular con el aprovechamiento óptimo de la infraestructura. El diseño de señalización tanto vertical como horizontal, se basa en los criterios del Manual de Señalización Vial y dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia del Ministerio de Transporte. En la Figura 73, se esquematiza esta propuesta de pacificación, el plano correspondiente al Diseño de Señalización, se presenta en el Anexo 4.2.

Figura 73. Medida de Pacificación Diagonal 61 C.



Fuente: Elaboración propia

**4.2.4 Parqueaderos Subterráneos.** Dentro de las premisas generales del PRM-UDC, se contempla la construcción de “nuevos estacionamientos subterráneos, que tengan la capacidad suficiente para satisfacer la demanda actual y futura del Campín permitiendo nuevos desarrollos, y esté estructurado de manera tal que no genere impactos negativos sobre la movilidad del sector.”<sup>36</sup> Esta medida contribuye una solución definitiva a la demanda actual y futura de parqueaderos tanto del Coliseo Movistar Arena, como el de toda la UDC. El desarrollo de este proyecto contempla un presupuesto considerable por lo tanto, para su ejecución se recomienda establecer alianzas estratégicas con diferentes sectores privados (APP), de tal manera que se contribuya a la generación de zonas verdes y espacio público como se evidencia en la Figura 74.

Figura 74. Ejemplo de Estacionamiento subterráneo.



PRIYA, Eesha. Construcción del primer estacionamiento subterráneo público de la Corporación Municipal de Mumbai, India. En: hindustan Times. [En línea]. 2018. [consultado 17 de May. 2019]. Disponible en: <https://www.hindustantimes.com/mumbai-news/construction-of-bmc-s-first-public-underground-parking-lot-in-the-works.html>

La Figura 75, muestra como recomendación general del estudio, teniendo en cuenta la divulgación de la Unión Internacional de Transportes Públicos UITP, se proponga “la integración de los encargados de planificación y organización de los eventos,

---

<sup>36</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Plan De Regularización y Manejo de la Unidad Deportiva El Campín, Centro de Extensión Académica, Bogotá, 2011. p 97.

junto con las autoridades y operadores de transporte público<sup>37</sup>, con el fin de planificar de manera conjunta estrategias que incentiven el uso de transporte público, ya que es la mejor manera de evitar la congestión vehicular y un nivel mayor de contaminación atmosférica.

Figura 75. Recomendación General.



Fuente: Elaboración propia.

<sup>37</sup> UNIÓN INTERNACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS, Los grandes eventos y el transporte público: un equipo ganador en: Transporte público y grandes eventos. [en línea] Bruselas, Bélgica. 2009.: [consultado 17 de May. 2019]. Disponible en: <https://www.uitp.org/sites/default/files/cck-focus-papers-files/04%2004%20Los%20grandes%20eventos%20y%20el%20transporte%20p%C2%B7blico%20un%20equipo%20ganador.pdf>

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta la compilación de antecedentes, políticas y parámetros técnicos definidos para la realización de estudios de tránsito en la ciudad de Bogotá y sumado a la magnitud, importancia, ubicación y zona de influencia del Coliseo Movistar Arena, se identificó que la solución más adecuada que permite a las entidades a cargo del escenario tomar decisiones, corresponde a la determinación de los parámetros de tránsito actuales, generando adecuadas propuestas de mitigación.

Se evidenció que la zona de influencia cuenta con uno de los corredores de movilidad más importantes de la ciudad a nivel metropolitano, la Avenida Carrera 30 (Av. Ciudad de Quito). La zona en estudio corresponde principalmente a malla vial complementaria, la mayoría con una superficie de concreto asfáltico en buen estado y con un tránsito vehicular mixto en gran parte controlado por intersecciones semaforizadas.

La medición de los impactos sobre la movilidad (toma de información primaria), se llevó cabo el día Martes 4 de Diciembre de 2018, en un periodo de 8 horas (16:00 – 24:00), durante el Concierto Filarmónico de Davivienda, se requirió un equipo de 53 aforadores capacitados y con experiencia que, en total registraron 29 movimientos de volúmenes vehiculares, 12 movimientos de accesos a parqueaderos, 10 tramos de estacionamiento en vía pública y 24 movimientos correspondientes a volúmenes peatonales. En general, el Coliseo Movistar Arena cuenta con una capacidad autorizada de 13800 personas, durante el evento, se estima que la utilización del escenario alcanzó el 50%. Por lo tanto, eventos de mayor aforo reflejarán condiciones más críticas en toda la zona de influencia en estudio, principalmente se podrán presentar afectaciones como estacionamiento en vía pública, saturación en parqueaderos y congestión sobre las vías aledañas a la UDC.

En cuanto a volúmenes vehiculares, la HMD presentada en cada una de las seis estaciones aforadas se presentó minutos antes de la apertura del concierto, lo cual indica la gran atracción de viajes generada por la utilización del escenario, todas las estaciones fueron analizadas estadísticamente de acuerdo a su composición y movimiento. La estación con mayor aporte al total de volúmenes registrados

correspondió a la Avenida Carrera 30 por calle 57 A, la HMD se registró entre las 18:15 y las 19:15 con 5062 vehículos mixtos, así mismo su composición fue de autos con 62.4 %, seguida motos con 30.8%, buses con el 4.7% y camiones con el 4.1 %. El análisis de esta estación y las cinco restantes fue base fundamental para el modelo de microsimulación, el cual una vez calibrado y validado se obtuvo que el total de viajes atendidos de manera satisfactoria por la red fue de 9895, la velocidad promedio de la red en general, se encuentra en 17.90 Km/h y las demoras en promedio son de 1.58 segundos. Los tramos con niveles de servicio críticos fueron la Avenida Carrera 30, la Diagonal 61 C y la Transversal 28.

Una de las intersecciones con mayor demanda peatonal correspondió a la estación intersección 5. Calle 57A con Diagonal 61C, la HMD presentada corresponde a un volumen de 706 peatones, entre las 22:00 y las 23:00 horas, momento en el cual se encontraban saliendo los asistentes al concierto. En general, gran parte de los asistentes utilizaron el sistema de transporte público, el cual está compuesto por 2 estaciones de las rutas del STM que circulan sobre la Avenida Carrera 30 y por rutas del SITP distribuidas en los diferentes corredores viales que cuentan con un buen número de paraderos. Los niveles de servicio encontrados fueron superiores a B, indicando que el desplazamiento de los peatones se realiza de manera adecuada, aunque la elección de las trayectorias de desplazamiento está supeditada por la presencia de otros transeúntes. En este sentido, se evidencio la falta de pasos peatonales seguros en las intersecciones con conflicto peatón-vehículo, se propone la instalación de dispositivos semafóricos (sonoros activados por botón), que garanticen seguridad y accesibilidad, tanto para el peatón como para los demás usuarios. De igual manera, se propone la construcción de un puente peatonal que conecte la UDC, el Barrio Federman y el costado Sur de la Estación Movistar Arena realizando una conexión más corta, eficiente y segura para los usuarios del sistema de transporte público.

Con relación a las estadísticas de siniestralidad vial, se analizaron 2762 registros entre los años 2007 a 2018, los puntos con mayor índice de accidentalidad fueron la Diagonal 61 C sobre el costado Nororiental de la UDC (eventos con heridos por choques) y la Avenida Carrera 30, sentido Sur-Norte a la altura de la Estación "Movistar Arena" (eventos con muertes por atropello). Las medidas de mitigación propuestas para estas afectaciones corresponden a la pacificación de la velocidad de operación sobre la Diagonal 61 C (Diseño de señalización vial) y la propuesta para la construcción del puente peatonal.



La capacidad total permitida en los parqueaderos es de 1332 cupos, sin embargo, la ocupación real fue de 1407 vehículos, por tanto la utilización del Coliseo Movistar Arena genera una saturación en los parqueaderos del 95%. El bajo índice de rotación promedio en los parqueaderos indica que los vehículos ingresados utilizaron el parqueadero por más de 4 horas (tiempo de duración de evento). El parqueadero más crítico correspondió al Estadio Norte, La HMD de presento al salir un total de 389 vehículos durante las 20:15-21:15 horas. Gran parte de la congestión vehicular presentada en los tramos viales aledaños al Coliseo Movistar Arena, fue ocasionada por el desorden de ingreso a los parqueaderos. Las propuestas de mitigación presentadas para estas afectaciones son:

(i) Control de ingreso a parqueaderos: Se propone un esquema logístico que incluya la disposición de personal operativo en puntos estratégicos para informar a los usuarios sobre la disposición de parqueaderos y así mismo, se contribuya a la evacuación segura y eficiente de los usuarios que no podrán ser atendidos en los parqueaderos de la UDC. Además, el personal operativo indicará a los usuarios los distintos parqueaderos alternativos dispuestos para cada evento en particular.

(ii) Adecuación de estacionamientos alternativos: implementar un plan de contingencia que constará de un servicio circular de rutas de transporte para utilizar los diferentes parqueaderos aledaños a la UDC.

(iii) Propuestas de pacificación: se define la señalización y demarcación de la Diagonal 61 C entre Avenida Carrera 30 y Carrera 26, con el objetivo de realizar una adecuada pacificación de la velocidad de operación con implementación de bandas sonoras en agregado, complementadas con estoperoles metálicos garantizando la movilidad, accesibilidad y seguridad vial en este tramo.

Se evidencia que el 80% de los vehículos estacionados en vía pública, solo tardaron menos de 30 minutos, el 11% duraron estacionados entre 45 y 120 minutos. El restante 9% utilizaron el espacio público por más de 120 minutos. Los tramos con mayor afectación fueron la Diagonal 61 C, sobre el costado Nororiental de la UDC (estacionamiento de rápida rotación- afectación en la movilidad) y la zona Nororiental del Coliseo Movistar Arena (estacionamientos con baja rotación-afectación en accesos). Se propone la implementación de señalización tipo SR-28 (Prohibido parquear) en estas vías, acompañada de la programación de operativos por parte de la policía de tránsito.

Se recomienda la construcción de estacionamientos subterráneos con la capacidad suficiente para satisfacer la demanda actual y futura del Coliseo Movistar Arena y demás eventos de la UDC, Esta medida contribuye una solución definitiva a los problemas de capacidad en parqueaderos y disminuiría considerablemente la congestión vehicular de la zona durante la utilización del escenario. El desarrollo de este proyecto contempla un presupuesto considerable por lo tanto, para su ejecución se recomienda establecer alianzas estratégicas con diferentes sectores privados (APP), de tal manera que se contribuya la generación de zonas verdes y espacio público mejorando la calidad de vida se los habitantes. Así mismo, se propone el estudio de la generación de un plan que contemple la integración de los encargados de planificación y organización de los eventos, junto con las autoridades y operadores de transporte público, con el fin de definir de manera conjunta estrategias que incentiven el uso de transporte público, ya que es una alternativa seria para evitar la congestión vehicular y un nivel mayor de contaminación atmosférica.

## BIBLIOGRAFÍA

CAL Y MAYOR R, Rafael y CÁRDENAS G, James. Usuario. En: Ingeniería de tránsito y fundamentos aplicaciones. 8 ed. México D.F. Alfaomega. 2008. 597 P.

DANGOND GIBSONE, Claudia, *et al.* Algunas reflexiones sobre la movilidad urbana en Colombia desde la perspectiva del desarrollo humano. En: Papel Político. Junio, 2011. Vol. 16, no.02. 30 P.

MASEO, Roberto y DOSANTOS, Enestor. Urbanización, digitalización y crecimiento en América Latina: El continente debe aprovechar su gran población en las ciudades para que sea motor del desarrollo. En: El país edición América [en línea]. (2017) < <https://elpais.com/economia> >

MANHEIN, Marvin. The Challenge of Transportation, Systems Analysis. En: Fundamentals of Transportation Systems Analysis: Basic Concepts. Volume 1. Cambridge, Massachusetts. MIT Press, 1979. 674 P.

BOGOTÁ. ALCALDÍA MAYOR, DECRETO 364 DE 2013 (25, Agosto, 2013), Por el cual se modifican excepcionalmente las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D. C, Distrito Capital. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor, 2015.

BOGOTÁ. ALCALDÍA MAYOR, Decreto 319, Por el cual se adopta el Plan Maestro de Movilidad para Bogotá Distrito Capital y se dictan otras disposiciones (15, agosto, 2006). Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor, 2006.

BOGOTÁ. ALCALDÍA MAYOR, Decreto 190 (22, junio, 2004), Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para Santa Fe de Bogotá, Distrito Capital. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor, 2004.

COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 1885, (17, junio, 2015). Por la cual se adopta el Manual de señalización vial - dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. El Ministerio, 2015. 888 P.

BOGOTÁ. ALCALDÍA MAYOR Decreto 596 (26, diciembre, 2007) Por el cual se señalan las reglas para la exigencia, realización y presentación de estudios de movilidad de desarrollos urbanísticos y arquitectónicos en el Distrito Capital. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor, 2007.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, Marco Conceptual. En: Manual de Planeación para la Administración del Tránsito y el Transporte. Tomo I, 2 ed. Bogotá, 2005.

FLÓREZ JIMÉNEZ, Adriana. Metodología para el análisis detallado de accidentes de tránsito en países en desarrollo. Bogotá D.C.: Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería 2015. 196 P.

CALIPER CORPORATION. Modelos de Simulación Transmodeler, [En línea] < <https://www.caliper.com> >, [23 de Abril de 2019].

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Plan De Regularización y Manejo de la Unidad Deportiva El Campín, Centro de Extensión Académica, Bogotá, 2011. 138 P.

INSTITUTO DISTRITAL DE RECREACIÓN Y DEPORTE. Evento de prueba del Coliseo Movistar Arena, [En línea] < [www.idrd.gov.co/noticias](http://www.idrd.gov.co/noticias) >, [3 de Abril de 2019].

CORRESPONDENCIA de Claudia Andrea Díaz Acosta, Directora de Seguridad Vial y Comportamiento del Tránsito, SDM. Bogotá, 12 de Diciembre de 2018

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 769 (06, agosto, 2002). Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C., 2002. 128 P.

SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. PMR-Unidad Deportiva el Campin [En línea] < <http://www.sdp.gov.co/pmr-udc> > [11 de Abril de 2019 ]

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Mapas Estado Malla vial [En línea] <<http://idu.maps.arcgis.com> > [7 de Abril de 2019 ]

SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá [En línea] < <https://mapas.bogota.gov.co> > [7 de Abril de 2019]

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Estimación del Tránsito de Diseño. En: Manual de Diseño de Pavimentos Flexibles para Medios y Altos Volúmenes de Tránsito. Cauca, 1998. 110 P.

LOPÉZ, Miguel. Especialista en Modelación del Tránsito de VRC ingeniería Ltda. Bogotá, Colombia. Observación inédita. 2019

ZÚÑIGA ALARCÓN, Víctor Ignacio. Uso de herramientas de microsimulación para la definición de estrategias de control de tránsito. Trabajo de grado Ingeniero Civil. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Ingeniería Civil, 2010. 123 P.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, Pedestrians Methodology in: Highway Capacity Manual HCM, Third Edition. Washington D.C. 2000. P.

ALCALDÍA MAYOR, BOGOTÁ, Cartilla para el Puente Peatonal Prototipo para Bogotá Instituto De Desarrollo Urbano, Bogotá. 2009. 35 P.

UNIÓN INTERNACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS, Los grandes eventos y el transporte público: un equipo ganador en: Transporte público y grandes eventos. [en línea] Bruselas, Bélgica. 2009.: [consultado 17 de May. 2019]. Disponible en: <https://www.uitp.org/sites/default/files>