



**ALCALDIA MAYOR
BOGOTA D.C.**

**Instituto
DESARROLLO URBANO**

**“ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN
CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.”**

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020

INF-TRA-CASC-131-21 V4

**FASE 3: ESTUDIO DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE
ESTACIÓN INTERMEDIA – LA VICTORIA**

CONSORCIO CS



BOGOTÁ D.C., 06 JUNIO 2022

PRODUCTO DOCUMENTAL

INF-TRA-CASC-131-21 V4 FASE 3: ESTUDIO DE TRÁNSITO Y MOVILIDAD ESTACIÓN LA VICTORIA

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 00	08/11/2021	Emisión Original	204
Versión 01	03/12/2021	Atención de observaciones de Interventoría	222
Versión 02	28/01/2022	Atención de observaciones de SDM	258
Versión 03	01/04/2022	Atención de observaciones de SDM	279
Versión 04	06/06/2022	Atención de observaciones de SDM	242

EMPRESA CONTRATISTA

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Juan Guillermo Ruiz Fonseca Especialista Tránsito y Transporte	Ing. Juan Guillermo Ruiz Fonseca Especialista Tránsito y Transporte	Ing. Mario Ernesto Vacca G. Director de Consultoría

EMPRESA INTERVENTORA

REVISADO POR:	AVALADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Andrés Felipe Giraldo Especialista Tránsito y Transporte	Ing. Wilmer Alexander Rozo Coordinador de Interventoría	Ing. Oscar Andrés Rico Gómez Director de Interventoría

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GENERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	ALCANCE DEL ESTUDIO	18
4	INFORMACIÓN DEL PROYECTO	21
4.1	ESTACIÓN INTERMEDIA – LA VICTORIA	23
4.2	DEMANDA POTENCIAL DE LA ESTACIÓN INTERMEDIA	26
5	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE TRÁNSITO	30
6	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	35
7	DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	46
7.1	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID).....	46
7.2	ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)	55
7.3	ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL CONTRATO IDU 1630/2020	66
8	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA	68
8.1	CONSIDERACIONES PARA LA TOMA DE INFORMACIÓN DE CAMPO	75
9	CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y OPERACIONAL DEL TRÁNSITO	81
9.1	DIAGNÓSTICO DE LOS FLUJOS NO MOTORIZADOS	82
9.2	DIAGNÓSTICO DE LOS FLUJOS MOTORIZADOS	103
9.3	ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN EL ÁREA.....	136
10	REPRESENTACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL SIN PROYECTO	143
10.1	REPRESENTACIÓN Y CALIBRACIÓN DE FLUJOS MOTORIZADOS	144
10.2	REPRESENTACIÓN Y CALIBRACIÓN DE FLUJOS NO MOTORIZADOS	166
11	REPRESENTACIÓN DE LA SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO	175
12	SELECCIÓN DE LAS SOLUCIONES DEFINITIVAS DE TRÁNSITO	204
12.1	INTERVENCIONES PARA EL INICIO DE OPERACIÓN	208
12.2	ARTICULACIÓN DE LA BICICLETA CON LA ESTACIÓN INTERMEDIA	230

 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>
--	--	--

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 234

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general del Cable Aéreo San Cristóbal	22
Figura 2. Localización Estación Intermedia.....	24
Figura 3. Implantación de Estación Intermedia – La Victoria	25
Figura 4. Perspectivas estación intermedia	26
Figura 5. Demanda potencial Cable San Cristóbal año 30 de operación	27
Figura 6. Metodología Estudio de Tránsito y Transporte Estación Intermedia	30
Figura 7. Zona de recolección de información secundaria.....	36
Figura 8. Acceso peatonal a la Estación Intermedia	47
Figura 9. Polos atractores y generadores de viajes alrededor de la Estación Intermedia.....	48
Figura 10. Trayectorias peatonales en el sector de la Estación Intermedia.....	49
Figura 11. Área de Influencia Directa Estación Intermedia.....	55
Figura 12. Malla vial alrededor de la estación intermedia	57
Figura 13. Rutas transporte público, paraderos e intersecciones semaforizadas.....	58
Figura 14. Siniestralidad alrededor de la estación intermedia.....	59
Figura 15. Validaciones transporte público paraderos alrededor de estación intermedia	60
Figura 16. Desvíos vehiculares durante proceso constructivo o cierres de tramos viales.....	62
Figura 17. Área de Influencia Indirecta Estación Intermedia	64
Figura 18. Área de intervención Contrato IDU 1630/2020.....	67
Figura 19. Representación esquemática de los movimientos en una intersección	70
Figura 20. Codificación movimientos peatonales	71
Figura 21. Puntos de toma de información primaria.....	73
Figura 22. Giros vehiculares aforados estación M2 (izquierda) y E22 (derecha)	73
Figura 23. Giros vehiculares aforados estación E21 (izquierda) y E23 (derecha)	74
Figura 24. Giros peatonales aforados estación E21 (izquierda) y E23 (derecha)	74
Figura 25. Giros peatonales aforados estación E31 (izquierda) y E33 (derecha)	74
Figura 26. Ejemplo del formato para la captura de información vehicular.....	76
Figura 27. Ejemplo del esquema tipo del formato de aforo peatonal.....	76
Figura 28. Anchos efectivos de andenes y calles	87
Figura 29. Identificación de sectores de andenes en mal estado y con discontinuidades	88
Figura 30. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación maestra M2	90

Figura 31. Demanda de Flujos de Peatonales horaria para la estación M2, día típico.....	91
Figura 32. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación M2, día atípico.....	91
Figura 33. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación específica E21	92
Figura 34. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E21, día típico.....	93
Figura 35. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E21, día atípico.....	93
Figura 36. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la E22.....	94
Figura 37. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E22, día típico.....	95
Figura 38. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E22, día atípico.....	95
Figura 39. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación específica E23....	96
Figura 40. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E23, día típico.....	96
Figura 41. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E23, día atípico.....	97
Figura 42. Localización estaciones de aforo Plan de Monitoreo SDM.....	98
Figura 43. Comparación aforos peatonales sector La Victoria	99
Figura 44. Factor COVID aforos peatonales sector La Victoria.....	99
Figura 45. Mapa de calor de hurtos a personas de San Cristóbal, enero - abril 2021	103
Figura 46. Oferta de transporte público alrededor la Estación Intermedia	105
Figura 47. Estado de la infraestructura de espera en paraderos de transporte.....	108
Figura 48. Inventario vial de regulación alrededor de la Estación Intermedia.....	109
Figura 49. Número de siniestros viales por mes	111
Figura 50. Número de siniestros por día de la semana.....	111
Figura 51. Clase de siniestro	112
Figura 52. Clase de siniestro y actor vial	112
Figura 53. Actor vial involucrado en siniestros viales alrededores de la estación de retorno.....	113
Figura 54. Tipo de siniestros viales en el AII	114
Figura 55. Participación de flujos motorizados estación M2 día típico (izq) y atípico (der)	115
Figura 56. Participación de flujos motorizados estación E21 día típico (izq) y atípico (der)	116
Figura 57. Participación de flujos motorizados estación E22 día típico (izq) y atípico (der)	116
Figura 58. Participación de flujos motorizados estación E23 día típico (izq) y atípico (der)	116
Figura 59. Distribución horaria de flujos motorizados estación M2, día típico.....	117
Figura 60. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación M2, día atípico	118
Figura 61. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación E21, día típico.	119
Figura 62. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación E21, día atípico.....	120

Figura 63. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación E23, día típico	122
Figura 64. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación E23, día atípico.....	123
Figura 65. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria autos – M2.....	125
Figura 66. Curva horaria autos estación M2 sin efecto COVID-19.....	125
Figura 67. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria buses – M2	126
Figura 68. Curva horaria buses estación M2 sin efecto COVID-19	126
Figura 69. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria camiones – M2	127
Figura 70. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria motos – M2.....	127
Figura 71. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria bicicletas – M2	128
Figura 72. Distribución horaria por modo sector La Victoria (sin efecto COVID)	129
Figura 73. Comparación partición modal aforos 2021 vs aforos Plan de Monitoreo 2021.....	129
Figura 74. Factor de desafectación COVID total estación M2	130
Figura 75. Factor de desafectación COVID total estación E21	130
Figura 76. Factor de desafectación COVID total estación E22	131
Figura 77. Factor de desafectación COVID total estación E23	131
Figura 78. Factor de desafectación COVID total Sector La Victoria	132
Figura 79. Horas de máxima demanda en la zona de influencia directa día típico	133
Figura 80. Hora de máxima demanda en la zona de influencia directa día atípico.....	134
Figura 81. Registros siniestralidad en el área de influencia directa e indirecta	136
Figura 82. Distribución de accidentes de tránsito según año de ocurrencia.....	137
Figura 83. Composición de accidentes según gravedad.....	138
Figura 84. Accidentes por tipo o clase según su año de ocurrencia.....	138
Figura 85. Número de siniestros equivalente por año.....	139
Figura 86. Puntos críticos en la zona de estudio	140
Figura 87. Puntos de mayor frecuencia de siniestro con localización de equipamientos.....	141
Figura 88. Puntos críticos de accidentalidad Densidad Kernel	142
Figura 89. Representación de la situación actual en el modelo de microsimulación	143
Figura 90. Red de microsimulación sector La Victoria	145
Figura 91. Configuración del comportamiento de conductores por tipología vehicular	145
Figura 92. Inventario de pendientes Sector La Victoria.....	147
Figura 93. Selección de archivos para la asignación dinámica en VISSIM.....	148
Figura 94. Asignación de rutas de transporte público.....	149

Figura 95. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (vehículos livianos).....	151
Figura 96. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (camiones).....	151
Figura 97. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (transporte público).....	151
Figura 98. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (motos).....	152
Figura 99. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (bicicletas).....	152
Figura 100. Coeficiente de correlación del micro modelo para vehículos livianos	160
Figura 101. Coeficiente de correlación del micro modelo para camiones	160
Figura 102. Coeficiente de correlación del micro modelo para transporte público	160
Figura 103. Coeficiente de correlación del micro modelo para motos	161
Figura 104. Coeficiente de correlación del micro modelo para bicicletas	161
Figura 105. Tramos viales considerados para análisis de velocidades.....	162
Figura 106. Velocidades promedio zona de análisis y tiempos de recorrido pico AM.....	163
Figura 107. Velocidades promedio zona de análisis y tiempos de recorrido pico PM	164
Figura 108. Velocidades promedio zona de análisis y tiempos de recorrido pico FS.....	164
Figura 109. Densidades vehiculares.....	165
Figura 110. Volumen vehicular vs. velocidades	165
Figura 111. Representación de la oferta actual para modos no motorizados	167
Figura 112. Asignación peatonal escenario base pico AM	170
Figura 113. Asignación peatonal escenario base pico PM.....	171
Figura 114. Asignación peatonal escenario base pico FS	171
Figura 115. Proyecciones población Localidad San Cristóbal.....	176
Figura 116. Tasa histórica de crecimiento PIB nacional.....	185
Figura 117. Evolución trimestral de la tasa de crecimiento del PIB para 2020 y 2021	185
Figura 118. Variación proyectada del PIB Nacional Ministerio de Hacienda	186
Figura 119. Pronóstico tasa de crecimiento PIB a partir de diferentes fuentes.....	187
Figura 120. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes en auto.....	188
Figura 121. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes en moto.	188
Figura 122. Tasa anual de crecimiento pronóstico camiones.....	189
Figura 123. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes transporte público	189
Figura 124. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes en bicicleta	190
Figura 125. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes a pie.....	190
Figura 126. Numeración de nodos para balanceo peatonal estación intermedia.....	193

Figura 127. Balanceo peatonal resultante año 2025 vs año 2045	194
Figura 128. Presentación 3D peatones llegando a la estación.....	194
Figura 129. Líneas de deseo matriz vehicular – Año 2021	195
Figura 130. Líneas de deseo matriz peatonal – Año 2021	196
Figura 131. Líneas de deseo matriz peatonal – Año 2045	196
Figura 132. Intersecciones analizadas para comparación de escenario.....	198
Figura 133. NDS vehicular año 2025 (izq) vs año 2045 (der) sin intervenciones – pico AM.....	199
Figura 134. NDS vehicular año 2025 (izq) vs año 2045 (der) sin intervenciones – pico PM.....	200
Figura 135. NDS peatonal año 2025 (izq) vs año 2045 (der) sin intervenciones – pico AM	201
Figura 136. NDS peatonal año 2025 (izq) vs año 2045 (der) sin intervenciones – pico PM.....	202
Figura 137. Puntos críticos de accidentalidad Densidad Kernel.....	205
Figura 138. Flujos peatonales año 2021.....	206
Figura 139. Flujos peatonales año 2025.....	206
Figura 140. NDS andenes Estación La Victoria - Año 2021	207
Figura 141. NDS andenes Estación La Victoria - Año 2025	208
Figura 142. Demanda potencial año cero.....	209
Figura 143. Localización tramo vial a cerrar	209
Figura 144. Par vial alrededor de la estación año cero.....	211
Figura 145. Área de intervención - Estación La Victoria	212
Figura 146. Planta Calle 40 Sur entre Carreras 3A y 3C Este	212
Figura 147. Perfil longitudinal Calle 40 Sur entre Carreras 3A y 3C Este	213
Figura 148. Sección vial transversal Calle 40 Sur (sentido W-E).....	213
Figura 149. Planta Calle 41 Sur entre Carreras 3A y 3C Este	214
Figura 150. Perfil longitudinal Calle 41 Sur entre Carreras 3A y 3C Este	214
Figura 151. Sección vial transversal Calle 41 Sur (sentido E-W).....	214
Figura 152. Estado actual andén opuesto Calle 41 Sur entre Carreras 3A y 3C Este	215
Figura 153. Planta Carrera 3A E entre Calles 40 y 41 Sur.....	215
Figura 154. Perfil longitudinal Carrera 3A E entre Calles 40 y 41 Sur	216
Figura 155. Sección vial transversal Carrera 3a Este (sentido N-S)	216
Figura 156. Planta Carrera 3C E entre Calles 40 y 41 Sur.....	217
Figura 157. Perfil longitudinal Carrera 3C E entre Calles 40 y 41 Sur.....	217
Figura 158. Sección vial transversal Carrera 3c Este (sentido S-N)	217

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

Figura 159. Esquema señalización corredor Carrera 3a Este..... 219

Figura 160. Esquema señalización corredor Carrera 3c Este..... 219

Figura 161. Esquema señalización corredor Calle 41 Sur 220

Figura 162. Esquema señalización corredor Calle 40 Sur 220

Figura 163. Sobre recorridos sentido E-W por cierre del tramo vial de la Calle 40a Sur..... 222

Figura 164. Sobre recorridos sentido W-E por cierre del tramo vial de la Calle 40a Sur..... 223

Figura 165. Sobre recorridos N-S por unidireccionalidad del tramo vial Carrera 3c Este..... 224

Figura 166. Sobre recorridos S-N por unidireccionalidad del tramo vial Carrera 3a Este..... 225

Figura 167. Paraderos alrededor de la estación intermedia..... 226

Figura 168. Área de construcción y de rehabilitación de andenes - Estación La Victoria..... 228

Figura 169. Desvíos para recorridos peatonales año cero..... 229

Figura 170. Localización ciclo parqueaderos Estación Intermedia..... 231

Figura 171. Estacionamiento bicicletas de colocación vertical en el sistema TM de Bogotá..... 232

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución porcentual de demanda captada Estación Intermedia	28
Tabla 2. Documentos antecedentes Proyecto Cable San Cristóbal	37
Tabla 3. Marco de referencia del proyecto.....	38
Tabla 4. Normatividad y Legislación relacionada	39
Tabla 5. Manuales y normas técnicas	40
Tabla 6. Información caracterización componente de tránsito, movilidad y socioeconómico	41
Tabla 7. Información operación Transmilenio	42
Tabla 8. Proyectos de infraestructura alrededor de la Estación Intermedia	43
Tabla 9. Resumen de variables para definir el AII del proyecto.....	57
Tabla 10. Tasas de captación viajes intrazonales	63
Tabla 11. Tasa de captación viajes interzonales	63
Tabla 12. Fechas y periodos de toma de información.....	71
Tabla 13. Oferta de rutas de transporte público en el área de análisis	105
Tabla 14. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación M2, día típico.....	117
Tabla 15. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación M2, día atípico.	118
Tabla 16. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación E21, día típico.	119
Tabla 17. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación E21, día atípico	121
Tabla 18. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación E23, día típico.	122
Tabla 19. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación E23, día atípico.	123
Tabla 20. Resultados calibración pico AM	153
Tabla 21. Resultados calibración pico PM.....	155
Tabla 22. Resultados calibración pico FS	157
Tabla 23. Resultados Calibración modelo completo pico AM	159
Tabla 24. Resultados Calibración modelo completo pico PM	159
Tabla 25. Resultados Calibración modelo completo pico FS	159
Tabla 26. Resultados calibración por peatones pico AM.....	169
Tabla 27. Resultados calibración por peatones pico PM	169
Tabla 28. Resultados calibración por peatones pico FS.....	170
Tabla 29. Criterios NDS para andenes y sederos peatonales estimados para Bogotá.....	172
Tabla 30. NDS Zonas andenes	172

Tabla 31. Anchos efectivos andenes de la Estación de La Victoria.....	173
Tabla 32. Viajes por ZAT para diferentes matrices OD	177
Tabla 33. Base de datos utilizada para modelos de regresión	177
Tabla 34. Resumen modelo vehículos livianos.....	178
Tabla 35. Análisis de varianza modelo vehículos livianos	178
Tabla 36. Coeficientes del modelo vehículos livianos.....	178
Tabla 37. Resumen modelo transporte público.....	179
Tabla 38. Análisis de varianza modelo transporte público	179
Tabla 39. Coeficientes del modelo transporte público.....	179
Tabla 40. Resumen modelo bicicletas.....	180
Tabla 41. Análisis de varianza modelo bicicletas	180
Tabla 42. Coeficientes del modelo bicicletas.....	180
Tabla 43. Resumen modelo camiones.....	181
Tabla 44. Análisis de varianza modelo camiones	181
Tabla 45. Coeficientes del modelo camiones.....	182
Tabla 46. Resumen modelo motos	182
Tabla 47. Análisis de varianza modelo motos.....	183
Tabla 48. Coeficientes del modelo motos	183
Tabla 49. Resumen modelo viajes A pie.....	183
Tabla 50. Análisis de varianza modelo viajes A pie	184
Tabla 51. Coeficientes del modelo viajes A pie.....	184
Tabla 52. Factores multiplicadores por modo y por periodo crecimiento normal de los viajes.....	191
Tabla 53. Localización de intersecciones de control.....	197
Tabla 54. Indicadores operacionales escenario con proyecto sin intervenciones - AM.....	198
Tabla 55. Indicadores operacionales con proyecto sin intervenciones - PM	199
Tabla 56. NDS andenes de la Estación de La Victoria	242

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Sector Avenida Carrera 4 Este	50
Fotografía 2. Aglomeración usuarios de transporte público eje vial Carrera 4 Este	50
Fotografía 3. Acceso urgencias Hospital La Victoria	51
Fotografía 4. Infraestructura alrededor del Hospital La Victoria	51
Fotografía 5. Diagonal 39 sur en el sector del Colegio Distrital Juan Evangelista Gómez	52
Fotografía 6. Infraestructura peatonal Carrera 3c Este	52
Fotografía 7. Infraestructura peatonal Calle 40 Sur	53
Fotografía 8. Ubicación cámara de vídeo estación de aforo M2	77
Fotografía 9. Ubicación cámara de vídeo estación de aforo E21	77
Fotografía 10. Ubicación cámara de vídeo estación de aforo E22	78
Fotografía 11. Ubicación cámara de vídeo estación de aforo E23	78
Fotografía 12. Infraestructura peatonal sobre Carrera 3a Este	84
Fotografía 13. Estado de la infraestructura sobre la Carrera 3b Este	84
Fotografía 14. Estado infraestructura peatonal existente Carrera 3c Este (acceso futura estación)	84
Fotografía 15. Estado de la infraestructura peatonal sobre Calle 39 Sur	85
Fotografía 16. Infraestructura peatonal sobre la Calle 40 Sur	85
Fotografía 17. Infraestructura peatonal sobre la Calle 40a Sur	85
Fotografía 18. Paradero sector Calle 40 Sur con Carrera 3a Este	106
Fotografía 19. Paradero sector Calle 41 Sur con Carrera 3 Este	107
Fotografía 20. Paraderos sobre la Carrera 4 Este	107
Fotografía 21. Estado de señalización en el AII	110
Fotografía 22. Paradero 171A13	226
Fotografía 23. Paradero 169A13	227
Fotografía 24. Paradero 519A13	227

1 INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el Estudio de Tránsito y Transporte (ETT) elaborado por el grupo consultor para la selección de estrategias que garanticen una movilidad segura y confortable de los actores involucrados en la estación intermedia del Cable Aéreo de San Cristóbal ubicada en el barrio La Victoria cerca al Hospital La Victoria en la localidad de San Cristóbal en el marco de la FASE 3 de la “ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.” contratados por la Alcaldía Mayor de Bogotá y el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) en el marco del Contrato de Consultoría No. 1630 DE 2020.

El desarrollo metodológico adelantado, partió de los alcances definidos por el IDU en el Anexo Técnico No. 1 del presente contrato de consultoría y en el documento de **METODOLOGÍA GENERAL PARA EL COMPONENTE DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE** presentado por el consultor y que fue aprobado en la FASE 1. Así mismo, el desarrollo de este producto, está basado en el conocimiento previo con el que cuenta el Grupo Consultor de la ciudad de Bogotá y del área de influencia del Proyecto, en los estudios previos que han sido desarrollados para este sistema cable, se recolectó información primaria respecto a la caracterización de demanda y oferta e importante información de tipo secundaria correspondiente a encuestas Origen – Destino realizadas en la ciudad de Bogotá.

El documento se encuentra estructurado en 13 capítulos. El **CAPÍTULO 2**, presenta la descripción de los objetivos. El **CAPÍTULO 3**, establece el alcance del estudio, a nivel de diseños definitivos. El **CAPÍTULO 4**, presenta la información general del Proyecto. El **CAPÍTULO 5**, define la metodología del estudio, mostrando la interacción entre los componentes de tránsito y movilidad, y cada una de las herramientas de simulación utilizadas en un proceso compuesto por ocho (8) fases secuencias adelantadas para satisfacer los objetivos del estudio. El **CAPÍTULOS 6**, presentan la recopilación de información secundaria. El **CAPÍTULO 7**, señala los criterios que han sido utilizados para delimitar espacialmente la zona de influencia de la Estación Intermedia.

El **CAPÍTULO 8**, muestra el proceso de recopilación y procesamiento de la información primaria. El **CAPÍTULO 9**, presenta el diagnóstico de la situación actual de movilidad de esta zona, el cual contempla la caracterización general de los diferentes modos de transporte, motorizados y no motorizados, lo que permitió realizar el análisis físico, operacional y del tránsito para el sector estudiado. Posteriormente, el **CAPÍTULO 10**, presenta los desarrollos realizados para la representación de la situación actual, sin proyecto, a través de la construcción y calibración de modelos de microsimulación, tomando como base el año 2021, representativo de las condiciones más críticas de operación del tránsito de la zona, los cuales se convirtieron en la herramienta base para la evaluación de las soluciones de tránsito que se analizaron más adelante. El **CAPÍTULO 11**, presenta el resultado de las microsimulaciones

 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S.  Supering Supervisión e Ingeniería del Proyecto</p>	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>
--	---	--

para representar la situación futura, en la cual se miden los impactos que generará la operación de la Estación Intermedia El CAPÍTULO 12, describe el proceso de análisis que se efectuó para la evaluación y selección definitiva, a partir de criterios técnicos relacionados, de las mejores alternativas de tránsito y movilidad que permitirán articular adecuadamente la implementación del Proyecto dentro de esta zona de su trazado. Finalmente, el CAPÍTULO 13, presenta las conclusiones y recomendaciones más relevantes del presente estudio, relacionadas con el diagnóstico de la situación actual y futura de la operación del área directa circundante a la estación analizada, indicando las soluciones de tránsito y movilidad que deberán ser implementadas para la articulación exitosa de la estación intermedia y el entorno.

2 OBJETIVOS

A continuación, se presenta el detalle del objetivo general y los objetivos específicos para el presente documento teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en los términos de referencia del actual contrato de consultoría y que se presentan en el *Capítulo 3: Tránsito* del Anexo Técnico No. 1

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar técnicamente la solución de accesibilidad de usuarios a la estación intermedia del Cable Aéreo San Cristóbal ubicado en el barrio La Victoria, teniendo en cuenta la integración modal y la seguridad vial de los usuarios de la infraestructura aledaña a esta.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se establecen los siguientes objetivos específicos, necesarios para el cumplimiento del objetivo general y que se encuentran enmarcados dentro del desarrollo del Proyecto:

- Caracterizar la información secundaria recopilada en fases anteriores del proyecto de consultoría referente a estudios previos, antecedentes y componentes actuales de tránsito y movilidad de la zona de estudio.
- Desarrollar las etapas y actividades metodológicas para la elaboración del ETT.
- Delimitar la zona de influencia directa e indirecta para la estación intermedia en materia de características de tránsito y movilidad.
- Identificar la oferta de infraestructura de transporte para flujos motorizados y no motorizados en la zona de influencia de la futura estación intermedia.
- Caracterizar la demanda de los flujos motorizados y no motorizados en el área de influencia del proyecto, determinando, a través de un análisis espacial, los sitios de mayor concentración y conflicto.
- Elaborar el diagnóstico de la situación actual en cuanto a movilidad, a partir de información primaria y secundaria, dentro de la zona de influencia del proyecto, incluyendo aspectos de seguridad vial y accesibilidad.
- Construir y calibrar modelos de simulación microscópica a partir de una herramienta de simulación de tránsito y transporte que permita la evaluación de alternativas que permitan la integración con la movilidad circundante por efecto de la implementación de la estación intermedia en esta zona.
- Definir en caso de ser necesarias las medidas de señalización e infraestructura de transporte para obtener un diseño idóneo y que pueda ser puesto en operación bajo la normatividad vigente y en las condiciones de seguridad vial, accesibilidad y conectividad adecuadas.

 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S.  Supering Supervisión e Ingeniería de Proyectos</p>	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>
--	---	--

- Evaluar el impacto de las medidas de señalización e infraestructura propuestas, mediante el uso de modelos de simulación microscópica y la implementación gradual de medidas de intervención.
- Establecer recomendaciones para la implementación de medidas en la estación intermedia definidas en el ETT.

3 ALCANCE DEL ESTUDIO

De acuerdo con el ANEXO TÉCNICO 1 de los términos de referencia del CONTRATO DE CONSULTORÍA cuyo objeto es realizar la “ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C” y teniendo en cuenta que el proyecto generará demanda peatonal y de ciclistas para ingreso a las estaciones, a continuación, se presentan los alcances definidos para el desarrollo del Estudio de Tránsito y Transporte para la Estación Intermedia en el sector de La Victoria del Cable Aéreo San Cristóbal.

El Estudio de Tránsito y Transporte presenta el análisis de los efectos sobre los diferentes flujos motorizados y no motorizados producidos por la construcción y puesta en operación de la estación intermedia en el barrio La Victoria en la localidad de San Cristóbal. También, incluye la formulación de medidas de mitigación ante los impactos que se produzcan por la implantación y operación de dicha estación.

Los análisis presentados se basan inicialmente en la revisión de los estudios de prefactibilidad y factibilidad realizados por diferentes entidades entre los años 2009 a 2020. Un segundo insumo utilizado corresponde a los análisis de factibilidad realizados en la FASE 2 de la presente consultoría.

También se utilizó una cantidad considerable e idónea de información secundaria, relacionada con aforos vehiculares y peatonales, caracterización de infraestructura vial, peatonal y de regulación (ejemplo: señalización, semáforos, etc.), normativas y regulaciones vigentes, información de operación de Transmilenio al interior del portal, información de rutas de transporte público, siniestralidad, velocidades, entre otros. Toda esta información fue analizada y combinada junto con la información primaria recopilada por el consultor, con lo cual se identificó los periodos críticos de análisis durante un día típico y un día atípico y fue en dichos periodos donde se realizó el diagnóstico de la situación actual de flujos motorizados y no motorizados. Posteriormente se definió el periodo de mayor relevancia y evaluó (utilizando herramientas de microsimulación) las alternativas de mitigación ante los posibles impactos en la movilidad producidos por la entrada en operación de la estación intermedia y para garantizar la accesibilidad peatonal y de ciclistas.

Como parte del trabajo de diagnóstico y formulación que se presenta en este documento previamente se definió una zona de estudio que permitiera delimitar hasta donde se llevarían a cabo los análisis desde la especialidad de tránsito y transporte. Es así como se establecieron dos zonas: una de influencia directa y otra de influencia indirecta. La zona directa estuvo acotada espacialmente por el área dentro de la cual se debe garantizar la accesibilidad peatonal y de ciclo usuarios a las estaciones asegurando condiciones de capacidad y seguridad vial adecuada, en armonía con la infraestructura existente; dentro de esta zona se

evaluaron los cruces de los flujos motorizados y/o no motorizados y las medidas de solución que pueden llegar a implementarse para la articulación del Proyecto en materia de tránsito y movilidad.

La zona indirecta, fue definida como una zona más amplia, más allá de los sectores de acceso a cada estación y sus intersecciones involucradas, considerando la posible afectación por una eventual redistribución de flujos motorizados y de transporte público, así como desvíos que puedan generarse durante el proceso constructivo, la posterior entrada en operación de cada estación, y la integración con el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP y alimentadores); dentro de esta área, únicamente se realizó la caracterización y el diagnóstico del tránsito y la movilidad para la situación actual.

Cabe aclarar que la definición de estas zonas difiere con las zonas de análisis y diseño definidas por otras especialidades que hacen parte de esta consultoría. Las zonas de análisis definidas por esta especialidad aparecen como las zonas más grandes definidas en toda la consultoría y esto se debe principalmente a que los análisis de seguridad y accesibilidad a la estación que se presentan en este estudio no podían quedar circunscritos a una zona que se ubicara solo alrededor de la futura estación, sino que se debía tener en cuenta los puntos o intersecciones de llegada de peatones y bici-usuarios a los sectores por donde accederían a la estación, así como posibles medidas de integración multimodal, y además, analizar como esa concentración de flujos podría provocar eventuales redistribuciones de flujos motorizados, redistribución que dependiendo de la infraestructura vial existente puede extenderse varios metros alrededor de la futura estación, de allí que las zonas definidas sean amplias.

El diseño en detalle de la señalización y cualquier otra medida de mitigación resultante de los análisis realizados en el Estudio de Tránsito y Transporte solo se llevó a cabo en la zona de influencia directa, lo cual va conforme a los alcances definidos en los términos de referencia del Anexo Técnico No. 1 de la presente consultoría. Sin embargo, como se mencionó en el párrafo anterior las medidas o intervenciones identificadas no podían quedar limitadas solo a una manzana o un área pequeña, sino que se debía asegurar trayectos peatonales con accesibilidad adecuada, por lo tanto aquellas intervenciones que se identificaron dentro de la zona de influencia indirecta pero fuera de la zona directa en el presente estudio de Tránsito y Transporte fueron dejadas a modo de recomendación dentro del estudio para que las entidades distritales las tomen en consideración y analicen su eventual diseño en procesos futuros.

Las medidas planteadas en el presente estudio y las recomendaciones identificadas se proyectaron con una vida útil de 20 años, siendo el 2025 el año base de entrada en operación del sistema cable Aéreo San Cristóbal. **Por lo tanto, lo que se busca con las recomendaciones dadas en este informe es asegurar una zona que sea totalmente accesible y segura y que la implantación y operación de la Estación Intermedia se conjugue de forma adecuada con la infraestructura no motorizada y motorizada existente,** infraestructura que en la actualidad no ofrece adecuadas condiciones de

 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S.  Supering  <small>Supervisión e Ingeniería del Proyecto</small></p>	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>
---	---	--

accesibilidad y conectividad, por lo tanto uno de los principales hallazgos del presente estudio es la identificación de la necesidad de adecuar y ampliar la infraestructura no motorizada que soporte los flujos que serán atraídos por la estación intermedia.

4 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

El Estudio de Tránsito y Transporte para la Estación Intermedia del Cable Aéreo San Cristóbal – CSC , presentado en este documento, corresponde al tercero de los tres estudios de tránsito que se entregarán en esta consultoría y cuya elaboración se hizo con el fin de poder determinar las soluciones en esta materia que mejor satisfagan las necesidades de la implantación y posterior operación de la estación dentro del área de influencia definida y en su interacción con las demás estaciones del sistema cable.

Dentro del Plan de Desarrollo 2020-2024 “Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del Siglo XXI”, adoptado mediante el acuerdo 761 de 2020, dentro del Propósito 4: Hacer de Bogotá región un modelo de movilidad multimodal, incluyente y sostenible se establece como programa estratégico avanzar en la construcción del cable aéreo de San Cristóbal y la estructuración de otros dos. Por lo tanto, para cumplir con dicho propósito se plantea la elaboración de estudios para la construcción de infraestructura de cable, con el fin de optimizar la red local en busca de la accesibilidad y conectividad, dinamizando la movilización, que permitan construir la ciudad planeada y consolidar el modelo de ciudad establecido por el Plan de Ordenamiento Territorial.

Dicho lo anterior, el sistema de transporte por cable aéreo propuesto estará ubicado en la localidad de San Cristóbal hacia el sur de Bogotá. Esta localidad de San Cristóbal limita al norte con la Calle 1 Sur, localidad de Santa Fe; por el sur se extiende hasta la Calle 73 Sur, limitando con la localidad de Usme; hacia el occidente hasta la Carrera 10 y limita con la localidad Rafael Uribe Uribe y Antonio Nariño; por el oriente limita con los Cerros Orientales y los municipios de Ubaque y Choachí.

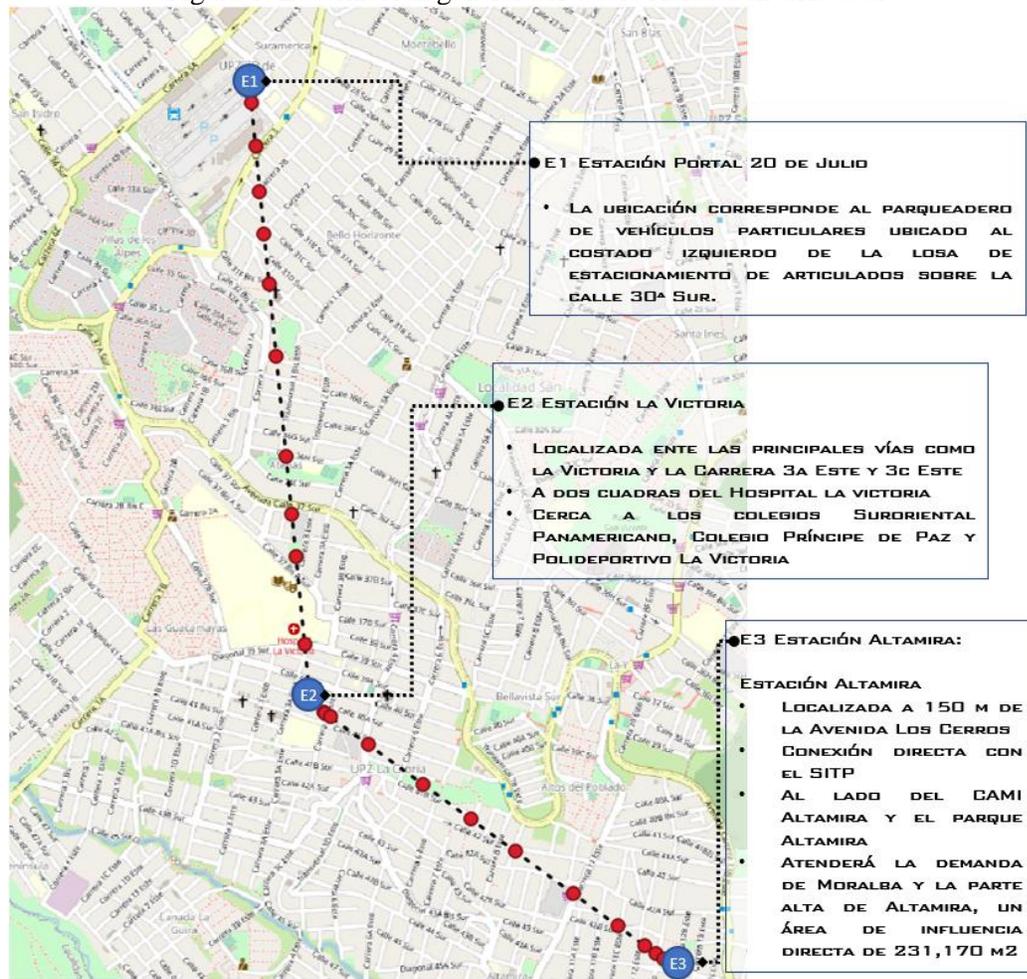
La localidad se caracteriza por su diversidad constructiva, su versatilidad de usos, consolidación urbana y una variedad de tipologías de arquitectura residencial e institucional. Cabe destacar que esta localidad tiene un gran potencial de desarrollo y de centralidad por el acopio de infraestructura a escala urbana, como la Iglesia del Divino Niño, el Hospital de La Victoria, y varios colegios como el Colegio Florentino González, Colegio salesiano Juan del Rizo, Colegio La Victoria, entre otros.

A partir de la información de la EODH de 2019, se obtiene que el principal motivo de los viajes es el de volver a casa con 37% de participación, seguido del motivo trabajo con el 20%, y estudio con el 14%. Los demás motivos de viajes son poco representativos. Además, el principal motivo de los viajes atraídos es volver a casa con un 56% de participación respecto al total. Por otro lado, el modo principal en el que se realizan los viajes generados en la localidad de San Cristóbal es caminata y en segundo lugar el transporte público, con Transmilenio y SITP Zonal. El modo principal en el que se realizan los viajes atraídos en la localidad de San Cristóbal es caminata con 44 % y en segundo lugar los modos de transporte público, Transmilenio y SITP Zonal con cerca del 12% de participación en ambos casos. De

acuerdo al anterior análisis, se observa que el modo predominante de los viajes generados y atraídos en la localidad de San Cristóbal es la caminata, con un porcentaje de participación del 45%. Sin embargo, al sumar los viajes realizados en transporte público (Transmilenio, SITP zonal, SITP provisional, Alimentados y taxi), representan cerca del 40% de los viajes totales.

A partir de los resultados de la fase de Factibilidad de la presente consultoría, se estableció que el CSC tendrá tres estaciones en su recorrido. Inicia en el interior del Portal 20 de Julio con la estación de transferencia que permitirá la conexión con el sistema Transmilenio, y continúa en sentido sur oriental hacia las laderas de los Cerros del Sur, específicamente los sectores La Victoria para la localización de la estación intermedia y desde este punto se gira levemente hacia el costado oriental hasta el barrio Altamira punto donde se ubicará la estación retorno.

Figura 1. Localización general del Cable Aéreo San Cristóbal



Fuente: Elaboración propia (2022)

El trazado del corredor aéreo del CSC, cruza las unidades de planeamiento zonal 34 Veinte de Julio, 32 San Blas y 50 La Gloria, todas pertenecientes a la localidad No 4 San Cristóbal, dentro de las cuales se encuentran barrios de diversa índole desde lo social y urbano, donde se pueden observar sectores de estrato cuatro, en el barrio 20 de Julio, estratos tres y dos, en los barrios aledaños a la Victoria y estrato uno en el área de influencia de Altamira y el sector de Moralba. La topografía es variable, se encuentra desde áreas completamente planas (cercanías del Portal 20 de Julio) hasta pendientes entre 15% y 20% en el sector de Altamira. En la Figura 1 se muestra el detalle del trazado del proyecto.

Además, corresponde a un sistema de góndola monocable desenganchable, con una longitud total de 2.937 mts y un desnivel total de 258,05 mts y una velocidad promedio de operación de 6 mts/seg donde la transferencia entre estaciones se puede hacer sin necesidad de transbordo. El tramo 1 entre el portal 20 de Julio y La Victoria tiene una longitud de 1.711 mts y un desnivel de 122,8 mts con un total de 83 cabinas y el tramo 2 entre La Victoria y la estación de retorno en Altamira tiene una longitud de 1.226 mts y un desnivel de 140,2 mts con 65 cabinas, en esta última estación además se encontrará el parking de cabinas. El sistema consta de 22 pilonas, de las cuales 12 están en el tramo 1 y las 10 pilonas restantes se encuentran en el tramo 2.

4.1 ESTACIÓN INTERMEDIA – LA VICTORIA

La estación intermedia está ubicada en el barrio La Victoria, sobre dos manzanas inscritas entre las Calles 40 y 41 Sur, y las Carreras 3c Este y 3A Este, donde por el tipo de implantación prevista para la edificación será necesario cerrar la Calle 40a Sur, lo cual favorece el tránsito peatonal en torno a ella. La topografía predominante corresponde a una pendiente del 10% aproximadamente. Este proyecto se localiza sobre dos manzanas, que en principio afecta 54 predios según la base catastral de Bogotá, sin considerar inmuebles de propiedad horizontal (ver Figura 2).

Figura 2. Localización Estación Intermedia



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Esta estación al igual que la estación de retorno se encuentra ubicada en la Unidad de Planeación Zonal –UPZ 50 correspondiente a La Gloria llegando a beneficiar de forma directa e indirecta a una población 96.020 habitantes que residen en esta zona de acuerdo con las proyecciones de la Secretaria de Planeación de Bogotá (SDP, 2018) abarcando los barrios Altamira, Altos del Poblado, Altos del Zuque, La Gloria occidental, La Gloria Oriental, La Victoria, Las Guacamayas I, Las Guacamayas II, Las Guacamayas III, Las Guacamayas IV, Moralba, Puente Colorado, Quindío, San José sur oriental y San Martin Sur.

El esquema básico de la Estación Intermedia, habilita el cambio de dirección del sistema e integra diversas actividades operativas y funcionales, articulada adicionalmente con una futura línea hacia el sector de Juan Rey. La estación corresponde a una edificación de 2 niveles con doble altura y mezanine, configurado básicamente por una nave central para la disposición del sistema electromecánico e infraestructura de apoyo lateral, que se relaciona a partir de circulaciones verticales y horizontales que comunican los distintos niveles y ambientes de la edificación (ver Figura 3). Esta estación prevé adicionalmente un volumen dispuesto al costado occidental, que representa la edificación del cable hacia Juan Rey, que se articula a partir de un patio interior.

El nivel de acceso, cuenta entre otros con los siguientes ambientes: acceso peatonal, taquillas, disponible, primeros auxilios, policía, punto de atención al usuario (PAU), baños, estación

motriz, subestación eléctrica, cuartos de aire acondicionado, cuartos de potencia, almacén, jefe de estación, y puntos fijos (escaleras y rampas). En el nivel de mezanine se encuentran oficinas para interventoría y operador, sala capacitación, sala de reuniones, cuarto de archivo, y circulación vertical. La estación es una edificación con forma rectangular, soportada sobre columnas, conformada por dos niveles principales y disponibilidad para mezanine con un área bruta de 9.126 m², un área construida en primer piso 2.223 m² y un área total construida 6.852 m².

El acceso peatonal desde el exterior, se hará por el costado oriental de la futura estación por la Carrera 3c Este. La planta de abordaje se ubica sobre el nivel de acceso, y cuenta con: circulaciones verticales por escaleras y ascensores, plataformas de abordaje, canal de cabinas, áreas de telecomunicaciones, cuarto de control y potencia, baños, aseo, y ambiente de rescate. En general el diseño previsto propone como elementos arquitectónicos para la edificación los siguientes: sistema estructural en concreto y estructura metálica; muros pantalla en concreto a la vista desde su base; envolventes con fachadas flotantes en vidrio, alucobond y cortasoles en aluminio. Al interior se encuentran pisos en baldosa de granito; cortasoles; persianas en aluminio; muros en bloque de concreto y cielos rasos en Dry-wall. Estos elementos y la volumetría general del proyecto, configuran las características estéticas y plásticas de la edificación (ver *Figura 4*).

Figura 3. Implantación de Estación Intermedia – La Victoria



Fuente: Elaboración propia a partir de Anteproyecto Arquitectónico (2022)

Figura 4. Perspectivas estación intermedia



Fuente: Anteproyecto Arquitectónico (2022)

4.2 DEMANDA POTENCIAL DE LA ESTACIÓN INTERMEDIA

La estimación de la demanda potencial para todo el CSC correspondió a la determinación del número de viajes atraídos y generados por cada una de las estaciones del sistema mediante una revisión de la situación actual y las proyecciones futuras de viajes en la zona de influencia directa de cada una de las estaciones. En este análisis de demanda se usó como fuente principal de información los datos de la Encuesta Origen-Destino de Hogares 2019 (EODH).

La metodología definió inicialmente una zona de influencia asociada a una distancia de caminata de 500 metros alrededor de cada estación, teniendo en cuenta en dicho cálculo la red de infraestructura vial de la localidad de San Cristóbal y la pendiente de cada tramo vial. Se identificaron la proporción de área de las ZAT que estaban dentro de cada área de influencia y se estimaron los viajes que se generan o atraen por cada área de influencia alrededor de las futuras estaciones del Proyecto.

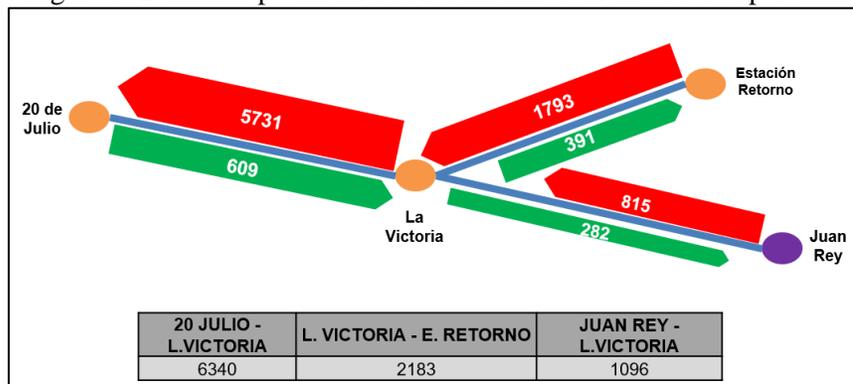
Sin embargo, dada las características topográficas de la localidad existen limitaciones de tipo orográfico e hidrográfico que hacían imposible la conexión de trayectos peatonales dentro de un mismo ZAT. Por lo tanto, las zonas que se usaron para la estimación de la demanda en algunos casos fueron ampliadas a más de 500 mts alrededor de cada estación debido a las limitaciones mencionadas anteriormente y a la inclusión de una estrategia basada en la posibilidad de implementar sistemas de alimentación adicionales, formales y no formales, que contribuirán a aumentar el número de pasajeros

potenciales que podrán acceder al sistema. Posteriormente, se seleccionaron para el análisis los viajes que tenían el potencial de convertirse en viajes generados y atraídos por el sistema cable. En dicha selección se tomó en cuenta la información de los pares OD que se producen entre cada par de estaciones, y entre estas y las ZAT fuera de la zona de influencia de cada estación.

Cabe aclarar que en el análisis de demanda realizado se tuvo en cuenta la posibilidad de un ramal hacia el sector de Juan Rey (el cual también hace parte del alcance de la presente consultoría, pero corresponde a un análisis solo a nivel de factibilidad y no de diseños definitivos como si lo es todo el trazado del tronco principal), que se conecta al tronco principal del cable en la estación intermedia, de ahí su importancia en los análisis presentados en este documento. Se incluye además porque representa la situación más crítica de operación del sistema. La demanda potencial obtenida para el sistema en el año 30 de operación incluyendo el ramal a Juan Rey se muestra en la Figura 5.

Dado que el año previsto para la entrada en operación del CSC en el 2025, fue necesario realizar una proyección de la actualización de la demanda. Para determinar la tasa anual de proyección se revisaron los viajes en transporte público en cada una de las encuestas de movilidad de Bogotá existentes (2005, 2011, 2015 y 2019) para cada una de las ZAT que se encontraban en la zona de influencia de las estaciones. La tasa anual promedio de variación obtenida a partir de los datos revisados de cada encuesta de hogares fue de **1.22%**. Por lo tanto, la proyección fue calculada con esta tasa de crecimiento anual.

Figura 5. Demanda potencial Cable San Cristóbal año 30 de operación



Fuente: Elaboración propia (2022)

Al centrarnos en la Estación Intermedia se observa que en el periodo pico más crítico en el año 30 de operación le estarán llegando por el sistema cable (desde las otras estaciones) alrededor de 3.217 usuarios de los cuales el 56% vendrán de la estación de retorno, 19% vendrán de la estación de transferencia y el 25% restante vendrán del ramal a Juan Rey. Asimismo, desde el sector externo a la estación, llegarán alrededor de 3.123 usuarios, para completar un total de demanda que irá hasta la estación de transferencia de 5.731 usuarios.

Este número de usuarios llegando a la estación desde el exterior deja entrever que la infraestructura peatonal existente en la zona se verá cargada con un gran volumen de peatones que en la actualidad no circulan por la zona y que eventualmente las condiciones físicas actuales no serán suficientes para soportar la gran cantidad de peatones.

Como se puede apreciar en el ANEXO 11, dentro de los análisis de demanda realizados por la actual consultoría en la FASE 1 del proyecto se pudo estimar que los viajes que serán inducidos por el CSC a la estación intermedia son significativos, a diferencia de lo que ocurrirá en la estación de transferencia donde el impacto es mínimo. El sistema CSC funcionará como un servicio alimentador al Portal 20 de Julio, con lo cual muchos de los usuarios que llegarán a la estación intermedia corresponden a los usuarios que en la actualidad toman las rutas alimentadoras de la zona, algunos de los servicios del SITP o que caminan al Portal 20 de Julio. Se estimó que de los cerca de 3.123 usuarios que llegarían desde el exterior para acceder a la estación en el año 30 de operación en el pico de mañana y usar el cable, el 62% corresponde a usuarios de transporte público (dicho 62% corresponde al 100% que en la actualidad usa servicios alimentadores y SITP para llegar al Portal 20 de Julio). El 36% restante corresponde a la demanda captada en esta estación la cual se distribuye de la siguiente forma:

Tabla 1. Distribución porcentual de demanda captada Estación Intermedia

	SITP	INFORMAL	A PIE	PRIVADO	TP INDIVIDUAL (TAXI)
Generación	56%	2%	32%	6%	4%
Atracción	51%	2%	28%	7%	12%

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis de demanda hecho en Fase 2 de la actual consultoría (2022)

Se estima una captación de otros usuarios de transporte público que corresponde a usuarios que en la actualidad no van de forma directa al Portal pero que ante la puesta en operación de la estación intermedia este les parecerá más atractivo para realizar su viaje. Por lo tanto, para que se den dichas estimaciones de captación en transporte público, resulta fundamental que Transmilenio establezca estrategias para captar aquellos usuarios que no pueden acceder a las estaciones del cable caminando ya sea porque se encuentran muy lejos o debido a las altas pendientes de la zona y por lo tanto prefieren ir a un paradero a esperar un bus y no caminar hasta la estación. Parte de las estrategias consistiría en que para aquellas zonas más alejadas de la estación las rutas de transporte público existentes y que normalmente se usan, se conviertan en alimentadores de la estación intermedia e incluso que se mejoren las condiciones de la infraestructura peatonal que permita hacer más caminables aquellas zonas que en la actualidad no lo son.

También se estima una captación de otros modos, siendo el más representativo el modo a pie, ya que como se mencionó en secciones anteriores y como lo muestra la EODH-2019 un porcentaje considerable de viajes generados y atraídos en la localidad se hacen a pie. La

 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S.  Supering Supervisión e Ingeniería de Proyectos</p>	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>
--	---	--

captación de viajes en transporte privado e informal es relativamente baja si se compara con la captación de viajes a pie, sin embargo, son valores que pueden considerarse aceptables, si se tiene en cuenta que los viajes en transporte informal y en transporte privado en la zona son relativamente bajos, tal como se muestra en la EODH-2019.

El 2% faltante corresponde a aquellos usuarios ocasionales que llegan al sistema por motivos de turismo. Para estimar dichos valores se utilizó información de referencia del sistema Transmicable de Ciudad Bolívar donde se ha estimado que del total de viajes mensuales el 0.6% son excursionistas, 0.8% son turistas internacionales y 1.7% turistas nacionales, el porcentaje restante (96.9%) son habitantes del sector¹

¹ Observatorio de Turismo - Transmicable 2019. Medición Transmicable mayo-junio de 2019

5 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE TRÁNSITO

Durante la FASE 2: Factibilidad se hizo la selección de la alternativa de trazado más conveniente desde el punto de vista técnico. Una vez establecido el trazado definitivo se determinó la metodología más adecuada para la elaboración del Estudio de Tránsito y Transporte de cada una de las estaciones que harían parte del CSC. Dicha metodología se muestra a continuación:

Figura 6. Metodología Estudio de Tránsito y Transporte Estación Intermedia



Fuente: Elaboración propia (2022)

A continuación, se especifica el alcance y las principales actividades que se llevaron a cabo para el desarrollo de cada una de las ocho (8) fases presentadas anteriormente. En los siguientes capítulos, se presentan mayores detalles del desarrollo metodológico adelantado en cada una.

➤ *Recopilación de información secundaria*

El presente Estudio de Tránsito y Transporte partió, en primera instancia, de la recopilación de una robusta y amplia base de datos y de información secundaria relacionada con el Proyecto, así como de todo el marco normativo y de antecedentes que lo involucran.

Con este fin, se consultaron diferentes fuentes, públicas y privadas, de información relacionada, en términos de tránsito y transporte, tales como los diferentes contratos

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

interadministrativos suscritos por la Secretaría Distrital de Movilidad para adelantar estudios de factibilidad, el Plan de Ordenamiento Territorial y el Plan de Desarrollo de la ciudad de Bogotá, la Encuesta Origen – destino de Hogares de Bogotá del año 2019, aforos vehiculares y peatonales de las estaciones del Plan de Monitoreo de la Secretaría Distrital de Movilidad y demás estudios técnicos relacionados con el Proyecto.

El barrido de la información permitió establecer un sector de análisis en la localidad de San Cristóbal en cuanto a movilidad, conectividad y seguridad vial y, a partir de este análisis, se establecieron los puntos prioritarios en los cuales se recolectó información de campo para detallar y complementar el sector de estudio.

➤ *Definición de la zona de influencia*

En segunda instancia, una vez recopilada, contrastada y depurada la información secundaria necesaria para el desarrollo del estudio y además realizada una visita de reconocimiento de los sectores donde se ubicarán las estaciones del sistema cable por parte del Grupo de Especialistas de la Consultoría, se procedió a definir la zona de influencia del Proyecto Cable Aéreo San Cristóbal para cada estación, con el fin de precisar el área objeto de análisis y de microsimulación, dentro de la cual se realizó la medición del desempeño de la infraestructura vial, en la situación sin y con proyecto, y se procedieron a evaluar diferentes alternativas de solución de los conflictos que pudiera generar la implantación y puesta en operación de cada estación, tanto para flujos motorizados como no motorizados, con prelación de estos últimos, de conformidad con lo exigido por los términos de referencia del contrato y las políticas de seguridad vial del distrito.

Para esto, se definieron dos tipos de áreas de análisis: i) el área de influencia directa (AID) y ii) el área de influencia indirecta (AII). La primera, estuvo acotada espacialmente por el área dentro de la cual se debe garantizar la accesibilidad peatonal y de ciclo usuarios a las estaciones asegurando condiciones de capacidad y seguridad vial adecuada, en armonía con la infraestructura existente; dentro de esta zona se evaluaron los cruces de los flujos motorizados y/o no motorizados y las medidas de solución que pueden llegar a implementarse para su articulación en materia de tránsito y movilidad.

La segunda, fue definida como una zona más amplia, más allá de los sectores de acceso a cada estación y sus intersecciones involucradas, considerando la posible afectación por una eventual redistribución de flujos motorizados y de transporte público, así como desvíos que puedan generarse durante el proceso constructivo y en la posterior entrada en operación de cada estación, y la integración con el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP); dentro de esta área, únicamente se realizó la caracterización y el diagnóstico del tránsito y la movilidad para la situación actual.

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

➤ *Recopilación de información primaria*

En tercera instancia, dentro del área de influencia indirecta, se establecieron puntos claves para la recolección de información primaria como aforos vehiculares y peatonales, velocidades de operación, inventarios de la oferta vial, entre otras inspecciones de campo, que sirvieron de insumo para complementar y/o verificar la información secundaria. Adicionalmente, con esta información se representaron y construyeron las condiciones de tránsito en la infraestructura vial y peatonal dentro del área de análisis de cada estación.

➤ *Caracterización física, operacional y del tránsito*

Posteriormente, a partir del procesamiento de toda la información primaria y secundaria recolectada, se realizó una evaluación integral (diagnóstico) desde el punto de vista de las características físicas, de operación y del tránsito dentro del área de influencia (tanto directa como indirecta), bajo las condiciones actuales, su conectividad con las vías principales, su articulación con el SITP y los servicios troncales (principalmente en el Portal 20 de Julio), las condiciones de la infraestructura peatonal existente y de los sistemas de regulación (señalización) presentes.

Esta caracterización se enfocó en el análisis de las condiciones actuales de movilidad en la zona de influencia indirecta definida para cada estación, incluyendo aspectos de tipo físico, operacional y de seguridad vial, que tienen una incidencia directa en cada uno de los subsistemas de transporte analizados. Así mismo, se realizó una caracterización detallada para cada uno de los actores involucrados, la accesibilidad, la conectividad y la circulación de todo el sector.

➤ *Representación de la situación actual sin proyecto*

En quinta instancia, para representar la situación actual, sin proyecto, se calibraron modelos de simulación microscópica para el área de influencia de cada estación con base en el diagnóstico de las condiciones actuales de operación y la información primaria y secundaria recopilada para flujos motorizados y no motorizados. Para esto, se utilizaron indicadores operativos como volúmenes vehiculares y velocidades de operación, para cotejar estadísticamente los valores presentados en la realidad versus los modelados, a través de umbrales técnicamente permitidos, de modo tal que se garantizó la adecuada calibración del modelo, representando las condiciones actuales de movilidad en el sector.

El año base para esta calibración correspondió al 2021, por lo cual fue necesario realizar un proceso de desafectación de la información primaria debido al efecto producido por las restricciones a movilidad aún existentes por la pandemia de la COVID-19 y de esta forma poder contar con aforos que mostraran un comportamiento típico de la movilidad en condiciones de normalidad, antes de las afectaciones de los patrones característicos como efecto de la pandemia. Para realizar dicho proceso de desafectación por efecto COVID-19 se

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

utilizó información de aforos vehiculares y peatonales de las estaciones del Plan de Monitoreo con las que cuenta la Secretaría Distrital de Movilidad.

Esta herramienta fue la base para la evaluación de las soluciones de tránsito que se propusieron para la implementación de cada estación y la integración con el área de análisis, con prelación de los flujos no motorizados y la seguridad vial del sector, para la zona de influencia determinada.

➤ *Representación de la situación futura con proyecto*

En sexta instancia, posterior a la calibración de modelos de microsimulación que representaron estadísticamente la situación actual de movilidad en la zona, sin implementación del proyecto, se procedió a representar la situación futura con proyecto. Con este fin, en términos de demanda, se realizó el análisis de la proyección de los viajes motorizados y no motorizados en el área de influencia de acuerdo con los insumos de demanda del proyecto y elaborando modelos econométricos con variables explicativas como el PIB que permitieron hacer una proyección más precisa de cada modo.

En términos de oferta, se consideraron las características de la infraestructura vial y peatonal proyectada, tanto para flujos motorizados como no motorizados, así como en las consideraciones técnicas asociadas a las exigencias particulares de funcionalidad del Proyecto.

La proyección, tanto de oferta como de demanda, se realizó para el año 20 de operación, tomando el año cero (0) como el inicio de operación del proyecto, previsto para el año 2025.

➤ *Selección de las soluciones definitivas de tránsito*

Una vez representada la situación futura de la movilidad de la zona, en términos de oferta y demanda, para flujos motorizados y no motorizados, incluyendo la implantación y puesta en operación de cada estación, se procedió, en séptima instancia, a evaluar diferentes alternativas de solución para asegurar la accesibilidad de los usuarios de las estaciones y mitigar los conflictos y los impactos que podría provocar el proyecto dentro de su zona de influencia directa e indirecta.

Con este propósito, se realizó el análisis de capacidad y niveles de servicio en las intersecciones vehiculares del área directa para la situación actual y los horizontes de planeación de operación, así como en las infraestructuras peatonales (andenes y zonas de espera peatonal en intersecciones vehiculares), incluyendo para ello el crecimiento normal de la demanda vehicular y peatonal en la zona y las estimaciones de generación / atracción de flujos peatonales y vehiculares hechas para el proyecto. Así mismo, se incluyeron análisis adicionales de accesibilidad, circulación, conectividad, integración, continuidad y demás,

con énfasis en la seguridad vial de los flujos no motorizados, de acuerdo con los términos de referencia del contrato y las políticas del distrito.

Es importante resaltar que la selección de las soluciones definitivas no obedeció únicamente al componente de tránsito y movilidad, sino que para ello se adelantó un análisis multidisciplinario y multicriterio, que permitió establecer de manera integral cuáles eran las mejores alternativas de articulación del proyecto con el entorno inmediato considerando los componentes sociales, operacionales, presupuestales, ambientales, técnicos, de seguridad, entre otros.

➤ *Recomendaciones finales*

Finalmente, en última instancia, a partir de los resultados obtenidos en la selección de alternativas de solución de tránsito y movilidad, se realizaron las recomendaciones sobre adecuaciones viales y geométricas necesarias para optimizar el funcionamiento del proyecto y la movilidad en general en el área de influencia identificada, incluyendo recomendaciones sobre la integración física con el subsistema vial peatonal, de transporte público y elementos de ciclo-infraestructura.

De igual manera, se recomendaron los planes de circulación (ordenamientos viales) en el área de influencia de cada estación y las condiciones adecuadas de accesibilidad para los diferentes subsistemas analizados dentro de la zona de influencia.

Estas recomendaciones son fundamentales para el diseño a detalle de la infraestructura vial y peatonal alrededor de cada estación, pero cabe aclarar que las recomendaciones dadas en este documento abarcan una zona más amplia que no solo se limita a la manzana de implantación de cada estación, sino que configuran toda una red de movilidad y transporte que asegure la conectividad y accesibilidad de todos los actores viales.

En los siguientes capítulos, se desarrolla a detalle el proceso metodológico adelantado por el Equipo Consultor para llevar a cabo cada una de las ocho (8) fases presentadas anteriormente para la Estación Intermedia en La Victoria.

6 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

La recopilación de la información secundaria fue el primer paso de la metodología general definida por el consultor para la elaboración del Estudio de Tránsito y Transporte y fue la base para el reconocimiento, caracterización y el análisis del tránsito del área de estudio, así como también aportó a la estructuración del marco conceptual, normativo y de antecedentes necesarios para el reconocimiento del proyecto y sus beneficios.

Inicialmente, el Equipo de Especialistas de Tránsito y Transporte, identificó la información secundaria a recopilar para llevar a cabo los alcances de cada una de las fases del Proyecto. Posteriormente se consultó toda la información interinstitucional relacionada con los antecedentes y con los documentos que recopilan los estudios en materia de intervención integral que se han generado para el presente proyecto, para lo cual se realizó la recopilación, revisión, selección, clasificación, análisis y síntesis de la información existente disponible en entidades gubernamentales (Instituto de desarrollo Urbano - IDU, Secretaria de movilidad - SDM, Transmilenio TMSA, Secretaria Distrital de Planeación -SDP, etc.) así como la información actual de la caracterización de los componentes: tránsito, movilidad y datos socioeconómicos del área de estudio del tronco principal del cable, planteado en la factibilidad. De igual manera, alguna información ya era de dominio del Consultor, recolectada recientemente para la realización de otros estudios similares en la ciudad.

La información recolectada fue consolidada, revisada, analizada y sintetizada con el fin de hacer un reconocimiento general del Proyecto, la zona de influencia de cada estación, sus objetivos, alcance, contexto y demás. A partir del entendimiento y comprensión de esta información, se procedió a acotar la zona de análisis tal como se presenta en los siguientes capítulos y poder establecer puntos clave de toma de información primaria.

En la Figura 7 se presenta la zona de recolección de información secundaria definida por el consultor para todo el proyecto del cable y que considera apta para el adecuado enfoque y desarrollo del componente de Tránsito y Transporte durante las diferentes fases del Proyecto y sus productos asociados.

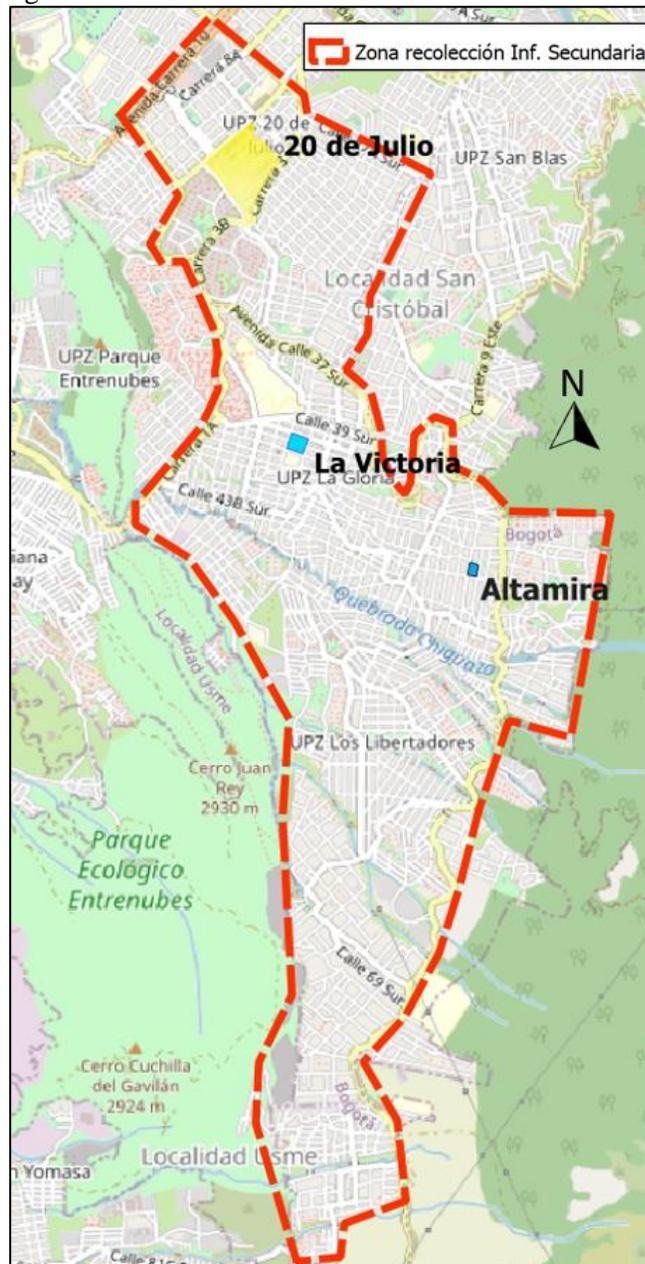
Además, en las Tabla 2, Tabla 3, Elaboración *propia* (2022)

Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8 (esta última tabla muestra los proyectos de infraestructura e intervención urbana planteados alrededor de la zona de proyecto de la estación intermedia) se presenta el detalle de la información recopilada, especificando la fuente, el formato y la descripción del contenido de la misma, discriminada de la siguiente manera:

- Antecedentes del proyecto
- Marco de referencia del proyecto
- Normatividad y legislación relacionada
- Manuales y normas técnicas

- Caracterización componentes de tránsito y movilidad
- Caracterización componentes de transporte y datos socioeconómicos
- Otros proyectos de infraestructura en la zona de proyecto

Figura 7. Zona de recolección de información secundaria



Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 2. Documentos antecedentes Proyecto Cable San Cristóbal

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
1	Contrato Interadministrativo No.1463 de 2009, suscrito entre la Secretaría Distrital de Movilidad y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Limitada	Secretaría Distrital de Movilidad (SDM)	Tuvo como objeto caracterizar técnicamente la viabilidad para implantar sistemas de cable en seis localidades de Bogotá (Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Usme, Usaquén, Santa Fe y Chapinero).
2	Contrato interadministrativo no. 1457 de 2009, celebrado entre Transmilenio S.A- y la Secretaría Distrital de Movilidad.	SDM	Corresponde al estudio de viabilidad técnica para la realización de un sistema de transporte por cable aéreo en las localidades de la periferia del distrito capital
3	Contrato Interadministrativo No. 20121531 del 7 de noviembre 2012, (Radicado Metro 2012-0186), suscrito entre la Secretaría Distrital de Movilidad y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Limitada.	SDM	Se incluyen los estudios de localización, gestión predial, topografía, suelos, ambiental, social, plantas y perfiles arquitectónicos, estudio de redes, electromecánico, ingeniería estructural, presupuesto, costos de operación y mantenimiento y especificaciones técnicas
4	Convenio interadministrativo IDU 003 de 2013 (2013-225 numeración SDM).	SDM	Se estableció realizar la supervisión y seguimiento a los estudios técnicos a nivel de factibilidad para el sistema de transporte público urbano de pasajeros por cable aéreo.
5	Estudios para la actualización de la demanda del cable de San Cristóbal elaborados por la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá.	SDM	* (marzo 2013) : Actualización de los estudios de demanda de pasajeros del Cable, cuyo trazado obtuvo el mayor puntaje de prioridad en los estudios de prefactibilidad del cable adelantados por la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda. (2009). ** (noviembre de 2020) : Actualización de los estudios de demanda de pasajeros al año 2020, con el trazado seleccionado en el estudio de prefactibilidad del 2012.
6	Documento Técnico de Soporte “Prefactibilidad ambiental cable San Cristóbal” incluido el análisis del trazado a Juan Rey.	IDU	Contiene el estudio de prefactibilidad del Ramal a Juan Rey del Cable de San Cristóbal.
7	Informe parámetros generales para el proyecto cable aéreo san Cristóbal.	Transmilenio SA	Documento que especifica los parámetros operacionales recomendados por el Ente Gestor para el funcionamiento del Cable a San Cristóbal.

Fuente: Elaboración propia (2022)

 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>
--	--	--

Tabla 3. Marco de referencia del proyecto

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
1	Plan de Desarrollo 2020-2024 “Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del Siglo XXI”, adoptado mediante el acuerdo 761 de 2020.	Alcaldía de Bogotá	El proyecto se encuentra enmarcado dentro del Propósito 4 (<i>Hacer de Bogotá - Región un modelo de movilidad multimodal, incluyente y sostenible</i>) y establece como prioridad y como meta para el 2024 avanzar en el 60% de la construcción del cable aéreo de San Cristóbal
2	Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá, D.C., “Bogotá Mejor para Todos” aprobado mediante Acuerdo No 645 de 9 de junio de 2016.	Alcaldía de Bogotá, Secretaría General	Establece - entre muchos otros - programas que buscan la articulación regional y planeación integral del transporte mediante un mejoramiento de la conectividad regional de Bogotá y garantizar la continuidad en la prestación del servicio de transporte público derivado de la implementación del Sistema Integrado de Transporte Público, dentro del cual se considera el desarrollo de algunos proyectos de cables aéreos para las periferias de la ciudad, incluyendo el cable oriental de SC.
3	Decreto 190 de 2004 - Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.	https://www.ifrc.org/docs/idrl/965ES.pdf	Establece - entre muchas otras - la política de movilidad para mejorar la productividad de la ciudad y la región mediante acciones coordinadas sobre los subsistemas vial, de transporte y de regulación y control del tráfico con el fin de garantizar proyectos eficientes, seguros y económicos, que tiendan a la generación de un sistema de transporte de pasajeros urbano regional integrado.
4	Decreto 397 de septiembre 20 de 2010 “Por el cual se adopta el Plan Distrital de Seguridad Vial para Bogotá, Distrito Capital”.	https://www.simur.gov.co/portal-simur/	Se adopta el Plan de Seguridad Vial 2017 - 2026 donde se establece los lineamientos para formular programas y acciones de seguridad vial enfocadas en la reducción de siniestros viales y el número de víctimas fatales
5	Decreto 319 de 2006 - Plan Maestro de Movilidad para Bogotá Distrito Capital.	https://www.simbogota.com.co/	Se hace adopción del Plan Maestro de Movilidad y establece - entre muchos otras - las políticas, estrategias, programas, proyectos y metas relacionados con la movilidad del Distrito Capital, que permitan alcanzar una movilidad segura, equitativa, inteligente, articulada y respetuosa del medio ambiente.
6	Decreto 598 de 2013 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	https://www.alcaldiabogota.gov.co	Se anuncia la puesta en marcha del Proyecto Cable Aéreo para las localidades de Ciudad Bolívar y San Cristóbal,
7	Decreto 309 de 2009 se adopta el SITP	Alcaldía de Bogotá	Se determinó en el capítulo V que el SITP se implementaría de manera gradual, y dentro de la Fase 4 se contempla la integración del sistema Cable de San Cristóbal.
8	Acuerdo 489 de 2012, se adopta el Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá D.C. 2012-2016	Alcaldía de Bogotá	Quedó establecido dentro del numeral 1 de este acuerdo, que la red férrea se complementaría con dos líneas de cable que conectarán zonas de la ciudad de difícil acceso a la red de transporte público masivo: Paraíso en la localidad de Ciudad Bolívar y Moralba en la localidad San Cristóbal.

Fuente: Elaboración propia (2022)

	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	
---	---	---

Tabla 4. Normatividad y Legislación relacionada

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
1	Ley 769 de 2002 - Código Nacional de Tránsito.	http://www.secretariasenad.gov.co/	Establece la regulación para la circulación de los peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, y vehículos por las vías públicas y/o bajo principios de seguridad de los usuarios, accesibilidad y movilidad.
2	Ley 1383 de 2010 Código Nacional de Tránsito, y se dictan otras disposiciones.	Alcaldía de Bogotá	Actualiza principalmente el contenido de la Ley 769 de 2002 (Artículo 131) con relación a la codificación de las infracciones de tránsito y se adopta el Manual de Infracciones.
3	Decreto 279 del 9 de septiembre de 2003.	https://xperta.legis.co/visor/temp_legcol_a8989ed2-07f2-4372-b302-7ea7dba0c358	Establece las condiciones para la conexión y circulación de peatones en las vías mediante puentes, entre bienes de uso público y entre elementos de espacio público y privado.
4	Decreto 1538 del 17 de mayo de 2005.	https://www.funcionpublica.gov.co/ .	Establece disposiciones para el diseño, construcción, ampliación, modificación y en general, cualquier intervención y/u ocupación de vías públicas (vehiculares y peatonales), mobiliario urbano y demás espacios de uso público.
5	Decreto 1072 de 2004 del Ministerio de Transporte	https://web.mintransporte.gov.co/jspui/bitstream/001/279/1/DECRETO%201072%20DE%202004.pdf	Su objetivo es reglamentar el transporte público por cable y las empresas prestadoras de este servicio, a fin de que ofrezcan un servicio eficiente, seguro, oportuno y económico, bajo los criterios básicos de cumplimiento de las normativas de transporte vigentes.
6	Concepto técnico para gestionar los Planes de Manejo de Tránsito (PMT) por obra	Alcaldía de Bogotá	Establece los lineamientos exigidos para mitigar el impacto generado por afectación del espacio público en la ciudad (rural o urbano) y en zonas aledañas a éste, que modifique la movilidad y seguridad vial, con el propósito de brindar un ambiente seguro, ordenado, ágil y cómodo a los peatones, ciclistas, pasajeros, conductores, personal de obra, asistentes a eventos y vecinos del lugar, en cumplimiento de la normatividad vigente durante la realización de procesos de obra.
7	Resolución 0001885 de 2015	Ministerio de Transporte	Se adopta el Manual de Señalización de 2015 que define las características de las señales de Tránsito, su uso y ubicación.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 5. Manuales y normas técnicas

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
1	Resolución 1813 de 2012 por la cual se adopta el Manual metodológico para la preparación y evaluación de proyectos de cable aéreo en Colombia, 2012 - Ministerio de Transporte; Resolución 1813	file:///D:/Users/Personal/Downloads/Resolucion_01813_2012.PDF	Establece los criterios para la preparación técnica de los proyectos de transporte de pasajeros por cable aéreo en Colombia considerando los estudios de localización, topografía, geotecnia, predial, social, ambiental, demanda de usuarios, electromecánico, arquitectónico, estructural, de redes, administrativo, financiero y legal
2	Manual de Identidad Visual de las Obras del IDU.	IDU	Presenta las especificaciones de la indumentaria de trabajo para todo el personal a cargo del contratista de obra e interventoría que participe en la ejecución de las actividades que se ejecuten el desarrollo de un contrato específico, de tal forma que se asegure siempre la seguridad y las condiciones adecuadas de trabajo e identificación.
3	Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte de Bogotá, de la Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá, 2005.	SDM	Este manual ofrece los lineamientos necesarios para efectuar los estudios de tránsito, cumpliendo con los parámetros de obtención y muestreo de datos, la medición y confiabilidad estadística, análisis de capacidad y niveles de servicio para las infraestructuras de circulación que estén dentro de la zona de influencia del proyecto.
4	Manual de Señalización Vial 2015.	Ministerio de Transporte	Define cada uno de las especificaciones técnicas de diseño y ubicación de los diferentes tipos de dispositivos de regulación del tránsito que deben ser usados obligatoriamente por las autoridades de tránsito y por las entidades u organismos encargados de la administración de las redes viales
5	Manual de Seguimiento Ambiental para Proyectos de Infraestructura Urbana del IDU; Guía de Manejo Ambiental para el desarrollo de proyectos de infraestructura urbana de Bogotá D.C (2017)	IDU	Este manual es un instrumento de gestión que direccionará las funciones, procesos, procedimientos, controles, responsabilidades y competencias de cada uno de los actores (Contratistas, Interventores, y funcionarios del IDU) que realizan el control, seguimiento y monitoreo al cumplimiento de la legislación ambiental y de seguridad y salud en el trabajo vigente aplicable a cada proyecto.
6	Guía Metodológica para la Elaboración de Planes de Seguridad Vial Distritales, Municipales y Departamentales 2015	Ministerio de Transporte	Este documento presenta orientaciones procedimentales y sugiere lineamientos técnicos para la elaboración de programas y acciones de un Plan de Seguridad Vial para las entidades territoriales.
7	Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción para proyectos de infraestructura vial y de espacio público en Bogotá D.C (Especificaciones IDU-ET-2005)	IDU	Establece las especificaciones técnicas relacionadas con materiales, procesos de diseño y constructivos para los contratos celebrados por el IDU para la construcción, rehabilitación, mejoramiento y conservación de la infraestructura vial y espacio público
8	Norma Técnica Colombiana - NTC 4143.	https://www.mincit.gov.co/	Esta norma establece las dimensiones mínimas y las características generales que deben cumplir las rampas para los niveles de accesibilidad adecuado y básico, que se construyan en las edificaciones y los espacios urbanos para facilitar el acceso a las personas.

 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Supervisión e Ingeniería de Proyectos</p>	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto de DESARROLLO URBANO</p>
--	---	---

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
9	Norma Técnica Colombiana - NTC 4774.	https://www.mincit.gov.co/	Esta norma establece las dimensiones mínimas y las características funcionales y de construcción que deben cumplir los cruces peatonales a nivel y los puentes peatonales no adosados a puentes vehiculares y pasos subterráneos
10	NTC 5610,	https://www.mincit.gov.co/	Esta norma establece los requisitos técnicos para las señales podotáctiles; de igual forma, brinda las recomendaciones para su correcta instalación, con el fin de ayudar a las personas con limitación visual a tener una movilidad autónoma y segura.
11	NTC 4695,	https://www.mincit.gov.co/	Establece los requisitos mínimos que deben tener las señales de tránsito peatonal horizontales y verticales localizados en áreas de uso público.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 6. Información caracterización componente de tránsito, movilidad y socioeconómico

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
1	Red semafórica	Datos Abiertos – SIMUR	Puntos de coordenadas de la red semafórica de las localidades de San Cristóbal y Usme, además de su dirección, localización, tipo de intervención (vehicular, peatonal), si tiene infraestructura de ciclouuario y el tipo de operación.
2	Siniestralidad	Datos Abiertos - SIMUR	Registros de siniestros viales ocurridos en las localidades de San Cristóbal y Usme desde 2015 hasta 2019 con caracterización detallada
3	Red vial	Datos Abiertos - SIMUR	Datos de la malla vial en Bogotá como tipo de vía, nombre, sentido, nivel, estado, número de carriles, ancho de calzada, estado funcional, velocidad de operación.
4	Red peatonal	Datos Abiertos - SIMUR	En el archivo shape se encuentra longitud y área de andenes en Bogotá.
5	Calzada	Datos Abiertos - SIMUR	En el archivo shape se encuentra ancho, longitud y área de la calzada de Bogotá.
6	Inventario de señalización	SIMUR	Capa diseño movilidad (longitud, área, estado, contrato) y diseños eliminados (longitud, área, estado, contrato)
7	Red ciclorruta	SIMUR	Registros de la red de ciclorruta con información acerca de la clase (espacio compartido, ciclorruta, bicicarril), sentido (doble sentido, un solo sentido), superficie (liso, corrugado, particulado), localización

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
8	Velocidad red vial	Datos Abiertos - SIMUR	Información de velocidades en vía en Bogotá relacionada con datos de hora, distancia, velocidad promedio, nombre de la vía y velocidad ponderada.
9	Volúmenes de peatones, bicicletas, transporte público, transporte de carga, motocicletas y vehículos	Plan de Monitoreo del Tránsito de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá entre los años 2015 y 2020.	Volúmenes de peatones, bicicletas, transporte público, transporte de carga, motocicletas y vehículos de la zona de influencia (localidad san Cristóbal y Usme)
10	Equipamientos y centros atractores de viajes	XLS	MAPAS BOGOTA
11	Población y usos del suelo	SHP, XLS	DANE
12	SITP implementado y provisional	SHP	SIMUR
13	Encuesta de movilidad 2019	CSV, XLSX, PDF, SHP	DATOS ABIERTOS - SIMUR
5	Paraderos SITP	SHP	SIMUR
6	Rutas alimentadoras	XLSX	MAPAS BOGOTA
7	Inventario de proyectos de movilidad y urbanismo futuros en la zona de influencia	SHP, XLSX	SECRETARIA DE MOVILIDAD/IDU
8	Ascensos por paraderos del SITP	CSV	SECRETARIA DE MOVILIDAD
9	Rutas nuevas del SITP	SHP	SECRETARIA DE MOVILIDAD

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 7. Información operación Transmilenio

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
1	Plano de la distribución física del Portal 20 de Julio (zonas de parqueo, mantenimiento, ascenso-descenso de pasajeros, etc.).	TRANSMILENIO SA	Esquema funcional del Portal 20 de Julio donde se detallan las zonas de parqueo, abastecimiento, mantenimiento, ascenso y descenso de pasajeros, etc.
2	Inventario de rutas troncales y de alimentación que operan (pasajeros, frecuencia, recorrido, etc.)	TRANSMILENIO SA	Relación de los servicios troncales y de alimentación que operan desde y hacia el Portal 20 de Julio, incluyendo los planes de operación de cada ruta.
3	Datos de ingresos y salidas de pasajeros por los validadores del portal (servicios de alimentación y troncal).	TRANSMILENIO SA	Validaciones de ingreso y salida de usuarios por cada una de las puertas y torniquetes del Portal, distinguiendo entre los servicios troncales y de alimentación; discriminados por hora, día, etc.
4	Información del esquema operacional del ingreso y salida de los buses al portal (volumen, cantidad, horas de mayor congestión, etc.).	TRANSMILENIO SA	Información cuantitativa del ingreso y salida de buses de alimentación y del sistema troncal por las puertas de acceso al Portal discriminando hora, día y tipo de servicio.

	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	
---	---	---

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
5	Plan de ampliación del portal y del sistema de operación	TRANSMILENIO SA	Plan de ampliación del sistema de BRT para los próximos años, incluyendo la construcción y ampliación de la infraestructura de patios, troncales y demás.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 8. Proyectos de infraestructura alrededor de la Estación Intermedia

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
1	Proyecto Integral de Revitalización	Secretaría Distrital de Hábitat	Se tiene como principal armonización entorno al Cable Aéreo San Cristóbal el Proyecto Integral de Revitalización a cargo de la secretaria Distrital de Hábitat, los cuales incluyen: Corredores de conectividad y movilidad entre nodos; Culatas y remanentes por impacto de obras de infraestructura del transporte; Nodos para la permanencia y el desarrollo de actividades y proyectos de Vivienda (Vis y no Vis) para relocalización y cualificación de oferta en el territorio.
2	Corredores urbanos para la conectividad y movilidad entre nodos (Circuito La Victoria)	Secretaría Distrital de Hábitat	Se trata de estructurar una red de andenes y calzadas, que conectan zonas estratégicas del territorio y proyectos de intervención puntual involucrados con las estaciones del cable, que se compone de los siguientes grupos de intervención: <ul style="list-style-type: none"> •Circuitos de integración peatonal •Ejes de activación comercial •Senderos ambientales •Pacificación de intersecciones viales Para el caso específico de la estación intermedia está la propuesta del Circuito La Victoria que comprende hacia el oriente la Carrera 4 Este, al occidente la Carrera 3a Este, al norte la Calle 40 Sur y al sur la Calle 41a Sur.
3	Estaciones, Culatas y Espacios Públicos Remanentes por Obras de Infraestructura	Secretaría Distrital de Hábitat	Con el fin de evitar o prevenir los procesos de gentrificación o de afectación a los propietarios del suelo donde se implementará el proyecto del CASC se plantea una propuesta de estrategias y proyectos de intervención en estaciones, culatas y espacios públicos remanentes por obras de infraestructura. Esta tipología se compone de los siguientes grupos de intervención: <ul style="list-style-type: none"> • Acciones de Acupuntura Urbana •Acciones de activación de estaciones y culatas •Acciones para la promoción de prácticas sostenibles Para el caso específico de La Victoria se tiene intervención del Parque La Victoria sobre la Avenida Carrera 4 Este con calle 40 Sur, intervenciones de urbanismo táctico en Unión Temporal IDIPRON en la Calle 37 con carrera 3 este que

	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	
---	---	---

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
			<p>incluye 3 intervenciones fachadas, escaleras y cerramiento de colegios.</p>
4	<p>Nodos de Dotaciones para el Fortalecimiento y Desarrollo Comunitario</p>	<p>Secretaría Distrital de Hábitat</p>	<p>En articulación con el proyecto integral de Revitalización, los nodos de equipamientos responden a las necesidades reales de sus habitantes actuales y futuros, así como a la construcción de un proyecto de ciudad. Esta tipología se compone de los siguientes grupos de intervención:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Equipamiento ancla •Equipamientos complementarios •Servicios urbanos en espacio público <p>Para el caso específico de La Victoria se plantea el Nodo Cultural La Gloria y el Nodo de Integración La Victoria los cuales proyectan diferentes usos como oficinas de la Secretaría Distrital de Cultura, recreación Y deportes, Secretaría de Gobierno, de Desarrollo Económico, manzana del cuidado, espacios de activación económica, espacios culturales y centros de formación artística (CREA). El nodo cultural La Gloria abarca un área de 1.073 m2 equivalente a una manzana con 8 predios a intervenir y el nodo de integración La Victoria abarca un área de 1.098 m2, equivalente a una manzana con 10 predios a intervenir.</p>
5	<p>Manzanas Vitales</p>	<p>Secretaría Distrital de Hábitat</p>	<p>Esta tipología involucra intervenciones, acciones y proyectos asociados a la vivienda nueva, mejoramientos de vivienda y las intervenciones afines para el mejoramiento del hábitat. Para ello, se define una unidad espacial básica, en la cual la manzana se convierte en el elemento que, al ser intervenido integralmente, con la integración de programas institucionales en el territorio. Se logra generar vitalidad en el entorno inmediato a las manzanas vitales. Para ello se propone la redensificación en estas manzanas con vivienda nueva, compra de vivienda usada para ofrecer alternativas de relocalización de viviendas por el impacto de la obra pública, plan terrazas, plan vecinos, mejoramiento de entornos, espacios públicos controlados en interiores de manzana, mejoramiento del hábitat y exploración de alternativas de gestión asociativa para la promoción de vivienda con mezcla de usos. Esta tipología se compone de los siguientes grupos de intervención:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vivienda de gestión asociativa (englobes de predios + plan vecinos) •Vivienda de gestión privada

Fuente: Elaboración propia (2022)

 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S.  Supering Supervisión e Ingeniería de Proyectos</p>	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>
--	--	---

En general, esta información secundaria permitió adelantar los análisis necesarios para el desarrollo del Proyecto, tanto para el planteamiento metodológico y desarrollo del Estudio de Tránsito y Transporte, como para la formulación de las soluciones a implementar para la mitigación de los impactos que se pueden generar por la implantación y puesta en operación de las estaciones que componen el Cable Aéreo San Cristóbal. Cabe aclarar que la información presentada en la *Tabla 8* y que corresponde a aquellos proyectos establecidos por la Secretaría de Hábitat, aún se encuentran en proceso de formulación y definiciones y solo se tendrá información detallada (e.g: trazados finales, demanda generada y atraída, entre otros) hasta el año 2022, sin embargo, como parte de los análisis que se hagan en este Estudio de Tránsito y Transporte se generarán recomendaciones para que a futuro dichos proyectos se articulen de la mejor forma posible con las intervenciones que se propongan para la implantación de la estación intermedia.

7 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El siguiente paso de la metodología para la estructuración del presente Estudio de Tránsito y Transporte consistió en definir la zona de análisis para la Estación Intermedia en La Victoria. La definición de dicha zona se enmarcó teniendo en cuenta el alcance definido en los términos de referencia de la presente consultoría. Dichos términos de referencia establecen:

“Teniendo en cuenta que el proyecto generará demanda peatonal y de ciclistas para ingreso a las estaciones, el Consultor deberá elaborar un análisis de tránsito con el fin de garantizar que dichos accesos cuenten con las condiciones de capacidad y seguridad vial adecuada, en armonía con la infraestructura existente. El Consultor deberá proponer y evaluar técnicamente las medidas a implementar (reductores de velocidad, intersecciones semaforizadas peatonales, reorganización de sentidos viales, etc.) con el fin de garantizar la accesibilidad peatonal y de ciclistas adecuada para el proyecto. Asimismo, el consultor deberá elaborar los Planes de Manejo de Tránsito Específicos requeridos para resolver la movilidad durante el proceso de construcción de acuerdo con la siguiente prioridad: peatón, ciclista y transporte público”.

Por lo tanto, el área de análisis principal se establece como el territorio donde en primer lugar se definen los espacios de acceso de usuarios (peatones y bici-usuarios principalmente) para la estación intermedia inscrita en dos manzanas que se encuentran entre la Calles 40 y 41 Sur, y las Carreras 3c Este y 3A Este. Además, se puede establecer una zona secundaria en la cual se producirán eventuales cambios de comportamiento en los flujos no motorizados y motorizados producto del proceso de construcción y puesta en operación de la estación y su interacción con la infraestructura existente.

Por lo tanto, se definen dos zonas de análisis, cada una con características y desafíos particulares:

- Área de influencia directa (AID)
- Área de influencia indirecta (AII)

A continuación, se presenta las áreas de análisis definidas junto con los respectivos parámetros usados para su delimitación.

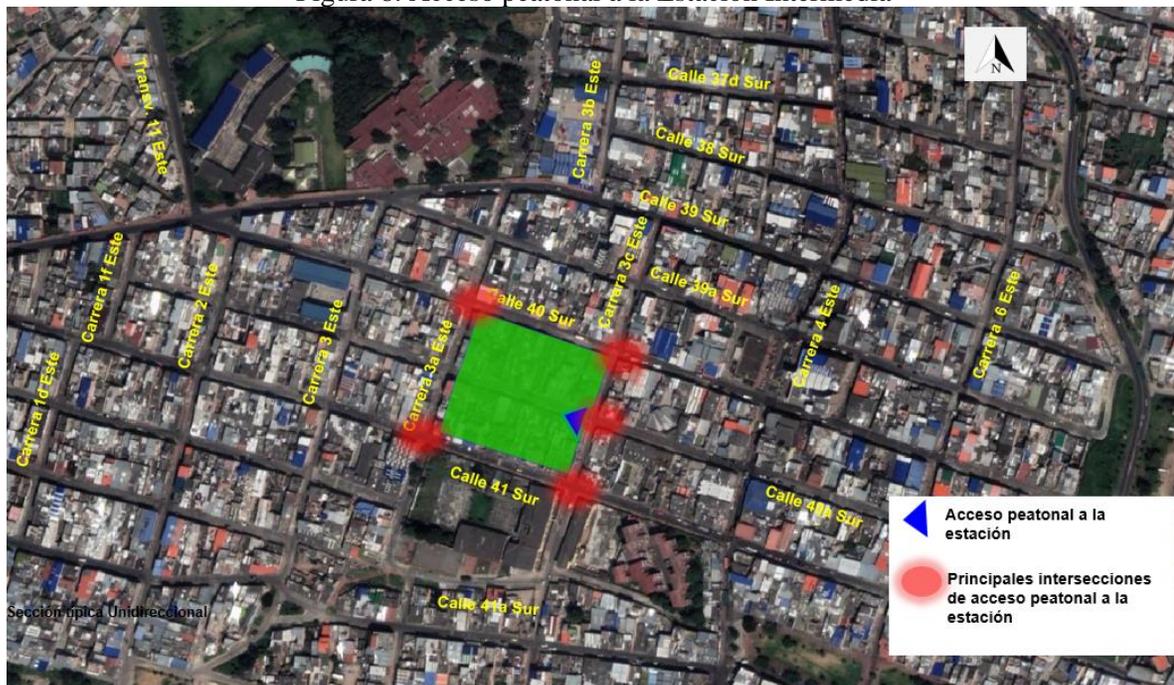
7.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)

El área de influencia directa (AID) está acotada espacialmente por la zona dentro de la cual se debe garantizar la accesibilidad peatonal y de ciclo usuarios a las estaciones, asegurando condiciones de capacidad y seguridad vial adecuada, en armonía con la infraestructura existente; dentro de esta zona se evalúan los cruces de los flujos motorizados y/o no motorizados y se realiza el diseño a detalle de las medidas de solución que deban implementarse para la integración del Proyecto en materia de tránsito y movilidad y la

operación de la futura estación. Otros aspectos que son evaluados dentro de esta zona corresponden a los niveles de servicio de las intersecciones viales y la infraestructura peatonal (pasos cebra y zonas de espera) antes y después de la implementación del proyecto para cada acceso, así como aspectos de accesibilidad, conectividad, continuidad y seguridad vial.

La definición del AID inicia con una delimitación espacial identificando en primer lugar los sectores principales (intersecciones y andenes) por donde accederán los futuros usuarios a la estación. La estación intermedia tendrá el acceso peatonal por el costado oriental sobre la Carrera 3c Este convirtiendo a las intersecciones de la Calle 40 Sur, Calle 40a Sur y Calle 41 Sur con Carrera 3c Este y la Calle 40 y Calle 41 Sur con Carrera 3a Este, en los principales puntos de encuentro peatonal para el acceso caminando a la estación (ver Figura 8).

Figura 8. Acceso peatonal a la Estación Intermedia

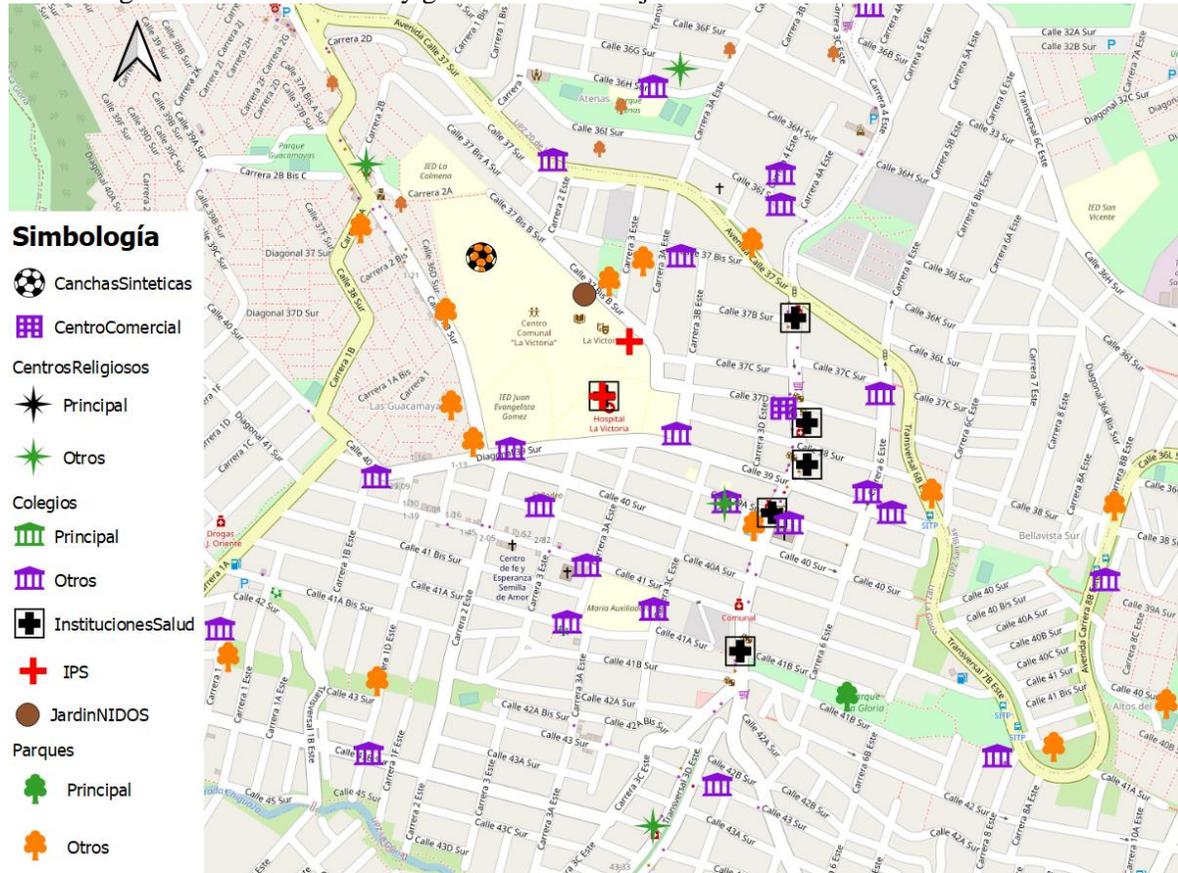


Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Una segunda variable fundamental usada en la delimitación de la zona de influencia y que condicionó la definición de los sectores de acceso a la futura estación, correspondió a la identificación de los principales polos generadores y atractores de viaje alrededor de las dos manzanas en la que se va ubicar la estación intermedia. Entre los polos más sobresalientes se tienen instituciones educativas como el Colegio La Victoria y el Colegio Sur Oriental Panamericano al norte, el colegio Comercial María Auxiliadora y la Unidad Familiar Sur al sur, el Colegio Evangelista Gómez al Occidente, junto con el Salón Comunal de La Victoria y al oriente la Parroquia María Auxiliadora y el Colegio Parroquial. Por último, el

equipamiento más importante de la zona y que sin duda se establece como el principal polo atractor y generador de viajes se tiene el Hospital la Victoria, ubicado al costado norte de la futura estación intermedia. Además, se encuentran pequeñas plazas de mercado hacia el sector nor-oriente, supermercados, tiendas de abarrotes, centros religiosos y algunas zonas deportivas pequeñas (ver *Figura 9*).

Figura 9. Polos atractores y generadores de viajes alrededor de la Estación Intermedia



Fuente: Elaboración propia (2022)

Una vez identificados los principales polos atractores y generadores de viajes se establecieron las principales trayectorias en caminata de los peatones hacia la futura estación siguiendo la malla vial existente, con lo cual se logró identificar aquellas intersecciones y andenes por donde se desplazarían los peatones que se dirigirían hacia el portal. En la Figura 10 se muestran las trayectorias analizadas.

Los flujos peatonales principales provienen del costado norte y nor-oriente desde las entidades educativas que se ubican en dicho sector (ver Figura 10). Además, existe un flujo importante que se desplaza por el corredor de la Avenida Carrera 4 Este ya que entre Calles 39 Sur y 40 Sur se ubican varios almacenes comerciales y de venta de frutas y verduras que aglomeran un número considerable de peatones. Asimismo, sobre este eje vial se agrupan los

usuarios de transporte público. Desde el Hospital La Victoria se puede considerar que se atraiga un flujo importante de peatones, en algunos casos con una condición física especial, esto hace que las soluciones de movilidad que se generen hacia ese sector permitan una accesibilidad total y segura de peatones, de ahí la importancia de incluir dentro del análisis los corredores vehiculares y peatonales que llevan hacia dicho sector (ver *Fotografía 3* y *Fotografía 4*).

Asimismo, junto al Hospital la Victoria se encuentra el Colegio Distrital Juan Evangelista Gómez que también genera un número considerable de peatones que se juntarían con aquellos usuarios que vienen del hospital utilizando la infraestructura peatonal de la Diagonal 39 Sur (ver *Fotografía 5*). Otro flujo importante se dará sobre el corredor de la Carrera 3c Este por donde será el ingreso peatonal a la estación, sin embargo, la infraestructura peatonal existente no ofrece las condiciones adecuadas para soportar los volúmenes que se esperan lleguen a la estación en la hora de máxima demanda en los años futuros. (ver *Fotografía 6*)

Figura 10. Trayectorias peatonales en el sector de la Estación Intermedia



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 1. Sector Avenida Carrera 4 Este



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 2. Aglomeración usuarios de transporte público eje vial Carrera 4 Este



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 3. Acceso urgencias Hospital La Victoria



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 4. Infraestructura alrededor del Hospital La Victoria



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 5. Diagonal 39 sur en el sector del Colegio Distrital Juan Evangelista Gómez



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 6. Infraestructura peatonal Carrera 3c Este



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Las trayectorias peatonales se hacen en la actualidad por andenes que no presenta las mejores condiciones de estado y continuidad (ver Fotografía 7) provocando en muchos casos que los peatones deban bajarse a la vía y ofreciendo condiciones nada favorables para usuarios con movilidad reducida, debido a las pendientes de la zona y a la presencia de rampas y escalones que no permiten andenes uniformes y en algunos casos los andenes ni existen o están en un grado de deterioro considerable.

Fotografía 7. Infraestructura peatonal Calle 40 Sur



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Para el caso de los usuarios de bicicletas con base en la información tomada en campo se estima que en la zona el flujo es bajo y en la hora pico de la tarde se tiene un flujo máximo de 57 bicicletas principalmente por el sector de la Carrera 4 Este y en menor proporción (49 bicicletas /hora) por los ejes de la Carrera 3A Este y la Carrera 3c Este (dicha información se presenta en mayor detalle en el capítulo 9 de este documento). Sin embargo, a pesar que el flujo es bajo principalmente debido a las altas pendientes de la zona, no significa que dichos usuarios no sean tenidos en cuenta dentro de los análisis presentados en este estudio y la identificación de dichos ejes viales muestra corredores viales que deben hacer parte de la zona de análisis.

Dada la condición de acceso indirecto a la estación y la identificación de un sector específico donde confluirán los flujos peatonales y de bici usuarios para el ingreso a la futura estación de retorno, cuyo acceso principal se dará sobre la Carrera 3c Este, se definen como intersecciones principales de acceso hacia la estación:

	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	
---	---	---

- Carrera 3c Este con Calle 40 Sur
- Carrera 3c Este con Calle 40a Sur
- Carrera 3c Este con Calle 41 Sur
- Carrera 3a Este con Calle 40 Sur
- Carrera 3a Este con Calle 41 Sur

Sin embargo, a pesar que las intersecciones anteriores se identificaron como prioritarias para asegurar el acceso a la estación, teniendo en cuenta los puntos atractores y de concentración de usuarios identificados anteriormente, el AID se extendió para lograr un análisis de conexión con el eje vial de la Avenida Carrera 4 Este y a su vez se extendió hacia el sector sur para cubrir las intersecciones de la Carrera 3a Este y 3c Este con la Calle 41a Sur, ya que en la actualidad por dicha calle circulan las rutas de transporte público del sector de La Victoria y este proyecto entre sus muchas funcionalidades busca promover y facilitar la intermodalidad, asimismo, el AID busca generar la conexión con el Hospital La Victoria por lo tanto también dentro los análisis se incluyeron las intersecciones de la Carrera 3a Este con Diagonal 39 Sur y Carrera 3c Este con Diagonal 39 Sur.

Por lo tanto, el AID definida para la Estación Intermedia se muestra en la Figura 11 y es en esta zona donde se harán los análisis de accesibilidad peatonal y de bici-usuarios, así como la identificación y diseño a detalle de las medidas que aseguren condiciones de capacidad y seguridad vial adecuada, en armonía con la infraestructura existente.

Figura 11. Área de Influencia Directa Estación Intermedia



Fuente: Elaboración propia (2022)

7.2 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)

El área de influencia indirecta (AII) corresponde a la zona máxima a analizar limitada por condiciones de infraestructura, como vías arteriales e intermedias alrededor del proyecto, posibilidad de desvíos viales, fronteras naturales, fronteras artificiales y límites administrativos que condicionan las dinámicas de viajes vehiculares, de transporte público, peatonales y de bicicletas que puedan verse afectados por el proyecto buscando rutas alternas o cuyos viajes de tránsito por el sector puedan verse significativamente afectados por efecto de la construcción, operación y medidas implementadas para el establecimiento y puesta en marcha de la estación intermedia.

Con base en las consideraciones anteriores y mediante una superposición de capas que contienen las características de movilidad actual de la zona alrededor de la futura estación intermedia, se inició con la delimitación del AII. En dicha superposición de capas se consideraron variables tales como usos de suelo, malla vial arterial, intermedia, local, el

trazado de las rutas de transporte público y sus respectivos paraderos, el volumen de ascensos de pasajeros para cada paradero de transporte público, la ubicación de las intersecciones semaforizadas y la ubicación de los equipamientos, así como las estadísticas de siniestralidad. Cada una de las capas anteriores tenían una función específica dentro del proceso final de la delimitación de la zona indirecta, dichas funciones se detallan a continuación:

- La clasificación vial de la zona de análisis, permite incluir dentro del análisis de impacto a las vías arteriales, intermedias o colectoras. Su importancia radica en el hecho de que son ellas las que van a recibir los nuevos flujos de vehículos y bicicletas producto de la demanda generada por la implantación del proyecto.
- La caracterización del transporte público, permite incluir dentro del análisis de impacto las rutas que se verán afectadas por la dinámica de los nuevos viajes generados. Como parte de la estrategia que pueda generar el operador del sistema para aumentar la captación del sistema, se podrían generar cambios en los recorridos de algunas rutas, así como en las frecuencias de operación.
- La ubicación geoespacial de las intersecciones semaforizadas es importante debido a que en éstas confluyen los principales flujos motorizados y no motorizados y son los puntos de mayor complejidad y conflictos dentro de una red vial, por lo que se hace necesario incluir la mayor cantidad de estas dentro del análisis.
- Los equipamientos, se convierten en polos generadores y atractores de viajes, es decir, generan viajes nuevos que previamente eran realizados a destinos completamente diferentes y que a futuro se van a presentar debido a la atracción del nuevo sistema de transporte (cable) en conjunto con la opción de ir a un destino con un equipamiento más atractivo. Geo-espacialmente se tienen en cuenta los principales equipamientos cercanos a la estación intermedia del cable como sitios de atracción de viajes dentro de la zona de estudio; por lo tanto, se encuentra el Colegio La Victoria y el Colegio Sur Oriental Panamericano al norte, el colegio Comercial María Auxiliadora y la Unidad Familiar Sur al sur, el Colegio Evangelista Gómez al Occidente, junto con el Salón Comunal de La Victoria y al oriente la Parroquia María Auxiliadora y el Colegio Parroquial. Por último, el equipamiento más importante de la zona y que sin duda se establece como el principal polo atractor y generador de viajes se tiene el Hospital la Victoria. Además, se encuentran pequeñas plazas de mercado hacia el sector nor-oriente, supermercados, tiendas de abarrotes, centros religiosos y algunas zonas deportivas pequeñas.
- La ubicación de los principales paraderos de transporte público junto con la demanda de usuarios (ascensos), permiten identificar los puntos de mayor demanda de pasajeros dentro de la zona de estudio, y a su vez determinar aquellos paraderos que se verán afectados por el cambio de la dinámica de tránsito por la implantación del proyecto.
- Los datos de siniestralidad en la zona de estudio permiten identificar los cruces que generan mayores conflictos para los distintos actores viales y que por la construcción del cable se deben priorizar en temas de seguridad vial, puesto que van a recibir los nuevos flujos de vehículos y peatones.

En la Tabla 9 se presentan las variables definitivas usadas en la definición del área indirecta de análisis.

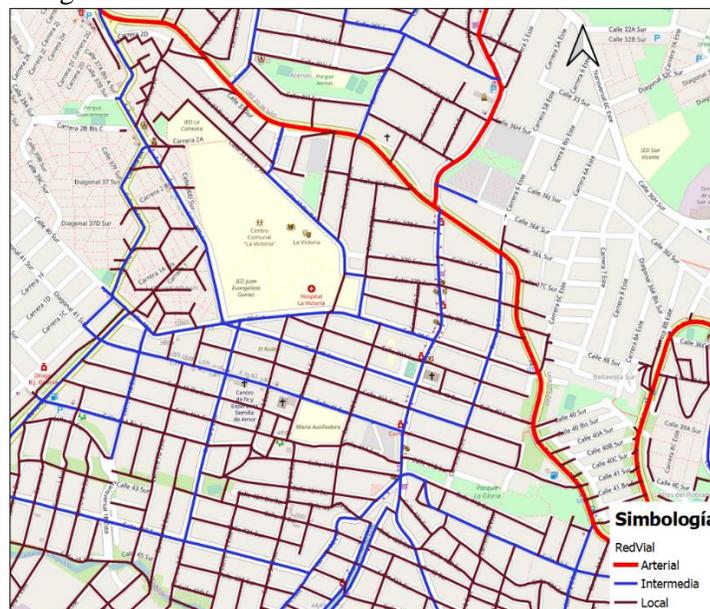
Tabla 9 Resumen de variables para definir el AII del proyecto

N°	VARIABLE
1	Malla vial primaria, secundaria y red peatonal
2	Los trazados de rutas de transporte público
3	Ubicación de las intersecciones semaforizadas
4	Ascensos de pasajeros en paraderos
5	Estadísticas de siniestralidad
6	Equipamientos (Colegios, Iglesias, Instituciones prestadoras de salud, Parques y jardines)
7	Pares OD principales

Fuente: Elaboración propia (2022)

A continuación, se presenta la ubicación geoespacial de cada una de las variables de estudio que se tuvieron en cuenta para la definición del AII.

Figura 12. Malla vial alrededor de la estación intermedia



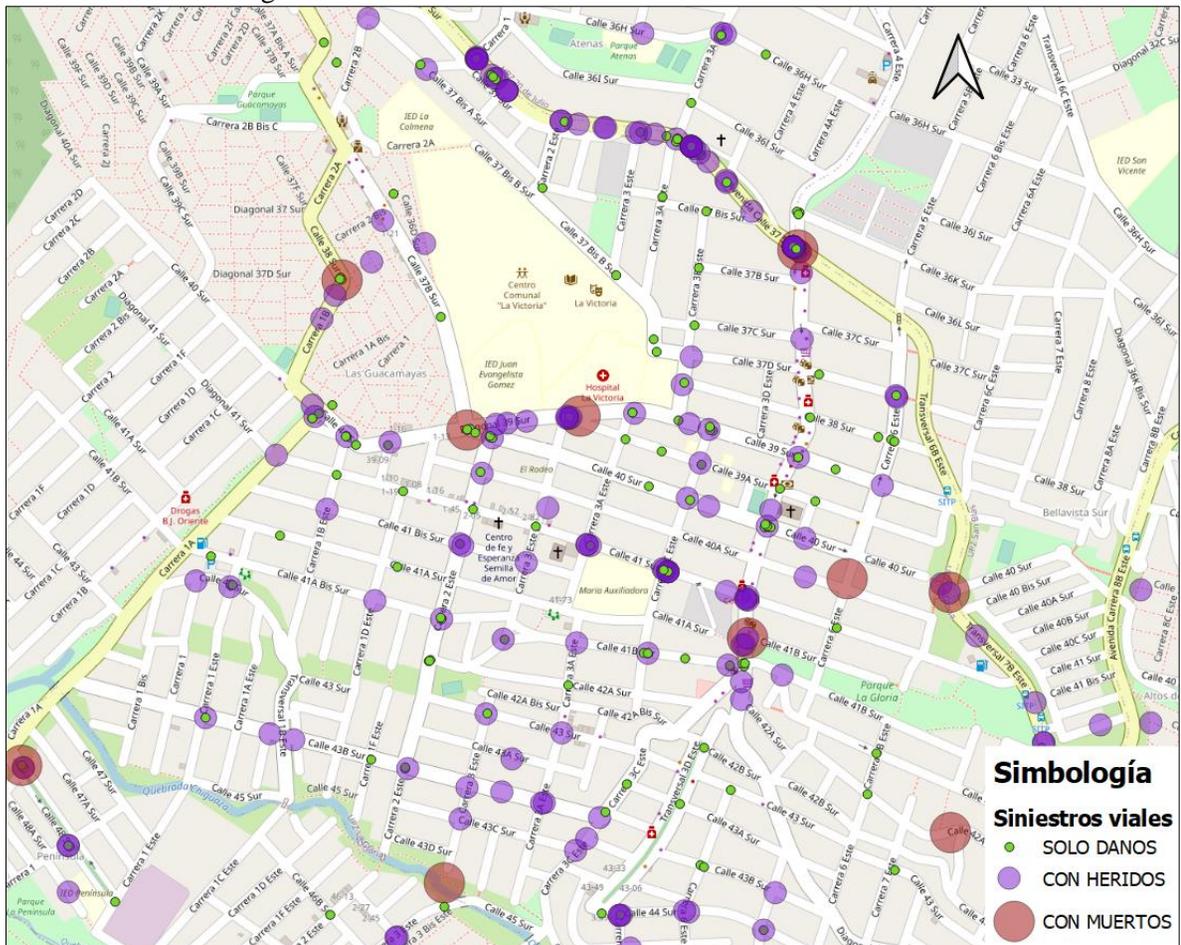
Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

Figura 13. Rutas transporte público, paraderos e intersecciones semaforizadas



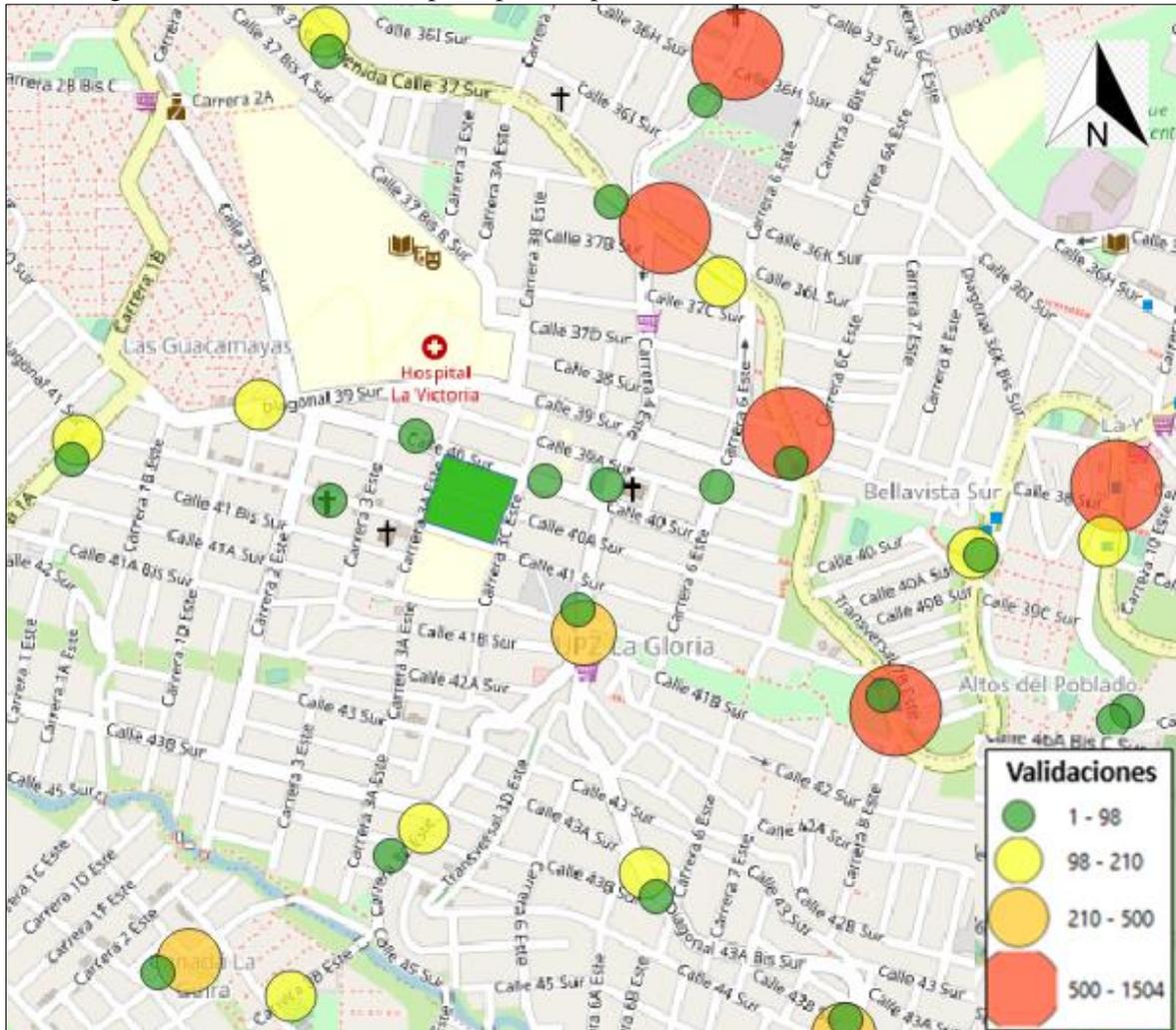
Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

Figura 14. Siniestralidad alrededor de la estación intermedia



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

Figura 15. Validaciones transporte público paraderos alrededor de estación intermedia



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

La superposición de capas permitió identificar características propias de la zona alrededor de la futura estación intermedia, por ejemplo, que la Calle 40 Sur y 41 Sur son vías intermedias, que por donde se dará el acceso a la estación, Carrera 3c Este, es vía local, al igual que Carrera 3a Este y que la Calle 40a Sur que será cerrada en la manzana donde se ubicará la estación. La vía arterial más cercana corresponde a la carrera 6b Este, pero ya se encuentra bastante alejada de la estación. Otros ejes viales de categoría intermedia corresponden a la Carrera 4 Este, la Calle 39 Sur y la carrera 2 Este.

Por otro lado, las rutas del SITP y de los servicios alimentadores circulan principalmente por las Calles 40 y 41 Sur. Además, en la actualidad las rutas del SITP generan un anillo sobre la localización de la estación circulando por las Carrera 2 Este y Carrera 4 Este y subiendo

 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S.  Supering Supervisión e Ingeniería del Proyecto</p>	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>
--	---	--

por las Calles 40 y 41 Sur, lo cual es beneficioso para el proyecto y para la estrategia de buscar una intermodalidad y que en un eventual caso las rutas de transporte público sirvan de alimentación a la estación.

Los hallazgos mencionados anteriormente son fundamentales para la delimitación del AII ya que van definiendo intersecciones claves en la configuración operacional de los flujos vehiculares alrededor de la estación.

Como parte del proceso de definición del AII el equipo Consultor hizo un análisis de las posibles trayectorias vehiculares debido a eventuales cierres temporales de los ejes viales que rodean la estación intermedia y que en la actualidad funcionan como vías bidireccionales sin ningún tipo de restricción (ver Figura 16). Ante el inevitable cierre de un tramo de la Calle 40a Sur por la implantación de la estación, las Carreras 4 Este, 3a Este y 2 Este se convierten en los principales ejes de comunicación norte – sur para los flujos vehiculares, sin embargo, solo el eje de la Carrera 4 Este ofrece conectividad directa norte - sur. En el sentido oriente – occidente, las Calles 40 Sur y 41 Sur sobresalen como los corredores que servirían de desvío para soportar la eventual redistribución de flujos ante el cierre de la Calle 40a Sur. Otros ejes de conexión oriente – occidente que se destacan en la zona son Calle 42 y 42^a Sur, así como la Calle 39 Sur. La identificación de estos tramos viales de posibles desvíos o redistribución de flujos, muestran cómo es necesario definir una zona amplia de análisis que se convierte en el AII.

Figura 16. Desvíos vehiculares durante proceso constructivo o cierres de tramos viales



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Cabe aclarar que en este proceso también se tuvieron en cuenta las trayectorias peatonales identificadas desde los polos atractores y generadores que se utilizaron en la delimitación del AID. Todos los análisis anteriores muestran alternativas viales de circulación peatonal y desvío vehicular que deben ser tenidas en cuenta en el planteamiento de recomendaciones para articular la operación de la Estación Intermedia.

Finalmente, otra variable incluida dentro del análisis de la delimitación del AII fue el análisis de demanda realizado por el equipo consultor en la FASE 1 de la presente consultoría, donde mediante el establecimiento de un modelo Logit multinomial y el uso de los datos de viajes entre ZAT de la Encuesta Origen Destino de Hogares de Bogotá EODH-2019 se estimaron unas tasas de captación para los viajes intrazonales, identificando que existen viajes hechos en la actualidad en otros modos como a pie, alimentador, SITP zonal y provisional, taxi e incluso transporte informal que se trasladaran al modo cable. Esto debido principalmente a los ahorros en tiempo que puede ofrecer el cable. En la Tabla 10 se presentan las tasas de captación obtenidas por el equipo consultor para los viajes intrazonales.

	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	
---	---	---

Tabla 10. Tasas de captación viajes intrazonales

	VS. ALIMENTADOR	V.S SITP	V.S INFORMAL	V.S A PIE	V.S T. PRIVADO	V.S TP INDIVIDUAL (TAXI)
GENERACIÓN	100%	63%	70%	47%	15%	29%
ATRACCIÓN	100%	61%	68%	26%	12%	34%

Fuente: Análisis de demanda equipo consultor (2022)

Los viajes interzonales también aumentarían hacia las estaciones del cable, pero principalmente hacia la estación de transferencia ubicada al interior del portal 20 de Julio. En el análisis de demanda realizado por el equipo consultor mediante el planteamiento de un modelo Logit multinomial y el uso de los datos de viajes entre ZAT de la Encuesta Origen Destino de Hogares de Bogotá EODH-2019 se estimaron unas tasas de captación para los viajes interzonales, identificando que existen viajes hechos en la actualidad en otros modos como Transmilenio, SITP zonal, alimentador y taxi que serán absorbidos por el cable. Esto se debe principalmente a que son viajes que, aunque su destino final no es el portal 20 de Julio, si lo es en una zona aledaña a este, por lo tanto, su viaje puede ser suplido por el cable. En la Tabla 11 se presentan las tasas de captación obtenidas por el equipo consultor para los viajes interzonales.

Tabla 11. Tasa de captación viajes interzonales

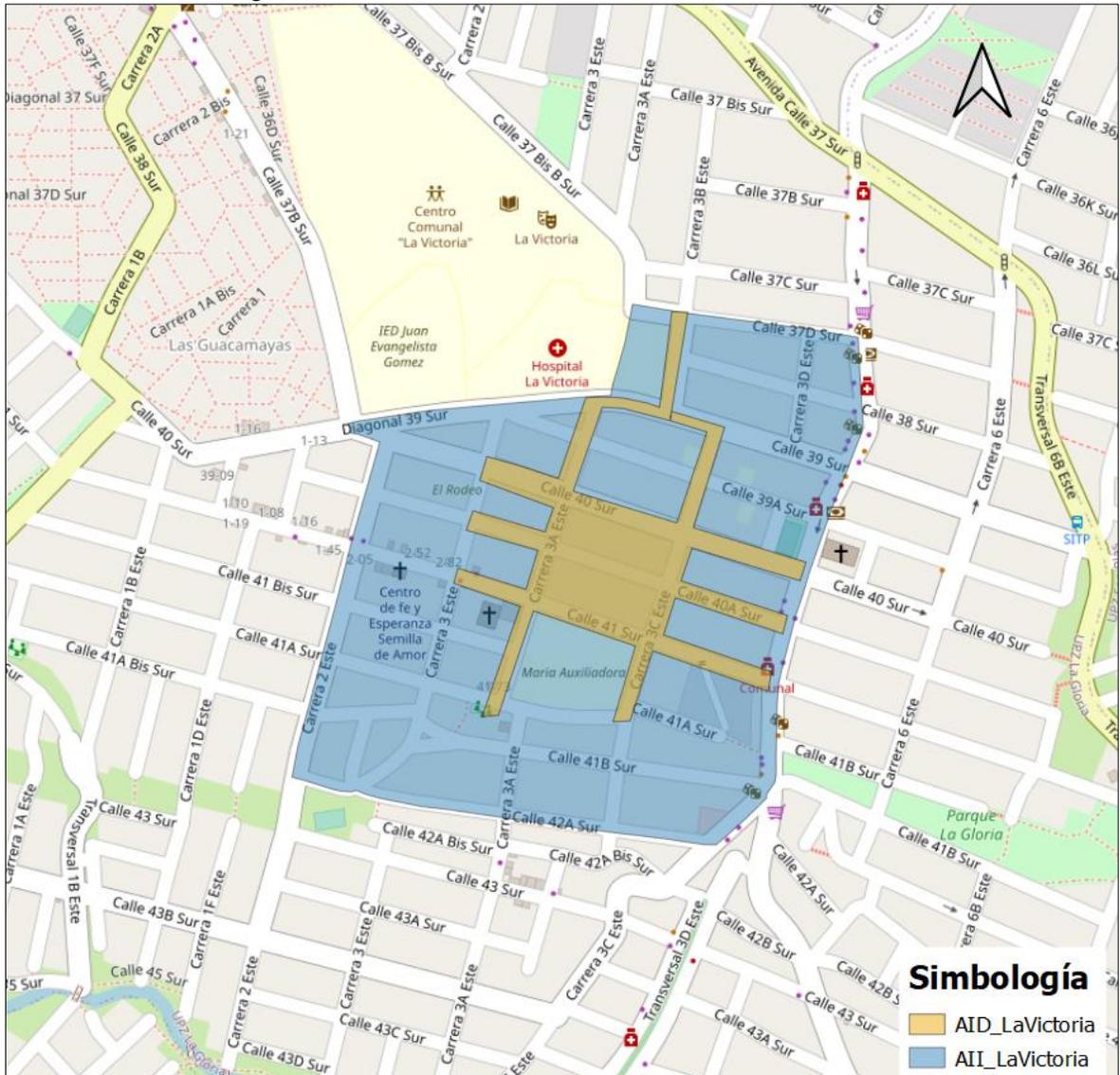
	VS. ALIMENTADOR	V.S. TRANSMILENIO	V.S SITP	V.S TP INDIVIDUAL (TAXI)
GENERACIÓN	35%	100%	28%	16%
ATRACCIÓN	33%	100%	22%	14%

Fuente: Análisis de demanda equipo consultor (2022)

Dichos análisis muestran que un flujo considerable de peatones llegará a la estación atraídos por las bondades (comodidad, rapidez, seguridad, entre otros) que el sistema cable les puede ofrecer para realizar su viaje. Sin embargo, cabe aclarar que la estrategia de captación esta soportada con un ajuste de rutas de transporte público que permita captar usuarios de zonas lejanas del AID de la estación y llevarlo hasta la estación bajo un enfoque de alimentación y transbordo.

Con base en los análisis mostrados anteriormente se definió el AII como la zona acotada al norte por la Calle 37d Sur y la Diagonal 39 Sur, al sur por la Calle 42a Sur, al oriente por la Carrera 4 Este y al occidente por la Carrera 2 Este. A continuación, se muestra el AII:

Figura 17. Área de Influencia Indirecta Estación Intermedia



Fuente: Elaboración propia (2022)

Finalmente se puede concluir que el AII está definida como una zona amplia, que abarca más allá de los sectores de acceso peatonales a la estación y sus intersecciones viales involucradas. Dentro de esta área se considera la posible afectación por una eventual redistribución de flujos motorizados y de transporte público, así como desvíos que puedan generarse durante el proceso constructivo y en la posterior entrada en operación de la estación, así como la integración con el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP). Además, dentro de esa zona solo se evalúan indicadores operacionales para los flujos motorizados donde se contaba con información disponible y no se hace una evaluación intersección por intersección como si se realiza en el AID, entendiendo que los efectos causados por la congestión, demoras y

demás condiciones preexistentes del tránsito en la zona, aunque pueden verse incrementados por la implementación de la estación no entrarán en el proceso de diseño a detalle que si se realiza en el AID. Sin embargo, lo anterior no significa que en el AII el presente Estudio de Tránsito y Transporte no establezca medidas de mitigación ante los eventuales impactos que se puedan producir tanto en los flujos no motorizados como motorizados, por el contrario, se hará su identificación y se generarán una serie de recomendaciones e intervenciones que permitan orientar a la administración distrital para un futuro proceso de diseño e implementación de dichas medidas.

➤ *Conclusión acerca de la definición de las áreas de influencia directa e indirecta*

La definición del Área de Influencia Directa (AID) tuvo en cuenta fundamentalmente la identificación de los sectores principales (intersecciones y andenes) por donde accederán los futuros usuarios a la estación por el eje vial de la Carrera 3c Este. Por lo tanto, para ingresar a ella los flujos peatonales y de bici-usuarios confluirán principalmente por las intersecciones de la Calle 40 Sur, Calle 40a Sur y Calle 41 Sur con Carrera 3c Este y la Calle 40 y Calle 41 Sur con Carrera 3a Este.

Otro factor que se tuvo en cuenta en la delimitación de esta zona fue la identificación de los principales polos generadores y atractores de viaje ubicados alrededor de las dos manzanas en la que se ubicará la estación. Una vez identificados se realizó una reconstrucción de las trayectorias peatonales desde y hacia este sector, con lo cual se identificaron los principales puntos por donde los peatones acceden al corredor de la Carrera 3c Este. Dichos puntos corresponden a las intersecciones que fueron mencionados en el párrafo anterior. Por lo tanto, el AID quedó definida sobre el corredor de la Carrera 3c Este entre las intersecciones de la Calle 40 Sur, Calle 40a Sur y Calle 41 Sur, así como entre las intersecciones de la Carrera 3a Este con Calle 40 Sur y Carrera 3a Este con Calle 41 Sur. Además, el AID se extendió hacia el sector sur para cubrir las intersecciones de la Carrera 3a Este y 3c Este con la Calle 41a Sur, ya que en la actualidad por dicha calle circulan las rutas de transporte público del sector de La Victoria. El AID busca generar la conexión con el Hospital La Victoria por lo tanto también dentro los análisis se incluyeron las intersecciones de la Carrera 3a Este con Diagonal 39 Sur y Carrera 3c Este con Diagonal 39 Sur. Por consiguiente, es en esta zona dentro de la cual la actual consultoría principalmente realizó el diseño de las medidas de solución que deberán implementarse, en materia de tránsito y movilidad, con el objeto de favorecer la operación de la futura estación y que garantizarán la accesibilidad peatonal y de ciclo usuarios a las estaciones, asegurando condiciones de capacidad y seguridad vial adecuada, en armonía con la infraestructura existente.

Para la definición del Área de Influencia Indirecta (AII) además de la definición de trayectorias peatonales desde y hacia los polos atractores y generadores de viajes, también se realizó un análisis y superposición de capas de información relacionada con categorías viales, rutas y paraderos de transporte público, identificación de intersecciones semaforizadas, localización y estadísticas de siniestralidad. Adicionalmente se identificaron posibles desvíos

	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	
---	---	---

provocados por una eventual redistribución de flujos producto de una medida de mitigación del impacto en la movilidad peatonal y vehicular por la implantación de la estación. Por lo tanto, el AII está limitada al norte por la Calle 37d Sur y la Diagonal 39 Sur, al sur por la Calle 42a Sur, al oriente por la Carrera 4 Este y al occidente por la Carrera 2 Este. Finalmente, en esta zona solo se evalúan indicadores operacionales para los flujos motorizados donde se contaba con información disponible y no se hace una evaluación intersección por intersección como si se realiza en el AID, entendiéndose que los efectos causados por la congestión, demoras y demás condiciones preexistentes del tránsito en la zona, aunque pueden verse incrementados por la implementación de la estación, no entrarán en el proceso de diseño a detalle que si se realiza en el AID, sin embargo, el estudio define un conjunto de recomendaciones y estrategias para asegurar accesibilidad y armonizar la futura estación con el entorno.

7.3 ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL CONTRATO IDU 1630/2020

Es importante destacar que las áreas de influencia directa e indirecta, presentadas en los apartados anteriores, serán utilizadas para adelantar los correspondientes análisis de Tránsito y Movilidad para el Proyecto, sin embargo, estos difieren del área de intervención de los diseños contratados en la ejecución del presente Contrato de Consultoría.

Esta área está comprendida únicamente por la manzana en la cual será construida cada estación y se extiende hasta el paramento de los andenes opuestos. De esta manera, el área de intervención se divide en dos componentes: el primero, denominado como zona de diseño y construcción, involucra solo la manzana de implementación y, el segundo, denominado zona de rehabilitación, se compone de los andenes del frente de cada costado de la estación. La siguiente figura, señala el área de intervención del Contrato IDU 1630/2020.

Figura 18. Área de intervención Contrato IDU 1630/2020



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

8 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA

El tercer paso de la metodología para la caracterización de la demanda de los usuarios motorizados y no motorizados fue la recolección de información primaria en puntos de prioridad alta deducidos de la información secundaria y de la definición de área de influencia directa e indirecta; en estos puntos se recolectó la siguiente información:

- *Aforos vehiculares:* Se realizaron conteos vehiculares sobre las intersecciones del área de influencia del proyecto que se presentan más adelante, consideradas en su nivel, ya sea maestra por su grado de importancia y altos flujos en materia de tránsito sobre la red vial o estaciones específicas consideradas así por manejar flujos vehiculares intermedios en materia de tránsito sobre la red vial y que se encuentran ubicadas estratégicamente para la expansión de los datos.

Estos aforos recolectaron información de cantidad de vehículos que hacen uso de la infraestructura por clasificación vehicular desagregándolos por movimientos direccionales y periodos horarios dentro del área de influencia.

En las intersecciones seleccionadas, se aforarán todos los movimientos que se encuentren permitidos y se realizará la clasificación vehicular en las siguientes categorías:

- Autos livianos (incluye autos, camperos, camionetas, SUV's y taxis),
- Buses (vehículo de transporte público como microbuses y buses),
- Camiones pequeños (C2G, C2G, C3 y C4),
- Camiones grandes (C5 y >C5),
- Motos,
- Bicicletas,
- Bicitaxis y Mototaxis.

Posteriormente, con la información obtenida, se realizó la cuantificación del flujo en vehículos equivalentes mediante la utilización de los factores de conversión utilizados por la SDM en el programa de monitoreo del tránsito y del transporte para los buses, camiones, BRT, motocicletas y bicicletas.

Antes de proceder con el procesamiento de la información recolectada de aforos vehiculares, se realizó un procedimiento de desestacionalización de resultados, utilizando la información de las estaciones maestras tanto de los datos levantados por el Consultor como de los datos del Plan de Monitoreo de Bogotá (se pudo constatar que las dos estaciones de toma de información primaria coinciden con estaciones del Plan de Monitoreo), con el fin de validar, en caso de que se presenten diferencia marcadas con la línea tendencial, si el efecto de emergencia sanitaria por la COVID-19 generaría resultados atípicos. Ante un eventual caso donde se identifiquen variaciones relevantes (mayores al 10%), se realizaría un ajuste de la información recolectada por el Consultor, tomando como base la información de la SDM del

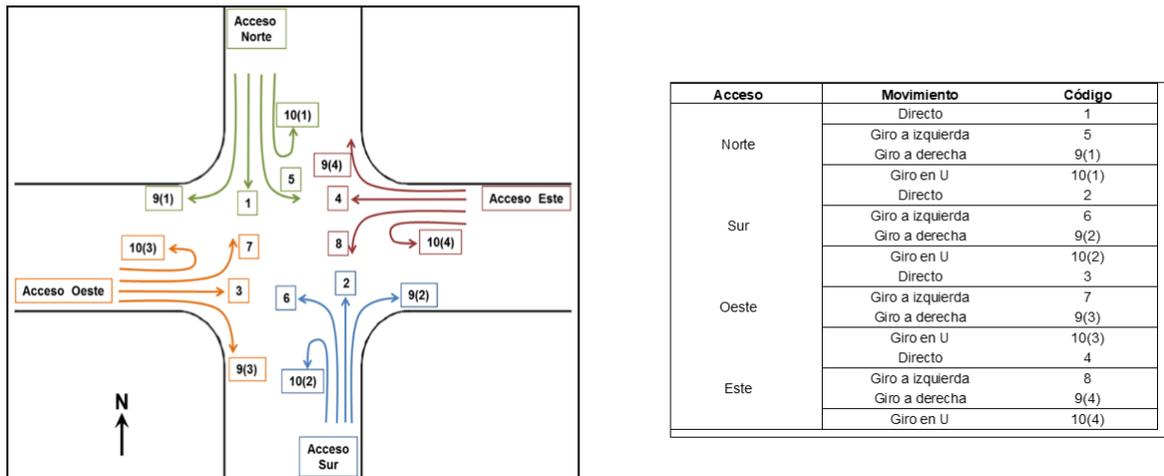
año 2019 (considerado típico) y escalando los volúmenes capturados a los valores de dicho año de referencia mediante la determinación de un factor de ajuste resultante de la relación de flujo con y sin efecto de la COVID-19, es decir la información levantada por el Consultor vs la de la SDM.

Luego de realizar la anterior validación, la información recolectada de aforos vehiculares se procesó y se generaron los siguientes resultados:

- Volúmenes para períodos de 15 minutos, para cada día y para cada acceso y salida en vehículos mixtos y equivalentes y clasificados por movimiento y tipo de vehículo,
- Volúmenes para períodos de 15 minutos, utilizados para el análisis (día pico), en vehículos mixtos y equivalentes y clasificados por movimiento y tipo de vehículo,
- Volúmenes horarios para cada acceso y para la intersección, clasificados por movimiento y tipo de vehículo y totalizados en vehículos mixtos y equivalentes,
- Distribución horaria en vehículos mixtos y equivalentes en los accesos y salidas de cada intersección y para la intersección,
- Volumen total para el período de conteo,
- Composición vehicular tanto para las horas pico como para los periodos de aforo,
- Histogramas de volúmenes horarios,

Para la toma de información primaria de aforos vehiculares se utilizó la metodología de vídeo aforos partió de una codificación de los giros permitidos en cada intersección utilizando la numeración por grupos de movimientos propuesta en el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte, Segunda edición 2005 – Tomo III – Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. – Secretaría de Tránsito y Transporte (Ver Figura 19), aforando mediante cámaras de vídeos, para posteriormente registrarlos en los formatos definidos para dicho fin. Cabe la pena aclarar que los posteriores análisis de la información de los aforos se realizaron por acceso en cada intersección como insumo principal para el modelo de micro simulación.

Figura 19. Representación esquemática de los movimientos en una intersección



Fuente: Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte, Segunda edición 2005 – Tomo III – Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. – Secretaría de Tránsito y Transporte

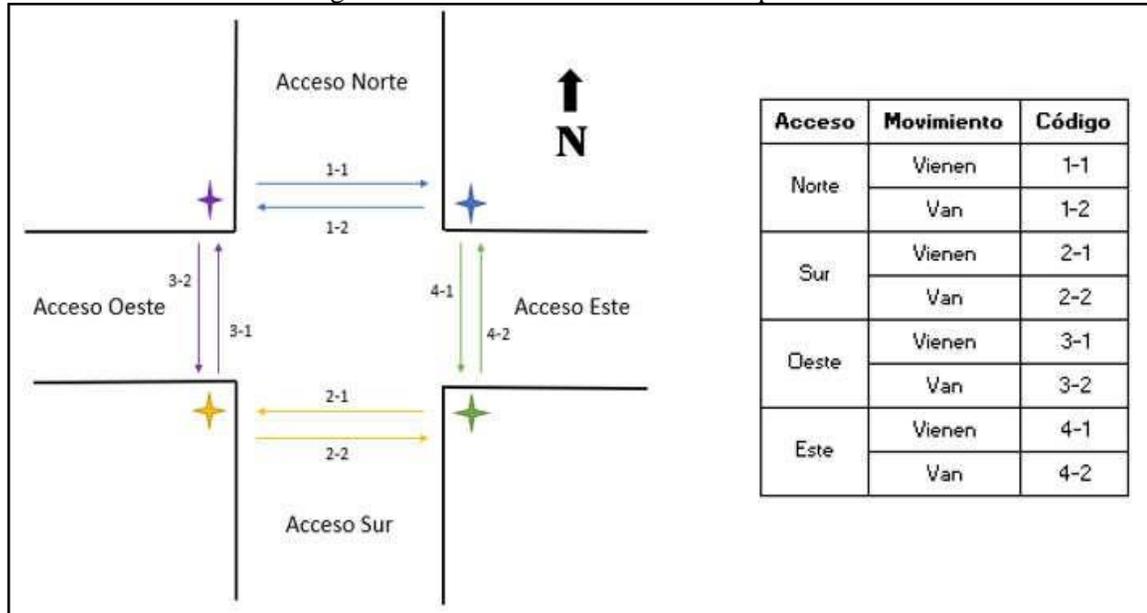
- **Aforos Peatonales:** Los aforos peatonales se realizaron sobre las mismas estaciones y periodos que se seleccionaron para los aforos vehiculares. Estos aforos recolectaron información de cantidad de peatones desagregándolos por movimientos direccionales y periodos horarios.

La información recolectada de aforos peatonales se procesó y se generaron los siguientes resultados, previo un proceso de validación y desestacionalización similar al que se realiza a los aforos vehiculares:

- Totalización de los conteos por sentido y por acceso para intervalos de 15 minutos,
- Elaboración de tablas y esquemas resumen,
- Volúmenes para períodos de 15 minutos, para cada día y para cada acceso clasificado por movimiento,
- Volúmenes para períodos de 15 minutos, utilizados para el análisis (día pico), para cada día y para cada acceso clasificados por movimiento,
- Volúmenes horarios para cada acceso y para la intersección, clasificados por movimiento,
- Volumen horario máximo por acceso y para la intersección Hora de máxima demanda por acceso y para la intersección,
- Volumen total para el período de conteo,
- Histogramas de volúmenes horarios,

En los aforos peatonales se registrará la información teniendo en cuenta la codificación de movimientos y la numeración por grupos peatonales propuesta en el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte de la SDM (ver Figura 20).

Figura 20. Codificación movimientos peatonales



Fuente: Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte, Segunda edición 2005 – Tomo III – Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. – Secretaría de Tránsito y Transporte

Los puntos seleccionados para los aforos vehiculares y peatonales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 12. Fechas y periodos de toma de información

Código Estación	Localización	Tipo	Día	Horas	Fecha
M2	Carrera 4 Este x Calle 41 Sur	Maestra	Típico	(6 AM – 6 AM) 24 h	01/06/2021
			Atípico	(6 AM – 10 PM) 16 h	29/05/2021
E21	Carrera 3A Este x Calle 39 Sur	Específica	Típico1	(6 AM – 6 AM) 16 h	01/06/2021
			Típico2	(6 AM – 6 AM) 16 h	02/06/2021
			Atípico	(8 AM – 6 PM) 10 h	29/05/2021
E22	Carrera 4 Este x Calle 39 Sur	Específica	Típico1	(6 AM – 10 PM) 16 h	01/06/2021
			Típico2	(6 AM – 10 PM) 16 h	02/06/2021
			Atípico	(8 AM – 6 PM) 10 h	29/06/2021
E23	Carrera 3 Este x Calle 41 Sur	Específica	Típico1	(6 AM – 10 PM) 16 h	01/06/2021
			Típico2	(6 AM – 10 PM) 16 h	02/06/2021
			Atípico	(8 AM – 6 PM) 10 h	29/06/2021

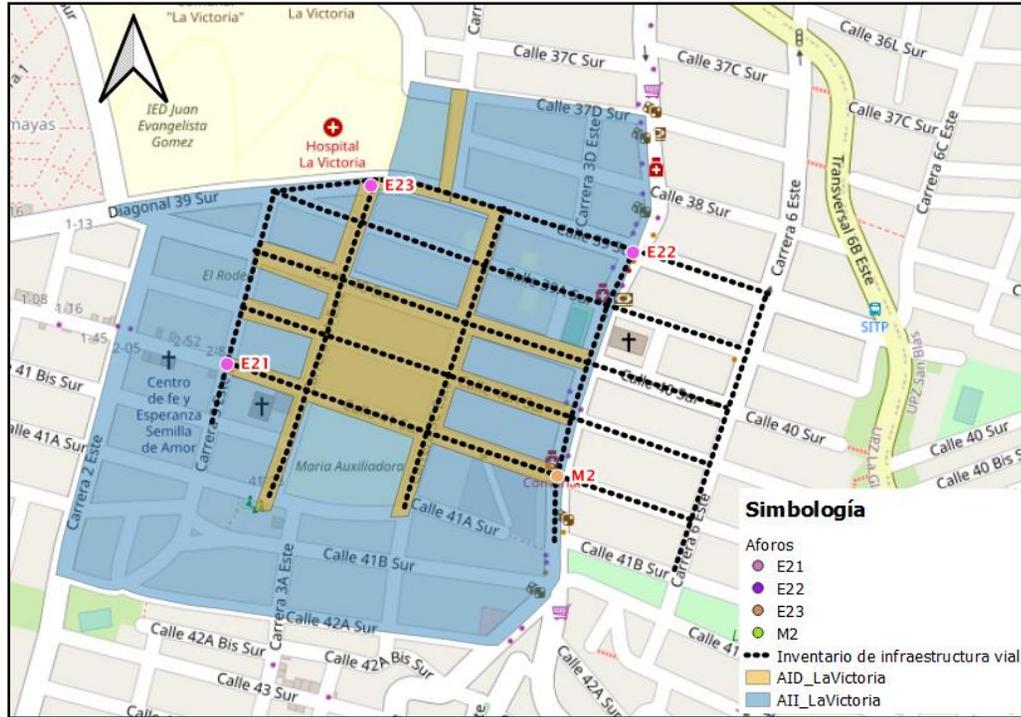
Fuente: Elaboración propia (2022)

En la Figura 21, se muestran la localización de las intersecciones de toma de información de aforos vehiculares, peatonales y colas. En la Figura 21 y Figura 23 se muestran los giros vehiculares aforados por acceso en las estaciones de conteo definidas y en la Figura 23 y Figura 25 se muestran los giros peatonales aforados.

Además de la información primaria mencionada anteriormente, dentro del AID se hizo recopilación de información relacionada con:

- *Estudio de velocidades y tiempos de recorrido:* Se realizó la medición de velocidades y tiempos de recorridos de las principales vías del área de influencia del proyecto y sobre aquellas cercanas a las estaciones propuestas en la etapa de factibilidad. Este estudio se llevó a cabo mediante la consulta de plataformas digitales, tales como Google Maps, y una aplicación desarrollada por el propio Consultor para extraer la información histórica de la velocidad del tráfico sobre la red de interés para diferentes periodos del día.
- *Inventario de Infraestructura vial:* En este estudio se identificaron los componentes físicos y operacionales de la red vial de estudio, los elementos de señalización vial, semaforización del área de influencia del proyecto. Para el caso de la red vial se identificarán los sentidos de circulación, clasificación vial, movimientos permitidos, estado de la infraestructura, medición de secciones transversales, entre otros y para el caso de la señalización y semaforización se identificarán tipo de elemento, cantidad, clasificación, ubicación, estado físico.
Para el inventario de señalización vial y semaforización se partió del inventario más reciente disponible en los archivos digitales de la Administración Distrital y se realizaron recorridos en campo con el fin de corroborar la información contenida en el inventario, actualizando el estado y ubicación de la señalización y los semáforos y complementando los elementos que eventualmente no estén dentro del inventario del Distrito.

Figura 21. Puntos de toma de información primaria



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 22. Giros vehiculares aforados estación M2 (izquierda) y E22 (derecha)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 23. Giros vehiculares aforados estación E21 (izquierda) y E23 (derecha)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 24. Giros peatonales aforados estación E21 (izquierda) y E23 (derecha)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 25. Giros peatonales aforados estación E31 (izquierda) y E33 (derecha)



Fuente: Elaboración propia (2022)

En términos de infraestructura se revisó la base de oferta vial en el sector, identificando sus características operacionales y el estado actual de las mismas. Las características que se determinarán para la infraestructura existente son las siguientes:

	<p>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</p>	
---	--	---

- Tipo de vía
- Carácter de la vía
- Caracterización de la sección transversal
- Pasos peatonales y andenes
- Número y ancho de carriles
- Ciclo-infraestructura existente
- Localización de paraderos de transporte público

En la Figura 21 también se muestran los tramos viales donde se levantó la información mencionada anteriormente.

8.1 CONSIDERACIONES PARA LA TOMA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

En primer lugar, vale la pena resaltar que los estudios de campo son de gran importancia para poder generar un diagnóstico confiable ya que, con la información recolectada, se sustenta no solo la estructuración técnica del proyecto, sino también financiera, esta última relacionada estrechamente con la demanda del transporte para el nuevo sistema complementario de transporte público que será el Cable Aéreo San Cristóbal.

La información básica para la posterior caracterización de los modelos de micro simulación requeridos para el desarrollo del Estudio de Tránsito y Transporte proviene de la ejecución de los estudios técnicos desarrollados en la *Campaña de Toma de Información en Campo*. Esta sección contiene el proceso de toma de información en campo en donde se detalla la planeación de la campaña, consideraciones de los estudios realizados y particularidades generales de la misma.

Esta toma de información de campo se realizó a través de cámaras de video instaladas en las intersecciones de estudio que fueron presentadas anteriormente y durante los días y periodos señalados. Posteriormente, la información recolectada se afora y digitaliza mediante trabajo de oficina a través de un grupo de aforadores que observan los videos y registran los datos en medio digital, desagregándolos por tipo, movimientos direccionales y periodos de 15 minutos. Las siguientes figuras, muestran un ejemplo del formato donde se capturará la información en oficina vehicular y peatonal respectivamente. Cabe aclarar que la localización de las cámaras de vídeo, se debía hacer en puntos estratégicos, para alcanzar alturas mayores a los 2 metros, en la *Fotografía 8*, *Fotografía 9*, *Fotografía 10* y *Fotografía 11* muestran la localización de las cámaras de vídeo Las cámaras son custodiadas y monitoreadas a través de Wi-Fi por personal de campo.

Figura 26. Ejemplo del formato para la captura de información vehicular

Estación: E11		Fecha de Aforo: 8/05/2021		Video Aforador: Grupo 1					
Dirección: Cra 5a - Cile 30a Sur		Día: Atípico							
Tipo estación: Específica		Horario: 8am - 6pm							
INTERVALO	MOVIMIENTO	LIVIANOS	BUSES PEQUEÑOS	BUSES GRANDES	CAMIONES PEQUEÑOS (C2 - C3 - C4)	CAMIONES GRANDES (C4 - C5 - >C5)	MOTOS	BICICLETA	BICITAXI
									
8:00 - 8:15	1								
	8								
	4								
8:15 - 8:30	9(3)								
	1								
	8								
8:30 - 8:45	4								
	9(3)								
	1								
8:45 - 9:00	8								
	4								
	9(3)								
9:00 - 9:15	1								
	8								
	4								
9:15 - 9:30	9(3)								
	1								
	8								
9:30 - 9:45	4								
	9(3)								
	1								
9:45 - 10:00	8								
	4								
	9(3)								
10:00 - 10:15	1								
	8								
	4								
	9(3)								

Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 27. Ejemplo del esquema tipo del formato de aforo peatonal

Estación: E11		Fecha de Aforo: 8/05/2021		Video Aforador: Grupo 1					
Dirección: Cra 5a - Cile 30a Sur		Día: Atípico							
Tipo estación: Específica		Horario: 8am - 6pm							
INTERVALO	1 - 1	1 - 2	2 - 1	2 - 2	3 - 1	3 - 2	4 - 1	4 - 2	
8:00 - 8:15									
8:15 - 8:30									
8:30 - 8:45									
8:45 - 9:00									
9:00 - 9:15									
9:15 - 9:30									
9:30 - 9:45									
9:45 - 10:00									
10:00 - 10:15									
10:15 - 10:30									
10:30 - 10:45									
10:45 - 11:00									
11:00 - 11:15									
11:15 - 11:30									
11:30 - 11:45									
11:45 - 12:00									

Fuente: Elaboración propia (2022)

En los video aforos peatonales se registró la información teniendo en cuenta la codificación de movimientos y la numeración por grupos peatonales propuesta en el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte de la SDM (ver *Figura 19* y *Figura 20*).

Fotografía 8. Ubicación cámara de vídeo estación de aforo M2



Fuente: Elaboración propia (2022)

Fotografía 9. Ubicación cámara de vídeo estación de aforo E21



Fuente: Elaboración propia (2022)

Fotografía 10. Ubicación cámara de vídeo estación de aforo E22



Fuente: Elaboración propia (2022)

Fotografía 11. Ubicación cámara de vídeo estación de aforo E23



Fuente: Elaboración propia (2022)

➤ *Capacitación de personal de campo y digitadores de video*

El reclutamiento de supervisores de campo se realizó a partir de la base de datos de personal que colabora de manera periódica con Cal y Mayor y Asociados, de esta forma se creó una divulgación masiva de la oportunidad de incorporación de personal de la localidad de San Cristóbal con el fin de hacerlos partícipes de este proyecto que traerá grandes beneficios para su comunidad. Obteniendo un reclutamiento del cien por ciento del personal requerido con un amplio conocimiento del comportamiento del tráfico de la zona.

De acuerdo con los tiempos establecidos para la correcta toma y digitalización de la información de campo, se capacitó un equipo de 5 personas. La elaboración del trabajo se llevó a cabo de manera virtual, asignando la información de forma estratégica para abordar el tiempo de grabación de 40 horas para la estación maestra M2; y 42 horas para las estaciones específicas E21, E22, E23 y E24 de acuerdo al cronograma del proyecto y que no afectará procesos posteriores de validación y análisis. Finalmente, para la validación de información de manera preliminar fue analizada por el cuerpo técnico supervisor de los equipos de grabación y posteriormente con la información de los puntos de monitoreo de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá, realizando el respectivo ajuste de la información mediante factores de expansión para proyectar los datos a fecha del 2021.

La calidad de la información de los trabajos de digitalización depende en gran medida de la capacidad que tiene cada uno de los aforadores para diligenciar de forma correcta los formatos de vídeo aforo; los vídeo aforadores estaban más relacionados con la fuente de la información que los mismos supervisores o coordinadores, por este motivo fue necesario dar una capacitación clara y precisa del alcance del proyecto e infundir el sentido de responsabilidad por la labor a realizar y aclarar los términos y condiciones del contrato marco de este proyecto.

La jornada de capacitación se realizó virtual para los estudios de campo cumpliendo con los requerimientos de bioseguridad necesarios, previamente a estas capacitaciones se realizaron mesas de trabajo con los supervisores en donde se capacitaron y se retroalimentaron con la visión que se tenía de cómo ejecutar el trabajo. En las diferentes capacitaciones que se realizaron de manera virtual se explicó:

- La tipología vehicular acorde con la categorización establecida en la toma de información primaria y que coincidía con la clasificación utilizada en los aforos del Plan de Monitoreo de la SDM.
- Los giros de acuerdo con la Figura 19 y Figura 20, realizando el ejercicio de identificación previa de cada intersección mediante una visita en terreno.
- La correcta instalación de las cámaras y los problemas comunes evidenciados durante la experiencia del equipo consultor en otros proyectos, qué medidas tomar

 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S.  Supering Supervisión e Ingeniería de Proyectos</p>	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>
--	---	--

en caso se presentarse, con el fin de disminuir al máximo cualquier interferencia en la captura de actores viales durante el periodo de toma de información.

Adicionalmente, se realizaron ejercicios de grabaciones entre 5 a 10 minutos para tener la certeza de la comprensión de la capacitación y retroalimentación de cada estudio a realizar con el fin de solventar dudas o inquietudes. De igual forma se desarrolló la metodología para el personal que realizó el inventario de la infraestructura vial.

Finalmente, durante el proceso de toma de información por medio de cámaras de vídeo se dotó a cada supervisor de las cámaras con documentos que los identificaba como miembros del equipo de trabajo, esto con el fin de generar confianza en las autoridades locales, comunidad de la localidad y la población en general proveniente de otras localidades de la ciudad. De la misma manera se dotó al personal con elementos de trabajo básicos para cada una de las actividades y elementos de seguridad y de bioseguridad importantes para minimizar los riesgos del personal físico y de contagio ante la posibilidad de contagio por la COVID-19 y propagación del mismo dentro de su grupo familiar y social.

9 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y OPERACIONAL DEL TRÁNSITO

Para el desarrollo del objeto del Estudio de Tránsito y Transporte se requirió adelantar una toma de información primaria con el fin de contar con datos que posteriormente se combinaron con la información secundaria y aportó en la identificación de los efectos que podría ocasionar la puesta en operación de la Estación Intermedia sobre los patrones de movilidad de flujos motorizados y no motorizados en el área de influencia directa e indirecta, y de esta forma proponer los ajustes correspondientes.

Para el procedimiento de los trabajos de campo, se aplicó la Metodología del Estudio de Tránsito y Transporte entregada y aprobada en la FASE 1 del actual proyecto de consultoría. En primera instancia, se llevó a cabo el reconocimiento físico de puntos estratégicos para la toma de información y donde se pudiera realizar la validación y complementación con los datos provenientes de las estaciones del Plan de Monitoreo establecidas por la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá. Para ambos tipos de flujos (motorizados y no motorizados), se caracterizaron componentes tanto de oferta como de demanda, para la zona de influencia directa e indirecta, en su condición actual (año base 2021), a partir de todo el marco de información primaria y secundaria recolectada en las fases anteriores para cada uno de los tramos que fueron definidos y las correspondientes inspecciones de campo.

En términos de oferta, se realizó la caracterización física del área de influencia, la cual correspondió a un análisis general de la red vial, la infraestructura peatonal, los equipamientos y los centros de generación y atracción de los viajes. Se contempló todo lo relacionado a las vías arteriales, intermedias y locales existentes que cruzan la zona de influencia. Esta caracterización física fue la base para la identificación de los principales elementos tangibles que componen la oferta de infraestructura vial de la zona para flujos motorizados y no motorizados, esenciales para comprender posteriormente su interacción con la demanda de usuarios que circulan por la estación proyectada. Desde esta perspectiva, interesó conocer aspectos como: el tipo de vías que componen la zona, las secciones transversales, los equipamientos, la cantidad de intersecciones, entre otros.

De igual manera, en términos de oferta, a partir de las visitas de campo y toda la información secundaria disponible, se adelantó la caracterización operacional de cada tramo. De esta forma, se identificaron los aspectos más relevantes dentro de la zona de influencia del proyecto, con los cuales se buscó una mejor comprensión acerca de las condiciones funcionales actuales en términos de movilidad y oferta de transporte en donde se destacan los sistemas de transporte de la zona, pasos peatonales, señalización, sentidos viales, paraderos de transporte público y demás aspectos operacionales de importancia.

Desde el componente de demanda, se determinó la caracterización del tránsito de la zona por lo que fue de suma importancia realizar un análisis con base a la información primaria y

secundaria para comprender y caracterizar el comportamiento del tránsito de la zona. Con base en lo anterior, la caracterización se llevó a cabo a partir del procesamiento de información secundaria que fue útil para la elaboración del estudio de tránsito.

Como resultado de esos componentes de caracterización se obtuvo un adecuado análisis y conocimiento de la zona del proyecto, pues se abarcaron todos los aspectos de interés, de forma que no se escapó ningún elemento importante, pues todos se encuentran catalogados en los diferentes tipos de caracterización, dando una idea detallada de la operación en la zona por los diferentes actores y se logró tener una idea a grandes rasgos de lo que implicaría la elaboración de un proyecto de esta magnitud.

También se incluyó una caracterización de la accesibilidad y conectividad actual de la zona a partir de la información recolectada por el Consultor, identificando los volúmenes de usuarios que circulan por la zona de influencia del proyecto y las facilidades de infraestructura que les es ofrecida tal como rampas, accesos, puentes, pasos protegidos, entre otros. Este entendimiento permitió plantear, posteriormente, las soluciones adecuadas durante la fase de evaluación de alternativas de modo tal que se garantice la accesibilidad al proyecto, proporcionando niveles de servicio adecuado para los usuarios. Así mismo, se revisó la siniestralidad y se determinaron los puntos críticos. A partir de este análisis, se procedió a definir las medidas de solución que plantean en la zona de estudio.

Posteriormente, con base en esta caracterización de la oferta y la demanda para flujos motorizados y no motorizados, se construyó el modelo de simulación microscópica que permitió representar, evaluar y modificar las condiciones futuras de operación del tránsito en el área de influencia directa. A continuación, se detallan los resultados obtenidos de la caracterización de la oferta y la demanda de los flujos motorizados y no motorizados en el área de influencia de la Estación Intermedia. Cabe precisar que las actividades están agrupadas en flujos motorizados y no motorizados para facilitar su seguimiento, sin embargo, los análisis se realizaron bajo un enfoque integral que evalúa la interacción de todos los actores viales.

9.1 DIAGNÓSTICO DE LOS FLUJOS NO MOTORIZADOS

El nuevo modelo de ciudad que se proyecta a futuro para la ciudad de Bogotá, se enmarca en alcanzar una movilidad integral donde todos los actores viales puedan interactuar entre sí bajo un esquema eficiente y sostenible. El criterio fundamental de este estudio y que será factor determinante para la identificación de conflictos y acciones a corregir en pro de mejorar y promover los modos de transporte más eficientes, incluyentes y sostenibles con el medio ambiente y los usuarios que realizan sus viajes en caminata y bicicleta, se basa en las líneas de acción establecidas en el objetivo 11 “Ciudades y comunidades sostenibles” de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. También encaminándonos a la nueva política nacional de movilidad urbana y regional aprobada a través del documento CONPES 3991 en abril del 2020 que emite los “*lineamientos para contribuir con el*

desarrollo económico ambientalmente sostenible, el aumento de la accesibilidad a los servicios de transporte urbanos y regionales y el alcance de la equidad social y la calidad de vida de los ciudadanos.”

Una vez teniendo la claridad de los criterios, se construyó el diagnóstico de los flujos no motorizados considerando su interacción con los flujos motorizados. Se partió de la caracterización de la oferta y demanda, basados en la información secundaria disponible, aforos e inspecciones de campo.

La caracterización de la oferta de la infraestructura peatonal y ciclista comprendió una inspección visual y medición de anchos de andenes y bici carriles dentro del área de influencia directa; de manera complementaria para tener un conocimiento del área de influencia indirecta, se recurrió a la base de datos del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), y de la Secretaría Distrital de Movilidad Distrital de Bogotá. Lo anterior permitió caracterizar los siguientes elementos:

- Localización, características físicas y estado de la infraestructura peatonal en el área de influencia directa e indirecta, tales como: andenes, paraderos de transporte público, cebras en intersecciones, cambios considerables en características físicas de los andenes e identificación de conflictos con otros actores.
- Identificación de puntos y elementos de conflicto

De acuerdo con lo anterior, se logró contextualizar la disponibilidad de infraestructura para peatones y ciclistas dentro del área de estudio de la estación intermedia, con la respectiva identificación de todos los elementos que componen el entorno construido estudiado, para conocer los factores de riesgo que impactaban los niveles de accesibilidad y de percepción de los habitantes del sector como de los usuarios potenciales del Cable Aéreo de San Cristóbal, en términos de conectividad, seguridad, coherencia, entropía, calidad y confort.

La estación intermedia estará ubicada en el barrio de La Victoria con el acceso principal ubicado por la Carrera 3c Este. Dicho sector corresponde a una zona completamente residencial, con presencia de altas pendientes y caracterizado por el estado ineficientes de los andenes con presencia de huecos, obstáculos como rampas de ingreso a los garajes de las viviendas y escaleras que obstaculizan y dificultan la movilidad. A continuación, se muestra un registro fotográfico de la infraestructura peatonal de la zona donde se puede apreciar las condiciones físicas negativas existentes para el desplazamiento seguro y cómodo de peatones.

Fotografía 12. Infraestructura peatonal sobre Carrera 3a Este



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 13. Estado de la infraestructura sobre la Carrera 3b Este



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 14. Estado infraestructura peatonal existente Carrera 3c Este (acceso futura estación)



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 15. Estado de la infraestructura peatonal sobre Calle 39 Sur



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 16. Infraestructura peatonal sobre la Calle 40 Sur



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 17. Infraestructura peatonal sobre la Calle 40a Sur



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

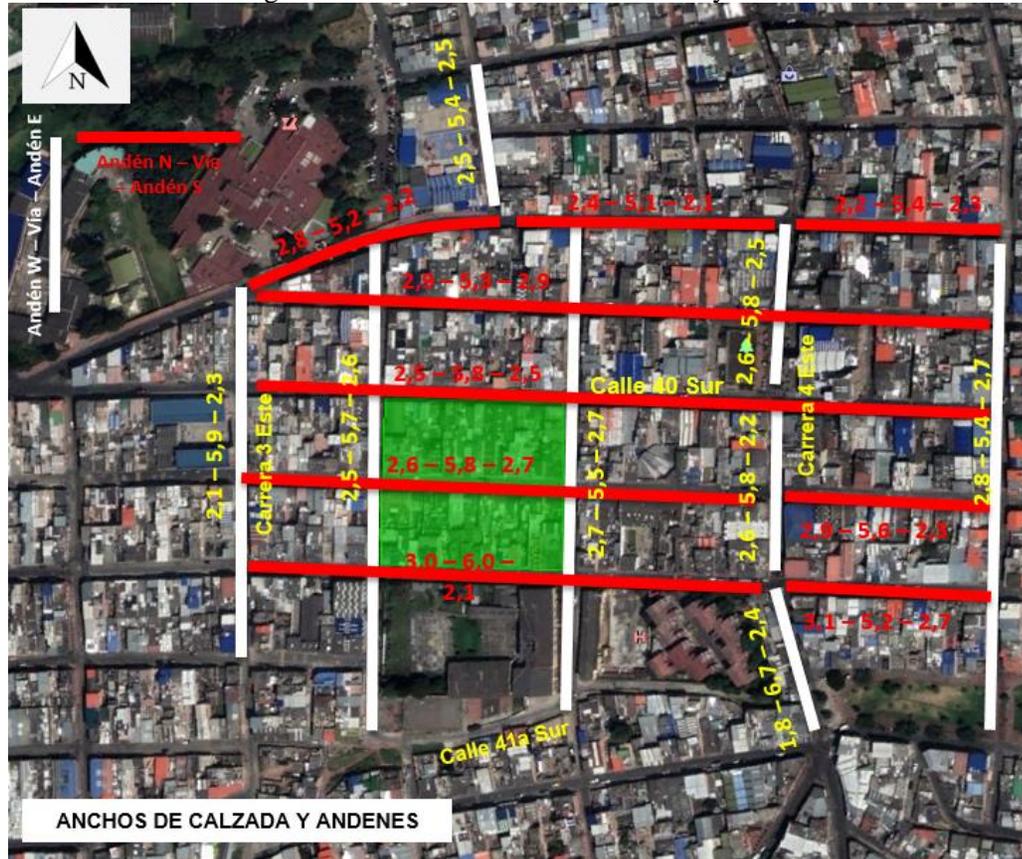
El registro fotográfico evidencia la situación de inseguridad e incomodidad que viven a diario los habitantes y transeúntes en el AID y AII de la estación intermedia, que se hace aún más

crítica al analizar la situación de precariedad en la movilidad para las personas con discapacidad o movilidad reducida que residen en la zona; que, a pesar de presentarse zonas con “andenes anchos”, su calidad no es adecuada en algunos puntos al encontrar daños en la infraestructura, barreras (escaleras, basuras o rampas), ni presenta la infraestructura adecuada para ellos (por ejemplo: Podo táctiles). Es así, que queda en evidencia los niveles de desigualdad e inaccesibilidad que hay para la realización de viajes a pie, incluyendo la etapa de caminata en el transporte público hacia o desde los paraderos dentro del área de análisis. Por lo tanto, como consultores y promotores para alcanzar una movilidad sustentable enfocada en las personas y el medio ambiente, los análisis presentados en secciones posteriores en este estudio buscaron plantear soluciones de movilidad integral y de accesibilidad universal.

Complementariamente a la inspección visual, se midieron los anchos viales y anchos de andenes en el área de influencia (ver Figura 28). Este levantamiento de información permitió identificar que se trata de mantener las dimensiones típicas de acuerdo con la Cartilla de Andenes de Bogotá con respecto al flujo peatonal actual, pero cómo se exponía con anterioridad, impiden un óptimo tránsito por los andenes por la presencia de otros elementos urbanos como postes, árboles y zonas verdes, señalización, bancas, paraderos de buses, basuras, vendedores, parqueo de automóviles y motocicletas, entre otros.

Los andenes ubicados en el costado norte de todas las calles presentan una variación de su ancho efectivo entre 2,0 mts en las Calle 40, 40a y 39 Sur a 3,0 mts en la Calle 41 Sur; Los andenes del costado Sur de todas las calles varían entre 2,5 mts por la Calle 41 Sur a 3,0 mts por la Calle 40a Sur. Con respecto a los anchos efectivos en el costado este de las carreras, oscilan desde 2,0 metros por la Calle 42b Sur hasta alcanzar los 2,9 metros por la Carrera 3 Este; Los andenes en el costado este y oeste se mantienen con un ancho efectivo constante, a excepción de la Carrera 4 Este que presenta variaciones desde los 2 mts hasta los 2.8 mts

Figura 28. Anchos efectivos de andenes y calles



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Asimismo, se hizo una caracterización y localización de discontinuidades provocadas por la presencia de rampas, escaleras o desniveles que se encuentran en los andenes en la zona de influencia de la estación, así como la localización de sectores con andenes en mal estado. Dicha información se muestra en la Figura 29.

De acuerdo con lo expuesto con anterioridad, la zona de influencia directa e indirecta donde quedará la estación de retorno de Altamira presenta varios conflictos en materia de movilidad peatonal por ausencia, deterioro, invasión y obstrucciones en la infraestructura existente. En consecuencia, se evidencian la necesidad por mejorar los anchos efectivos, así como la continuidad, sin embargo, existe el desafío de llevarlo a cabo debido a la presencia de las pendientes considerables en la zona.

Figura 29. Identificación de sectores de andenes en mal estado y con discontinuidades



Fuente: Elaboración propia (2022)

Con relación a la infraestructura ciclista disponible, no se evidenció ningún trazado, ni bici-parqueaderos que promuevan el uso de la bicicleta para viajes cortos en esta zona.

Por otro lado, cabe destacar que, en la zona se identificaron medidas de mitigación o pacificación del tráfico, tales como: reductores de velocidad, pompeyanos, así como la instalación y adecuación de señalización vertical y horizontal. Sin embargo, durante las vistas a terreno también se logró identificar algunos conflictos asociados al funcionamiento normal del tráfico en la AID y AIID. Por ejemplo, se identificó que a lo largo de la Carrera 4 Este y la Diagonal 39 Sur existe una presencia considerable de vehículos estacionados y vendedores ambulantes, debido principalmente a la presencia del Hospital La Victoria, el Colegio Distrital Juan Evangelista Gómez y para el caso de la Carrera 4 Este por ser la avenida principal donde hay presencia establecimientos comerciales y por donde circulan la mayoría de rutas de transporte público del sector. También se identificó deterioro de la pintura de la señalización de PARE en las intersecciones y desgaste de los reductores de velocidad y pasos seguros, que generan un impacto negativo en la percepción de los peatones del sector y especialmente con relación a la calidad del servicio prestado por la infraestructura peatonal en términos de protección y correcto uso del mismo.

En términos generales se logró identificar que los problemas de cumplimiento en los anchos mínimos de la infraestructura peatonal en toda la zona de influencia directa e indirecta no son considerables, solo hacia el sector nor-oriental de la Carrera 4 este, se observaron andenes angostos o invadidos por obstáculos. A pesar de que los anchos en muchos casos cumplen con los mínimos establecidos por norma, dada las pendientes de la zona, existen algunas

discontinuidades (ver Figura 29) en estos, debido a la presencia de rampas y escaleras que impiden la libre circulación.

En paralelo a la caracterización de la oferta encontrada en el área de influencia directa, se analizaron las condiciones de la demanda de los flujos no motorizados referentes a los peatones y ciclistas que transitaban por la zona evaluada. Se caracterizó, la información primaria tomada en días típicos y atípicos durante diferentes periodos de tiempo en las estaciones Maestras y Especificas, evaluando los desplazamientos a nivel de acceso: Acceso Norte, Acceso, Sur, Acceso Este y Acceso Oeste, diferenciando aquellos flujos que llegan desde el acceso y aquellos que salen por ese acceso. En su mayoría en toda la zona las calzadas son bidireccionales, solo la Carrera 4 Este es unidireccional (sentido norte -sur) hasta la intersección de la Calle 40 Sur. En su mayoría las calzadas en la zona son de 5 a 6 mts de ancho; al presentar bidireccionalidad en todas las vías se genera un alto grado de desorden vial ya que es una zona residencial con calles angostas y a pesar de eso todos los movimientos en las intersecciones son permitidos (excepto los giros en U).

Cabe resaltar la particularidad en la que se llevó a cabo el estudio, debido a la emergencia sanitaria que aún estaba vigente en el país ocasionada por la COVID-19, y que, debido a ello, no era adecuado omitir los efectos que eventualmente esta pandemia pudo ocasionar de manera temporal en los patrones de movilidad de los ciudadanos, por lo tanto, se consideró que la información de campo estaría afectada por un fenómeno que el Equipo Consultor denominó Efecto COVID. Debido a dicho fenómeno, fue necesario realizar, tal como fue planteado en el documento de metodología del Estudio de Tránsito aprobado por la Entidad, la desafectación de la información primaria, recolectada por el Consultor en campo, mediante un análisis comparativo contra una estación de referencia del Plan de Monitoreo de Tránsito del Distrito, ubicada dentro de la zona de influencia de cada Estación del Cable Aéreo de San Cristóbal, de la cual se tuviera información de volúmenes de tráfico motorizado y no motorizado de antes de la pandemia COVID-19, es decir, del año 2019 o anterior. Esta información, fue proyectada al año 2021, con el fin de construir una línea de referencia para una situación donde no hubiese existido tal afectación, y se cotejó contra la información capturada en la campaña de campo. En los casos en los cuales se identificó que la información del Plan de Monitoreo superaba los datos del Consultor, se optó por la información secundaria, dado que esto señalaba una distorsión en los datos primarios, mientras que, en la situación contraria, la información del Consultor resultaba más representativa puesto que evidenciaba un crecimiento del tráfico por encima de la tendencia de la zona, a pesar del impacto de la pandemia. En ambos casos, se buscó trabajar con la información que condujera a la situación más crítica, con la finalidad de poder modelar una condición extrema de la infraestructura actual y proyectada bajo la implementación del Proyecto. Más adelante, en este mismo capítulo, se muestra cómo fue dicho proceso y los resultados obtenidos.

Partiendo del análisis particular del flujo de peatones y ciclistas, se presenta a continuación, la caracterización de los movimientos peatonales y ciclistas a nivel de acceso de los puntos de aforo vehicular.

Figura 30. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación maestra M2

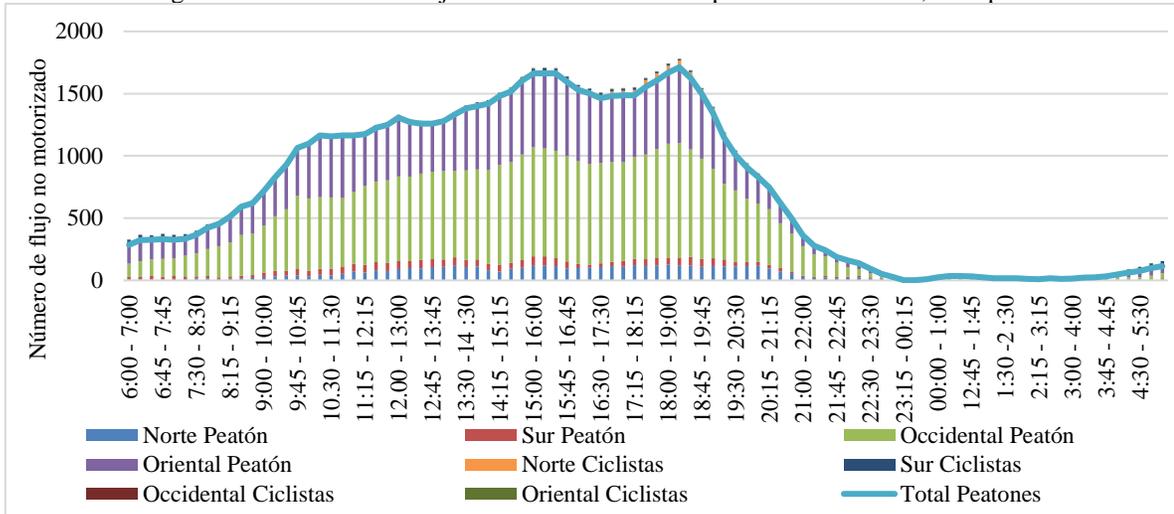


Fuente: Elaboración propia (2022)

Se observa que la distribución horaria resultante de la información tomada en campo en un día típico Figura 31 y día atípico Figura 32 muestra un comportamiento inusual a lo encontrado comúnmente en los estudios de tránsito y en la encuesta de movilidad del año 2019, ya que el primer pico en las horas de la mañana no se evidencia al analizar el total de peatones que transitan por la intersección. La Hora de Máxima Demanda (HMD) en el día típico de la estación M2 se da principalmente en la tarde entre las 18:15 a 19:15, con un total de 1779 Flujo no motorizado/hora, (52% Acceso Occidental, 34% Acceso Oriental, 10% Acceso Norte y 4% Acceso Sur), donde el 96% son peatones y el 4% ciclistas. Este comportamiento muestra que debido a la pandemia generada por la COVID-19 los patrones de viaje de las personas han cambiado, provocando que el pico AM se haya aplanado y se haya trasladado a otra hora, a la fecha de los aforos muchos estudiantes aún continuaban en clases virtuales y probablemente debido a que un porcentaje considerable de las personas aún se encontraba realizando teletrabajo. Sin embargo, esto no significa que ese comportamiento se vaya a mantener en el tiempo, de ahí la importancia de hacer un ajuste de la información primaria para eliminar o disminuir el efecto producido por la pandemia.

Con respecto a los flujos de bicicletas, este modo ha tenido un aumento considerable, ya que, de acuerdo con la Secretaría Distrital de Movilidad, entre abril a diciembre del 2020 los viajes en bicicleta en términos generales en la ciudad de Bogotá aumentaron en un 80%. Sin embargo, los ciclistas presentan un comportamiento irregular al igual que el modo de peatones, ya que no se evidencia de forma concreta un pico en las horas de la mañana. La HMD de flujos de bicicletas para la estación M2, presenta un total de 67 ciclistas/hora, donde los ciclistas transitan principalmente en sentido Norte-Sur.

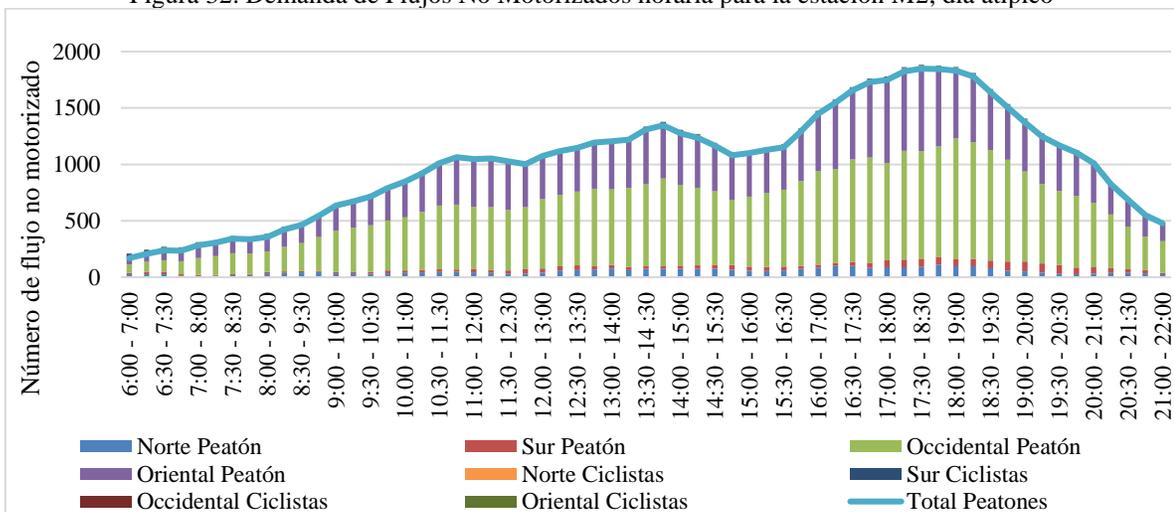
Figura 31. Demanda de Flujos de Peatonales horaria para la estación M2, día típico



Fuente: Elaboración propia (2022)

En el día atípico evaluado en la estación M2 se encontró un comportamiento general aún más variado que en el día típico, ya que a las 6:00 a.m. se observa una baja demanda de peatones y ciclistas que crece de manera gradual, experimentándose altos niveles de demanda y alcanzando la HMD de flujos no motorizados entre las 17:30 a 18:30 con 1883 flujo no motorizado/hora (51% Acceso Occidental, 39% Acceso Oriental, 6% Acceso Norte y 4% Acceso Sur) principalmente por el tránsito de peatones del 98%; Sin embargo, la mayor demanda de ciclistas se da en las horas de la mañana, presentándose un flujo de 39 bicicletas/hora que llegan del acceso sur y salen por el acceso norte.

Figura 32. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación M2, día atípico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Complementariamente, se tomaron 4 estaciones específicas, la primera de ellas la estación E21, esta intersección cuenta con cuatro puntos de acceso y sin restricciones de giro. La demanda de flujos no motorizados presentada en la Figura 33 del día típico, una vez más no muestra un pico en la mañana, solo un aumento progresivo a medida que pasa la jornada y observándose la HMD entre las 17:15 a 18:15 con 240 peatones/hora y 14 ciclistas/hora (24% Acceso Occidental, 36% Acceso Oriental, 15% Acceso Sur y 24% Acceso Norte). En esta estación se presenta un bajo flujo de ciclistas debido a las altas pendientes que requieren un esfuerzo físico considerable por parte de los biciusuarios, lo que genera que prefieran optar otras calles como rutas de viaje óptimas de acuerdo con sus habilidades, percepciones y pares OD.

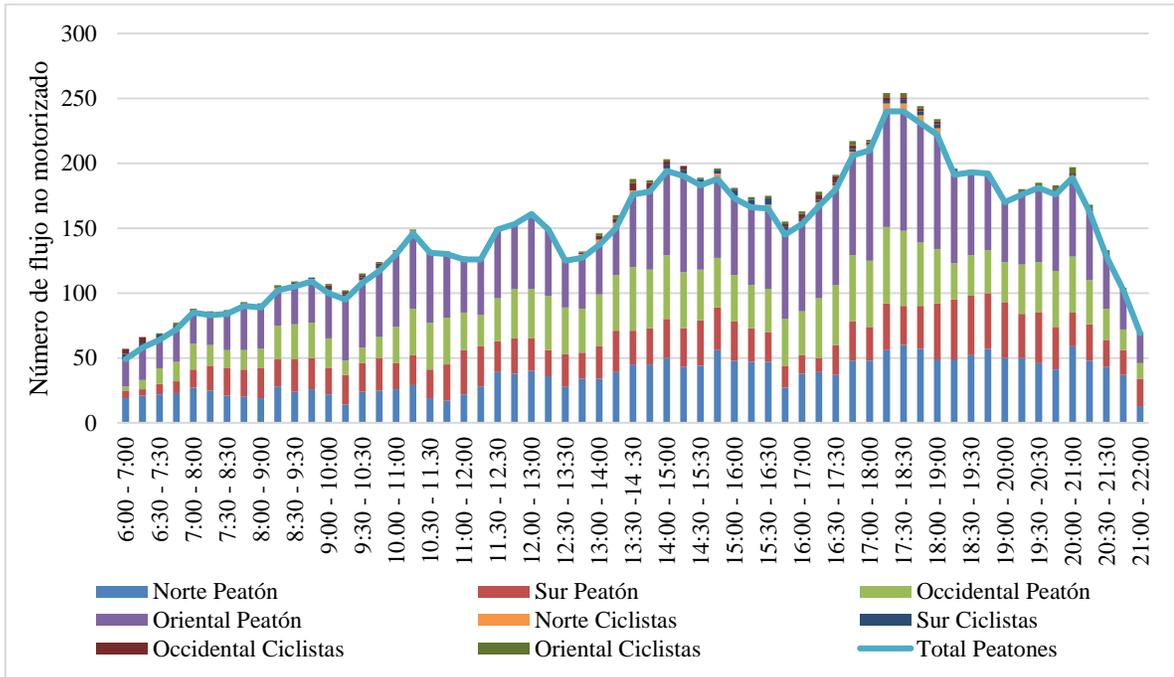
Figura 33. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación específica E21



Fuente: Elaboración propia (2022)

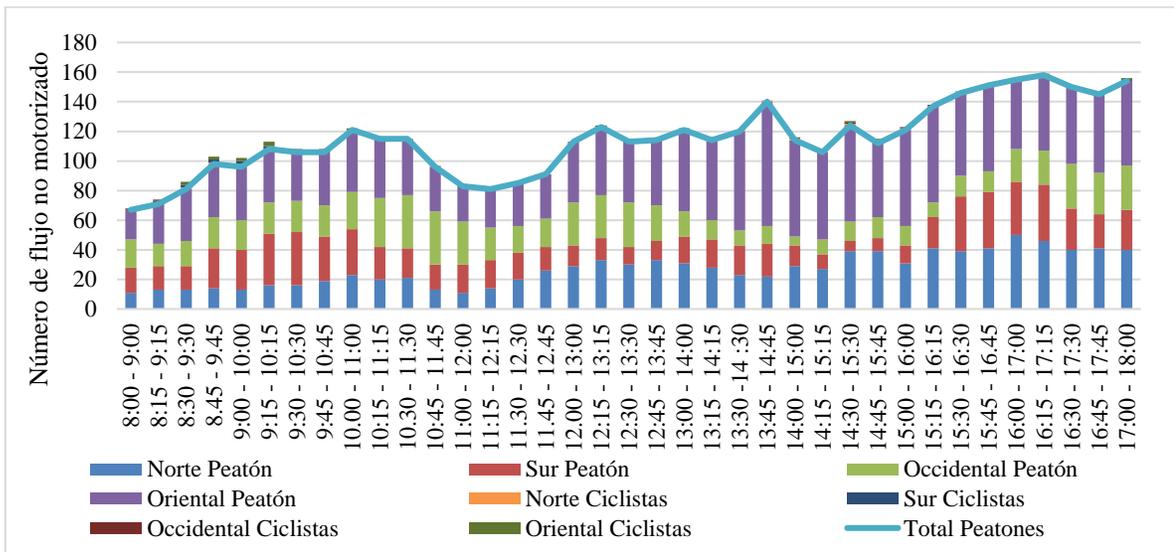
En el día atípico de la estación E21 se presenta al igual que en las otras estaciones la afectación por el efecto COVID-19 al no haber un pico en la mañana, sino un aumento gradual con variaciones pronunciadas que evidentemente los patrones de movilidad no son comunes y se considera que no serán permanentes. La HMD se presenta en la jornada de la tarde entre las 16:15 a 17:15 con 159 flujo no motorizado/hora, con una participación del 99% de peatones (14% Acceso Occidental, 33% Acceso Oriental, 24% Acceso Sur y 29% Acceso Norte). Con respecto a la demanda de bici-usuarios, al igual que en el día típico, muestra bajos niveles de usuarios transitando por esta intersección con valores de solo 1 ciclista/hora (ver Figura 34).

Figura 34. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E21, día típico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 35. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E21, día atípico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Se continua con la descripción del comportamiento del flujo no motorizados en las otras estaciones específicas, los giros presentados en la E22 se presentan a continuación:

Figura 36. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la E22.

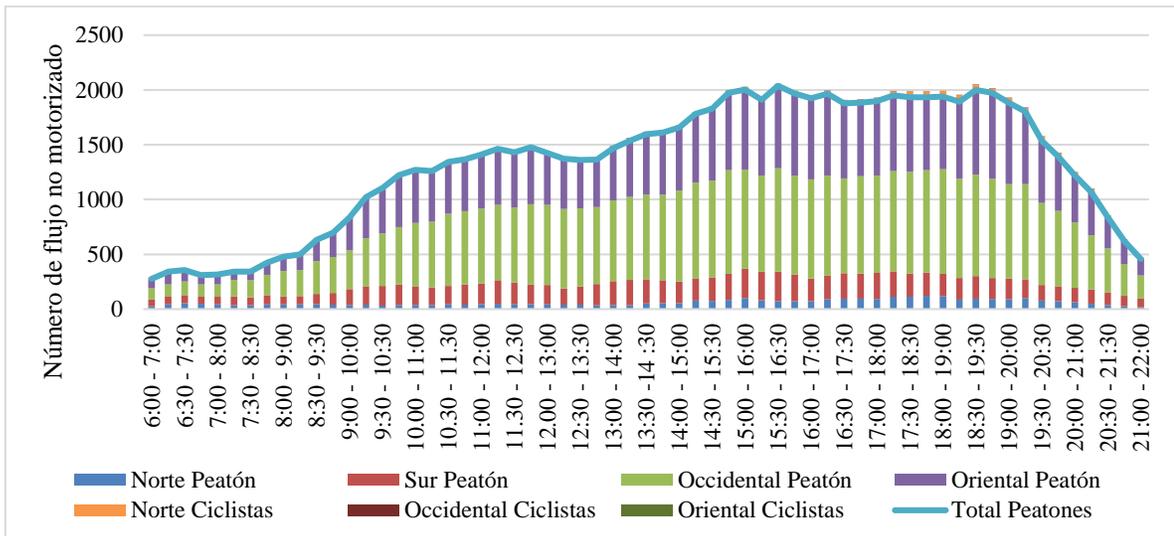


Fuente: Elaboración propia (2022)

La distribución de flujos no motorizados en la E22 en el día típico (ver Figura 37) no presenta un pico marcado a lo largo del día, por el contrario, presentándose la HMD en las horas de la tarde entre las 15:30 a 16:30 con una demanda de 2.038 peatones/hora y 20 ciclistas/hora (37% Acceso Oriental, 46% Acceso Occidental, 13% Acceso Sur y 4% Acceso Norte (aplica solo para peatones). En el caso del día atípico (ver *Figura 38*), la franja de análisis se llevó a cabo entre las 8:00 a.m. hasta las 18:00, el comportamiento presentado es completamente diferente que, en el día típico, con un crecimiento gradual hasta llegar a presentar la HMD entre las 17:00 a 18:00 de la tarde con 2.410 peatones/hora y 30 ciclistas/hora.

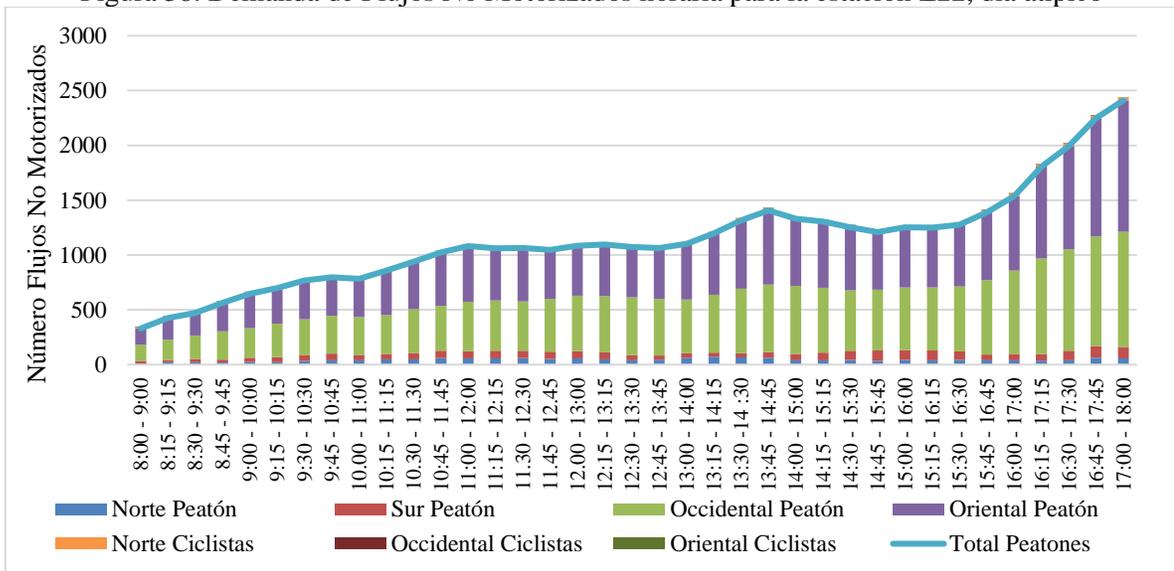
Al igual que en las otras estaciones, el flujo de ciclistas en general es muy bajo mostrando que estos sectores actualmente no hacen parte de las rutas óptimas de viaje de los ciclistas de la zona, por no ser vías principales que garanticen una conectividad, fluidez constante en su viaje y el esfuerzo físico sean menor.

Figura 37. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E22, día típico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 38. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E22, día atípico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Con respecto a la estación específica E23, se ubica en la Diagonal 39 Sur con Carrera 3a Este, las vías que la constituyen son vías bidireccionales con tres (3) accesos (Sur, este y oeste) y sin restricción de giros vehiculares o en este caso de tránsito de bici-usuarios.

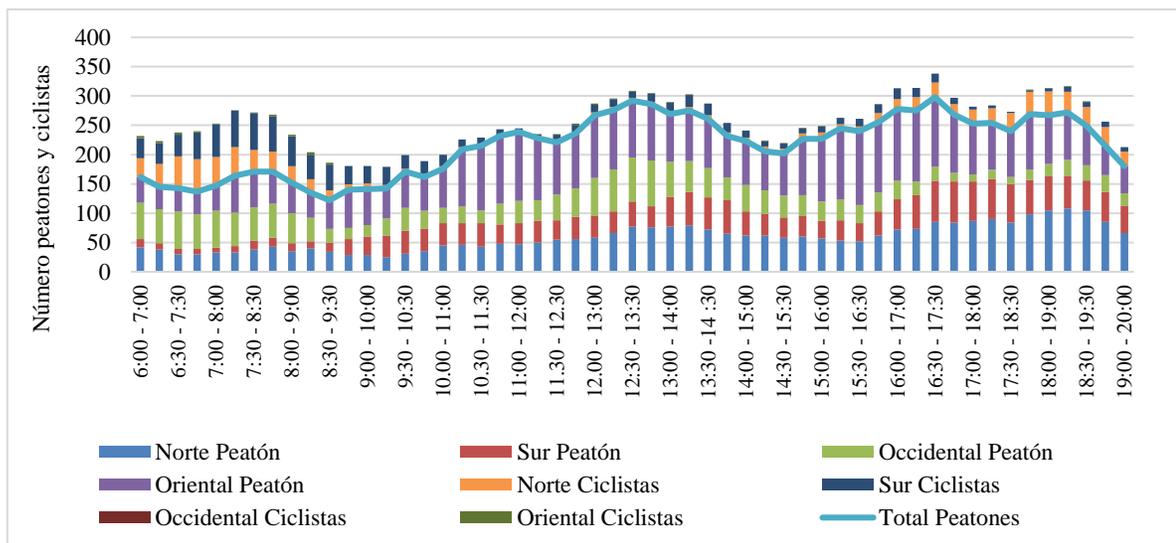
Figura 39. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación específica E23



Fuente: Elaboración propia (2022)

La distribución horaria presentada en esta intersección no muestra un pico de peatones en las primeras horas de la mañana ni para el día típico ni atípico, pero entraría a complementarse con la demanda de ciclistas que se presenta y que pudo ser ocasionada por la afectación del COVID-19 que generó un cambio modal hacia su uso. Para el caso del día típico (ver Figura 40) el primer pico alcanza una demanda de 76 peatones/hora y 24 ciclistas/hora entre las 7:00 a.m. a 8:00 a.m., siendo el acceso más cargado el Sur con una participación del 46%, y el flujo máximo de ciclistas. La HMD se da en las horas de la tarde entre las 15:45 a 16:45 con 126 peatones/hora y 4 ciclistas/hora, es decir, un total de 130 unidades de flujo no motorizado/hora con una participación por acceso del 68% Sur, 25% Oriente y 7% Occidente.

Figura 40. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E23, día típico

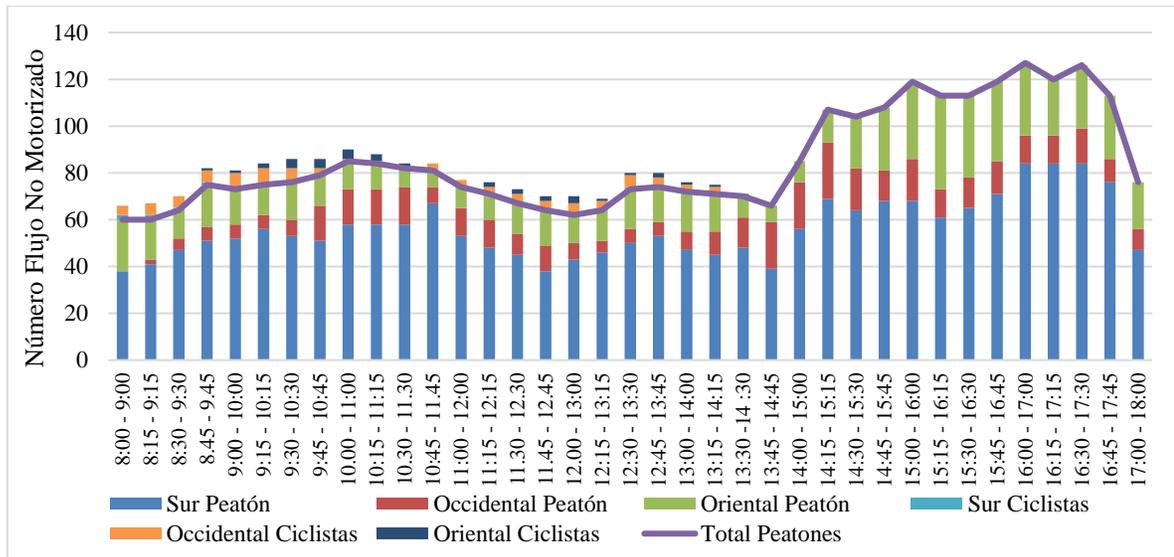


Fuente: Elaboración propia (2022)

Con respecto al comportamiento del día atípico de la estación E23 (ver Figura 42), a nivel de peatones muestra variaciones a lo largo de la mañana, pero sin ser pronunciadas, hasta inicios

de la tarde, después un aumento presentándose su HMD entre las 16:00 a 17:00 con 127 peatones/hora, sin participación de ciclistas. Con respecto a los ciclistas solo se evidencian en las horas de la mañana hasta la 13:30 a 14:30.

Figura 41. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E23, día atípico



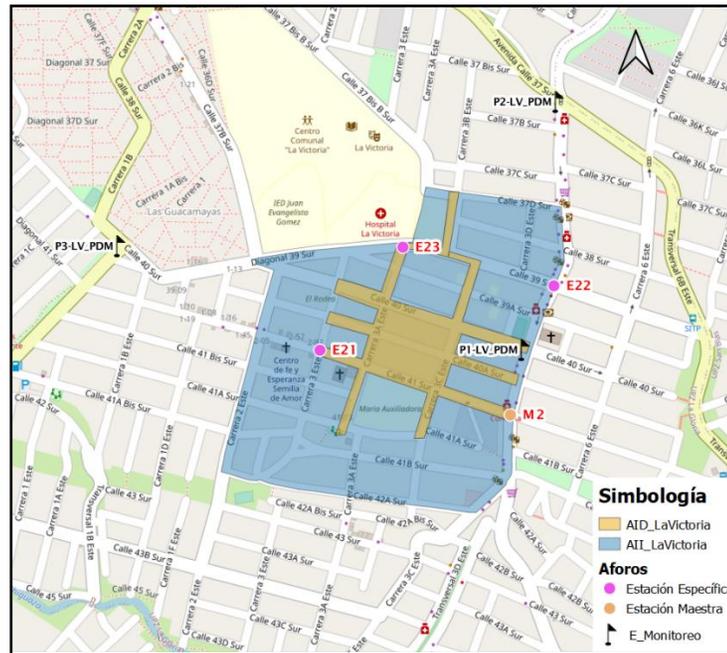
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se ha mencionado con anterioridad, durante el procesamiento y análisis de los aforos se evidenció una afectación de la información debido a la emergencia sanitaria, encontrándose que el pico de la mañana no aparecía en los aforos. Por lo tanto, para los flujos no motorizados se hizo un análisis por separado de los dos modos, ya que los ciclistas que transitan por el AID y AII lo hacen a nivel de calzada y comparten la vía con los flujos motorizados a diferencia de los peatones que lo hacen a nivel de andén.

Una vez realizado el respectivo análisis con información primaria de la distribución horaria de los viajes peatonales y de ciclistas, se realizó el ajuste de información primaria con información secundaria proveniente del Plan de Monitoreo de la SDM para aislar el efecto de la pandemia sobre la información recopilada y que posteriormente sería usada en la conformación, validación y calibración de los modelos de microsimulación.

La estación del Plan de Monitoreo dentro del área de influencia indirecta utilizada para el proceso de desafectación por COVID-19 corresponde a la estación ubicada en la Carrera 4 Este con Calle 40 Sur. En la Figura 42 se presentan la estación del plan de monitoreo con que se contaban en la zona.

Figura 42. Localización estaciones de aforo Plan de Monitoreo SDM



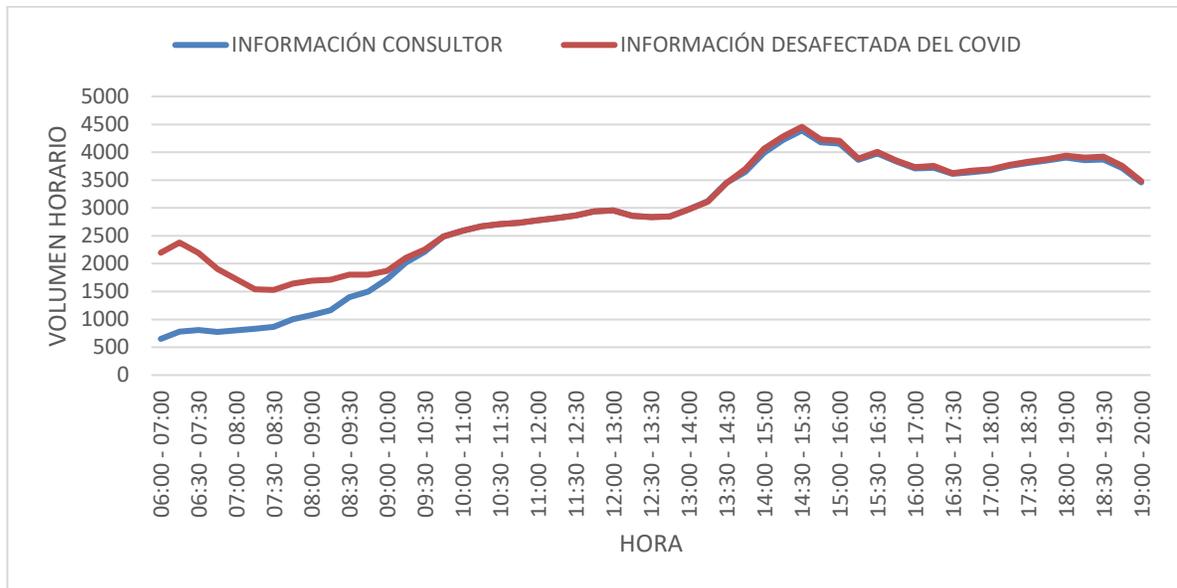
Fuente: Elaboración propia (2022)

En primer lugar, se proyectaron los flujos peatonales del Plan de Monitoreo a 2021, luego dichos flujos se compararon con los aforos 2021 tomados por el consultor, haciendo un análisis entre el comportamiento encontrado en cada base de datos para posteriormente estimar factores de ajustes horarios por modo y de esta forma reconstruir el comportamiento en cada intersección analizada. Una vez ajustados los volúmenes horarios se procedió a generar un histograma agregado por intersección y luego agregado para toda la zona de influencia directa.

Para determinar el factor de ajuste por efecto COVID-19 se usaron los aforos peatonales tomados por el consultor que estaban cerca de los puntos del Plan de Monitoreo de la SDM, en la Figura 43 se muestra la comparación entre los datos tomados por el consultor y los datos del Plan de Monitoreo para el año 2021, donde se ve claramente que el pico de la mañana está ausente en los datos aforados, por lo tanto, se estimó un factor de mayoración con los aforos del plan de monitoreo 2021 y se les aplicó a los aforos del consultor en el periodo comprendido entre las 6 AM a 11 AM. Los factores obtenidos (presentados en la Figura 44), permitieron reconstruir la distribución horaria de peatones en las estaciones aforadas. Los datos horarios después de las 11 AM corresponden a los datos tomados por el Consultor sin ningún tipo de ajuste ya que como se observa en la Figura 43 estos están por encima de los obtenidos en el aforo del Plan de Monitoreo.

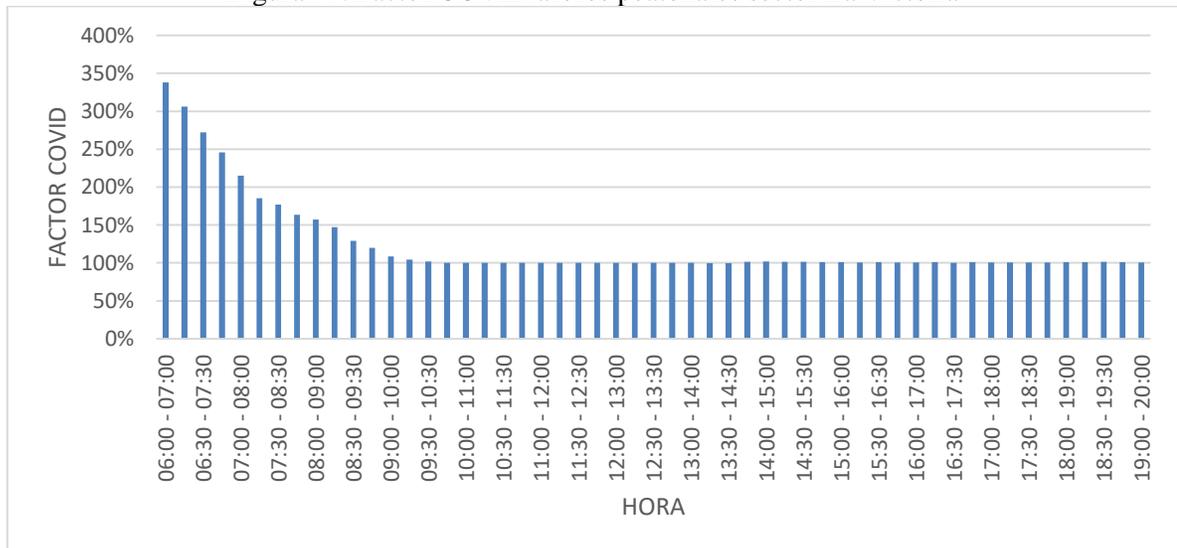
Los aforos realizados por el equipo consultor muestran que el comportamiento en el pico de la tarde es mayor al de la mañana incluso después que este último ha sido desafectado por lo que hemos llamado efecto COVID-19. Por lo tanto, el pico de la tarde aparece como el más cargado dentro de los análisis que son presentados en este estudio, sin embargo, cabe aclarar que dentro del proceso de análisis y establecimiento de medidas se tuvo en cuenta tanto el pico de la mañana y tarde del día típico, como el pico de fin de semana.

Figura 43. Comparación aforos peatonales sector La Victoria



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 44. Factor COVID aforos peatonales sector La Victoria



Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se observa en la figura anterior, las principales diferencias encontradas se concentran en el periodo de la mañana, es decir, que la pandemia afectó principalmente la generación de viajes en este periodo.

➤ *Accesibilidad y seguridad*

Con el fin de lograr una ciudad y en este caso una localidad enfocada en los peatones es necesario considerar e identificar factores que en la actualidad no son tangibles y que pueden desincentivar la realización de los viajes hacia el sistema Cable Aéreo San Cristóbal, a pesar de los beneficios asociados en reducción en los tiempos de viaje, satisfacción, orgullo de barrio, reducción en la exposición y dosis inhalada de contaminantes del aire por viaje, viajes de turismo hacia el sector o inversión que se realice²

Dentro de los factores más relevantes que desincentivan a los usuarios potenciales del sistema son: la accesibilidad, seguridad (accidentes y hurtos), confort y conectividad con los polos generados y a tractores de viajes, y de esta manera el usuario perciba de manera positiva el entorno construido con niveles de satisfacción óptimos especialmente en la etapa de caminata de su viaje hacia o desde la estación, paraderos de SITP y destino final (hogares). Lo anterior va de la mano con generar un incentivo hacia los viajes en transporte público caminata ya que como se mostró con anterioridad son el principal modo de transporte de los habitantes de estratos 2 y 3, nivel socioeconómico en el cual se encuentra del área de análisis de acuerdo la EODH- 2019 de Bogotá. Por lo tanto, en esta sección se muestra el análisis de accesibilidad, conectividad y seguridad realizado para la zona de influencia directa de la futura estación de retorno.

De acuerdo con lo anterior, es de vital importancia tener un conocimiento de cada uno de los elementos nombrados con anterioridad, partiendo de los equipamientos que generan o atraen viajes, que incidirán principalmente en flujos peatonales, y en promover el uso de la bicicleta hacia o desde la estación del barrio de La Victoria. Dentro de estos puntos de concentración poblacional, equipamientos, se encuentran: los centros educativos (Juan Evangelista Gómez, La Victoria, Sur Oriental Panamericano, Parroquial, Centro Comercial María Auxiliadora, el Rodeo y Lorenzo de Alcantuz), parque Atenas, centros religiosos (Iglesia Bautista, María Auxiliadora), Unidad familiar del Sur, Centro comercial, el Salón Comunal, el Hospital La Victoria y Canchas La Victoria, entre otros (ver Figura 9). Por lo tanto, al ser estos los principales centros a tractores y generadores de viajes es de vital importancia conocer el estado actual que se encuentra la infraestructura por la cual todos los modos de transporte llegan hasta dichos polos (no solo los no motorizados, a pesar de ser la prioridad en este estudio), y de esta forma con base en los resultados del estudio de Tránsito y Transporte se

² Transformaciones urbanas y salud: Resultado de la evaluación del TransMiCable, Aprendizajes Latinoamericanos. Septiembre 2020. Recuperado de: <https://epiandes.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/Transformaciones-urbanas-y-salud.pdf>

pueda asegurar buena accesibilidad y conectividad con respecto a la estación intermedia, como a los 5 paraderos del SITP dentro de la zona de influencia.

Para el caso puntual de la estación de Intermedia La Victoria, se encontró que la infraestructura peatonal presenta zonas con mal estado y barreras que vitan la continuidad de las líneas de flujo peatonal, cómo se ha venido expresando a lo largo del desarrollo del documento, con ausencia de andenes en algunos sectores y en otros la presencia de baches, presencia de prado, piel de cocodrilo y obstáculos como: rampas de acceso vehicular a viviendas, escaleras, presencia de basuras y vehículos parqueados que bloquean el paso peatonal.

Con respecto a la señalización horizontal y vertical, se encontró que su presencia es la requerida, sin embargo, muchas se encuentran en un grado de deterioro alto por falta de mantenimiento regular, lo cual se convierte en más dificultades para el peatón y usuario de transporte público; también se destaca la ausencia de losas podó táctiles o elementos de guía para las personas con movilidad reducida y sistemas de regulación del tráfico tales como semáforos.

Una vez recopilada la información mencionada con anterioridad, se logró caracterizar las condiciones de accesibilidad y conectividad en la zona de influencia directa, se hizo un análisis de distancias entre equipamientos y paraderos del sistema de transporte público, pacificadores del tráfico orientados a cruces peatonales seguros. Dicho análisis, evidenció la ausencia de semáforos en la AII y la presencia de algunos reductores de velocidad en mal estado.

Complementariamente, un factor en contra, y que es una de las barreras más sobresalientes junto con las barreras presentes en infraestructura peatonal para la accesibilidad de todo el sistema Cable Aéreo San Cristóbal, son las pendientes de las vías vehiculares y espacios peatonales, siendo el sector de La Victoria el de pendientes intermedias para todo el CSC. Dicha situación impacta los viajes en caminata de los usuarios típicos³, de las personas con movilidad reducida y los usuarios potenciales a realizar un cambio modal hacia el sistema; por lo tanto, resulta de vital importancia el planteamiento de medidas correctivas dirigidas específicamente para este grupo de usuarios que son los usuarios más vulnerables y de primera prioridad en la pirámide invertida de la movilidad especialmente en las futuras estaciones intermedia y de retorno.

➤ *Análisis de hurtos a personas*

Es claro que en términos de movilidad la variable hurto a personas no afecta considerablemente el proceso de la estación. Sin embargo, los problemas de seguridad

³ Denominado como “usuario típico”: hombre de mediana edad con todas sus capacidades intactas y cuyo viaje es pendular y al trabajo” (Hidalgo et al, 2020)

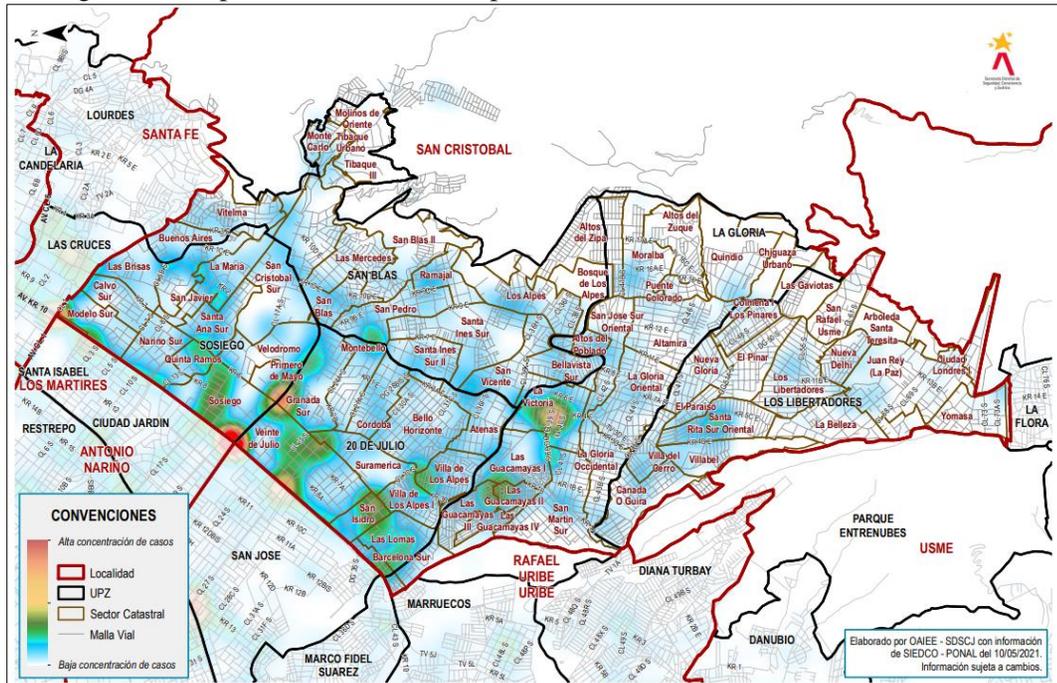
referentes a hurtos si pueden impactar negativamente la percepción de los usuarios potenciales del cable. En la localidad de San Cristóbal los hurtos a personas ascienden a cifras de 2.094 personas entre enero a agosto del 2021, con aumentos de 11,3% y 27,2% con respecto al 2019 y 2020, viéndose mayor mente afectados los hombres (62%) que las mujeres (38%); asociado a esto muchos de estos casos van más allá del robo de pertenencias personales de las víctimas que pueden ocasionar la muerte a la víctima, es así que en lo que lleva corrido del año hasta el mes de agosto han ocurrido 44 homicidios que incrementaron en un 76% y 7,3% en relación al 2019 y 2021.⁴

Al analizar la localidad, la UPZ La Gloria donde se encuentra la estación intermedia, se observa que en términos generales presenta bajas concentraciones de hurtos, sin embargo, para la zona específica de la localización de la estación La Victoria, la zona presenta índices de hurto considerables (ver Figura 45), por lo tanto puede ocurrir que al entrar en operación la estación intermedia, los problemas de índices de hurtos que actualmente se presentan en el Portal del 20 de Julio puedan verse alrededor de esta estación por el alto flujo de usuarios atraídos, de ahí la importancia de establecer estrategias de conectividad seguras y cómodas para los futuros usuarios.

De acuerdo con la encuesta sobre la inseguridad en Bogotá, en el 2020 la percepción del aumento de la inseguridad incrementó a un 76% y personas que se vieron involucradas en un delito alcanzo un porcentaje del 17%. Además, debido a los efectos de la pandemia que impactó considerablemente la economía, las personas se sienten inseguras en un 84% cuando hay aglomeraciones en el espacio público y en un 79% cuando usan el transporte público, índices que desincentivan considerablemente el uso del transporte público no solo por su trayecto dentro del sistema, también por sus tramos en caminata donde el usuario se expone al espacio público lo que puede generar un aumento en el deseo de los usuarios de transporte público a cambiar su modo de viajar hacia el vehículo particular. Este análisis muestra que cualquier medida que se tome a nivel de accesibilidad y movilidad debe llevar también a generar un sistema de circulación peatonal seguro, iluminado y sobre todo con todas las condiciones adecuadas para un desplazamiento cómodo y de forma tranquila.

⁴Análisis de datos Siedco. Secretaría Distrital de Seguridad, Convivencia y Justicia. <https://analitica.scj.gov.co/analytics/saw.dll?Portal>

Figura 45. Mapa de calor de hurtos a personas de San Cristóbal, enero - abril 2021



Fuente: Boletín mensual de indicadores de seguridad y convivencia, San Cristóbal abril 2021. Oficina de Análisis de Información y Estudios Estratégicos OAIIE.

9.2 DIAGNÓSTICO DE LOS FLUJOS MOTORIZADOS

Al igual que en el caso de los flujos no motorizados, para construir el diagnóstico y análisis de los flujos motorizados se partió de la caracterización de la oferta y la demanda encontrada en la campaña de campo todos los tipos de vehículos a motor (sostenibles o no) como lo es: vehículos livianos, buses pequeños, buses grandes, camiones pequeños (C2-C3-C4), camiones grandes (C5 ->C5) y motocicleta; Y su interacción con los flujos no motorizados, con base en información disponible y recolectada, conforme se describe a continuación.

El proceso de caracterización de la oferta consistió inicialmente en una inspección visual de las vías del área de influencia directa e indirecta de la Estación Intermedia de La Victoria. Para complementar la información se recurrió a información secundaria de libre acceso de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá. Con lo anterior, se logró caracterizar lo siguiente:

- Localización de la red vial de la zona de análisis, identificando entre vías principales y secundarias, carreras y calles.
- Paraderos y rutas de transporte público existente en el área de influencia directa.
- Identificación de puntos y elementos de conflicto
- Transporte informal

La Estación Intermedia que se ubica en el barrio de La Victoria limitaría: Al sur con la Calle 41 Sur, al norte con la Calle 40 Sur, al oriente con la carrera 3C Este y al occidente con la carrera 3a Este. Luego del proceso de inspección y con el inventario vial realizado (se presentan los resultados en una sección más adelante) se encontró que dicha infraestructura vial se encuentra en regulares condiciones por evidentes daños a nivel de calzada que genera conflictos entre vehículos a motor, pero prestando líneas de flujo vehicular continua, aunque al ser la mayoría de las vías bidireccionales se genera caos en algunas intersecciones por la cantidad de movimientos permitidos y la falta de señalización adecuada. Para la etapa de análisis, al igual que en flujos no motorizados se realizó por accesos, en las estaciones M2, E21 y E22 presentan los cuatro accesos; y la estación E23 solo cuenta con tres accesos Sur, oriental y occidental

➤ *Transporte Público*

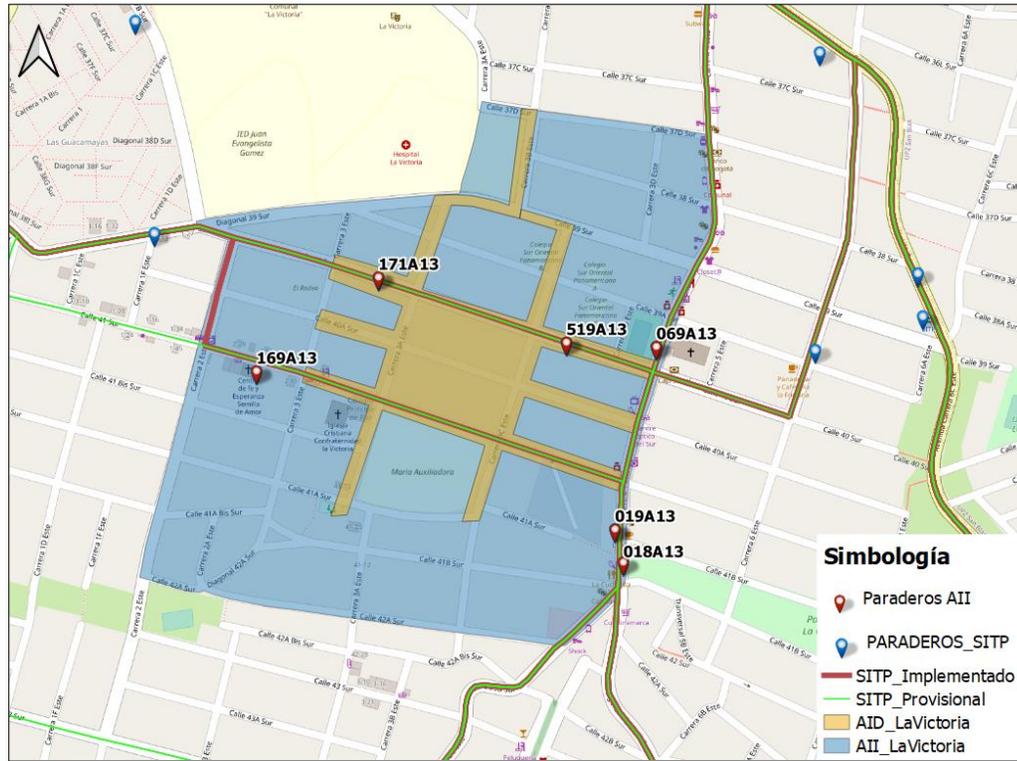
Con relación a la oferta de transporte público dentro de la zona de influencia directa e indirecta se cuenta con un total de 18 rutas de transporte público, 11 del SITP Implementado y 7 del SITP Provisional (ver Figura 46), con un recorrido promedio de 29 y 34 km respectivamente dentro del área de influencia indirecta total del proyecto.

En cuanto a la disponibilidad de paraderos respecto a la estación de retorno, se identificó dentro del AII 5 paraderos. No obstante, conociendo que la zona se caracteriza por un alto porcentaje de viajes a pie, lo cual permite afirmar que existen usuarios con mayor disposición a caminar para tomar su ruta de transporte público del SITP, se encontró que hay un total de 18 paraderos adicionales a 500 metros y 86 paraderos adicionales 1.000 m para que los usuarios puedan continuar con sus respectivas etapas de viaje ya sea transbordo o caminata.

En ese mismo sentido, con respecto a las rutas de transporte público (TP), tanto del SITP provisional como del SITP implementado, se encontró que éstas ofrecen condiciones de conectividad adecuadas para que los usuarios puedan conectarse con otras localidades o a nivel interno de la UPZ La Gloria, donde la partición modal con respecto a los viajes generados en la HMD de la zona se dan principalmente a través de Transmilenio del 32%, seguido por SITP Zonal 21%, SITP Provisional 18%, Alimentador 14% y en menor proporción los otros tipos de TP. Por su parte, los viajes atraídos en la HMD de la zona muestran que se usa en mayor proporción el SITP Zonal 29%, seguido por Alimentador 25%, SITP Provisional 18%, Transmilenio 15% y en menor proporción los otros tipos de TP.

Es así como las rutas provisionales caracterizadas en la AII tienen en su mayoría como origen: Suba y Fontibón y como destinos San Cristóbal; y ninguna que se origine en la localidad, es decir, son rutas de tránsito. Lo que obliga a los usuarios del barrio de La Victoria a recurrir únicamente a las rutas del SITP Implementado, o a modos alternativos (principalmente “taxis colectivos” y mototaxis) para llegar a la estación del Portal del 20 de Julio para ingresar al sistema de Transmilenio, debido a la baja oferta de rutas y paraderos que tienen los usuarios de esta zona.

Figura 46. Oferta de transporte público alrededor la Estación Intermedia



Fuente: Elaboración propia (2022)

Por su parte, las rutas del SITP implementado les ofrecen la conexión de destino a los habitantes del sector en un 55% interior de San Cristóbal y en 18% con Calle 80 y Kennedy, y en 1% con Bosa; en cuanto a las personas que se movilizan desde otras zonas de Bogotá hacia la zona de análisis, solo tiene conexión directa con Engativá. En la Tabla 13 se muestra el resumen de las rutas de transporte público que circulan por la zona

Tabla 13. Oferta de rutas de transporte público en el área de análisis

Nombre Ruta	SITP	ORIGEN	DESTINO
P3-3	Implementado	Bosa	San Cristóbal
540-2	Implementado	Calle 80	San Cristóbal
P62-2	Implementado	Kennedy	San Cristóbal
148-1	Implementado	San Cristóbal	Engativá
540-1	Implementado	Calle 80	San Cristóbal
P62-1	Implementado	Kennedy	San Cristóbal
148-2	Implementado	San Cristóbal	Engativá
13-8a	Implementado	San Cristóbal	San Cristóbal
740-2	Implementado	San Cristóbal	Engativá

	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	
---	---	---

Nombre Ruta	SITP	ORIGEN	DESTINO
740-1	Implementado	San Cristóbal	Engativá
13-10a	Implementado	San Cristóbal	San Cristóbal
ZP-152-2	Provisional	Suba	San Cristóbal
ZP-238-2	Provisional	Fontibón	San Cristóbal
ZP-E74-2	Provisional	Suba	San Cristóbal
ZP-152-1	Provisional	Suba	San Cristóbal
ZP-E74-1	Provisional	Suba	San Cristóbal
ZP-238-1	Provisional	Fontibón	San Cristóbal
ZP-E4-2	Provisional	Suba	San Cristóbal

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los paraderos existentes dentro del área de análisis, se caracterizan por no poseer una infraestructura específica de resguardo de usuarios, por el contrario, solo presentan la señal vertical informativa que indica que en dicho sitio es el paradero, incluso en algunos casos no existe el andén adecuado para que los usuarios puedan realizar de forma segura la espera. En la Fotografía 18, Fotografía 19 y Fotografía 20 se muestran unos ejemplos del tipo y condición de los paraderos en el sector en estudio.

Fotografía 18. Paradero sector Calle 40 Sur con Carrera 3a Este



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 19. Paradero sector Calle 41 Sur con Carrera 3 Este



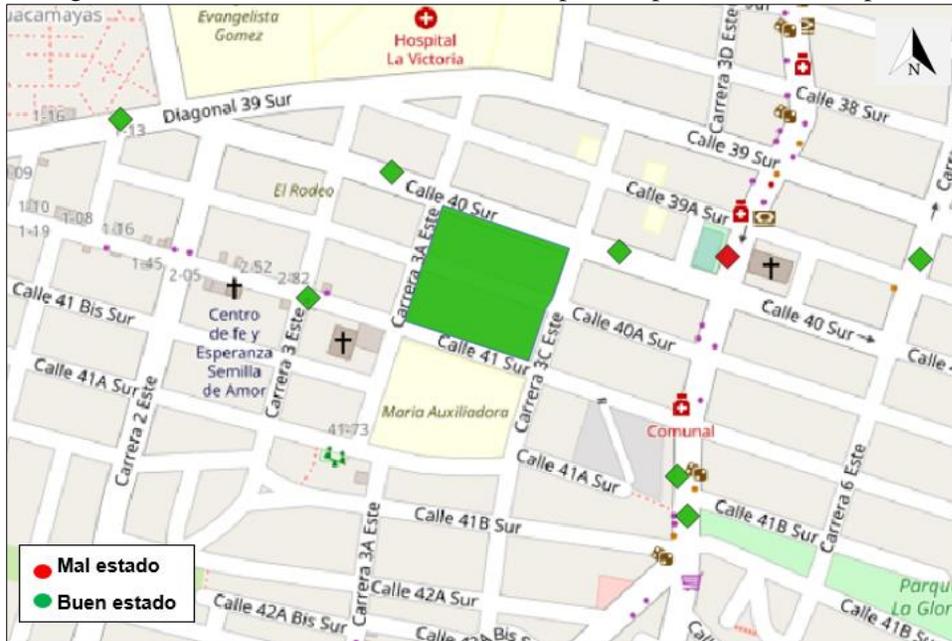
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 20. Paraderos sobre la Carrera 4 Este



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Figura 47. Estado de la infraestructura de espera en paraderos de transporte



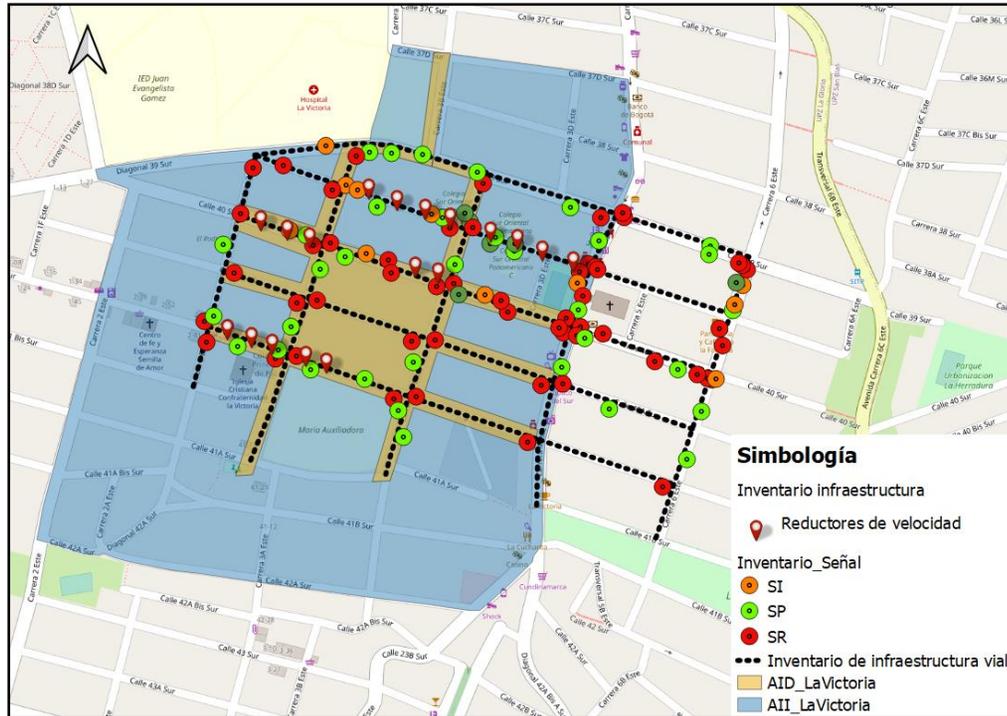
Fuente: Elaboración propia (2022)

En la figura anterior se presenta la caracterización de las zonas de espera (andenes) en paraderos de transporte público dentro de la zona de análisis. Aquellos paraderos que fueron caracterizados en mal estado, se refieren a paraderos donde las condiciones de los andenes donde deben esperar los usuarios no son las más adecuadas, principalmente debido a la invasión del espacio por vendedores ambulantes y la presencia de obstáculos (ver Fotografía 20). Dicho comportamiento es común encontrarlo en los paraderos ubicados sobre el corredor de la Carrera 4 Este. Los paraderos ubicados más cerca de la futura estación, presentan zonas de espera con condiciones aceptables.

➤ *Infraestructura de regulación y control*

Complementariamente, dentro del componente de flujos motorizados se hacía necesario conocer el tipo de infraestructura vial y de regulación dentro del área de análisis con el fin de conocer la oferta disponible y si esta brinda la regulación, protección y armonía necesaria para que todos los actores viales transiten sin presentar altos niveles de accidentalidad u obstruyen el correcto flujo de modos. Por tal motivo, se realizó el inventario de infraestructura vial, sistemas de reguladores de tránsito y señalización vertical (ver Figura 48) donde SI: Señal informativa, SP: Señal Preventiva, SR: Señal Reglamentaria

Figura 48. Inventario vial de regulación alrededor de la Estación Intermedia



Fuente: Elaboración propia (2022)

Se identificaron un total de 105 señales verticales, que alertan al conductor a pesar de encontrarse algunas un poco deterioradas por falta de pintura o dobladas (ver Fotografía 21). Por lo tanto, dichas señales requerirán mantenimiento y reparación, lo cual quedará establecido a nivel de recomendación en el presente documento. Las señales encontradas en el proceso de inspección fueron las siguientes:

- Informativas (SI) tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles y carreteras.
- Reglamentaria (SR) que notifican a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas; así como las limitaciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existente. Presentando en gran medida señales de PARE por la zona escolar y velocidad máxima permitida de 30 km/h por los equipamientos escolares y el centro de salud.
- Preventivas (SP), son aquellas que advierten a los usuarios en la vía la existencia y naturaleza de riesgo para tomar precauciones del caso, dependiendo de la señal presentada. Para este caso, la señal sobresaliente de este grupo fue la de zona escolar.

Fotografía 21. Estado de señalización en el AII



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

➤ *Siniestralidad*

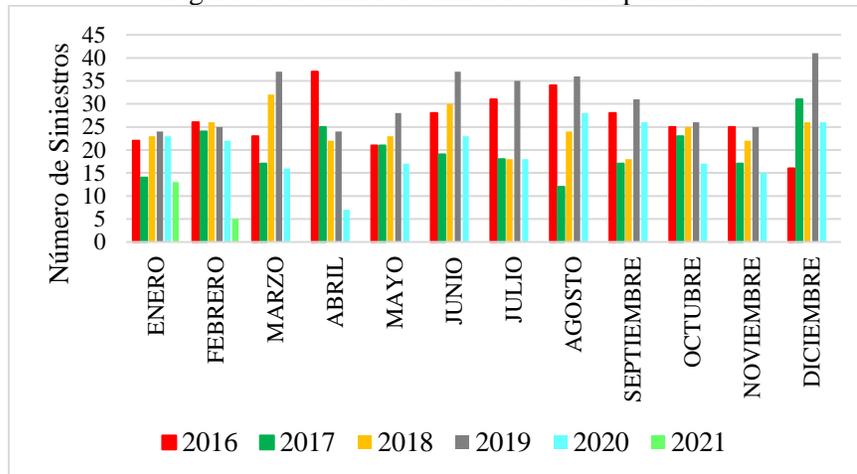
Asimismo, se hizo una caracterización de la siniestralidad en la zona de influencia de la estación de transferencia. Para ello se consultó la información histórica de siniestros de la Alcaldía Mayor de Bogotá y la Secretaría Distrital de Movilidad. Las estadísticas a nivel general en la zona abarcan los siniestros viales desde enero del 2016 hasta febrero de 2021. En dicho periodo de tiempo, el año con mayores registros de siniestros corresponde al año

2019, seguido por el año 2016. El mes de diciembre el de más altos registros, seguido por los meses de marzo, junio y agosto. En las siguientes figuras se muestran las estadísticas por año y por mes.

Al revisar la estadística según el día de la semana se encuentra que son los días de fin de semana (viernes y sábado) los de mayor presencia de siniestros, sin embargo, la diferencia del número de siniestros en estos días con respecto a los otros días de la semana no es muy alta. En la Figura 50 se muestra como es la distribución de siniestros según el día de la semana.

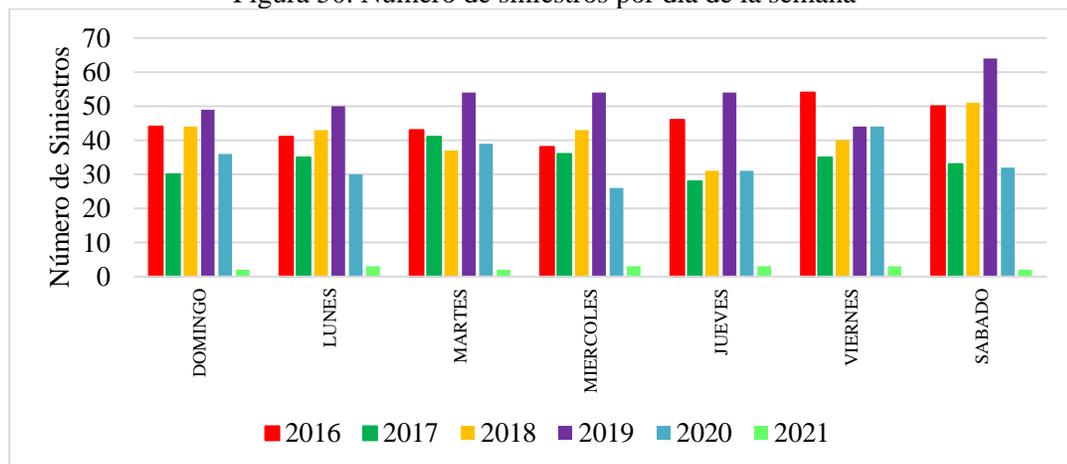
Las estadísticas generales de la zona también muestran que la mayor proporción de siniestros son con *heridos* (50.3%), seguido de *solo daños* (47.0%) y solo el 2.7% *con muertos*, siendo el año 2019 el de mayor cantidad de siniestros con muertos (29% del total de siniestros con muertos en el periodo de análisis), seguido por el año 2016.

Figura 49. Número de siniestros viales por mes



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

Figura 50. Número de siniestros por día de la semana

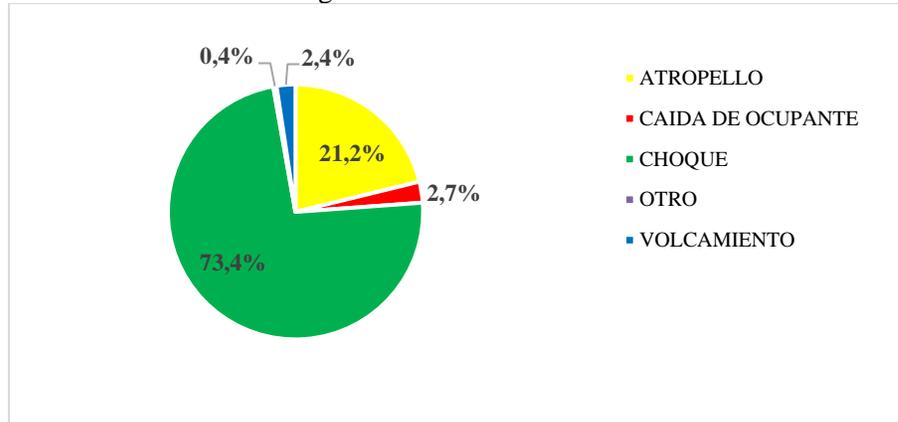


Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

Asimismo, al revisar el actor vial que se ve involucrado en el siniestro se encuentra que para los registros con muertos el 45% son peatones, el 30% motociclistas, 12.5% ciclistas y 12.5% pasajeros. se observa que el peatón es el actor más vulnerable en esta zona, seguido del motociclista.

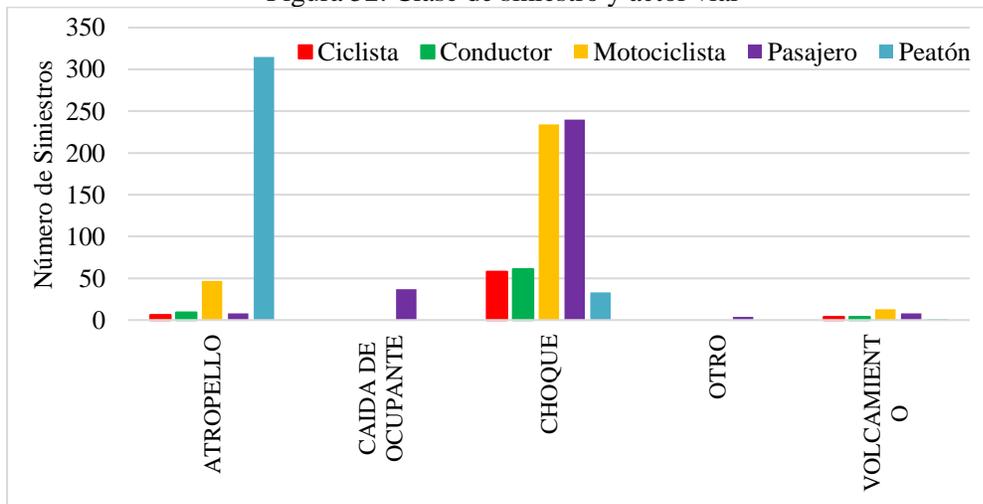
Al revisar por clase de siniestro (ver Figura 51) se observa que la mayor proporción son choques (73.4%), seguido de atropello con 21.2%, caída de ocupante con 2.7% y volcamiento con 2.4%. Dentro de dicha estadística se resalta que en siniestros tipo atropello es el peatón el de mayor participación (90%). En siniestros tipo choque es el motociclista y pasajero (80%) el de mayor participación (ver Figura 52). El ciclista se ve afectado principalmente en siniestros tipo choque, con el 85% de participación en dicha categoría

Figura 51. Clase de siniestro



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

Figura 52. Clase de siniestro y actor vial

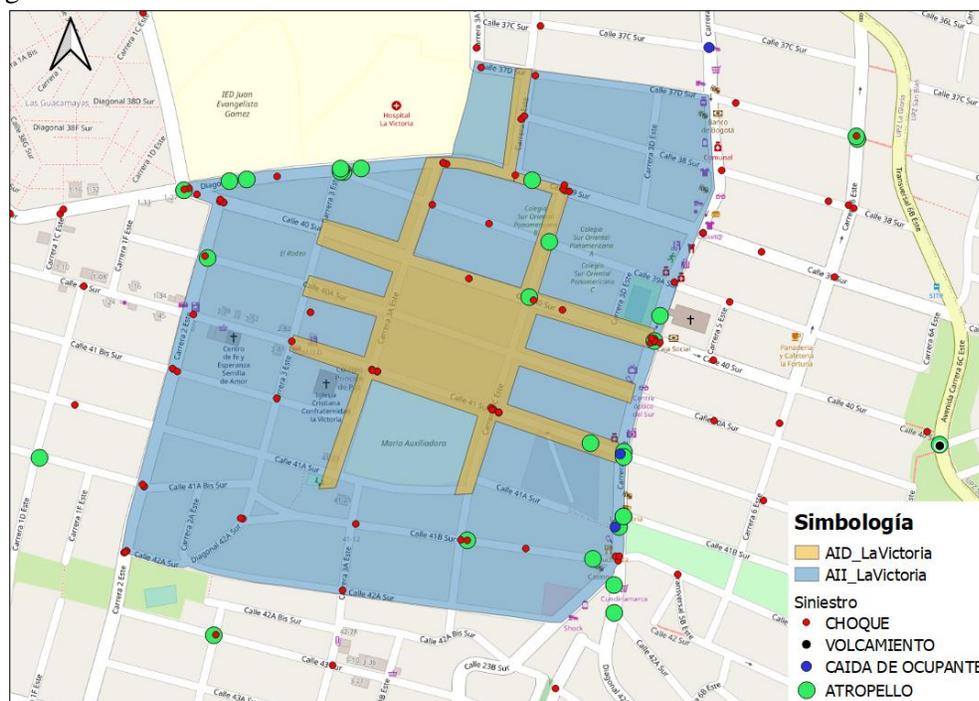


Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

Al revisar a nivel general las principales causas de ocurrencia identificadas se tiene que la causa *Otra* (19.5%) es la de mayor identificación, seguida por *desobedecer señales* (15.5%), le siguen *adelantar invadiendo vía* y no mantener *distancia de seguridad* con el 8.1%. La anterior estadística también permite observar que la condición conductora tiene mayor presencia en la causa desobedecer señales (19%) y adelantar invadiendo vía (11%) y para el peatón la causa más recurrente es cruzar sin observar (40%).

Una vez hecha la caracterización de siniestralidad a nivel general se hizo un análisis más detallado de los registros con que se contaban a nivel de la zona de influencia directa de la estación intermedia. En la siguiente figura se muestran los siniestros desagregados por gravedad alrededor de cada estación.

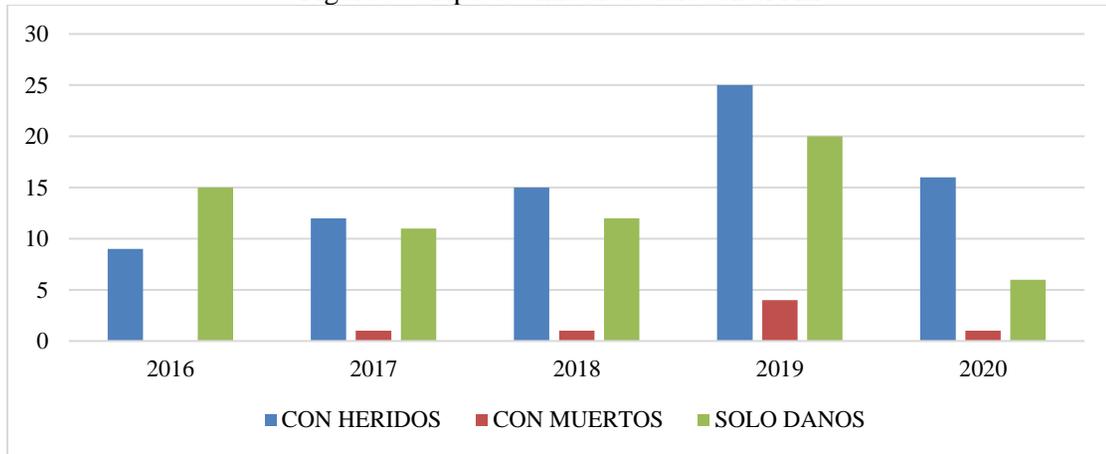
Figura 53. Actor vial involucrado en siniestros viales alrededores de la estación de retorno



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

A partir del análisis anterior, se identificaron los puntos críticos por siniestralidad para la estación intermedia de la Victoria, encontrándose que sobre la Diagonal 39 Sur y Carrera 4 Este, que son las vías donde se concentra una cantidad de siniestros con muertos y heridos, principalmente en las intersecciones con la Calle 39a Sur y la Calle 41 Sur, que coinciden con los tramos con mayor concentración de flujo vehicular. Finalmente, al revisar los registros por tipo de siniestro se observa que el de mayor presencia es la categoría choque (76%), seguido de la categoría atropello (21%), volcamiento y caída del ocupante con 3% cada uno.

Figura 54. Tipo de siniestros viales en el AII



Fuente: Elaboración propia (2022)

El análisis presentado permite concluir:

- Que se identifica un número medio de eventos con heridos diseminados por toda la zona de análisis, principalmente sobre la Diagonal 39 Sur y Carrera 4 Este.
- El AID y AII no cuentan con reguladores de tráfico, tales como semáforos, además, los reductores de velocidad como las cebras peatonales están totalmente desgastadas y no prestan ningún servicio.
- De igual manera, los eventos de solo daños se localizan a lo largo y ancho de toda el área de estudio.

Lo anteriormente señalado da cuenta de que, en general, la zona presenta índices de siniestralidad bajos en comparación de otras zonas de Bogotá pero altamente preocupante por ser una zona residencial; requiriendo de medidas de solución de tránsito y campañas de sensibilización que logren bajar a cero el número de siniestros viales, entendiendo que un accidente de tránsito tiene características multicausales (multifactorial), al ser varias las causas que intervienen para que este suceda y se genera, existe una responsabilidad compartida entre diseñadores (ingenieros civiles y urbanistas), conductores, operadores, gobierno (vacíos jurídicos en la aplicación de las normas) y usuarios de la vía.

➤ *Transporte Informal*

Por otro lado, la EODH-2019 no refleja un porcentaje de viajes en transporte informal, como parte de las visitas y recorridos realizados por el equipo consultor en las zonas alrededor de la localización de la futura estación intermedia, no se identificaron sectores de transporte informal.

➤ *Caracterización de la demanda*

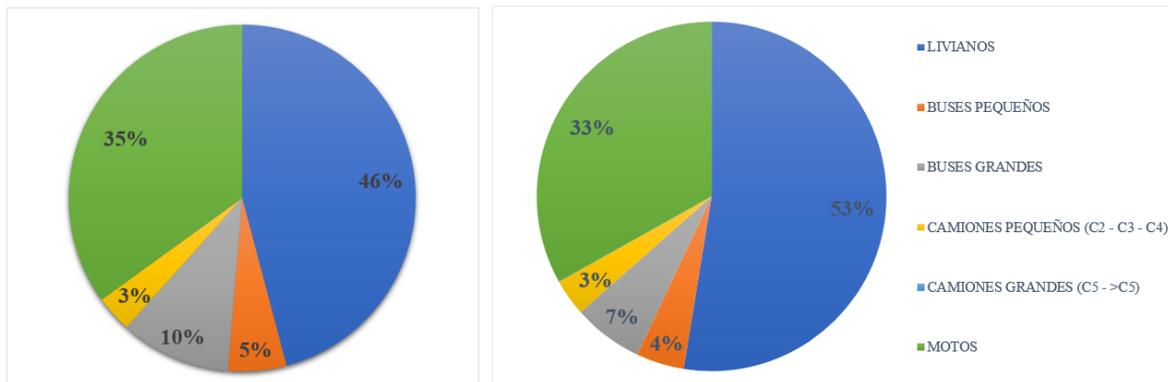
Posterior a la caracterización de la oferta con el fin de conocer la disponibilidad de recursos, se analizó la demanda de los flujos motorizados en el área directa del proyecto identificados

después del desarrollo de la campaña de campo y para el área de influencia indirecta se valió de información de la Secretaría Distrital de Movilidad para conocer el comportamiento en términos de movilidad.

En primer lugar, se adelantó una caracterización de la distribución modal a partir de la información de la EODH de 2019, se encontró que el principal motivo de los viajes es el de volver a casa con 37% de participación, seguido del motivo trabajo con el 20%, y estudio con el 14%. Los demás motivos de viajes son poco representativos. Además, el principal motivo de los viajes atraídos es volver a casa con un 56% de participación respecto al total. Por otro lado, el modo principal en el que se realizan los viajes generados en la localidad de San Cristóbal es caminata y en segundo lugar el transporte público, con Transmilenio y SITP Zonal. El modo principal en el que se realizan los viajes atraídos en la localidad de San Cristóbal es caminata como modo principal con 44 % y en segundo lugar los modos de transporte público, Transmilenio y SITP Zonal con cerca del 12% de participación en ambos casos. De acuerdo al anterior análisis, se observa que el modo predominante de los viajes generados y atraídos en la localidad de San Cristóbal es la caminata, con un porcentaje de participación del 45%. Sin embargo, al sumar los viajes realizados en transporte público (Transmilenio, SITP zonal, SITP provisional, Alimentados y taxi), representan cerca del 40% de los viajes totales.

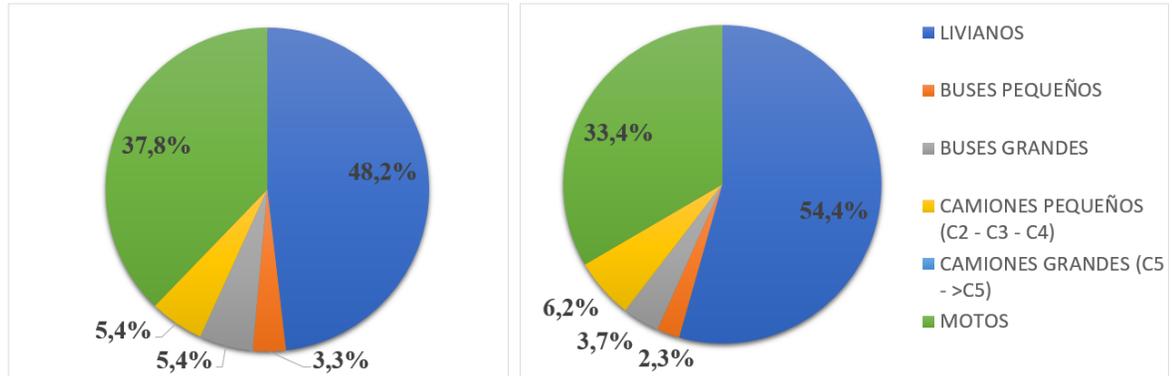
Posteriormente, con la información recopilada, se caracterizó: la magnitud, distribución de volúmenes vehiculares a nivel de accesos a lo largo del periodo de análisis establecido por cada estación de aforo para los días típicos y atípicos, distribución por tipo de vehículo en cada intersección y la identificación de la hora de máxima demanda para vehículos mixtos (incluyendo transporte público). En la Figura 55 a la Figura 58, se muestran los resultados obtenidos por estación de la partición modal motorizada.

Figura 55. Participación de flujos motorizados estación M2 día típico (izq) y atípico (der)



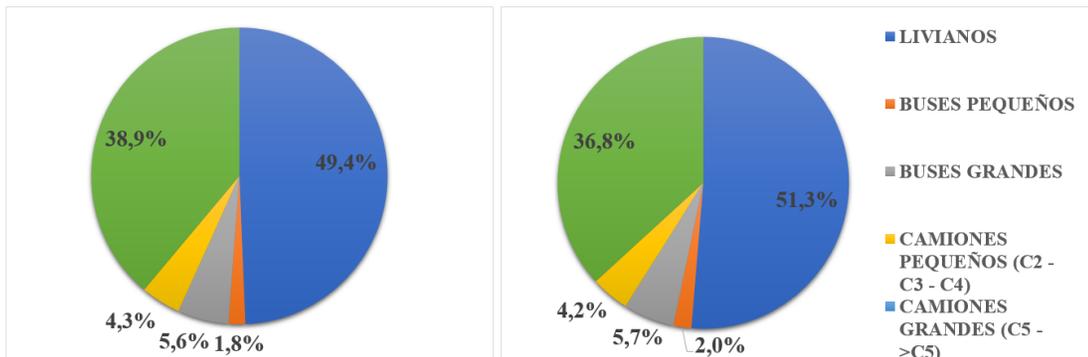
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 56. Participación de flujos motorizados estación E21 día típico (izq) y atípico (der)



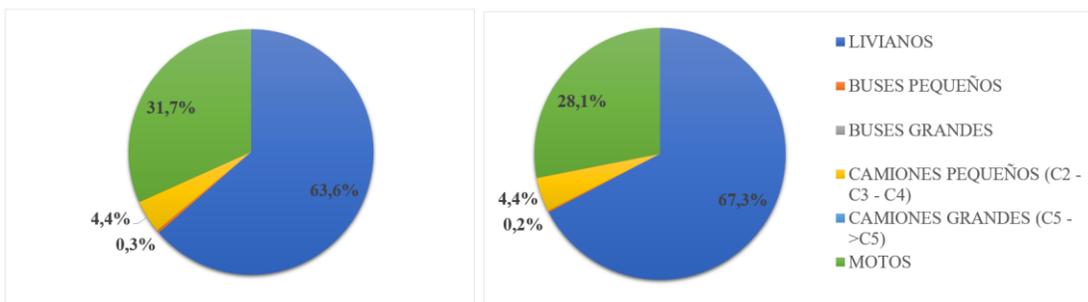
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 57. Participación de flujos motorizados estación E22 día típico (izq) y atípico (der)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 58. Participación de flujos motorizados estación E23 día típico (izq) y atípico (der)



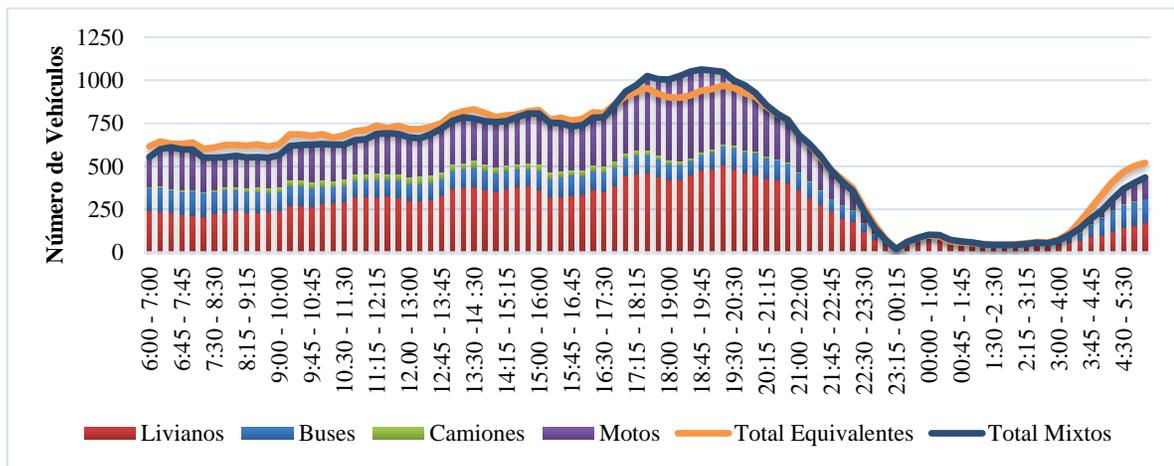
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se puede observar de las figuras anteriores, la distribución de los flujos motorizados tiene una variación menor del 3% para los segmentos de buses y camiones pequeños, para los vehículos livianos y motos tienen un aumento entre el 5 a 10% entre la estación específica

y maestra. La participación de los vehículos livianos en los días atípicos es mayor con respecto a los típicos por el mayor uso de estos y mayor frecuencia de las rutas de transporte público. Complementariamente, no se observa presencia de vehículos pesados (camiones grandes), esto principalmente se da ya que la zona tiene una prioridad en uso de suelo residencial y no cuenta con una vía arterial apta para el tránsito de este tipo de vehículos está en el extremo oriente del AII.

Por otra parte, ante la necesidad de la identificación del periodo del modelo de microsimulación, descrito y analizado posteriormente, se hizo un análisis de viajes concurrentes para periodos de 15 minutos en transporte público. Dicho análisis, permitió establecer la hora de máxima demanda, y si este ocurría AM, PM y fin de semanas (FS). Sin embargo, los puntos de análisis de movilidad mostraron un comportamiento atípico, similar a lo encontrado en los flujos peatonales, ya que las horas de la mañana en la mayoría de las estaciones no presentaban un pico. La hora de máxima demanda para el caso de la estación M3 mostró para el día típico 1.738 vehículos mixtos/hora entre las 18:45 – 19:45, siendo el mayor pico presentado en el día. Siendo el acceso norte el más cargado con una participación del 53,6% del total que transita por la intersección.

Figura 59. Distribución horaria de flujos motorizados estación M2, día típico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 14. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación M2, día típico

HMD	Giro	Acceso	Livianos	Buses	Camiones	Motos	Total Mixtos
18:45 - 19:45	1	Norte /Sur	206	34	6	262	508
	9(1)	Norte / Occidente	12	0	1	19	32
	5	Norte / Oriente	12	0	1	17	30
	2	Sur / Norte	142	39	5	76	262
	9(2)	Sur / Oriente	16	0	0	12	28

HMD	Giro	Acceso	Livianos	Buses	Camiones	Motos	Total Mixtos
	6	Sur / Occidente	27	0	0	18	45
	4	Oriente / Occidente	15	1	0	23	39
	9(4)	Oriente / Norte	3	0	0	3	6
	8	Oriente / Sur	4	0	0	5	9
	3	Occidente / Oriente	19	0	2	19	40
	7	Occidente / Norte	2	0	0	2	4
	9(3)	Occidente / Sur	19	15	3	23	60

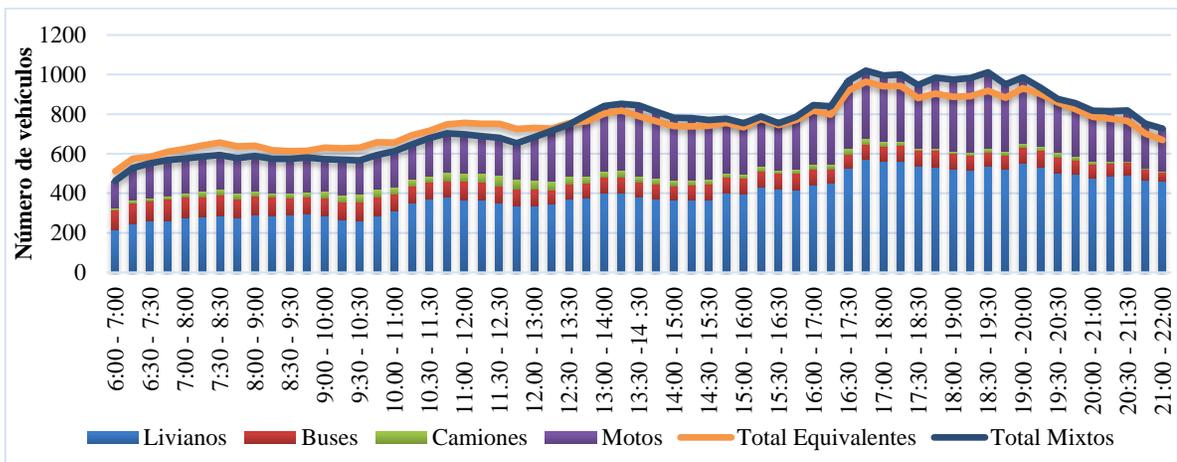
Fuente: Elaboración propia (2022)

*Camiones pequeños: (C2 - C3 - C4)

**Camiones grandes: (C5- >C5)

Para el día atípico en la estación M2 la HMD de flujo motorizado, se da también en las horas de la tarde entre las 16:45 a 17:45 con 1.020 vehículos mixtos/ hora, con el acceso norte más cargado con un 45,6% de ingreso de vehículos mixtos por él con movimiento predominantes de motos y automóviles. (ver Figura 60 y Tabla 15)

Figura 60. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación M2, día atípico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 15. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación M2, día atípico.

HMD	Giro	Acceso	Livianos	Buses	Camiones	Motos	Total Mixtos
16:45 - 17:45	1	Norte /Sur	209	25	9	159	402
	9(1)	Norte / Occidente	19	1	0	8	28
	5	Norte / Oriente	16	0	1	18	35
	2	Sur / Norte	161	36	3	72	272
	9(2)	Sur / Oriente	35	0	8	23	66
	6	Sur / Occidente	12	0	1	7	20

HMD	Giro	Acceso	Livianos	Buses	Camiones	Motos	Total Mixtos
	4	Oriente / Occidente	14	0	0	4	18
	9(4)	Oriente / Norte	3	0	0	7	10
	8	Oriente / Sur	7	0	0	4	11
	3	Occidente / Oriente	34	0	2	24	60
	7	Occidente / Norte	5	0	0	0	5
	9(3)	Occidente / Sur	58	11	5	19	93

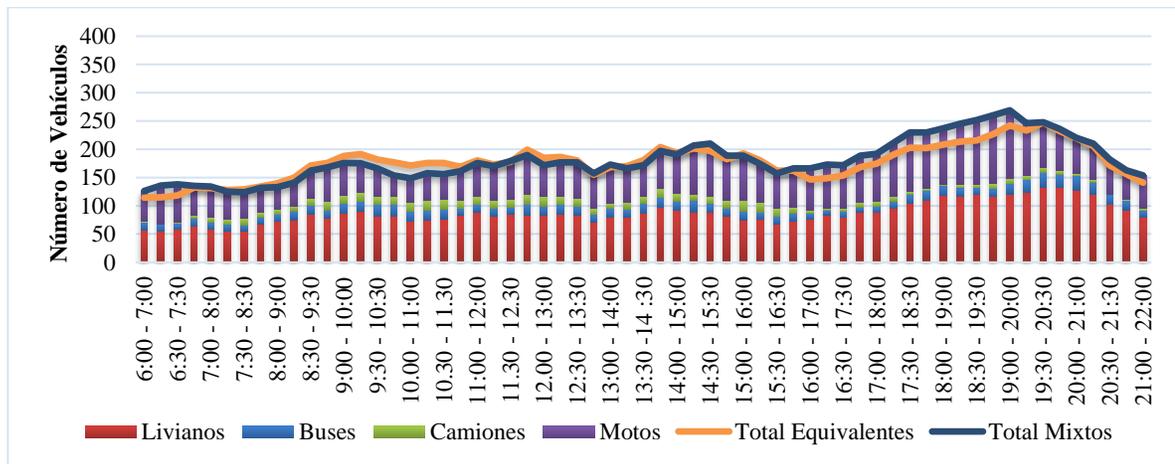
Fuente: Elaboración propia (2022)

*Camiones pequeños: (C2 - C3 - C4)

**Camiones grandes: (C5 - >C5)

Con respecto a las estaciones específicas, en estas se evidenciaba la afectación por el efecto COVID-19 más marcada que en las estaciones maestras por estar en vías que no son principales y no presentando en ninguna de estas un pico en las horas de la mañana. Es así que de forma paralela se evaluó el comportamiento a lo largo del día en la estación E21 en el día típico su comportamiento se presenta regular a lo largo del día, su HMD se da entre las 18:00 a 19:00 de la tarde con un total de 1041 vehículos mixtos/hora, siendo el acceso más cargado el occidental con un 37% de participación. Al igual que en la estación M2 los vehículos livianos y las motos tienen una gran incidencia en el tráfico de la zona (ver Figura 61 y Tabla 16)

Figura 61. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación E21, día típico.



Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 16. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación E21, día típico.

HMD	Giro	Acceso	Livianos	Buses	Camiones	Motos	Total Mixtos
19:00 - 20:00	1	Norte / Sur	18	0	0	16	34
	9(1)	Norte / Occidente	9	0	0	2	11
	5	Norte / Oriente	5	0	0	4	9
	2	Sur / Norte	15	0	2	7	24

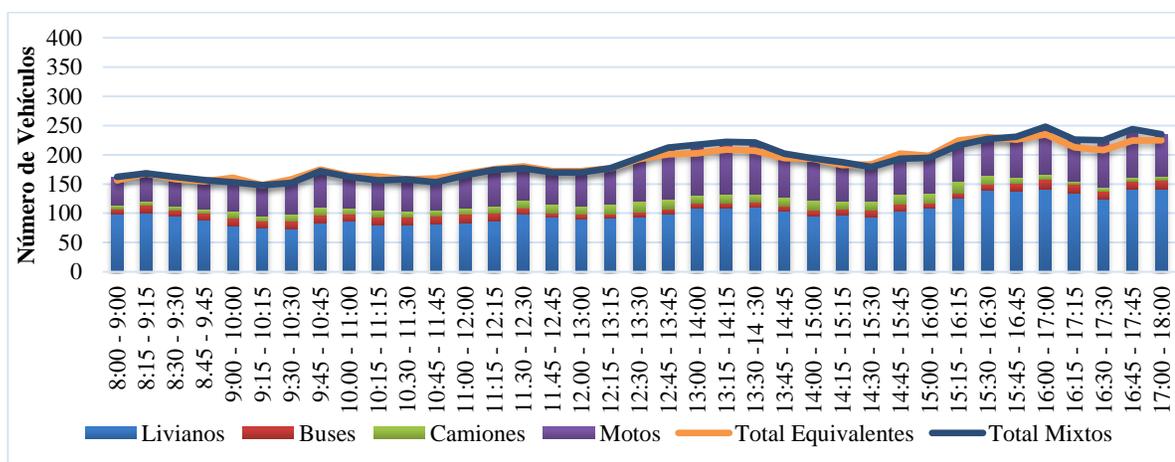
HMD	Giro	Acceso	Livianos	Buses	Camiones	Motos	Total Mixtos
	9(2)	Sur / Oriente	11	1	1	3	16
	6	Sur / Occidente	3	1	1	1	6
	4	Oriente / Occidente	34	2	0	45	81
	9(4)	Oriente / Norte	1	0	0	5	6
	8	Oriente / Sur	6	0	0	4	10
	3	Occidente / Oriente	16	13	6	22	57
	7	Occidente / Norte	3	0	0	1	4
	9(3)	Occidente / Sur	1	0	0	2	3

Fuente: Elaboración propia (2022)

La HMD vehicular para el día atípico de la estación E21 se presenta un comportamiento inusual por no presentar picos a lo largo del día y ni variaciones considerables, manteniendo los niveles de flujos vehiculares que varían entre los 150 a los 250 vehículos mixtos/hora. Con respecto a la HMD, esta se da en el mismo rango horario que el día típico entre las 16:00 a 17:00 alcanzando los 248 vehículos mixtos/hora, donde la diferencia con respecto al día típico no es muy relevante mostrando una dinámica en términos de movilidad constante. Para este día, el acceso más cargado se observa proveniente del occidente (ver Figura 62 y Elaboración propia (2022))

Tabla 17)

Figura 62. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación E21, día atípico.



Fuente: Elaboración propia (2022)

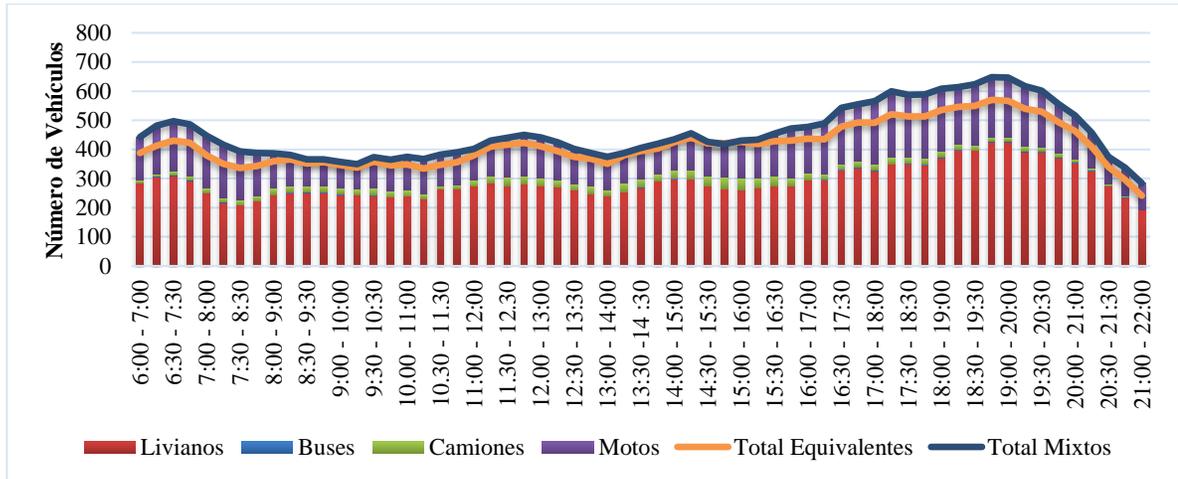
Tabla 17. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación E21, día atípico

HMD	Giro	Acceso	Livianos	Buses	Camiones	Motos	Total Mixtos
16:00 - 17:00	1	Norte /Sur	23	0	1	6	30
	9(1)	Norte / Occidente	8	0	0	1	9
	5	Norte / Oriente	8	2	0	10	20
	2	Sur / Norte	22	3	1	5	31
	9(2)	Sur / Oriente	6	0	2	1	9
	6	Sur / Occidente	3	0	0	2	5
	4	Oriente / Occidente	31	1	1	29	62
	9(4)	Oriente / Norte	5	0	0	1	6
	8	Oriente / Sur	7	0	1	1	9
	3	Occidente / Oriente	21	10	2	23	56
	7	Occidente / Norte	7	0	0	1	8
	9(3)	Occidente / Sur	1	0	0	2	3

Fuente: Elaboración propia (2022)

Para la estación específica E23 que se encuentra en el costado Sur del Hospital de La Victoria (Diagonal 39 Sur con Carrera 3a Este), esta estación a diferencia de las otras en su día típico presenta un comportamiento normal por presentar un primer pico en las horas de la mañana, luego una caída en el volumen vehicular “horas valle” y posteriormente un aumento finalizando el día, alcanzando su HMD hacia las 18:45 a 19:45 con 648 vehículos mixtos/hora, con mayor participación el acceso oriente en los flujos de vehículo liviano y motocicletas. Cabe resaltar que se hará su respectiva comparación en el orden de magnitud con respecto al plan de monitoreo de la SDM para su ajuste.

Figura 63. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación E23, día típico



Fuente: Elaboración propia (2022)

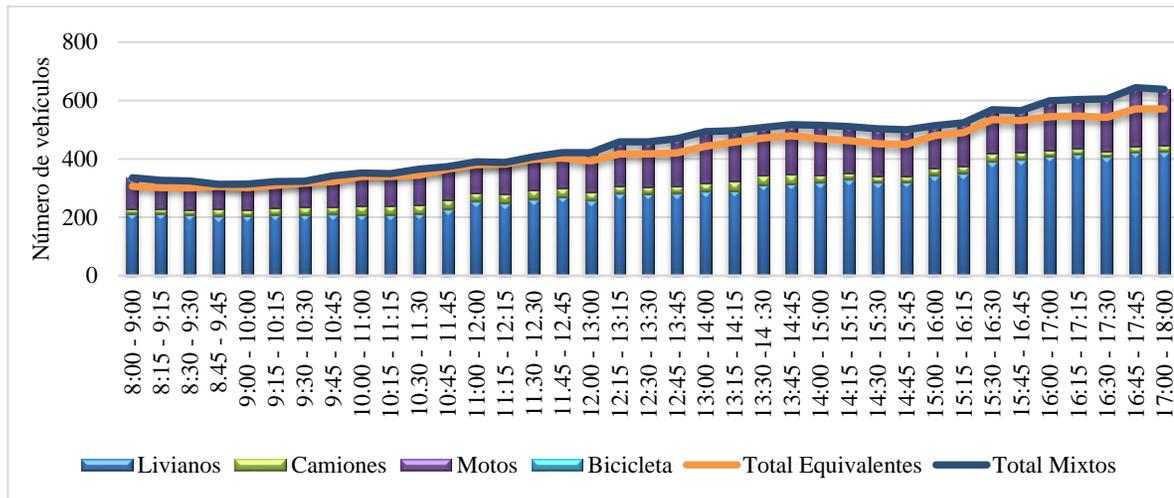
Tabla 18. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación E23, día típico.

HMD	Giro	Acceso	Livianos	Buses	Camiones	Motos	Total Mixtos
18:45 - 19:45	9(2)	Sur / Oriente	32	0	1	13	46
	6	Sur / Occidente	5	0	0	0	5
	4	Oriente / Occidente	70	0	4	57	131
	8	Oriente / Sur	23	0	2	21	46
	3	Occidente / Oriente	294	2	8	114	418
	9(3)	Occidente / Sur	2	0	0	0	2

Fuente: Elaboración propia (2022)

La HDM vehicular para el día atípico de la estación E23 se presenta entre las 16:45 a 17:45 alcanzando los 644 vehículos mixtos/hora, donde la diferencia con respecto al día típico no es muy relevante mostrando una dinámica en términos de movilidad constante. Para este día, los accesos más cargados provenientes del occidente y oriente de la zona (ver Figura 64 y Tabla 19)

Figura 64. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación E23, día atípico.



Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 19. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación E23, día atípico.

HMD	Giro	Acceso	Liviano	Buses	Camiones	Motos	Total Mixtos
16:45 - 17:45	9(2)	Sur / Oriente	21	0	2	11	34
	6	Sur / Occidente	8	0	1	2	11
	4	Oriente / Occidente	246	0	12	99	357
	8	Oriente / Sur	49	0	2	23	74
	3	Occidente / Oriente	99	0	2	66	167
	9(3)	Occidente / Sur	0	0	0	1	1

Fuente: Elaboración propia (2022)

Al igual que en los aforos peatonales también se hizo la revisión de los flujos vehiculares para lo cual se utilizó información de aforos del Plan de Monitoreo de la SDM. El comportamiento del flujo motorizado que circula por la Carrera 4 Este es el de mayor magnitud en la zona, seguido por el flujo que circula por la calle 39 Sur y Diagonal 39 Sur. Otro eje que sobresale con una afluencia vehicular considerable en la zona es la Carrera 2 Este al costado occidental de la futura estación intermedia. Esto se debe principalmente por la actividad comercial que tiene el corredor con respecto a los otros del AID y AII de Altamira, por las características de la vía y el paso de las rutas de transporte público, tal y como se detalló en la estación M2.

Como ocurrió con los aforos peatonales, los aforos vehiculares realizados mostraron que debido a la pandemia generada por la COVID-19 los patrones de viaje de modos motorizados se afectaron, provocando que el pico AM se haya aplanado, probablemente debido que un alto porcentaje de las personas se encuentra realizando teletrabajo y a la fecha de los aforos

muchos estudiantes aún continuaban en clases virtuales. Sin embargo, esto no significa que ese comportamiento se vaya a mantener, de ahí la importancia de hacer un ajuste de la información primaria para eliminar o disminuir el efecto producido por la pandemia.

Una vez realizado el respectivo análisis con información primaria de la distribución horaria de los viajes tanto de flujos no motorizados como flujos motorizados concurrentes en cada punto de considerado estratégico para el Estudio de Tránsito y Transporte de la Estación Intermedia, se considera de vital relevancia el proceso de ajuste de información primaria con información secundaria proveniente del plan de monitoreo de la SDM para aislar el efecto de la pandemia sobre la información recopilada y que fue usada en la conformación, validación y calibración de los modelos de microsimulación. Se utilizó un punto del Plan de Monitoreo que estaba cerca de los puntos de toma de información, lo cual permitió hacer un ajuste muy preciso de las condiciones sin COVID-19.

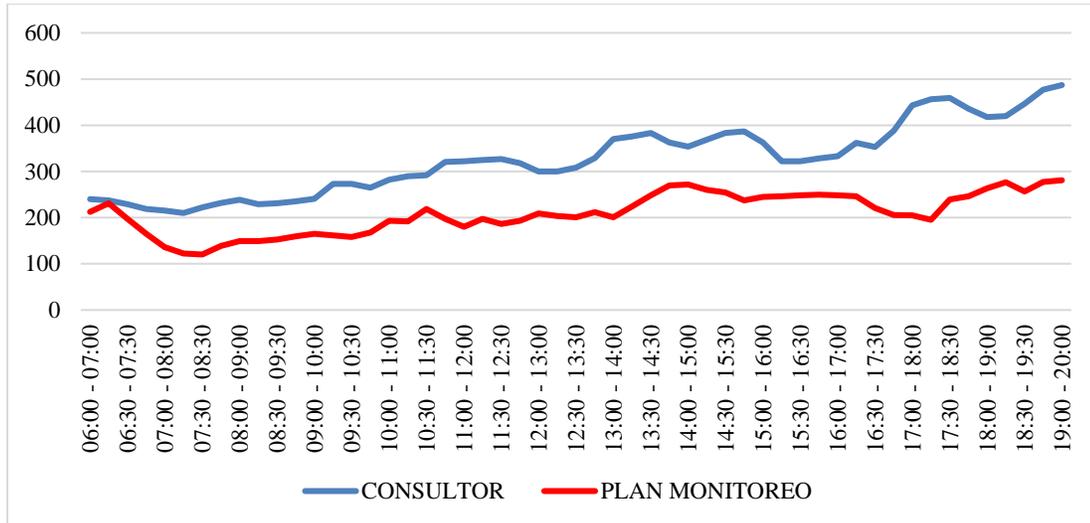
En primer lugar, los aforos de las estaciones del Plan de Monitoreo correspondían a datos del 2016 y 2018, por lo cual fue necesario proyectarlos al año 2021 utilizando las tasas de crecimiento modal con que cuenta la Secretaría Distrital de Movilidad y la EODH-2019.

A continuación, se muestran el detalle del análisis por modo para la estación M3 en el día típico y los resultados para la otra estación se presentan a modo de resumen.

Para los autos del punto M2 en el día típico en la Figura 65 se muestra la comparación entre los datos tomados por el consultor y los datos del Plan de Monitoreo para el año 2021, donde se ve claramente que el pico de la mañana está ausente en los datos aforados, por lo tanto, se estimó un factor de mayoración con los aforos del plan de monitoreo 2021 y se les aplicó a los aforos del consultor en el periodo comprendido entre las 6 AM a 8 AM. El factor obtenido, permitió reconstruir la distribución horaria de autos en la estación M3 (Figura 66). Los datos horarios después de las 8 AM corresponden a los datos tomados por el consultor sin ningún tipo de ajuste ya que como se observa en la Figura 65 estos están por encima de los obtenidos en el aforo del Plan de Monitoreo.

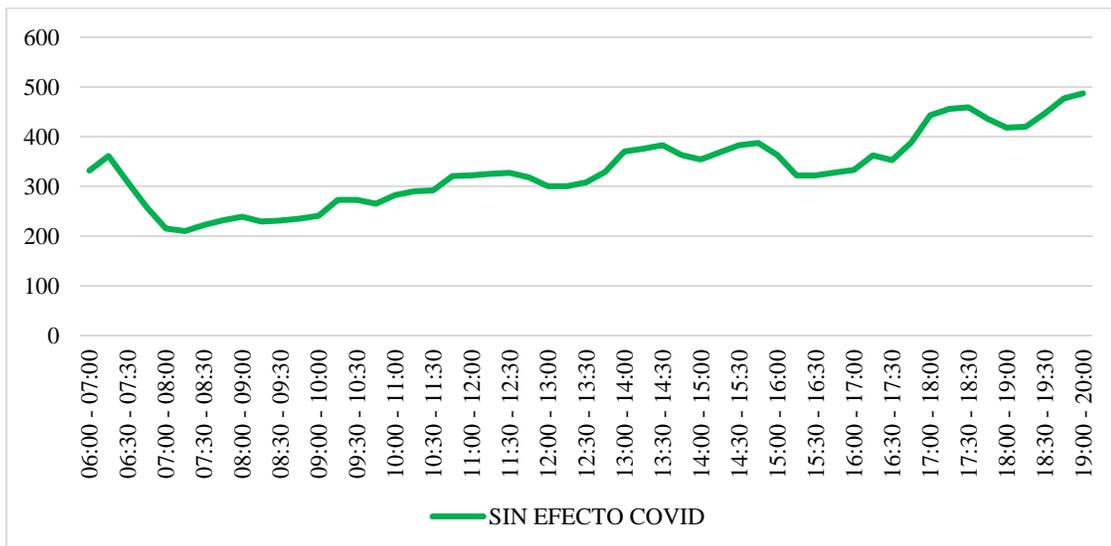
Los aforos realizados por el equipo consultor muestran que el comportamiento en el pico de la tarde es mayor al de la mañana incluso después que este último ha sido desafectado por lo que se ha llamado efecto COVID-19. Por lo tanto, el pico de la tarde parece como el más cargado dentro de los análisis que son presentados en este estudio, sin embargo, cabe aclarar que dentro del proceso de análisis y establecimiento de medidas se tuvo en cuenta tanto el pico de la mañana y tarde del día típico, como el pico de fin de semana.

Figura 65. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria autos – M2



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 66. Curva horaria autos estación M2 sin efecto COVID-19

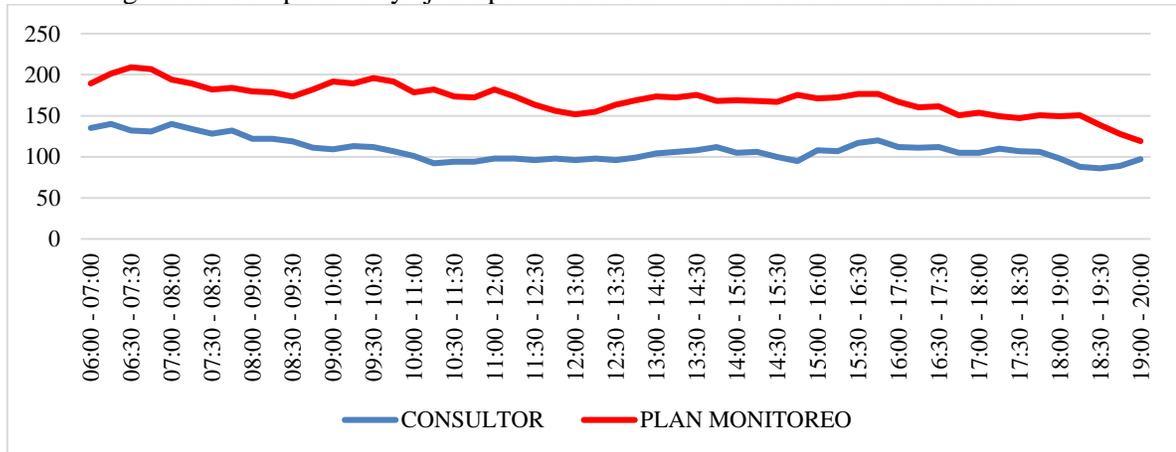


Fuente: Elaboración propia (2022)

En la Figura 67 se muestra el análisis hecho para los buses de la estación de aforo M2. Se observa que los datos tomados por el consultor siempre son menores que los datos del Plan de Monitoreo para el 2021, lo cual muestra que, a diferencia de los automóviles, los buses aún están afectados considerablemente por la pandemia del COVID-19, lo cual resulta lógico debido a que aún existen restricciones de capacidad y de frecuencias en algunas rutas debido a las medidas de distanciamiento social que aún están establecidas por parte del gobierno

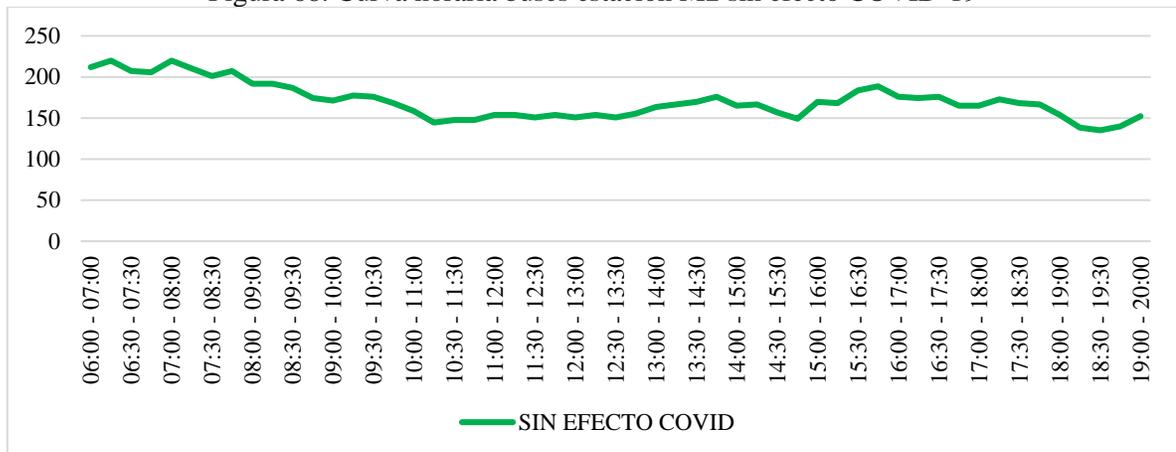
nacional y local. El factor de ajuste estimado para los buses fue de 1,57, con el cual se reconstruyó el histograma horario para los buses.

Figura 67. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria buses – M2



Fuente: Elaboración propia (2022)

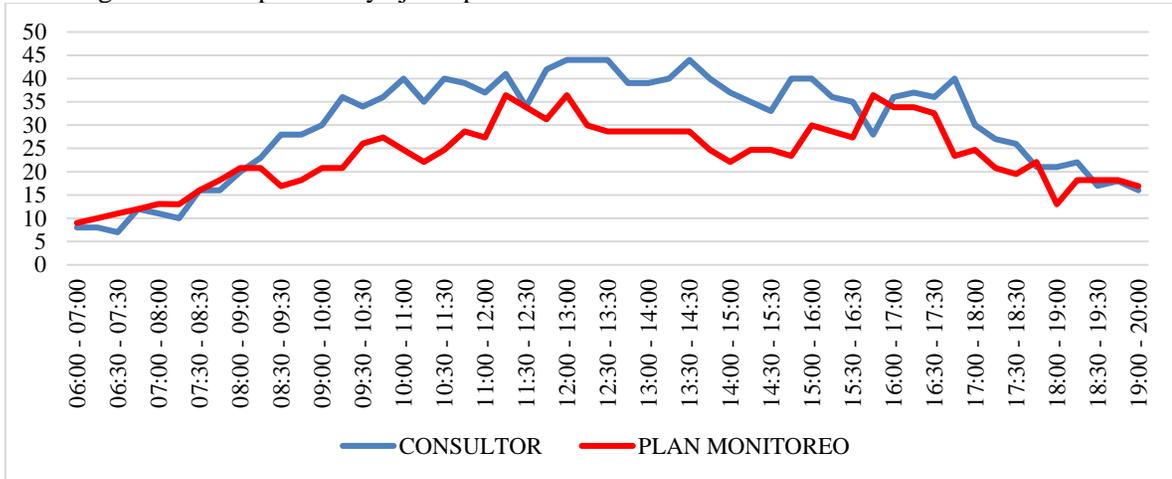
Figura 68. Curva horaria buses estación M2 sin efecto COVID-19



Fuente: Elaboración propia (2022)

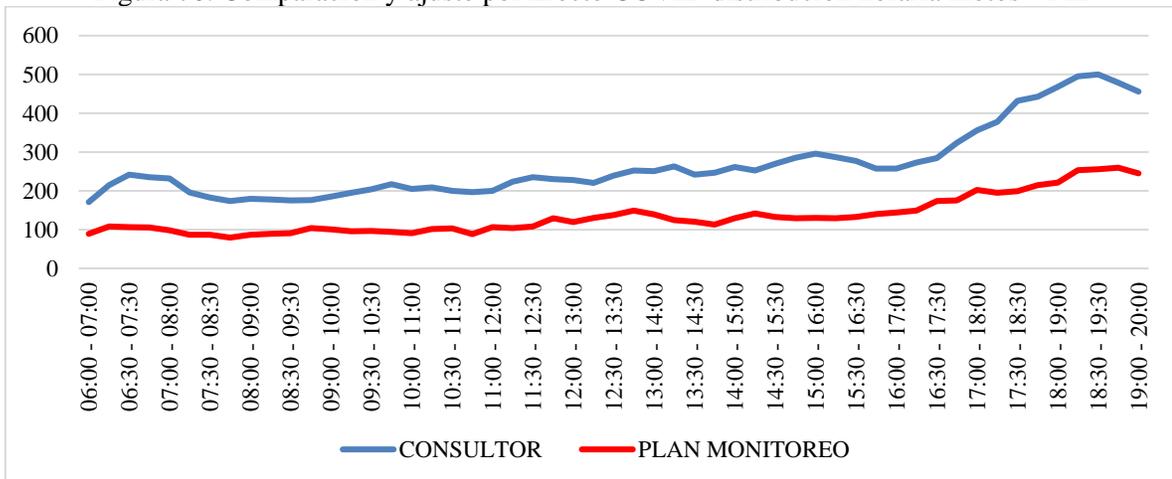
En la Figura 69 se muestra el análisis hecho para los camiones de la estación de aforo M2. Se observa que los datos tomados por el consultor en su gran mayoría están por encima de los datos del Plan de Monitoreo para el 2021, lo cual muestra que, la recuperación de este modo ha sido mucho más rápida y se puede afirmar que el impacto actual de la pandemia del COVID-19 es casi despreciable. Por lo cual los datos tomados por el consultor se tomaron en su estado original sin aplicar ningún tipo de factor de ajuste, salvo en periodos muy específicos.

Figura 69. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria camiones – M2



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 70. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria motos – M2

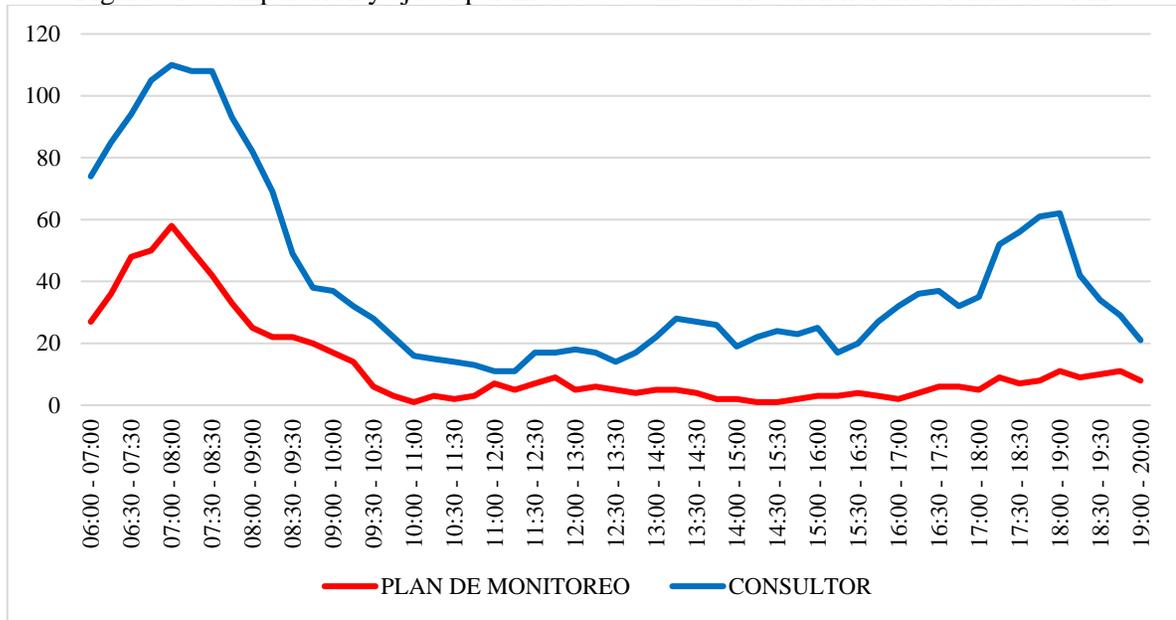


Fuente: Elaboración propia (2022)

En la Figura 70 se muestra el análisis hecho para las motos de la estación de aforo M2. Se observa que los datos tomados por el consultor siempre están por encima de los datos del Plan de Monitoreo para el 2021, lo cual muestra que, la recuperación de este modo ya está en su totalidad y al igual que los camiones se puede afirmar que el impacto actual de la pandemia del COVID-19 es despreciable. Por lo cual los datos tomados por el consultor se tomaron en su estado original sin aplicar ningún tipo de factor de ajuste.

Para las bicicletas no se presenta ningún tipo de efecto, por el contrario, los datos tomados por el Consultor muestran dos picos bien marcados (ver Figura 71).

Figura 71. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria bicicletas – M2

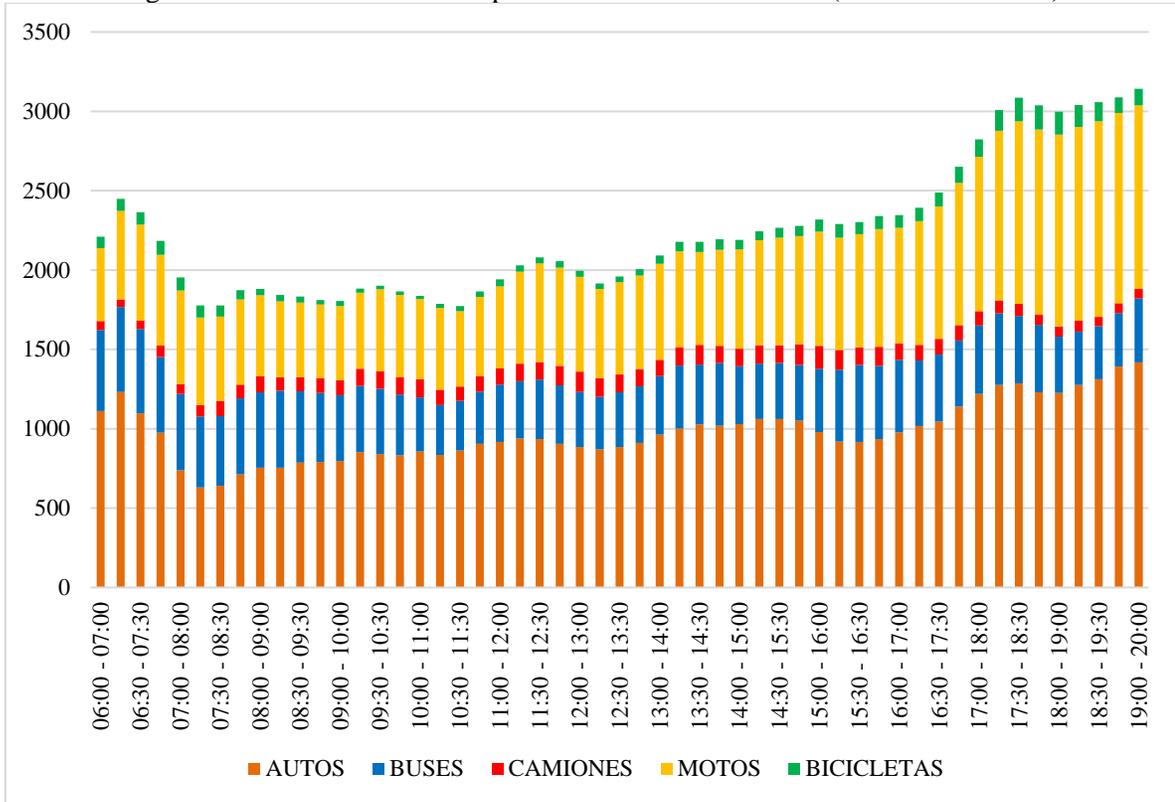


Fuente: Elaboración propia (2022)

Una vez hecho los ajustes por cada modo se presenta a continuación la distribución resultante por modo para el sector de La Victoria en su totalidad (ver Figura 72).

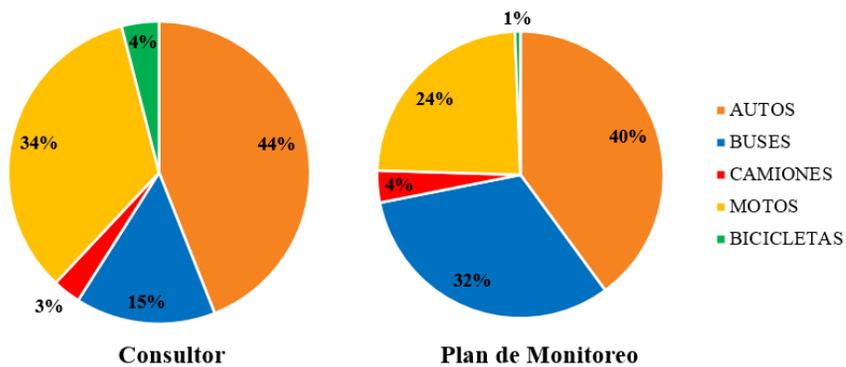
Otro hallazgo importante obtenido del análisis comparativo entre datos del Plan de Monitoreo y los aforos realizados por el consultor se relaciona con la partición modal. La partición modal de los aforos 2021 muestran una presencia considerable de motos y una disminución en la participación de los buses, lo cual contrasta con la partición modal de los aforos del Plan de Monitoreo donde la presencia de otros es menor y sobresale una mayor presencia de buses (ver Figura 73). Esto sin duda muestra como en la localidad se ha incrementado el uso de modos motorizados de transporte individual por encima de modos más sostenibles como el transporte público. El efecto positivo que se encuentra en dicho análisis es que el porcentaje de participación de la bicicleta ha crecido, sin embargo, no deja de preocupar el alto porcentaje de motos.

Figura 72. Distribución horaria por modo sector La Victoria (sin efecto COVID)



Fuente: Elaboración propia (2022)

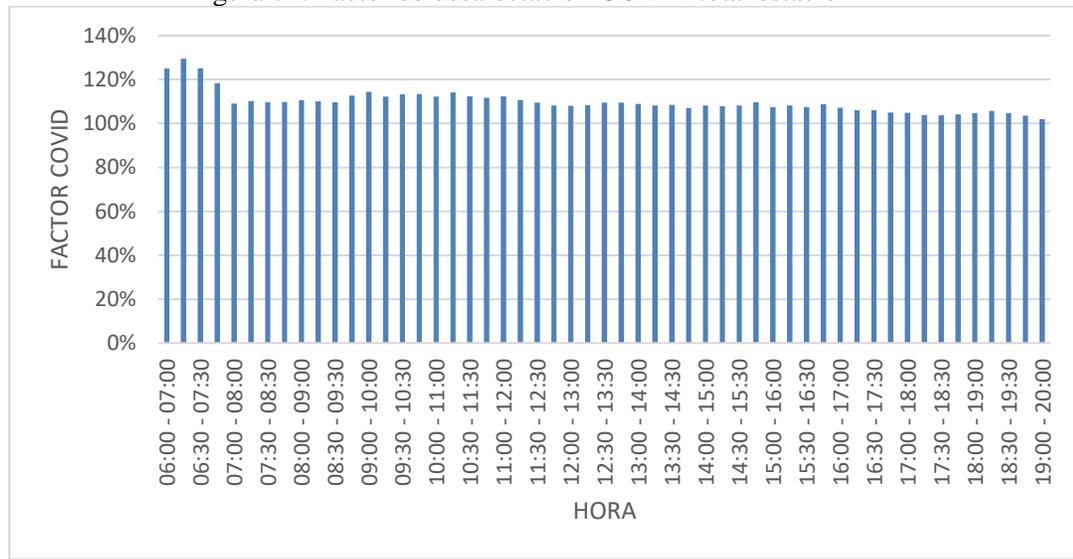
Figura 73. Comparación participación modal aforos 2021 vs aforos Plan de Monitoreo 2021



Fuente: Elaboración propia (2022)

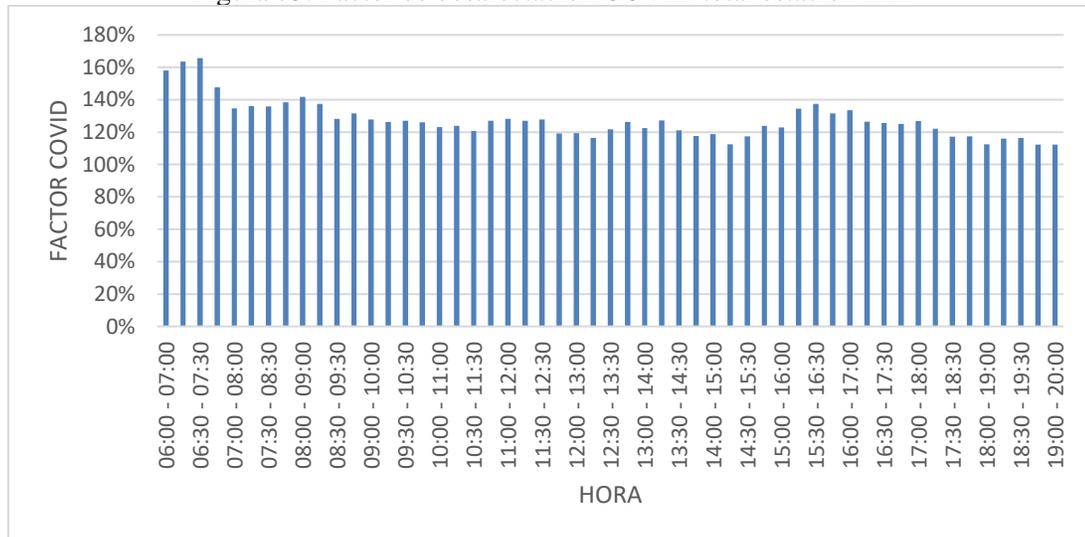
A continuación, se presenta el factor COVID utilizado para desafectar la información capturada por el Consultor a nivel del tráfico total de cada estación.

Figura 74. Factor de desafectación COVID total estación M2



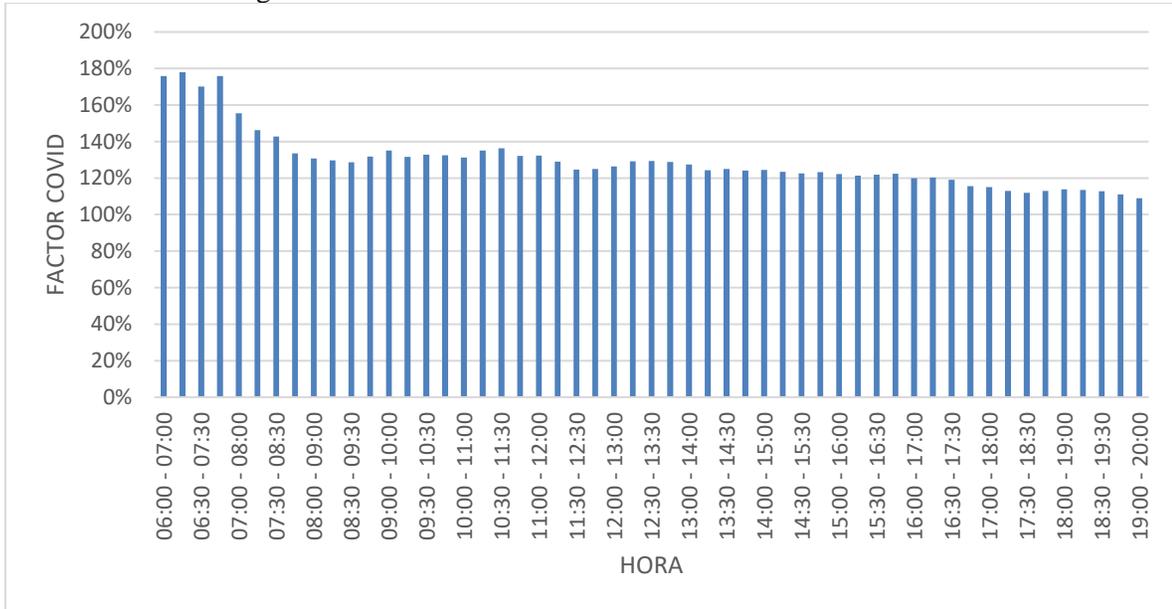
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 75. Factor de desafectación COVID total estación E21



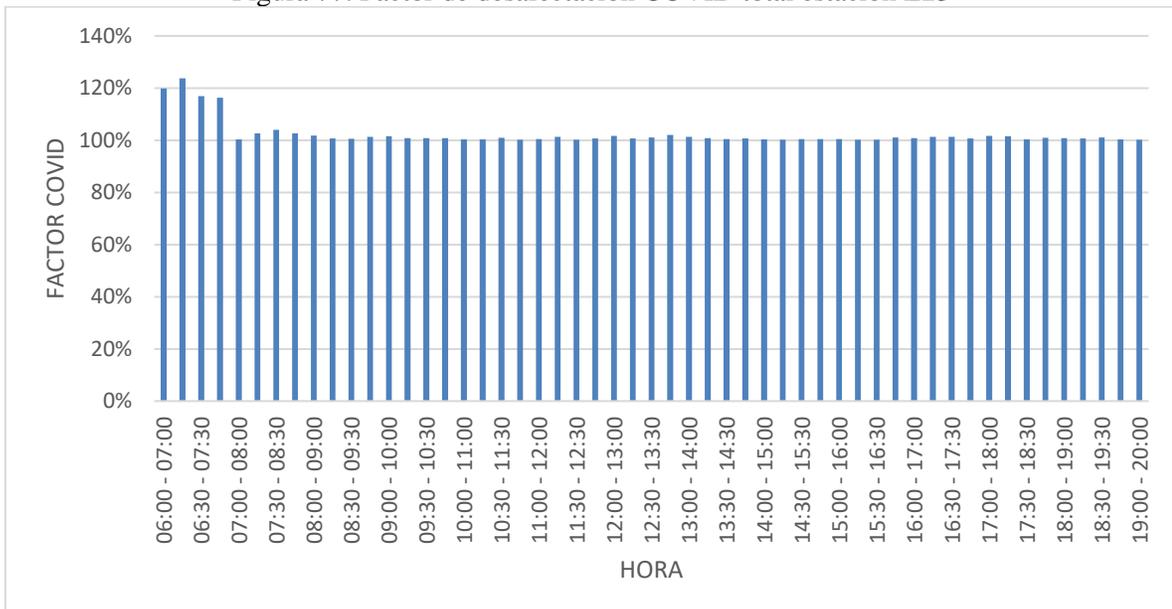
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 76. Factor de desinfectación COVID total estación E22



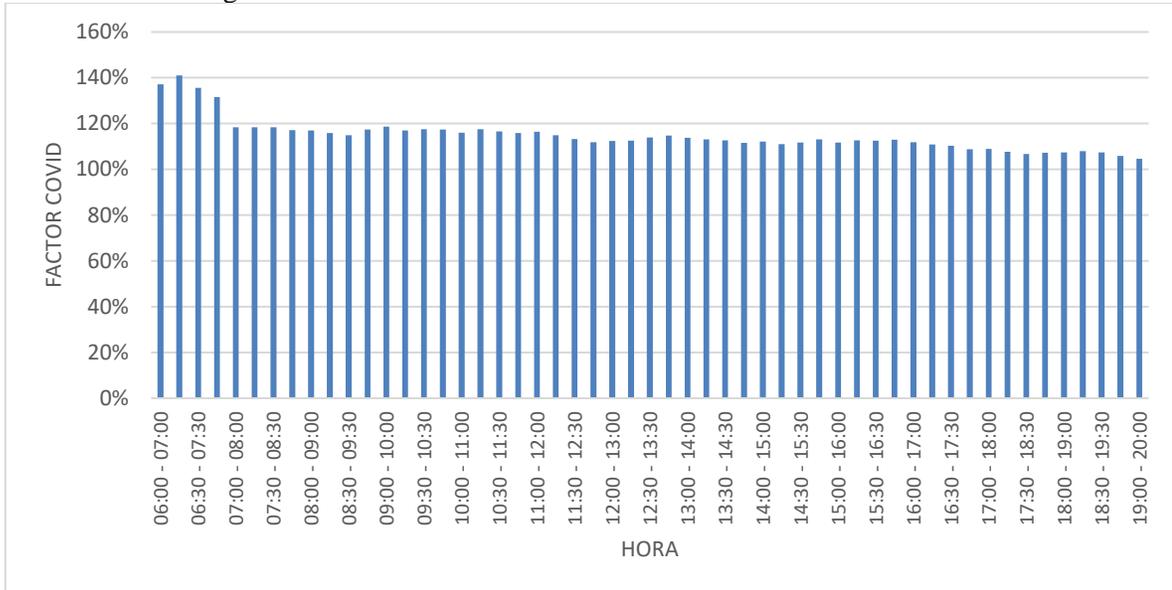
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 77. Factor de desinfectación COVID total estación E23



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 78. Factor de desafectación COVID total Sector La Victoria

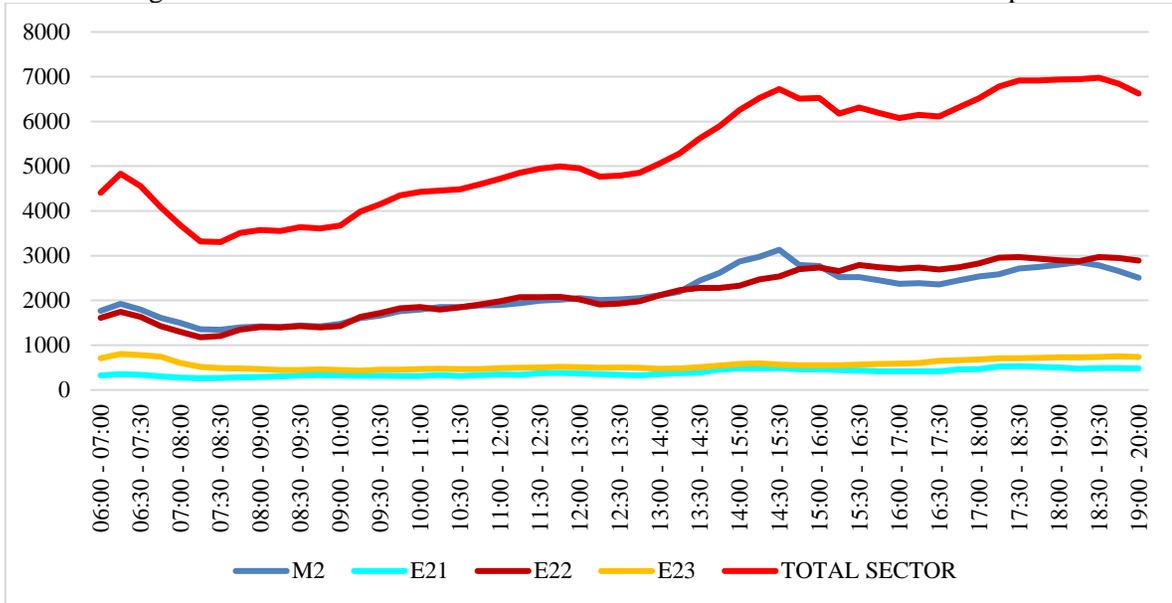


Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se aprecia en la figura anterior, la desafectación del COVID se centralizó principalmente en horas de la mañana, antes de las 8:30 a.m., debido a la desaparición del pico AM por efecto de la pandemia. El resto del día, el factor estuvo alrededor de 105%.

Una vez se realizó el proceso de ajuste de los aforos 2021 por Efecto COVID-19 se procedió a estimar las horas pico de análisis para la zona de influencia directa de la estación intermedia, como se aprecia en la siguiente figura.

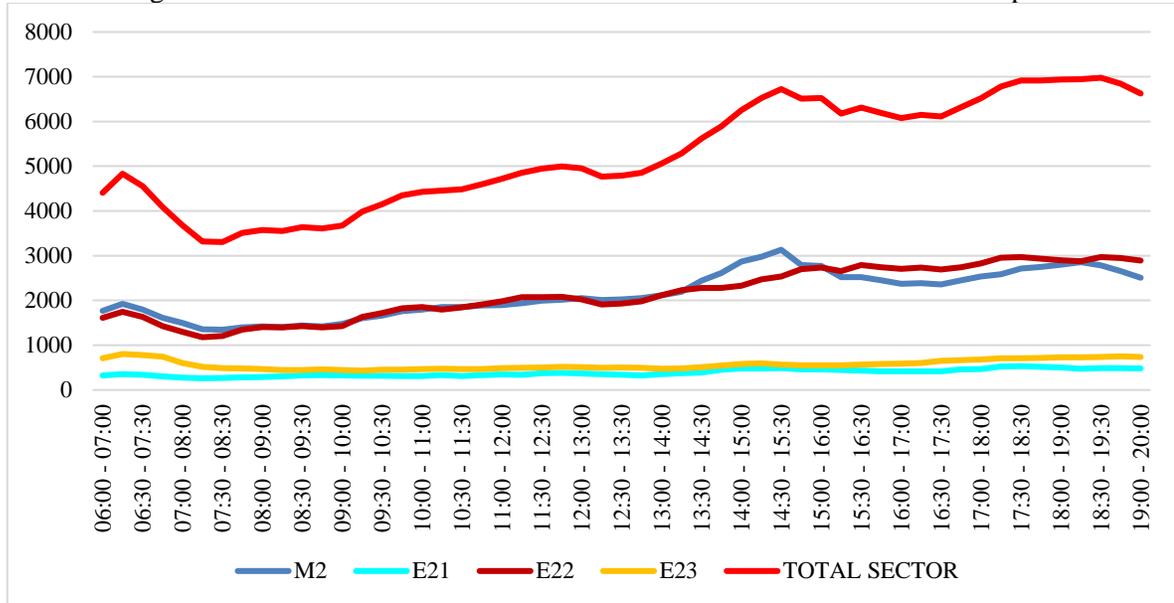
Figura 79. Horas de máxima demanda en la zona de influencia directa día típico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Para obtener las horas de máxima demanda para todo el sector se hizo una agregación de los datos de más estaciones de conteo y se generó el histograma total para el día típico y para el día atípico, con lo cual se pudo definir las horas de análisis que se usarían en los modelos de microsimulación. Es así como se obtiene que la HMD en el día típico corresponde a las 6:15 – 7:15 y 18:30 – 19:30 y para el día atípico esta se da entre las 17:45 – 18:45.

Figura 80. Hora de máxima demanda en la zona de influencia directa día atípico



Fuente: Elaboración propia (2022)

➤ *Conclusión acerca del diagnóstico de la zona de estudio*

Los análisis presentados en este capítulo dejan ver que las condiciones físicas actuales de la infraestructura peatonal y vehicular en el AID de la futura Estación Intermedia a nivel de anchos efectivos son adecuadas, sin embargo, las condiciones de continuidad de la infraestructura peatonal no son las mejores en la zona, debido a las pendientes considerables en la zona y la presencia de rampas y escaleras de accesos a predios y en otros casos andenes en mal estado con desniveles considerables y obstáculos. La infraestructura vial alrededor de la manzana donde se ubicará la estación es bidireccional provocando que en las intersecciones se permitan todos los movimientos (excepto en U), lo cual es un factor negativo para los flujos peatonales.

La revisión de la información primaria de aforos no mostraba picos marcados en la jornada de la mañana lo cual resultaba extraño para la zona. Por lo tanto, fue necesario hacer una comparación con la información del Plan de Monitoreo de la SDM, con lo cual se pudo constatar un aplanamiento de dicho pico en la información tomada por el consultor. Dicho comportamiento puede ser explicado por el efecto de la pandemia sobre los flujos motorizados y no motorizados en la mañana ya que para las fechas en que se realizaron los aforos muchos colegios y universidades aún estaban en clases virtuales y un porcentaje considerable de los trabajadores aún continúan en la modalidad de teletrabajo. Por lo tanto, fue necesario hacer un ajuste de los datos mediante la determinación de un factor de expansión de los datos primarios a partir de la información del Plan de Monitoreo. Dicho

ajuste permitió reconstruir el pico de la mañana en los aforos y de esta forma se obtuvo un comportamiento más típico de la zona para el 2021.

Con base en el ajuste mencionado anteriormente, a nivel operativo se identificaron dos picos en la zona para el día típico. Dichos picos corresponden a las horas de 6:15 – 7:15 en la mañana y 18:30 – 19:30 en la tarde-noche. Para el día atípico de fin de semana el pico se identificó entre las 17:45 – 18:45. Además dentro de la caracterización de flujos vehiculares en las horas de máxima demanda se identificó que la Carrera 4 Este y la Diagonal 39 Sur son los ejes viales que más se cargan durante la hora de máxima demanda y además por estos ejes viales circulan todas las rutas de transporte público del sector. Otros ejes que sobresalen son la Carrera 2 Este y la Calle 40 Sur y Calle 41 Sur, debido a que por allí circulan las rutas del SITP y además estas dos últimas son vías de pendiente considerable y muy usadas por los peatones para desplazarse en el sentido oriente occidente, dado que los andenes son discontinuos muchos peatones usan la vía para caminar.

Adicionalmente se identificó infraestructura de regulación y control como señalización vertical y horizontal, que en su gran mayoría necesita mantenimiento, especialmente la señalización horizontal. La cobertura de rutas de alimentadoras y del sistema SITP Provisional y Concesionado es bastante amplia en la zona. Además, el análisis de validaciones deja ver una concentración de pasajeros considerable que usan los servicios del SITP en paraderos ubicados sobre la Carrera 4 este Este y sobre la Carrera 3 Este. Asimismo, la revisión del transporte informal en la zona, muestra que este no tiene una presencia considerable en la zona, debido principalmente a que un alto porcentaje de los viajes desde y hacia las partes altas de la localidad están cubiertos por el sistema alimentador o por las rutas del SITP y no implica un costo adicional de los usuarios, como si podría generarse al usar el transporte informal.

La siniestralidad en la zona es variable, ya que hay varias intersecciones con registros de siniestros. Sin embargo, aquellas intersecciones con siniestros con atropello se concentran sobre la Carrera 3c Este, Carrera 4 Este y Diagonal 39 Sur. Este resultado va de la mano con las recomendaciones de mejoramiento de la señalización existente y mejoramiento de los sistemas de regulación de velocidad, así como la posibilidad de intervenir y modificar sentidos viales de algunas vías, buscando que algunos ejes viales específicos sean unidireccionales con sistemas de regulación tipo semáforo.

En el siguiente capítulo se hará un análisis utilizando herramientas de microsimulación que permitirá estimar lo NDS actuales y proyectados de la infraestructura peatonal y vehicular existente, con lo cual se podrá corroborar las afirmaciones acerca de la buena calidad y adecuadas condiciones de capacidad de la infraestructura existente alrededor de la estación de retorno.

9.3 ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN EL ÁREA

De acuerdo con la información suministrada por la Secretaría Distrital de Movilidad – SDM por medio de la plataforma SIMUR, relacionada con siniestralidad, se cuenta con un registro de información de accidentes de tránsito reportados desde el año 2007 al año 2021 (octubre), en donde se analiza el comportamiento histórico de accidentalidad dentro del área de influencia de la estación.

Teniendo en cuenta la localización de la futura estación intermedia, la concentración y ubicación de los accidentes, se definió un área de influencia para el análisis de accidentalidad que coincidente con el área de influencia directa de la estación, tal como se muestra en la Figura 81.

Figura 81. Registros siniestralidad en el área de influencia directa e indirecta

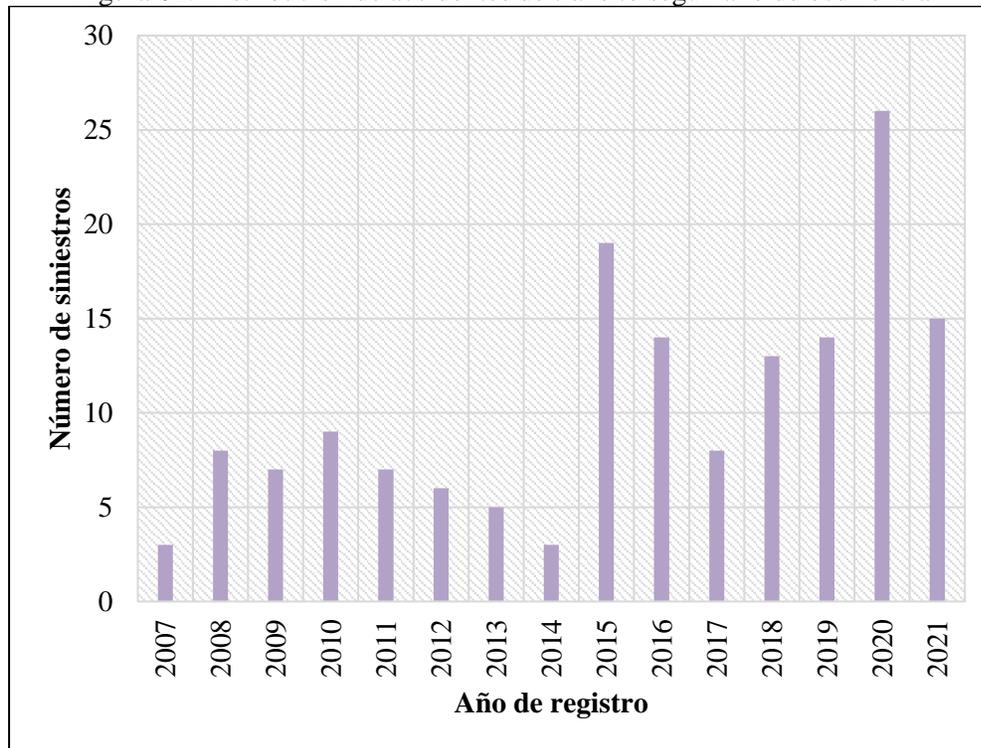


Fuente: Elaboración propia a partir de información de SDM (2022)

De los accidentes presentados en el periodo de la información suministrada y área de influencia definida se tiene un total de 157 siniestros, ocupando en primer lugar en los últimos quince (15) años el 2020 con un total de 26 eventos presentados, seguidos por el 2015 con

19 eventos presentados en el área de influencia, tal como se puede evidenciar en la Figura 82 donde se muestra los siniestros en el periodo entre 2015 a 2021, periodo en el que se concentra el 69% del total de registros del periodo de análisis de información de 15 años:

Figura 82. Distribución de accidentes de tránsito según año de ocurrencia

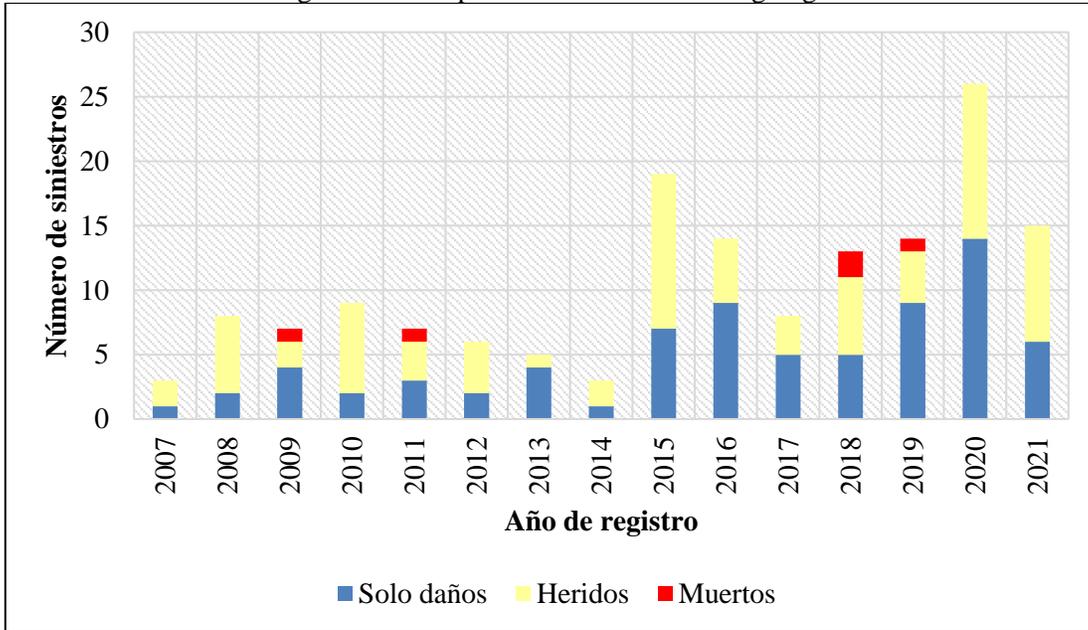


Fuente: Elaboración propia a partir de información de SDM (2022)

Según la gravedad de los accidentes en el periodo informado, se evidenció que el gran número de siniestros presenta heridos representados en un 50% del total de los eventos, seguido se encuentran los siniestros que sólo presentan daños materiales con una participación del 47% y, finalmente, los accidentes con víctimas fatales que corresponden a un 3% del total de accidentes registrados, tal que a lo largo de los últimos quince (15) años se tiene un total de 5 fallecidos en la zona de estudio, tal como se muestra en la Figura 83.

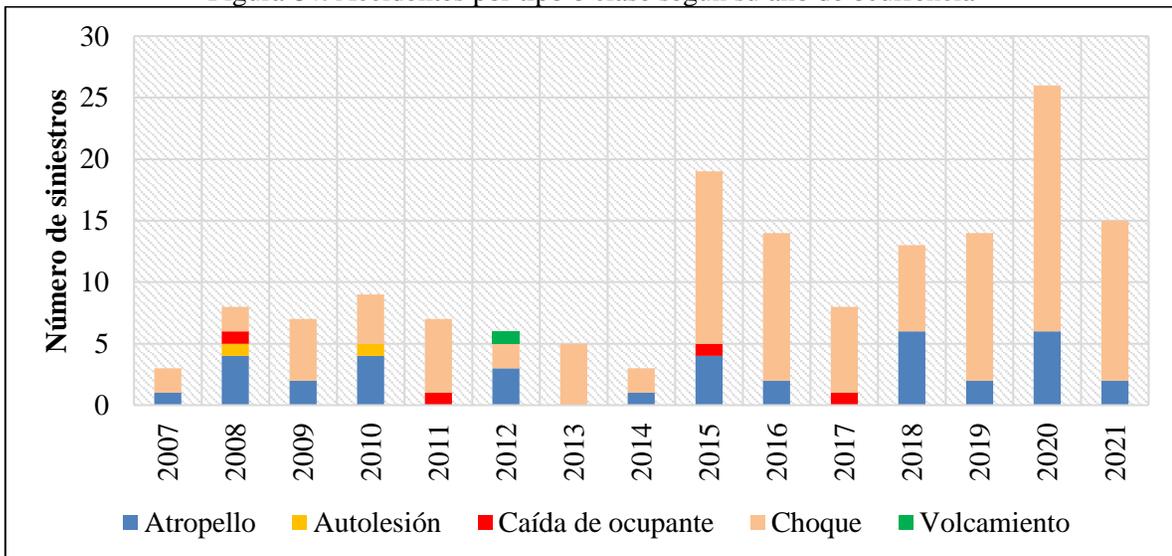
De esta manera otro de los elementos a considerar es el tipo o clase de los siniestros presentados como se muestra en la Figura 84, los choques tienen un alto número de eventos con un total de 113 (72%), seguido por atropello con 37 (24%) y a su vez entre las clases de menores eventos presentados se encuentran en orden: caída de ocupante (4), autolesión (2) y finalmente volcamiento (1).

Figura 83. Composición de accidentes según gravedad



Fuente: Elaboración propia a partir de información de SDM (2022)

Figura 84. Accidentes por tipo o clase según su año de ocurrencia



Fuente: Elaboración propia a partir de información de SDM (2022)

En términos de siniestros equivalentes y aplicando la ecuación (1) se obtiene la cantidad por año.

$$SE = (NM * 13.4) + (NH * 2.0) + SD \quad (1)$$

Dónde:

NM: Número de siniestros viales con muertos.

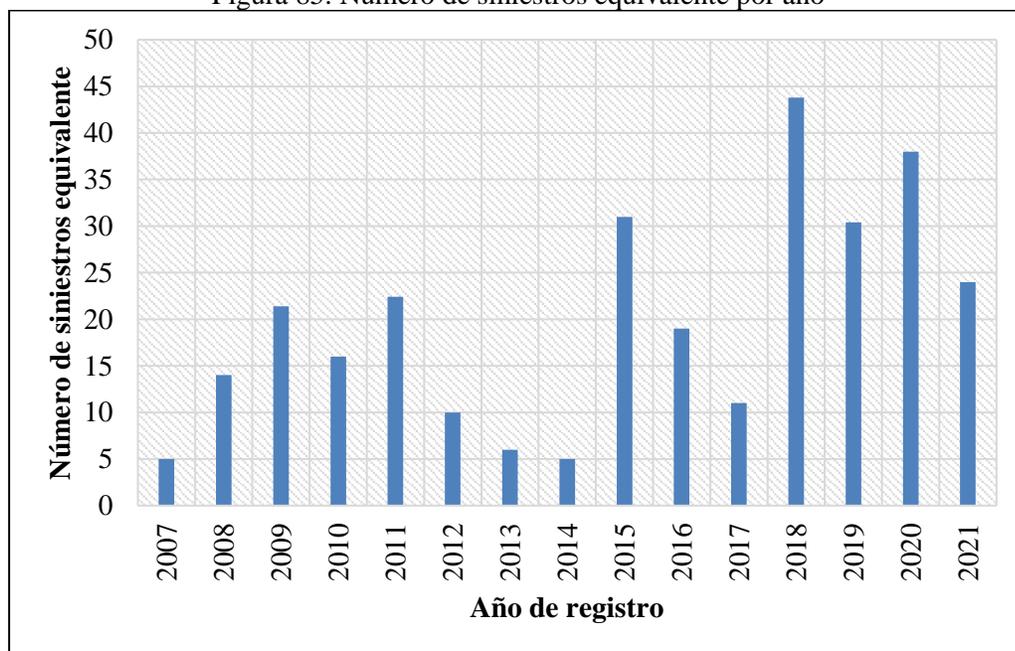
NH: Número de siniestros viales con heridos.

SD: Número de siniestros viales con solo daños.

SE: Número de siniestros viales equivalentes

Por lo tanto, se obtiene para cada año de registro la siguiente cantidad de siniestros.

Figura 85. Número de siniestros equivalente por año



Fuente: Elaboración propia a partir de información de SDM (2022)

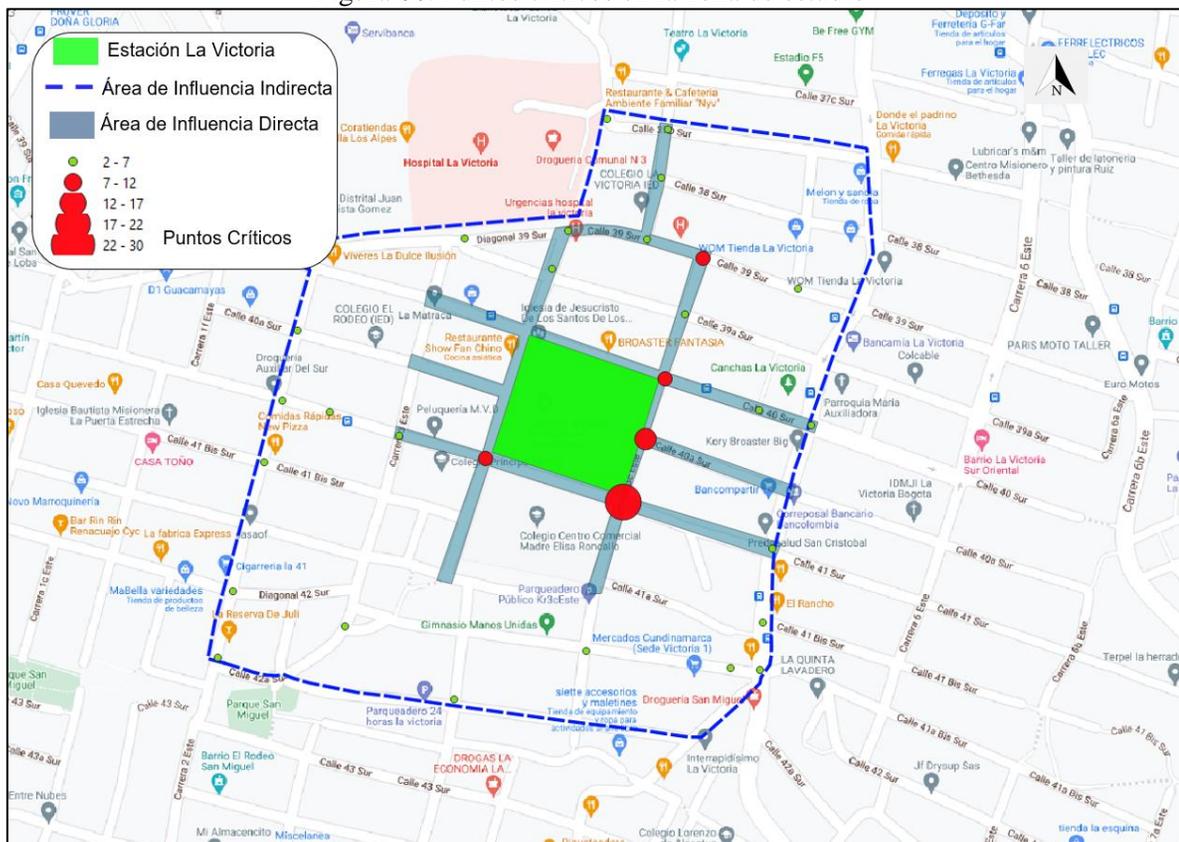
El análisis anterior muestra que el año 2018 resulta el de mayor número de siniestros equivalentes, dado que es el año con mayor registro de fallecidos (2), seguido por el año 2020 que corresponde al año de mayor número de siniestros con daños y con heridos.

Con el fin de realizar un análisis de siniestros para la información del último año típico de registro por clase de accidentes, gravedad y mes, se tomaron datos del 2019 dado que no se consideró adecuado hacer un análisis del año 2020 (que es el de mayor registro) debido a la particularidad de dicho año por la pandemia de la COVID-19, y tampoco se decidió tomar el registro de 2021 ya que la información se encuentra hasta octubre de dicho año. Por tanto, conforme con la información reportada para este año la clase de accidentes que más reincide y sobresale en la gravedad de accidentes, tanto para accidentes con heridos, muertos y solo daños, es la clase de accidente tipo “Choque” con el 93% y en segundo lugar están los atropellamientos (7%). Para este año el mes de mayor concentración de siniestros fue mayo y diciembre.

Al revisar el año 2020, que como se mencionó anteriormente fue el año de mayores siniestros registrados, se obtiene que el 73% fueron choques y el porcentaje restante atropellos, siendo los meses de octubre y diciembre los de mayores registros.

Para los estudios de siniestralidad vial, determinando los puntos críticos de sector de estudio se usó la herramienta “Hot Spot Analysis” teniendo en cuenta que se emplean las funciones de *I* de Morán de y Getis – Ord GI* (Moons et al., 2009⁵), agrupando los siniestros de acuerdo al factor de equivalencia (ver ecuación 1) en el que de acuerdo al nivel de gravedad se asigna un valor: para el caso de fallecidos se emplea el factor de 13,4, mientras que accidentes con heridos y sólo daños se ponderan con factores de 2,0 y 1, respectivamente. A continuación, en la Figura 86 se puede observar la localización de los puntos críticos para la zona de influencia directa de la estación.

Figura 86. Puntos críticos en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de información de SDM (2022)

⁵ Moons, E., Brijs, T., and Wets, G. (2009). "Identifying Hazardous Road Locations: Hot Spots versus Hot Zones." *Transactions on Computational Science VI*, 288-300

Al ubicar los equipamientos dentro de la zona de análisis podemos evidenciar que los puntos con mayor frecuencia se sitúan cerca a instituciones educativas como se puede observar en la Figura 87, para mayor exactitud estos puntos de mayor presencia de accidentes se ubican en las siguientes intersecciones, donde se plantea la instalación de dispositivos de pacificación del tránsito y generación de pasos seguros a peatones:

- Carrera 3a Este con Calle 41 Sur
- Carrera 3c Este con Calle 41 Sur
- Carrera 3c Este con Calle 40a Sur
- Carrera 3c Este con Calle 40 Sur
- Carrera 3c Este con Calle 39 Sur

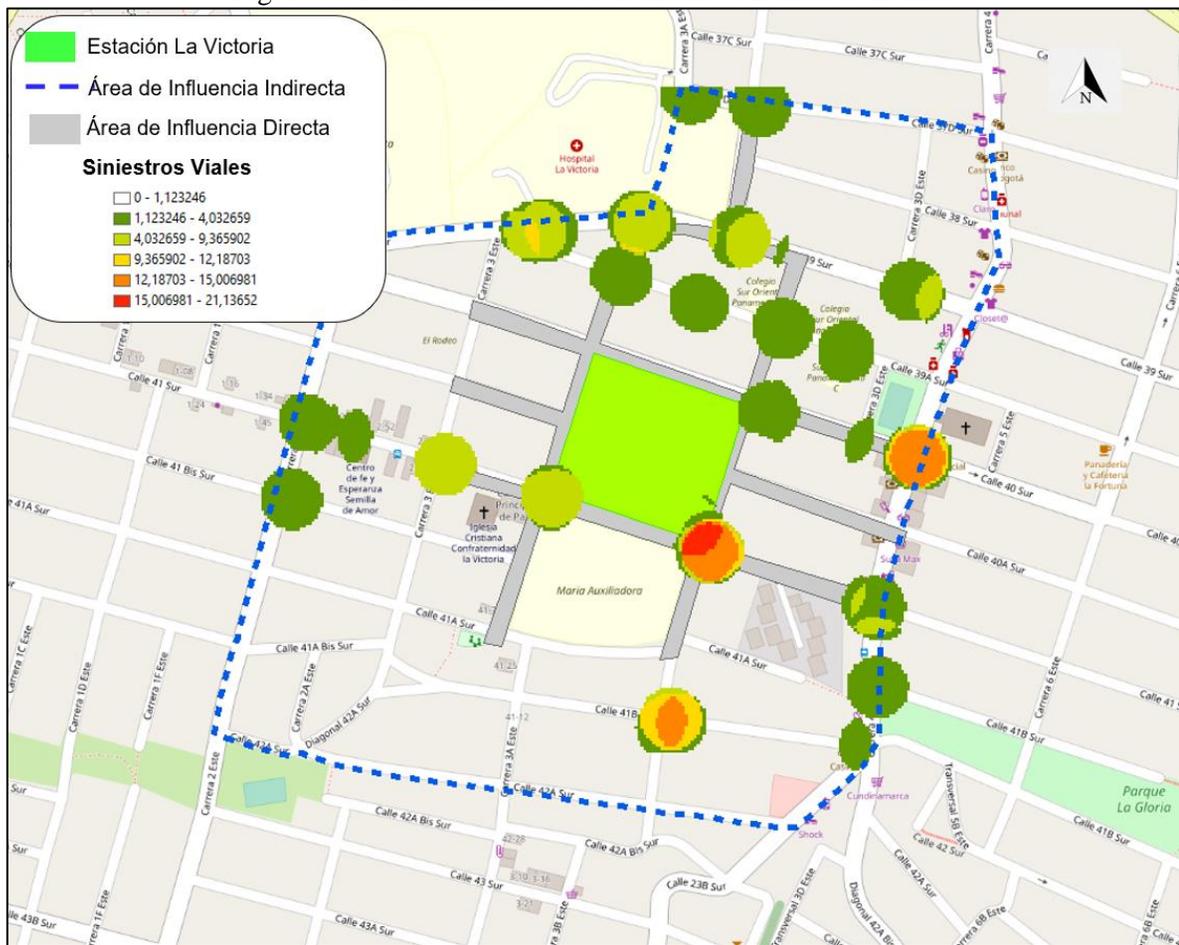
Figura 87. Puntos de mayor frecuencia de siniestro con localización de equipamientos



Fuente: Elaboración propia (2022)

Adicionalmente, para evaluar su densidad se usa la función de densidad de “Kernel” (Flahaut, 2003⁶). Por medio de la herramienta en ArcGIS de análisis espacial “Kernel Density” se evidencian los puntos de concentración de siniestros, expresado aproximadamente en siniestro por intersección, tal como se evidencia en la Figura 88, cabe mencionar que los “Kernel” presentados a continuación corresponden al intervalo del año 2007 al 2021 con una cantidad de siniestros que varían de cero hasta 21 por intersección en un periodo de 15 años.

Figura 88. Puntos críticos de accidentalidad Densidad Kernel



Fuente: Elaboración propia (2022)

Los análisis de siniestralidad mostrados anteriormente dejan ver que los puntos críticos identificados quedan cubiertos dentro de la zona de influencia directa que será objetivo del diseño de la presente Consultoría.

⁶ Flahaut, B., Mouchart, M., Martin, E. S., and Thomas, I. (2003). "The local spatial autocorrelation and the kernel method for identifying black zones: A comparative approach." *Accident Analysis & Prevention*, 35(6), 991-1004

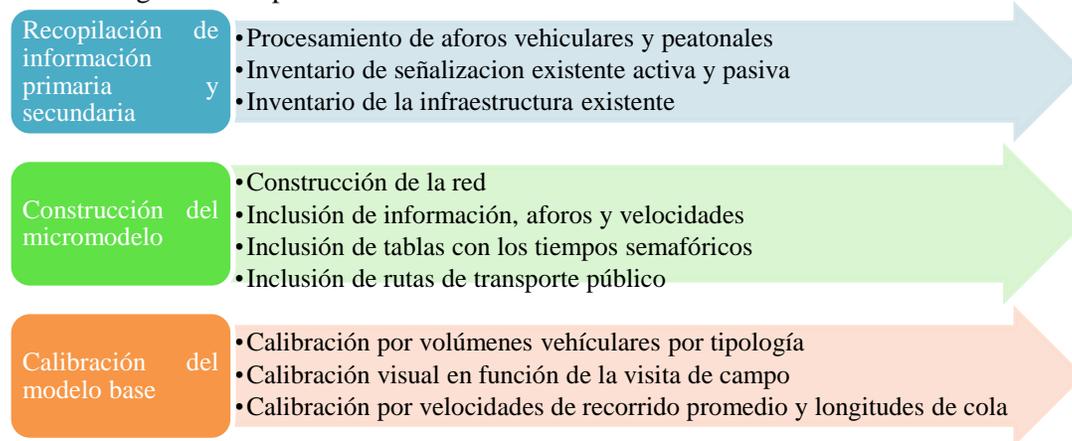
10 REPRESENTACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL SIN PROYECTO

Como parte de los análisis sobre los potenciales impactos que puedan ser generados por la implantación y puesta en operación de la Estación Intermedia en La Victoria en el área de influencia directa e indirecta, se hizo necesario evaluar las condiciones operacionales actuales (sin proyecto) por medio de la construcción y calibración de un modelo de microsimulación del tráfico que permitiera representar la situación base, a partir de toda la información recopilada y la caracterización de la zona, adelantadas en fases anteriores.

El enfoque de estos análisis se centró en las afectaciones generales para el tráfico mixto (dentro del área de influencia indirecta) y la evaluación asociada a la interacción entre los diferentes modos incluyendo usuarios de bicicleta y peatones (dentro del área de influencia directa), identificando aquellos puntos de alto conflicto, con lo que se pudo establecer propuestas de mitigación para la situación futura con proyecto e intervenciones que se presenta en secciones posteriores de este documento.

A nivel general, se realizó un análisis de las condiciones actuales para el área de estudio midiendo las demoras promedio por tipo de actor y los tiempos empleados para su recorrido dentro de las intersecciones; estos resultados se resumieron en los niveles de servicio para flujos motorizados dentro del área de influencia directa. Esta evaluación, se efectuó en un escenario que se denominó “situación actual, sin proyecto”, tomando como base el año 2021. Se representaron los periodos más críticos, periodo pico AM y PM del día típico (6:15 – 7:15 en la mañana y 18:30 – 19:30 en la tarde-noche) y el mayor pico del día atípico (17:45 – 18:45). En la Figura 89 se presenta el procedimiento llevado a cabo para la elaboración, validación y calibración del modelo de microsimulación.

Figura 89. Representación de la situación actual en el modelo de microsimulación



Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se presentó en la figura anterior, la construcción y el montaje de la red vial de la situación actual, mediante la microsimulación en el software PTV VISSIM, se realizó a partir del ingreso de los datos recolectados a través de información primaria y secundaria, tales como sentidos viales, ancho y cantidad de calzadas y carriles, longitud de tramos de vías, secciones transversales, geometría de los elementos viales, andenes, pasos peatonales, paraderos de transporte público, señalización, restricciones viales, rutas de transporte público entre otros. Luego, se realizó la asignación de los datos de tránsito actuales (demanda), tales como flujos vehiculares y peatonales, velocidades en arcos y tiempos semafóricos.

Una vez creada la red se procedió con la calibración del modelo a partir de la confrontación de los datos de los flujos simulados vs los flujos observados (datos de volúmenes y velocidades) en cada punto de estudio siguiendo los parámetros recomendados en la *GUÍA PARA LA GENERACIÓN Y REVISIÓN DE MODELOS (Código: PE04-PR03-IN01)* por la Secretaría Distrital de Movilidad, con el fin de lograr una representatividad idónea de la zona de interés. De la representación de la zona de interés en La Victoria a partir de un modelo de microsimulación, se obtuvieron indicadores para las variables de medición, y a partir de estos resultados se diagnosticó la situación actual de la red vial sin proyecto tanto en el área directa como indirecta. Los resultados obtenidos en esta fase del Estudio de Tránsito y Transporte se utilizaron posteriormente como la línea base de comparación para plantear y evaluar las diferentes alternativas de solución que fueron propuestas y elegir las mejores opciones para la articulación de la operación de la estación con el entorno circundante sin afectar las condiciones de movilidad vehicular y peatonal actuales ni futuras.

A continuación, se desarrolla todo el proceso metodológico adelantado por parte del Equipo Consultor para la representación de la situación actual, sin proyecto, mediante la construcción y calibración de micromodelos de simulación en la herramienta PTV VISSIM.

10.1 REPRESENTACIÓN Y CALIBRACIÓN DE FLUJOS MOTORIZADOS

La representación de la oferta de usuarios motorizados se realizó para las vías de la malla vial intermedia y local. Se incluyeron las vías intermedias de la Carrera 4 Este y las intersecciones con la Carrera 2 Este, que se presentan como ejes vehiculares y peatonales fundamentales en los análisis presentados en este documento (ver *Figura 90*). Para representar las condiciones de operación actuales del tráfico, se crearon señales de regulación como ceda el paso, y pares, no se incluyeron semáforos ya que en el AII no existía ninguno.

Esta información se extrajo de las diferentes fuentes consultadas en el proceso de recopilación de información primaria y secundaria realizado previamente. La red vial incluida en la microsimulación corresponde a la malla que se encuentra dentro del Área de Influencia Indirecta.

Por otra parte, para representar el tránsito de modos motorizados se importaron bloques 3D que tuvieran dimensiones típicas de vehículos motorizados que usualmente circulan por la localidad. Además, para simular el comportamiento de los conductores, se configuró, para cada tipología vehicular, un comportamiento específico discriminado por circulación en segmento o intersección tal como se recomienda en la *GUÍA PARA LA GENERACIÓN Y REVISIÓN DE MODELOS (Código: PE04-PR03-IN01)* de la Secretaría Distrital de Movilidad.

Figura 90. Red de microsimulación sector La Victoria



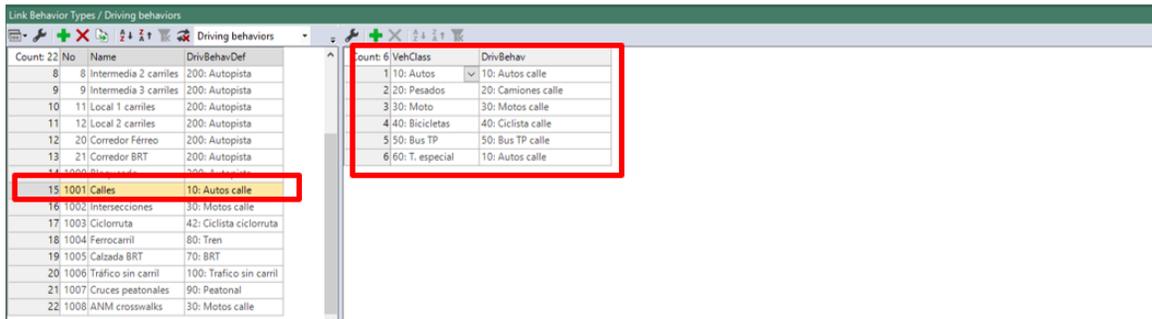
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 91. Configuración del comportamiento de conductores por tipología vehicular

* Configuración del comportamiento del conductor "Driving Behavior"

Count	No	Name	NumInteractObj	StandDistIsFix	StandDist	CarFollowModType	W74bxAdd	W74bxMult	LnChgRule	AdvMerg	DesLatPos	OvtLDef	OvtRDef	LatDistDrivDef	LatDistStandDef
1	10	Autos calle	4	<input type="checkbox"/>	0,35	Wiedemann 74	0,10	0,60	Slow lane rule	<input checked="" type="checkbox"/>	Middle of lane	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,70	0,15
2	11	Autos intersección	4	<input type="checkbox"/>	0,35	Wiedemann 74	0,10	0,60	Slow lane rule	<input checked="" type="checkbox"/>	Middle of lane	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,70	0,15
3	20	Camiones calle	4	<input type="checkbox"/>	0,35	Wiedemann 74	0,10	0,60	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Right	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,70	0,15
4	21	Camiones intersección	4	<input type="checkbox"/>	0,35	Wiedemann 74	0,10	0,60	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Right	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,70	0,15
5	30	Motos calle	2	<input type="checkbox"/>	0,35	Wiedemann 74	0,10	0,30	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Any	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,15	0,05
6	31	Motos intersección	2	<input type="checkbox"/>	0,35	Wiedemann 74	0,10	0,30	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Any	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,15	0,05
7	40	Ciclista calle	6	<input type="checkbox"/>	0,70	Wiedemann 99	2,00	3,00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Any	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,10	0,00
8	41	Ciclista intersección	6	<input type="checkbox"/>	0,70	Wiedemann 99	2,00	3,00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Any	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,10	0,00
9	42	Ciclista ciclotruta	6	<input type="checkbox"/>	0,70	Wiedemann 99	2,00	3,00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Any	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,10	0,00
10	50	Bus TP calle	4	<input type="checkbox"/>	0,35	Wiedemann 74	0,10	0,60	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Right	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,70	0,15
11	51	Bus TP intersección	4	<input type="checkbox"/>	0,35	Wiedemann 74	0,10	0,60	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Right	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,70	0,15
12	70	BRT	4	<input type="checkbox"/>	0,50	Wiedemann 74	0,10	0,70	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Middle of lane	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	0,20
13	80	Tren	2	<input type="checkbox"/>	0,30	Wiedemann 74	2,00	3,00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Middle of lane	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	1,00
14	90	Peatonal	2	<input type="checkbox"/>	0,50	Wiedemann 99	2,00	3,00	Free lane selection	<input type="checkbox"/>	Any	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,20	0,05
15	100	Trafico sin carril	4	<input type="checkbox"/>	0,50	Wiedemann 74	0,10	0,60	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Any	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,60	0,10
16	200	Autopista	4	<input type="checkbox"/>	0,35	Wiedemann 74	0,10	0,60	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Middle of lane	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,80	0,15

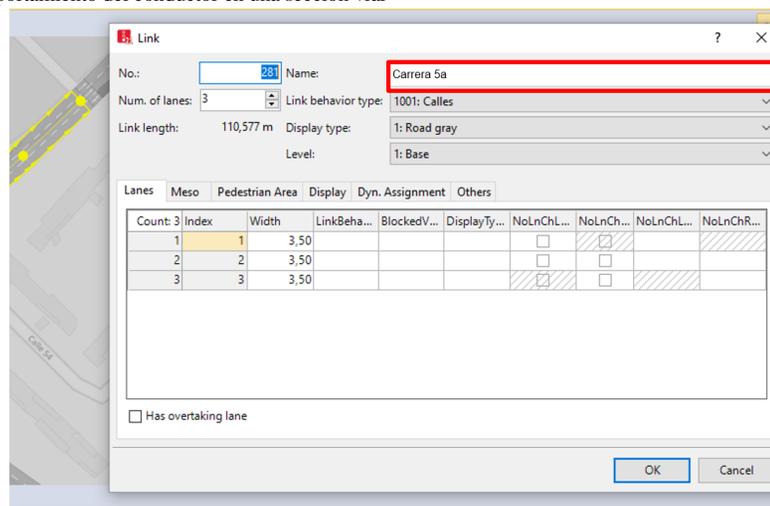
* Configuración de la tipología vehicular al conducir en una sección vial "Link Behavior Type"



Count	No	Name	Drv/Behav/Def
8	8	Intermedia 2 carriles	200: Autopista
9	9	Intermedia 3 carriles	200: Autopista
10	11	Local 1 carriles	200: Autopista
11	12	Local 2 carriles	200: Autopista
12	20	Corredor Férreo	200: Autopista
13	21	Corredor BRT	200: Autopista
15	1001	Calles	10: Autos calle
16	1002	intersecciones	30: Motos calle
17	1003	Cicloruta	42: Ciclista cicloruta
18	1004	Ferrocarril	80: Tren
19	1005	Calzada BRT	70: BRT
20	1006	Tráfico sin carril	100: Tráfico sin carril
21	1007	Cruces peatonales	90: Peatonal
22	1008	ANM crosswalks	30: Motos calle

Count	VehClass	Drv/Behav
1	10: Autos	10: Autos calle
2	20: Pesados	20: Camiones calle
3	30: Moto	30: Motos calle
4	40: Bicicletas	40: Ciclista calle
5	50: Bus TP	50: Bus TP calle
6	60: T. especial	10: Autos calle

* Asignación del comportamiento del conductor en una sección vial



Link

No.: 287 Name: Carrera 5a

Num. of lanes: 3 Link behavior type: 1001: Calles

Link length: 110,577 m Display type: 1: Road gray

Level: 1: Base

Lanes	Meso	Pedestrian Area	Display	Dyn. Assignment	Others				
Count: 3	Index	Width	LinkBeha...	BlockedV...	DisplayTy...	NoLnChL...	NoLnCh...	NoLnChL...	NoLnChR...
1	1	3,50				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	2	3,50				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	3	3,50				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

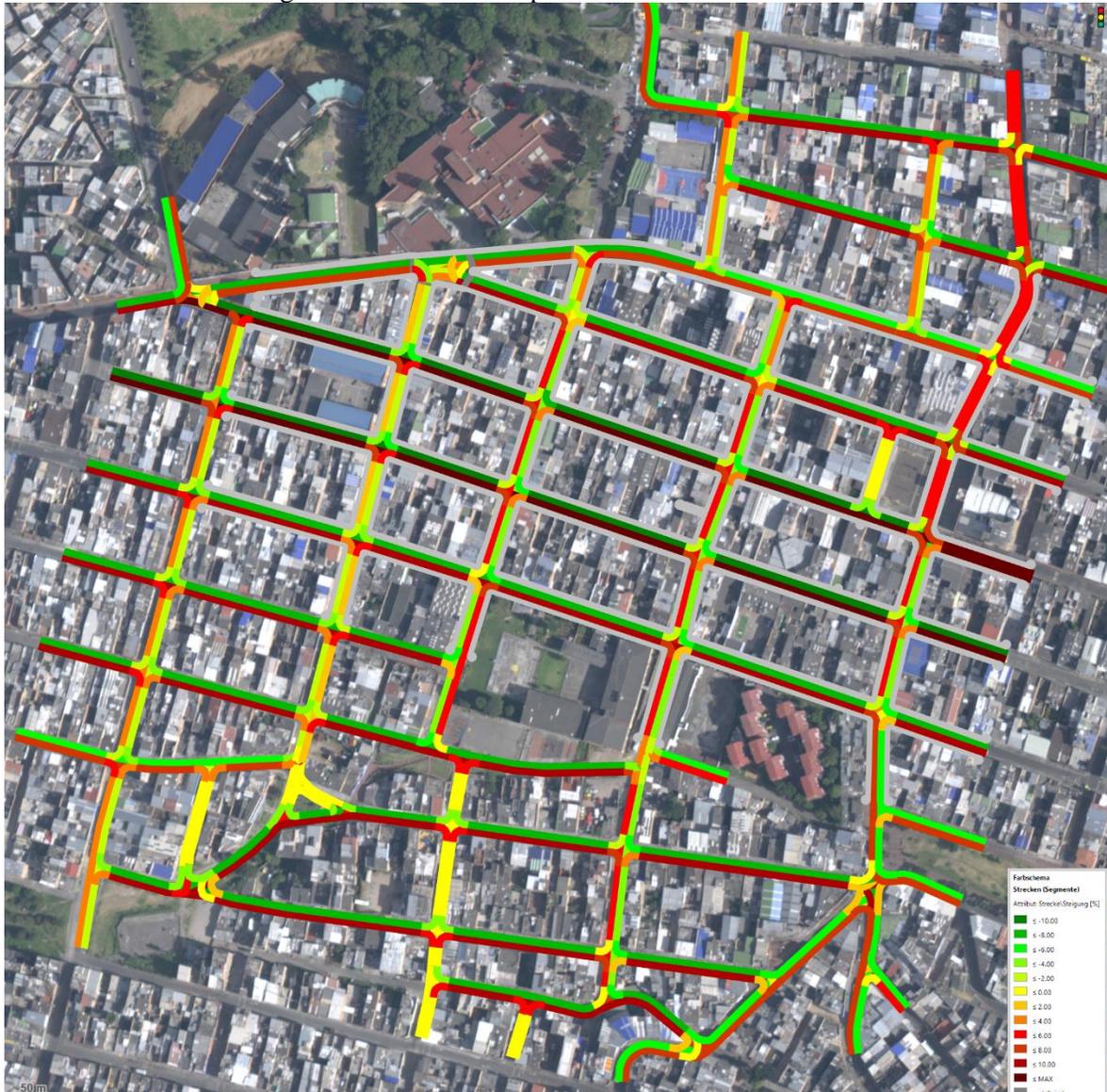
Has overtaking lane

OK Cancel

Fuente: Elaboración propia (2022)

Dadas las condiciones topográficas de la zona, se incluyó en el modelo las condiciones de pendiente existentes, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 92. Inventario de pendientes Sector La Victoria



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

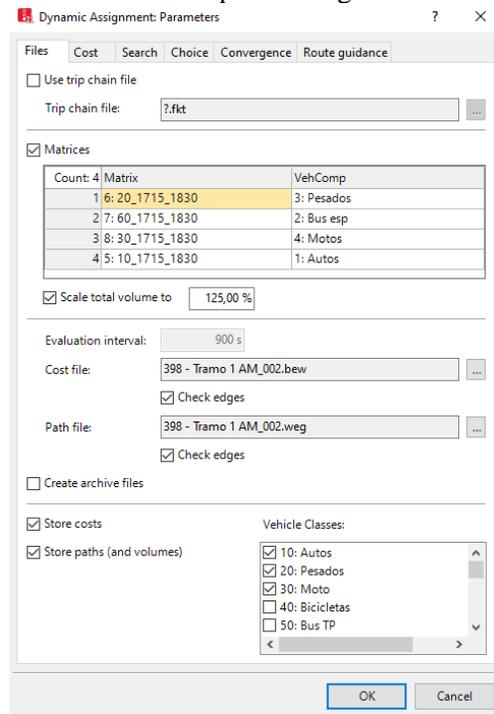
En relación con la asignación de los flujos motorizados en los modelos de microsimulación se realizó utilizando también un método dinámico, a partir de un balanceo gravitacional de la información de aforos con que se contaba tanto primaria como secundaria (estudios previos de factibilidad, aforos del Plan de Monitoreo de la SDM), asociadas a una tipología vehicular y con una precarga de 15 minutos. La condición de precarga se desarrolló para representar un tráfico en red existente cuando se desee evaluar la operación del tráfico; en síntesis, se busca que los corredores no se encuentren vacíos al iniciar la evaluación de una simulación

(condición real). Para establecer esta condición en el proceso de balanceo los flujos entre los pares OD que se establecieron se aumentaron en un 25% (Ver Figura 93).

Para el sistema de rutas de transporte público se hizo el montaje de las rutas alimentadoras y provisionales que circulaban por la zona de influencia directa e indirecta, así como la localización de los paraderos. Y se asignaron de forma estática ya que las rutas de transporte público deben pasar por calles y carreras específicas como se muestra en la Figura 94.

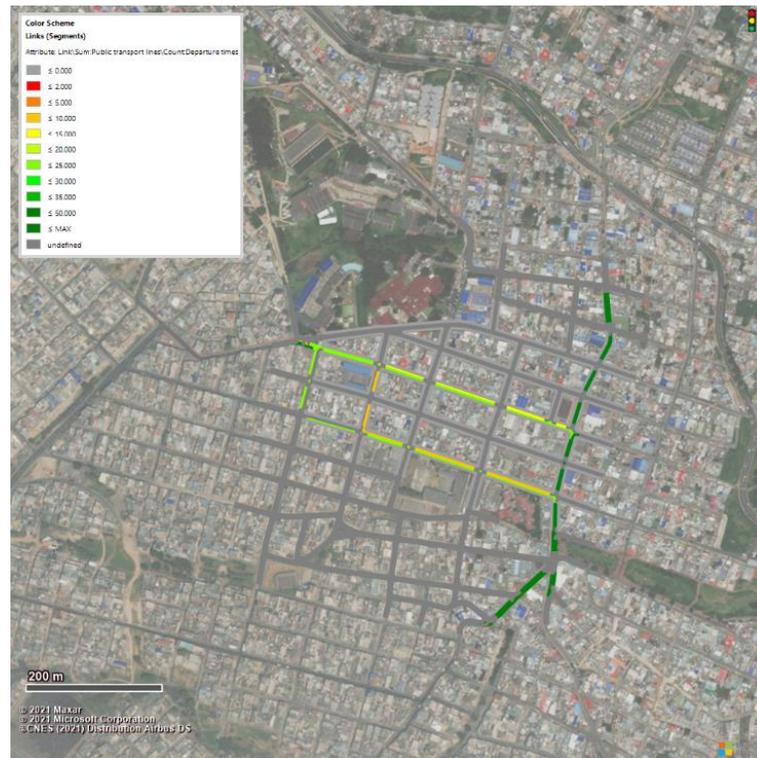
Una vez representada la oferta y la demanda en el software especializado de tránsito se puede observar cómo es el comportamiento del tránsito en la zona.

Figura 93. Selección de archivos para la asignación dinámica en VISSIM



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 94. Asignación de rutas de transporte público



Fuente: Elaboración propia (2022)

A continuación, se presentan los resultados de la calibración del modelo de microsimulación. Dentro del proceso de validación y aceptación de modelos utilizado por la consultoría se tuvo en cuenta las recomendaciones e indicaciones dadas en la *GUÍA PARA LA GENERACIÓN Y REVISIÓN DE MODELOS (Código: PE04-PR03-IN01)* de la Secretaría Distrital de Movilidad, en la cual se establecen unos indicadores mínimos de aceptabilidad para los modelos de microsimulación.

Dichos indicadores para los volúmenes vehiculares por tipo son:

- Parámetro 1: Para arcos individuales o segmentos analizados, el indicador GEH debe ser inferior a 5.0.
- Parámetro 2: Si el volumen vehicular observado es menor a 700 vehículos/hora, la diferencia con el volumen modelado no debe superar los 100 vehículos/hora.
- Parámetro 3: Si el volumen vehicular se encuentra entre 700 y 2.700 vehículos/hora, la diferencia entre los dos volúmenes no debe superar el 15%.
- Parámetro 4: Si el volumen vehicular supera los 2.700 vehículos/hora, la diferencia entre el volumen aforado y el modelado no debe superar los 400 vehículos/hora.

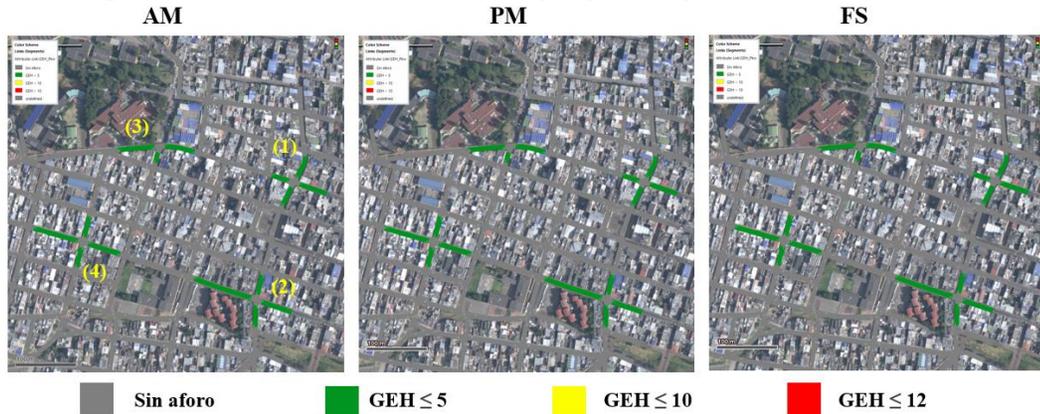
Dichos parámetros permiten el uso de pruebas de validación que son utilizadas como criterio para aceptar la representatividad de los modelos de Microsimulación. Con el cumplimiento de al menos 2 pruebas se puede considerar aceptado el modelo de Microsimulación. A continuación, se exponen las cuatro pruebas posibles:

- Prueba 1: Los parámetros 2, 3 y 4 deben cumplirse para más del 85% de los arcos evaluados, si esta prueba no se cumple se considera que el modelo no está calibrado.
- Prueba 2: El error de precisión debe estar por debajo del 5%, error que se calcula relacionando el total de los volúmenes de campo tomados para la elaboración del modelo (hitos de calibración) versus el total de los volúmenes modelados.
- Prueba 3: El parámetro 1 debe cumplirse para más del 85% de los arcos.
- Prueba 4: El GEH de todo el modelo no debe superar el valor de 4.0 para estar calibrado. Por otro lado, la calibración de los tiempos de viajes modelados en la Microsimulación, para lo cual se deben utilizar rutas previamente seleccionadas; donde para el 85% de los casos se debe cumplir una de las siguientes condiciones:
 - La diferencia relativa entre el tiempo promedio de viaje modelado y el tiempo observado no debe superar el 10%.
 - Si la diferencia relativa entre el tiempo promedio de viaje modelado y el tiempo de viaje observado se encuentra entre el 10% y el 15%, ésta no puede ser superior a 1 minuto en términos absolutos.

➤ *Calibración Vehicular*

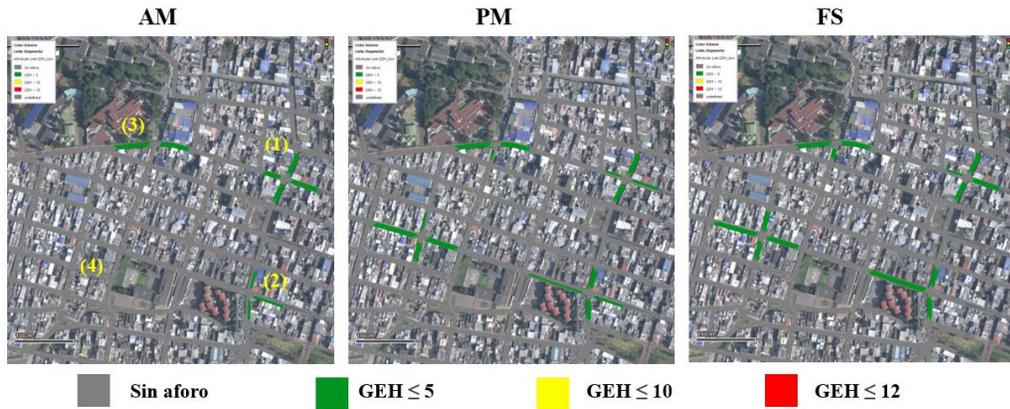
En la Figura 95, Figura 96, Figura 97, Figura 98 y Figura 99 se muestran los resultados de calibración para el periodo pico de la mañana y tarde del día atípico y para el periodo pico del día atípico (fin de semana – FS) por tipología vehicular, para las intersecciones de la Calle 39 Sur con Carrera 4 Este (1), Calle 41 Sur con Carrera 4 Este (2), la Calle 39 Sur con Carrera 3a Este (3) y la Carrera 3 Este con calle 41 Sur (4). El color verde sobre los tramos de red indica un GEH menor a 5,0.

Figura 95. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (vehículos livianos)



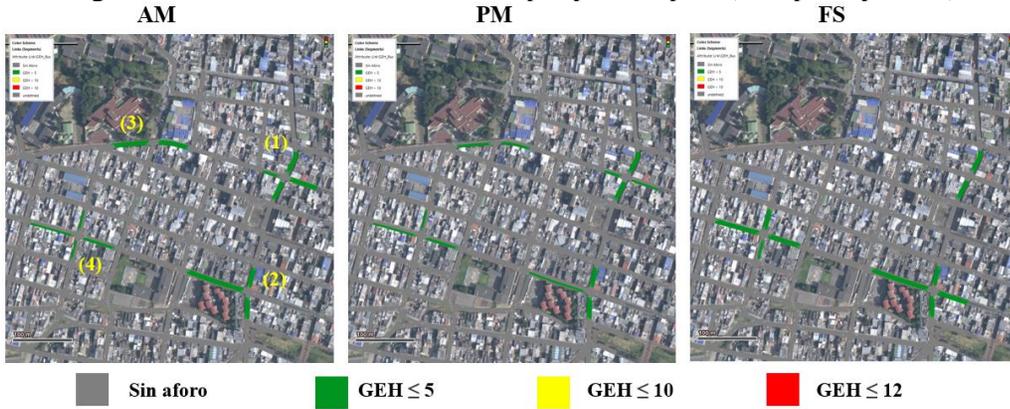
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 96. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (camiones)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 97. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (transporte público)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 98. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (motos)

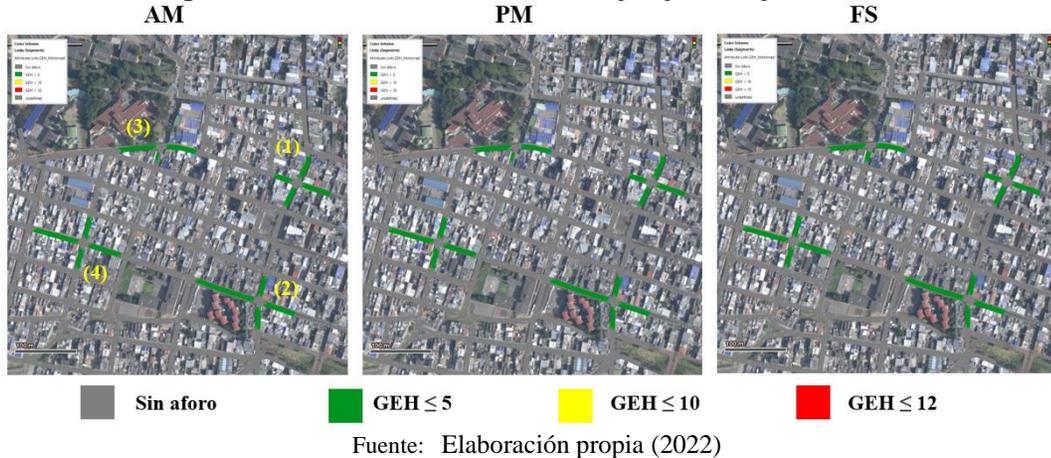
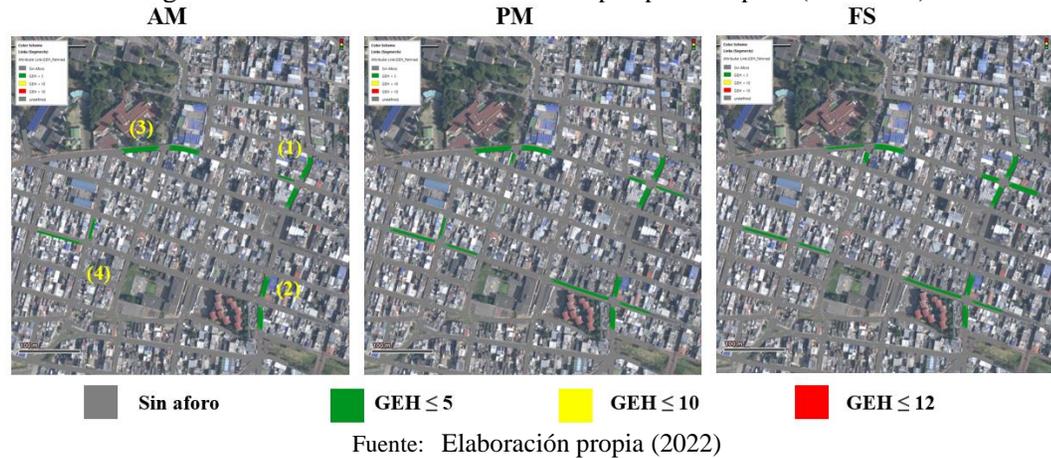


Figura 99. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (bicicletas)



En la Tabla 20, Tabla 21 y Tabla 22, se presenta la comparación entre los volúmenes por movimiento y tipología vehicular observados y los volúmenes obtenidos después del proceso de asignación en la microsimulación para cada pico. Los resultados muestran que para los tres picos y para todas las tipologías vehiculares se cumple el parámetro de GEH menor a 5 en el 95% de los movimientos analizados para todos los picos analizados (AM, PM y FS), con lo cual se cumple la Prueba 3.

Asimismo, se hizo el chequeo de calibración a nivel agregado del modelo y los resultados para cada pico se muestran en la Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25. Dichos resultados muestran que para el pico AM el error de precisión de todo el modelo es de 4% (Se exige menor al 5%) y el GEH de la red del área de influencia es 1,97 (Se exige que sea menor a 4), con lo cual dichos criterios de calibración se cumplen. Para el pico PM el error de precisión es del 2,0% y el GEH de todo el modelo es 1,1 y para el pico FS el error de precisión fue del 2,3% y el GEH total de 1,17 con lo cual se cumple la Prueba 3 y 4 para los tres picos.

Tabla 20. Resultados calibración pico AM

NO DO	M O V	LIV OBS	MOD LIV	GEH LIV	CAM OBS	MOD CAM	GEH CAM	BUS OBS	MOD BUS	GEH BUS	MOT OBS	MOD MOT	GEH MT	BIC OBS	MOD BIC	GEH BIC	TO TAL OBS	MOD TOTAL	GEH T OTAL
E23	6	4	0	2.83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2.83
E23	4	218	182	2.54	8	7	0.24	2	0	2	75	73	0.27	3	0	2.45	306	262	2.61
E23	93	6	0	3.46	0	0	0	0	0	0	1	0	1.41	0	0	0	7	0	3.74
E23	8	5	4	0.64	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	7	4	1.28
E23	3	113	93	2.01	99	95	0.41	2	0	2	64	57	0.94	8	7	0.37	286	251	2.14
E22	5	7	0	3.74	1	0	1.41	0	0	0	2	3	0.63	0	5	0	10	8	0.67
E22	3	28	37	1.63	3	2	0.87	4	0	2.83	17	14	0.85	0	0	0	52	53	0.14
E22	8	19	11	1.97	3	0	2.45	2	0	2	6	6	0.14	0	0	0	30	17	2.68
E22	1	96	137	3.79	1	4	2.04	222	212	0.65	62	63	0.08	6	0	3.46	387	416	1.45
E22	93	17	0	5.83	0	0	0	0	0	0	1	0	1.41	0	0	0	18	0	6
E22	4	22	29	1.32	1	0	1.41	0	0	0	12	14	0.47	0	0	0	35	42	1.13
E22	91	17	0	5.83	3	0	2.45	0	0	0	6	0	3.46	3	0	2.45	29	0	7.62
E21	4	17	31	2.92	0	0	0	0	0	0	16	16	0.08	0	0	0	33	48	2.36
E21	91	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1.41	0	0	0	3	0	2.45
E21	6	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1.41	0	0	0	3	0	2.45
E21	3	22	28	1.2	0	2	0	16	20	0.94	11	16	1.28	0	0	0	49	66	2.24
E21	5	3	0	2.45	0	0	0	2	0	2	2	0	2	0	0	0	7	0	3.74
E21	92	6	0	3.46	0	0	0	0	0	0	4	0	2.83	0	0	0	10	0	4.47
E21	7	6	0	3.46	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	1.41	9	0	4.24
E21	94	2	5	1.6	0	1	0	0	5	0	1	0	1.41	0	0	0	3	11	3.02

NO DO	M OV	LIV OBS	MOD_LIV	GEH_LIV	CAM OBS	MOD_CAM	GEH_CAM	BUS OBS	MOD_BUS	GEH_BUS	MOT OBS	MOD_MOT	GEH_MT	BIC OBS	MOD_BIC	GEH_BIC	TOTAL OBS	MOD_TOTAL	GEH_TOTAT
E21	2	19	26	1.48	0	0	0	0	0	0	26	52	4.12	0	0	0	45	78	4.21
E21	93	2	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	2.83
E21	8	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
E21	1	5	2	1.6	0	0	0	2	0	2	4	7	1.28	0	0	0	11	9	0.63
M2	8	3	0	2.45	0	3	0	0	0	0	3	6	1.51	0	0	0	6	9	1.1
M2	1	147	141	0.52	0	8	0	220	228	0.55	54	55	0.14	7	0	3.74	428	432	0.19
M2	93	25	29	0.77	0	2	0	17	18	0.24	6	10	1.41	0	0	0	48	59	1.5
M2	92	30	29	0.18	3	0	2.45	0	0	0	17	16	0.33	0	0	0	50	45	0.73
M2	5	7	0	3.74	0	0	0	0	0	0	5	6	0.29	0	0	0	12	6	2
M2	2	108	101	0.65	3	0	2.45	118	123	0.43	77	69	0.98	33	33	0.06	339	325	0.77
M2	94	3	0	2.45	0	0	0	0	0	0	5	5	0.15	0	0	0	8	5	1.18
M2	7	3	0	2.45	0	0	0	0	0	0	6	7	0.26	0	0	0	9	7	0.71
M2	6	27	20	1.37	0	0	0	3	4	0.53	16	21	1.15	0	0	0	46	45	0.15
M2	4	9	11	0.53	0	2	0	0	0	0	10	10	0.11	0	0	0	19	23	0.87
M2	91	6	5	0.43	0	0	0	0	0	0	5	6	0.56	0	0	0	11	11	0

Fuente: Elaboración propia (2022)



ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y
LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN
BOGOTÁ D.C.



Tabla 21. Resultados calibración pico PM

NO DO	MO V. RIL SA	LI V O BS	MOD_ LIV	GEH_ LIV	CA M OBS	MOD_ C AM	GEH_ C AM	BU S O BS	MOD_ BUS	GEH_ BUS	M OT OBS	MOD_ MOT	GEH_ MT	BI C O BS	MOD_ BIC	GEH_ BIC	TOT AL OBS	MOD_ TO TAL	GEH_ TO TAL
E23	6	6	0	3.46	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	6	0	3.46
E23	4	57	68	1.42	7	6	0.39	0	0	0.00	53	61	1.06	1	0	1.41	118	135	1.51
E23	93	2	0	2.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	2	0	2.00
E23	8	20	20	0.07	2	0	2.00	0	0	0.00	21	25	0.76	1	0	1.41	44	44	0.00
E23	3	27 9	276	0.18	11	11	0.00	2	0	2.00	12 1	138	1.52	2	3	0.63	415	428	0.63
E22	5	4	0	2.83	0	0	0.00	0	0	0.00	6	0	3.46	1	8	3.31	11	8	0.97
E22	3	22	31	1.81	0	0	0.00	1	0	1.41	13	19	1.58	0	0	0.00	36	51	2.27
E22	8	18	21	0.61	0	0	0.00	0	0	0.00	17	13	1.03	0	0	0.00	35	34	0.17
E22	1	21 4	225	0.76	9	4	2.11	14 2	143	0.10	31 4	303	0.60	48	48	0.00	727	724	0.11
E22	93	3	0	2.45	0	0	0.00	0	0	0.00	6	0	3.46	1	0	1.41	10	0	4.47
E22	4	29	29	0.05	3	5	0.85	0	0	0.00	18	24	1.31	0	0	0.00	50	58	1.09
E22	91	29	0	7.62	2	0	2.00	0	0	0.00	28	27	0.13	0	0	0.00	59	27	4.88
E21	4	30	2	6.88	1	2	0.82	0	0	0.00	48	49	0.10	1	0	1.41	80	53	3.31
E21	91	30	39	1.59	0	0	0.00	0	0	0.00	18	17	0.16	1	0	1.41	49	57	1.10
E21	6	1	0	1.41	0	0	0.00	0	0	0.00	1	0	1.41	0	0	0.00	2	0	2.00
E21	3	20	21	0.15	3	3	0.19	14	21	1.67	24	27	0.53	0	0	0.00	61	72	1.35
E21	5	3	0	2.45	0	0	0.00	3	0	2.45	6	0	3.46	0	0	0.00	12	0	4.90
E21	92	9	0	4.24	1	0	1.41	0	0	0.00	2	0	2.00	0	0	0.00	12	0	4.90
E21	7	3	0	2.45	0	0	0.00	0	0	0.00	2	0	2.00	0	0	0.00	5	0	3.16
E21	94	2	17	4.87	0	2	0.00	0	3	0.00	2	0	2.00	0	0	0.00	4	22	4.99

NO DO	MO V. RIL SA	LI V O BS	MOD_ LIV	GEH_ LIV	CA M OBS	MOD_ C AM	GEH_ C AM	BU S O BS	MOD_ BUS	GEH_ BUS	M OT OBS	MOD_ MOT	GEH_ MT	BI C O BS	MOD_ BIC	GEH_ BIC	TOT AL OBS	MOD_ TO TAL	GEH_ TO TAL
E21	2	14	16	0.43	0	0	0.00	0	0	0.00	6	3	1.23	0	0	0.00	20	19	0.23
E21	93	2	0	2.00	0	0	0.00	0	0	0.00	1	0	1.41	0	0	0.00	3	0	2.45
E21	8	5	10	1.72	0	0	0.00	0	0	0.00	3	0	2.45	0	0	0.00	8	10	0.67
E21	1	12	0	4.90	1	0	1.41	0	0	0.00	11	12	0.29	0	0	0.00	24	12	2.83
M2	8	6	0	3.46	0	1	0.00	0	0	0.00	7	0	3.74	1	0	1.41	14	1	4.75
M2	1	198	207	0.65	6	9	1.10	147	153	0.49	281	287	0.33	49	48	0.13	681	704	0.87
M2	93	22	21	0.14	2	3	0.82	24	20	0.85	26	18	1.75	0	0	0.00	74	62	1.46
M2	92	14	16	0.52	0	0	0.00	0	0	0.00	9	4	2.12	0	0	0.00	23	20	0.65
M2	5	11	0	4.69	2	0	2.00	0	0	0.00	19	20	0.23	0	0	0.00	32	20	2.35
M2	2	129	117	1.11	4	6	0.76	61	60	0.13	76	65	1.26	11	14	0.73	281	261	1.21
M2	94	3	0	2.45	0	0	0.00	0	0	0.00	3	0	2.45	0	0	0.00	6	0	3.46
M2	7	3	0	2.45	0	0	0.00	0	0	0.00	4	8	1.75	0	0	0.00	7	8	0.37
M2	6	23	19	0.87	0	0	0.00	0	3	0.00	21	34	2.42	0	0	0.00	44	56	1.70
M2	4	16	17	0.16	0	4	0.00	0	0	0.00	19	35	3.13	1	0	1.41	36	56	2.95
M2	91	6	0	3.46	0	0	0.00	0	0	0.00	4	0	2.83	1	0	1.41	11	0	4.69

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 22. Resultados calibración pico FS

NO DO	MO V. RIL SA	LI V O BS	MOD_LIV	GEH_LIV	CA M OB S	MOD_C AM	GEH_C AM	B US O BS	MOD_BUS	GEH_BUS	M OT OB S	MOD_MOT	GEH_MOT	BI C O BS	MOD_BIC	GEH_BIC	TOT AL OBS	MOD_TO TAL	GEH_TO TAL
E23	6	8	0	4.00	1	0	1.41	0	0	0.00	2	0	2.00	0	0	0.00	11	0	4.69
E23	4	24 6	205	2.71	12	12	0.06	0	0	0.00	99	114	1.45	5	8	1.29	362	340	1.17
E23	93	4	0	2.83	1	0	1.41	0	0	0.00	2	0	2.00	0	0	0.00	7	0	3.74
E23	8	49	69	2.60	2	0	2.00	0	0	0.00	23	22	0.28	8	8	0.00	82	99	1.79
E23	3	99	104	0.46	2	3	0.82	0	0	0.00	66	66	0.04	0	4	0.00	167	177	0.76
E22	5	8	0	4.00	2	0	2.00	0	0	0.00	12	0	4.90	2	3	0.82	24	3	5.72
E22	3	17	32	2.97	0	2	0.00	0	0	0.00	32	36	0.69	1	0	1.41	50	70	2.58
E22	8	28	15	2.89	4	0	2.83	0	0	0.00	11	0	4.69	0	0	0.00	43	15	5.20
E22	1	25 5	274	1.15	7	5	0.82	27	27	0.00	173	191	1.31	24	19	1.08	486	515	1.30
E22	93	18	0	6.00	0	0	0.00	0	0	0.00	10	0	4.47	0	0	0.00	28	0	7.48
E22	4	37	49	1.79	4	5	0.32	0	0	0.00	24	34	1.91	2	2	0.00	67	90	2.60
E22	91	5	0	3.16	1	0	1.41	0	0	0.00	20	0	6.32	0	0	0.00	26	0	7.21
E21	4	31	55	3.62	1	1	0.37	1	0	1.41	29	36	1.23	1	3	1.23	63	94	3.50
E21	91	8	0	4.00	0	0	0.00	0	0	0.00	1	0	1.41	0	0	0.00	9	0	4.24
E21	6	4	0	2.83	0	0	0.00	0	0	0.00	2	0	2.00	0	0	0.00	6	0	3.46
E21	3	33	47	2.17	1	2	1.03	8	11	0.97	24	34	1.91	0	0	0.00	66	94	3.13
E21	5	5	0	3.16	0	0	0.00	2	0	2.00	11	0	4.69	0	0	0.00	18	0	6.00
E21	92	6	0	3.46	2	0	2.00	0	0	0.00	1	0	1.41	0	0	0.00	9	0	4.24
E21	7	7	0	3.74	0	0	0.00	0	0	0.00	1	0	1.41	0	0	0.00	8	0	4.00
E21	94	5	0	3.16	0	0	0.00	0	2	0.00	1	0	1.41	0	0	0.00	6	2	2.00

NO DO	MO V. RIL SA	LI V O BS	MOD_LIV	GEH_LIV	CA M OBS	MOD_C AM	GEH_C AM	B US O BS	MOD_BUS	GEH_BUS	M OT OBS	MOD_MOT	GEH_MOT	BI C O BS	MOD_BIC	GEH_BIC	TOT AL OBS	MOD_TO TAL	GEH_TO TAL
E21	2	25	31	1.10	1	0	1.41	3	0	2.45	3	5	1.00	0	0	0.00	32	36	0.69
E21	93	2	0	2.00	1	0	1.41	0	0	0.00	2	0	2.00	0	0	0.00	5	0	3.16
E21	8	7	0	3.74	1	0	1.41	0	0	0.00	1	0	1.41	0	0	0.00	9	0	4.24
E21	1	23	41	3.13	1	0	1.41	0	0	0.00	6	9	1.20	0	3	0.00	30	53	3.57
M2	8	3	0	2.45	0	0	0.00	0	0	0.00	2	6	2.12	1	0	1.41	6	6	0.00
M2	1	20 3	193	0.72	6	9	1.10	32	33	0.18	185	203	1.30	20	19	0.30	446	457	0.52
M2	93	50	47	0.43	1	3	1.23	13	11	0.58	25	12	3.02	0	0	0.00	89	73	1.78
M2	92	24	33	1.74	0	0	0.00	3	0	2.45	14	12	0.46	0	0	0.00	41	46	0.76
M2	5	3	0	2.45	0	0	0.00	0	0	0.00	15	11	1.11	0	0	0.00	18	11	1.84
M2	2	15 2	148	0.33	2	2	0.00	33	31	0.35	72	63	1.05	8	8	0.00	267	252	0.93
M2	94	5	0	3.16	0	0	0.00	0	0	0.00	4	0	2.83	0	0	0.00	9	0	4.24
M2	7	8	0	4.00	0	0	0.00	0	0	0.00	3	4	0.37	0	0	0.00	11	4	2.56
M2	6	31	33	0.30	1	0	1.41	1	2	0.82	10	0	4.47	0	3	0.00	43	37	0.95
M2	4	9	16	1.90	0	1	0.00	1	0	1.41	5	6	0.56	0	0	0.00	15	23	1.84
M2	91	5	0	3.16	0	0	0.00	0	0	0.00	5	14	3.00	1	0	1.41	11	14	0.85

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 23. Resultados Calibración modelo completo pico AM

Total Observado	Total Modelado	Error Precisión	GEH Modelo Total
2.326	2.232	4.01%	1,97

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 24. Resultados Calibración modelo completo pico PM

Total Observado	Total Modelado	Error Precisión	GEH Modelo Total
3.002	2.942	2,0%	1,12

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 25. Resultados Calibración modelo completo pico FS

Total Observado	Total Modelado	Error Precisión	GEH Modelo Total
2.570	2.511	2,3%	1,17

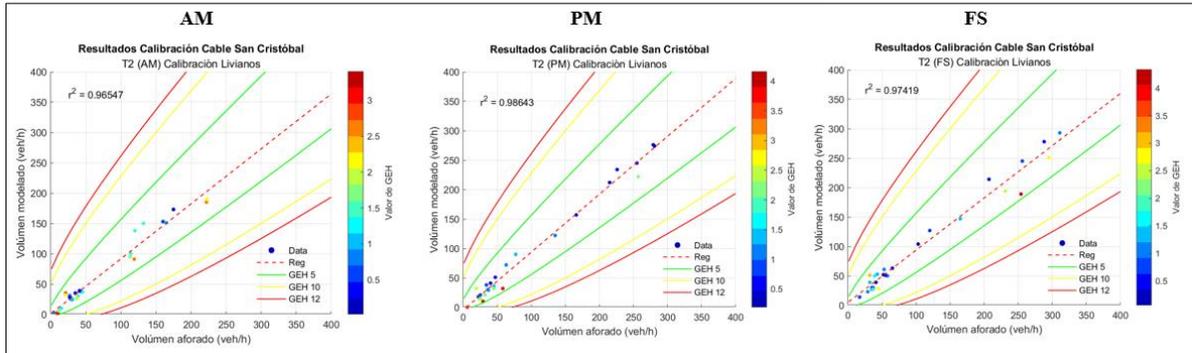
Fuente: Elaboración propia (2022)

Adicionalmente al revisar aquellos volúmenes observados que son menores a 700 vehículos/hora se encuentra que, al compararlos con los volúmenes modelados, estos nunca son superiores en más de 100 vehículos/hora en ninguna de las tipologías vehiculares (Se cumple con el Parámetro 2 de la Guía de la SDM).

Como indicador adicional para la relación de los volúmenes observados versus los volúmenes modelados se encuentra el criterio de R^2 en el que se obtuvo en su mayoría para todas las tipologías vehiculares y para los diferentes periodos picos valores por encima del 90%, lo que se entiende como un buen porcentaje de similitud entre los datos presentados.

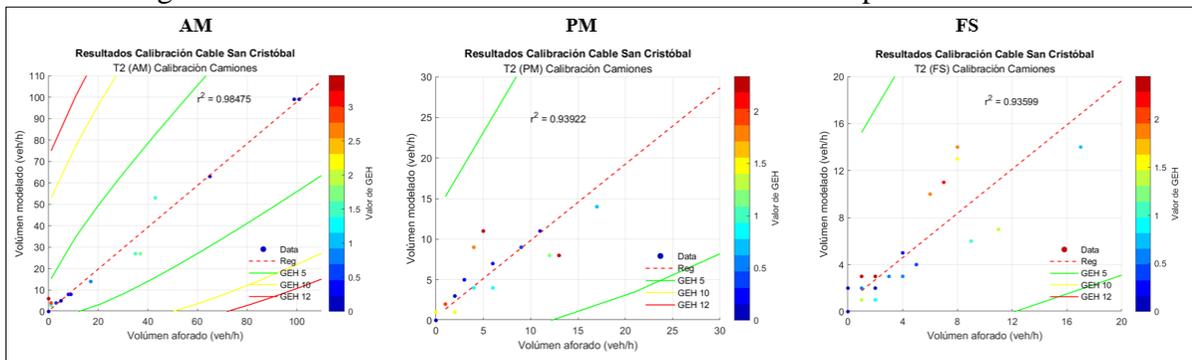
Para el caso de vehículos livianos el coeficiente de correlación para los tres picos de análisis fue de 0,97 (ver Figura 100). Para los camiones el menor R^2 obtenido fue de 0,94 en el pico PM típico y en el pico de FS (ver Figura 101). Para transporte público el R^2 fue de 0,99 en los tres picos analizados (ver Figura 102). Para las motos el coeficiente de correlación más bajo se obtuvo para el pico AM con un valor de 0,95 y para el pico PM y de FS fue de 0,99 (ver Figura 103). Finalmente, en la Figura 104 se presenta el resultado del coeficiente de correlación para bicicletas obteniéndose el valor más bajo en el pico de FS con 0,96. Estos resultados muestran el buen ajuste de los datos modelados con respecto a los datos observados.

Figura 100. Coeficiente de correlación del micro modelo para vehículos livianos



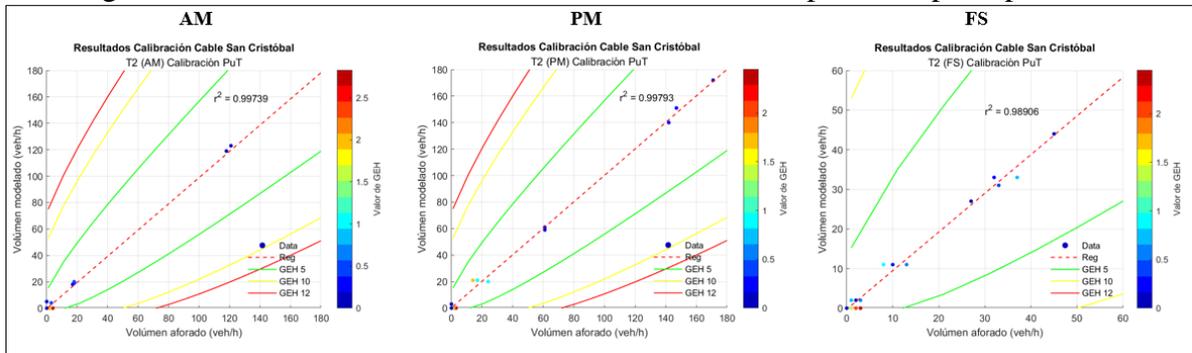
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 101. Coeficiente de correlación del micro modelo para camiones



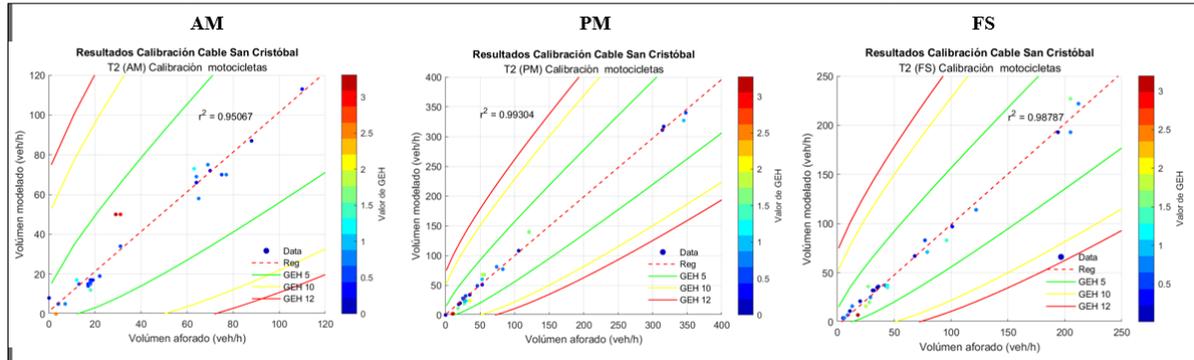
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 102. Coeficiente de correlación del micro modelo para transporte público



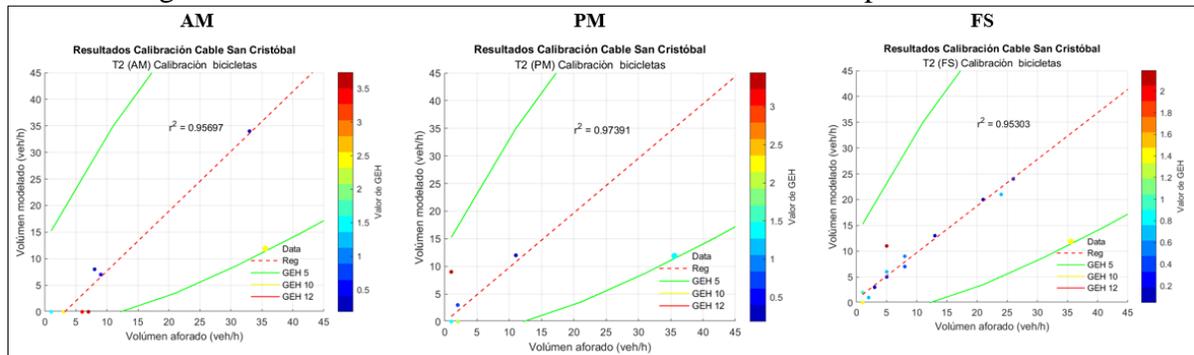
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 103. Coeficiente de correlación del micro modelo para motos



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 104. Coeficiente de correlación del micro modelo para bicicletas



Fuente: Elaboración propia (2022)

Para la calibración por velocidades y tiempos de viaje se escogieron seis tramos viales de análisis que permitieran tener en cuenta las características más relevantes de la circulación de flujos en el área de estudio. Por ello se escogió el tramo de la Diagonal 39 Sur entre Carrera 1f Este y Carrera 3b Este, Calle 41 Sur entre Carrera 1f Este y Carrera 4 Este y la el tramos de la Carrera 4 Este entre Calle 39 Sur y la Calle 41ba bis Sur (ver Figura 105).

Figura 105. Tramos viales considerados para análisis de velocidades



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

En la Figura 106 se puede observar las velocidades obtenidas en el modelo para el pico AM, donde se observan bajas velocidades principalmente en los corredores de la Carrera 4 Este. Sin embargo, al revisar las diferencias de las velocidades modeladas versus las obtenidas mediante la API de Google desarrollada por el equipo de consultor y que se articula mediante un script desarrollado en R, las diferencias no superan el 10%. Lo mismo ocurre con los tiempos promedio de viaje, lo cual muestra que se cumple el requisito de calibración de velocidades y tiempos de viaje para el pico AM.

Figura 106. Velocidades promedio zona de análisis y tiempos de recorrido pico AM

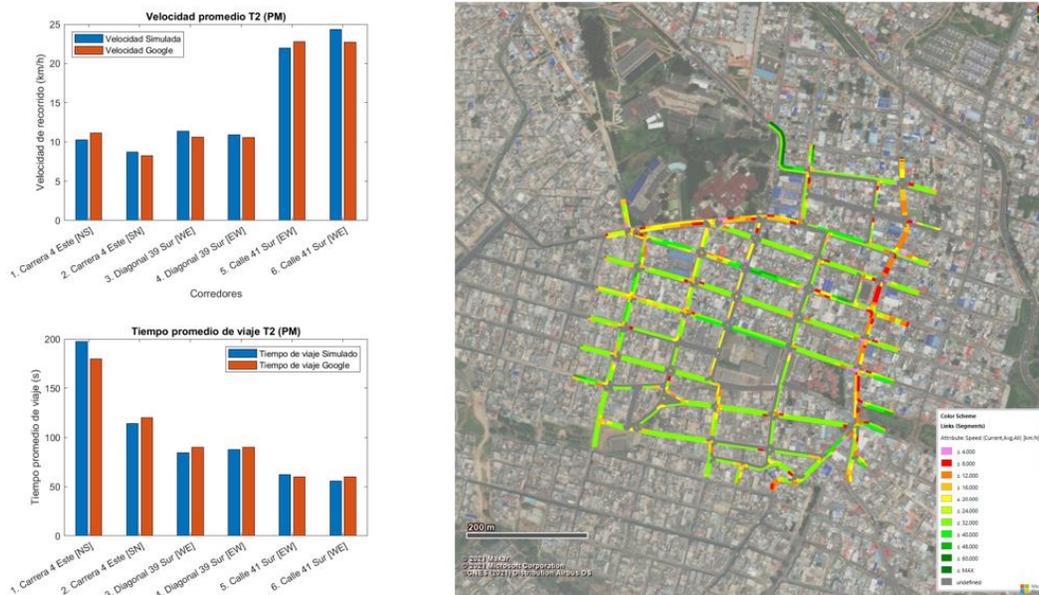


Fuente: Elaboración propia (2022)

Asimismo, para el periodo pico PM se presenta el mismo análisis en la Figura 107. Los resultados para el pico PM muestran que con base a los criterios de calibración exigidos por la SDM estos se cumplen ya que ni los tiempos de viaje, ni las velocidades modeladas tienen diferencias mayores al 10% con respecto a lo observado.

Para el pico FS las velocidades obtenidas se muestran en la Figura 108. Los resultados para este pico muestran que con base a los criterios de calibración exigidos por la SDM estos se cumplen en un 100%.

Figura 107. Velocidades promedio zona de análisis y tiempos de recorrido pico PM



Fuente: Elaboración propia (2022)

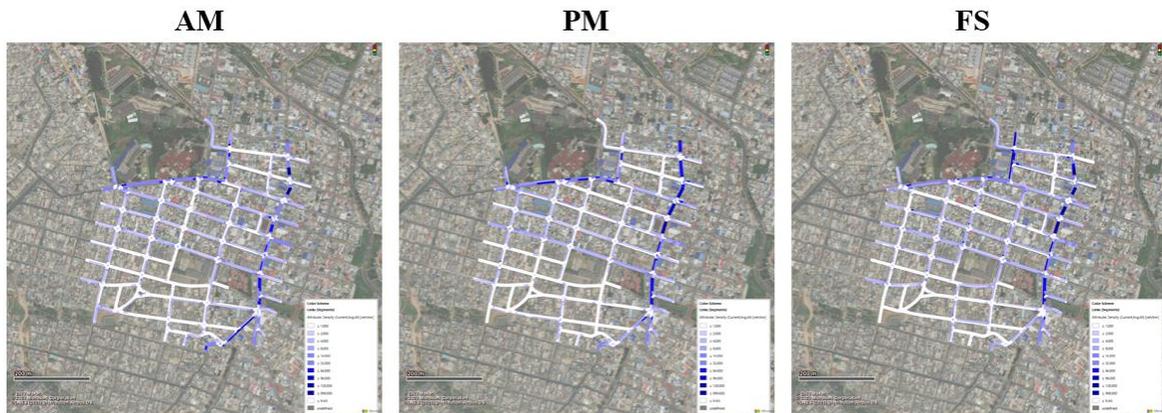
Figura 108. Velocidades promedio zona de análisis y tiempos de recorrido pico FS



Fuente: Elaboración propia (2022)

Adicionalmente, se realizó una validación de la representatividad de las velocidades dentro de la zona de análisis, de acuerdo con la información recabada. De esta manera, es común observar velocidades altas, especialmente en las motocicletas, en las vías que van en contrasentido a los mayores flujos de la mañana y de la tarde. De tal manera, se comprobó que la representación de este parámetro es la adecuada en función a lo identificado en la zona. Por otro lado, al revisar las densidades sobre los tramos viales (ver Figura 109) se observa que para los tres periodos picos de análisis los tramos de mayor densidad son la carrera 4 Este y la Diagonal 39 Sur, lo cual resulta lógico ya que son los ejes viales dentro del AII con mayor circulación de vehículos y el eje de la carrera 4 Este además soporta todas las rutas de transporte público del sector. Además, sobresale para el pico FS que el eje vial de la carrera 3b este que comunica con el hospital presenta una densidad alta, lo cual se debe principalmente a los viajes atraídos hacia este sector en los días de visita y por la entrada a urgencias que se encuentra en dicho sector.

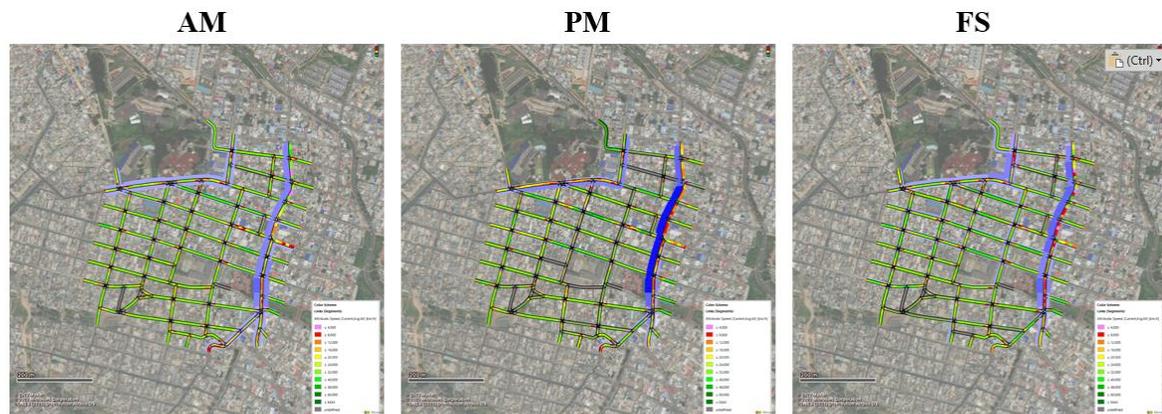
Figura 109. Densidades vehiculares



Fuente: Elaboración propia (2022)

Asimismo, también se muestran una comparación entre los volúmenes vehiculares versus las velocidades

Figura 110. Volumen vehicular vs. velocidades



Fuente: Elaboración propia (2022)

De manera general, se observan resultados consistentes con condiciones de flujo libre a lo largo de la red, salvo en los tramos viales de la Carrera 4 Este Diagonal 39 Sur. (ver Figura 110).

Los resultados de calibración muestran ajustes adecuados de los datos modelados con respecto a los datos observados, cumpliendo en su totalidad los indicadores de evaluación recomendados por la SDM, lo cual asegura que se cuenta con un modelo con todas las condiciones de calidad y que será adecuado para la evaluación de los escenarios futuros y las alternativas de diseño que se deseen evaluar.

10.2 REPRESENTACIÓN Y CALIBRACIÓN DE FLUJOS NO MOTORIZADOS

En esta sección se describe la representación digital, en software especializado de simulación, de la oferta para flujos no motorizados, que se detalló para la zona de influencia directa para la Estación de Retorno del futuro Cable Aéreo San Cristóbal. La representación de oferta de usuarios de modos no motorizados se detalló para las intersecciones de la Calle 39 Sur con Carrera 4 Este (E22), Calle 41 Sur con Carrera 4 Este (M2), la Calle 39 Sur con Carrera 3a Este (E23) y la Carrera 3 Este con calle 41 Sur (E21). (ver Figura 111).

También se crearon links que representaron la infraestructura física de andenes con su respectivo ancho efectivo (información que fue recopilada en el inventario vial realizado en la fase de toma de información primaria). La Figura 111 muestra el detalle de la red construida para los modos no motorizados y los andenes en las intersecciones aforadas, cabe destacar que la variabilidad en los anchos que se observa se debe a que el modelo se construyó utilizando el ancho efectivo del andén y no el ancho total, ya que este último incluye una zona de urbanismo y paisajismo que no es adecuado para la circulación de peatones. Se observa que la zona modelada para el análisis peatonal es mucho más amplia a la que se definió previamente como AID, esto se debe a que los análisis de trayectorias peatonales exigen una extensión que va mucho más allá de solo la zona aledaña a la manzana de ubicación de la estación.

Con el propósito de lograr una representación ajustada a las dinámicas de viajes dentro del área de influencia directa de la estación intermedia se construyó un modelo a escala urbana donde se evaluó el modelo de simulación a nivel de demoras, colas y velocidades para conocer el desempeño de la red bajo las condiciones actuales sin Proyecto.

La asignación de usuarios no motorizados se representó de forma dinámica en la zona directa, es decir las intersecciones que sirven de acceso, dado que se tienen segmentos de caminos para peatones y bici usuarios. Los viajes se realizan mediante una toma de decisiones de los peatones, tomando el camino posible más corto que pueden tener los usuarios en una intersección puntual y el ancho del área peatonal.

Figura 111. Representación de la oferta actual para modos no motorizados



Fuente: Elaboración propia (2022)

➤ *Calibración Peatonal*

Para la calibración peatonal se hizo un análisis comparativo entre los flujos peatonales por arco observados en las intersecciones de aforo y los flujos obtenidos del modelo de microsimulación. Las intersecciones analizadas corresponden a la Calle 39 Sur con Carrera 4 Este (E22), Calle 41 Sur con Carrera 4 Este (M2), la Calle 39 Sur con Carrera 3a Este (E23) y la Carrera 3 Este con calle 41 Sur (E21). Los resultados obtenidos para el pico AM se muestran en la Tabla 26. Dichos resultados muestran que para cada movimiento los GEH obtenidos son menores a 5, además el GEH de toda la red fue de 1,3 siendo menor al valor de 4 exigido por la SDM y el error de precisión obtenido al comparar el flujo total modelado con respecto al flujo total modelado fue de 3,6%, que también está por debajo del máximo recomendado por la SDM que es del 5%, lo cual en términos generales muestra una calibración adecuada para la configuración peatonal del modelo de microsimulación base de peatones en el pico AM.

Asimismo, en la Figura 112 se muestra el resultado de la asignación peatonal para el pico AM en el escenario base, la cual concuerda con los análisis previos mostrados en la sección 9, donde se identificó una gran circulación de peatones sobre el corredor de la Carrera 4 Este, lo cual deja ver una vez más las bondades del proceso de calibración del escenario base. Esta asignación también permite identificar que existen unos flujos de peatones importantes sobre los andenes de los ejes viales que rodean la manzana donde se ubicará la futura estación especialmente por los tramos tipo carrera, por los tramos viales tipo calle el flujo peatonal es menor.

Los resultados obtenidos para el pico PM se muestran en la Tabla 27. Dichos resultados muestran que para cada movimiento los GEH obtenidos son menores a 5, excepto en 2 movimientos, sin embargo, el porcentaje de aceptación es del 87%, siendo mayor al 85% recomendado por la SDM, además el GEH de toda la red fue de 0,3 y el error de precisión obtenido al comparar el flujo total modelado con respecto al flujo total modelado fue de 0,4%. Lo cual en términos generales muestra una calibración adecuada para la configuración peatonal del modelo de microsimulación base de peatones en el pico PM. Asimismo, en la Figura 106 se muestra el resultado de la asignación peatonal para el pico PM en el escenario base.

Los resultados obtenidos para el pico de FS se muestran en la Tabla 29. Dichos resultados muestran que para cada movimiento los GEH obtenidos son menores a 5, excepto en 1 movimiento, sin embargo, el porcentaje de aceptación es del 93%, siendo mayor al 85% recomendado por la SDM, además el GEH de toda la red fue de 0,5 y el error de precisión obtenido al comparar el flujo total modelado con respecto al flujo total modelado fue de 0,7%. Asimismo, en la Figura 107 se muestra el resultado de la asignación peatonal para el pico PM en el escenario base.

Tabla 26. Resultados calibración por peatones pico AM

No.	INTERSECCIÓN	ACCESO	MOV (RILSA)	VOLUMEN PEATONES OBSERVADO	VOLUMEN PEATONES MODELADO	GEH ARCO	CALIBRACIÓN VOLUMEN PEATONAL
1	E21 (1-1 / 1-2)	Norte	21	177	138	3,1	1
2	E21 (2-1 / 2-2)	Este	24	25	21	0,8	1
3	E21 (3-2 / 3-1)	Sur	22	316	369	2,9	1
4	E21 (4-2 / 4-1)	Oeste	23	385	365	1,0	1
5	E22 (1-2 / 1-1)	Norte	21	55	54	0,1	1
6	E22 (2-2 / 2-1)	Este	24	0	12	4,9	1
7	E22 (3-1 / 3-2)	Sur	22	0	11	4,7	1
8	E22 (4-1 / 4-2)	Oeste	23	39	42	0,5	1
9	E23 (2-1 / 2-2)	Sur	22	10	10	0,0	1
10	E23 (3-2 / 3-1)	Este	23	12	14	0,6	1
	E23 (4-2 / 4-1)	Oeste	24	10	20	2,6	1
	M2 (1-2 / 1-1)	Norte	21	16	6	3,0	1
	M2 (2-2 / 2-1)	Este	22	14	24	2,3	1
	M2 (3-1 / 3-2)	Sur	23	130	139	0,8	1
	M2 (4-1 / 4-2)	Oeste	24	174	187	1,0	1
TOTAL							100%
							% ACEPTACIÓN
GEH RED				✓	1	GEH para flujos por arco individual	
1,3				✓	2	GEH para suma sobre flujos de arco	

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 27. Resultados calibración por peatones pico PM

No.	INTERSECCIÓN	ACCESO	MOV (RILSA)	VOLUMEN PEATONES OBSERVADO	VOLUMEN PEATONES MODELADO	GEH ARCO	CALIBRACIÓN VOLUMEN PEATONAL
1	E21 (1-1 / 1-2)	Norte	21	59	75	2,0	1
2	E21 (2-1 / 2-2)	Este	24	199	207	0,6	1
3	E21 (3-2 / 3-1)	Sur	22	935	926	0,3	1
4	E21 (4-2 / 4-1)	Oeste	23	791	773	0,6	1
5	E22 (1-2 / 1-1)	Norte	21	74	68	0,7	1
6	E22 (2-2 / 2-1)	Este	24	0	14	5,3	0
7	E22 (3-1 / 3-2)	Sur	22	0	18	6,0	0
8	E22 (4-1 / 4-2)	Oeste	23	50	52	0,3	1
9	E23 (2-1 / 2-2)	Sur	22	102	86	1,7	1
10	E23 (3-2 / 3-1)	Este	23	34	31	0,5	1
	E23 (4-2 / 4-1)	Oeste	24	69	64	0,6	1
	M2 (1-2 / 1-1)	Norte	21	51	68	2,2	1
	M2 (2-2 / 2-1)	Este	22	63	71	1,0	1
	M2 (3-1 / 3-2)	Sur	23	860	863	0,1	1
	M2 (4-1 / 4-2)	Oeste	24	584	572	0,5	1
TOTAL							87%
							% ACEPTACIÓN
GEH RED				✓	1	GEH para flujos por arco individual	
0,3				✓	2	GEH para suma sobre flujos de arco	

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 28. Resultados calibración por peatones pico FS

No.	INTERSECCIÓN	ACCESO	MOV (RILSA)	VOLUMEN PEATONES OBSERVADO	VOLUMEN PEATONES MODELADO	GEH ARCO	CALIBRACIÓN VOLUMEN PEATONAL
1	E21 (1-1 / 1-2)	Norte	21	184	162	1,7	1
2	E21 (2-1 / 2-2)	Este	24	69	77	0,9	1
3	E21 (3-2 / 3-1)	Sur	22	983	1.001	0,6	1
4	E21 (4-2 / 4-1)	Oeste	23	1062	1.078	0,5	1
5	E22 (1-2 / 1-1)	Norte	21	32	46	2,2	1
6	E22 (2-2 / 2-1)	Este	24	0	10	4,5	1
7	E22 (3-1 / 3-2)	Sur	22	0	7	3,7	1
8	E22 (4-1 / 4-2)	Oeste	23	46	46	0,0	1
9	E23 (2-1 / 2-2)	Sur	22	74	78	0,5	1
10	E23 (3-2 / 3-1)	Este	23	20	23	0,6	1
	E23 (4-2 / 4-1)	Oeste	24	48	51	0,4	1
	M2 (1-2 / 1-1)	Norte	21	113	111	0,2	1
	M2 (2-2 / 2-1)	Este	22	93	41	6,4	0
	M2 (3-1 / 3-2)	Sur	23	963	979	0,5	1
	M2 (4-1 / 4-2)	Oeste	24	676	683	0,3	1
TOTAL				4363	4393		93%
							% ACEPTACIÓN
GEH RED			✓		1	GEH para flujos por arco individual	
0,5			✓		2	GEH para suma sobre flujos de arco	

Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 112. Asignación peatonal escenario base pico AM



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 113. Asignación peatonal escenario base pico PM



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 114. Asignación peatonal escenario base pico FS



Fuente: Elaboración propia (2022)

Una vez se contaba con la asignación peatonal resultante, se hizo un análisis del desempeño de la infraestructura peatonal existente en la zona. Dicho desempeño se midió con base en la determinación del NDS de zonas de espera (en andenes) y NDS en andenes con base en los

parámetros establecidos en el Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte Tomo III de la Alcaldía Mayor de Bogotá y Cal y Mayor Asociados.

Tabla 29. Criterios NDS para andenes y sederos peatonales estimados para Bogotá

Nivel de servicio	Superficie [m ² /peat]	Velocidad media [m/min]	Volumen [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: Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte Tomo III de la Alcaldía Mayor de Bogotá y Cal y Mayor Asociados (2022)

Los resultados de NDS obtenidos para las zonas de espera se muestran en la Tabla 30.

Tabla 30. NDS Zonas andenes

GIRO	SENTIDO	PICO AM		PICO PM		PICO FS	
		VOLUMEN (Peat/m-min)	NDS	VOLUMEN (Peat/m-min)	NDS	VOLUMEN (Peat/m-min)	NDS
E23	N-S	1.48	A	0.52	A	1.53	A
E23	S-N	0.21	A	1.66	A	0.56	A
E23	E-W	2.63	A	7.78	A	8.21	A
E23	W-E	3.22	A	6.59	A	8.87	A
E22	N-S	0.44	A	0.61	A	0.26	A
E22	S-N	0.50	A	0.00	A	0.00	A
E22	E-W	0.78	A	0.00	A	0.00	A
E22	W-E	0.33	A	0.42	A	0.38	A
E21	N-S	0.08	A	0.85	A	0.62	A
E21	S-N	0.10	A	0.28	A	0.17	A
E21	E-W	0.08	A	0.58	A	0.40	A
E21	W-E	0.13	A	0.43	A	0.93	A
M2	N-S	0.12	A	0.55	A	0.75	A
M2	S-N	1.08	A	7.18	A	8.04	A
M2	E-W	1.45	A	4.87	A	5.63	A
M2	W-E	1.56	A	5.23	A	6.45	A

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los resultados mostrados en la tabla anterior muestran que los andenes de la zona presentan un NDS A. Esto se puede explicar debido a que, aunque la infraestructura peatonal en algunos

tramos tiene dimensiones mínimas, el flujo peatonal en la actualidad es bajo y las condiciones de anchos efectivos de andenes existentes es suficiente para soportar dichos flujos, situación que cambiará cuando ya ingresen los peatones atraídos por la estación.

En la siguiente tabla, se presentan los anchos efectivos, utilizados para la estimación de los niveles de servicio de los andenes de la Estación de La Victoria, en la situación actual, sin proyecto.

Tabla 31. Anchos efectivos andenes de la Estación de La Victoria

SECTOR	NOMENCLATURA	LOCALIZACIÓN	ANCHO TOTAL (m)	ANCHO EFECTIVO (m)	NDS
COSTADO NORTE	CALLE 40 SUR	ANDÉN ESTACIÓN	2,5	1,3	A
		ANDÉN OPUESTO	2,7	1,5	A
COSTADO SUR	CALLE 41 SUR	ANDÉN ESTACIÓN	2,0	1,1	A
		ANDÉN OPUESTO	2,2	1,0	A
COSTADO ESTE	CARRERA 3C ESTE	ANDÉN ESTACIÓN	2,0	1,2	A
		ANDÉN OPUESTO	2,9	1,9	A
COSTADO OESTE	CARRERA 3A ESTE	ANDÉN ESTACIÓN	3,0	1,5	A
		ANDÉN OPUESTO	2,6	1,2	A

Fuente: Elaboración propia (2022)

➤ *Conclusión acerca de la representación actual sin proyecto*

El proceso de construcción de la malla vehicular y la infraestructura peatonal utilizada para elaborar y calibrar el modelo de microsimulación se estructuró con base en el inventario de infraestructura realizado por el equipo consultor. Es así como se tuvieron en cuenta sentidos viales, ancho y número de carriles, ancho efectivo de andenes, áreas efectivas de zonas de espera peatonal en intersecciones, ubicación y ancho de pasos peatonales tipo cebra, trazados de rutas de transporte público junto con la localización de paraderos. La red vehicular evaluada y calibrada correspondió a la malla vial que estaba dentro del AII y la red peatonal modelada y calibrada corresponde a la infraestructura peatonal ubicada dentro del AID.

El proceso de calibración del modelo de microsimulación para el escenario base se hizo para tres picos horarios de análisis, pico AM y PM de un día típico y el pico de un día de fin de semana. También el chequeo de la calibración del modelo se tuvo en cuenta los requerimientos hechos para este tipo de análisis por la Secretaría Distrital de Movilidad en la *GUÍA PARA LA GENERACIÓN Y REVISIÓN DE MODELOS (Código: PE04-PR03-IN01)*.

Para los modos motorizados la calibración se hizo por tipología vehicular donde se obtuvo que para todas las tipologías vehiculares el 100% de los datos presentados tienen un valor de GEH menor a 5. También se chequearon aquellos volúmenes vehiculares observados que eran menores a 700 vehículos/hora y que, al compararlos con los volúmenes modelados, estos nunca eran superiores en más de 100 vehículos/hora en ninguna de las tipologías vehiculares, tal como lo recomienda la guía de la SDM. También se hizo una calibración por velocidades y tiempos de viaje, obteniéndose resultados satisfactorios al comparar los datos tomados en el inventario realizado versus los datos obtenidos en la modelación.

Para la calibración peatonal se hizo un análisis comparativo entre los flujos peatonales observados en las intersecciones de aforo y los flujos obtenidos del modelo de microsimulación. Las intersecciones analizadas corresponden a la Calle 39 Sur con Carrera 4 Este, Calle 41 Sur con Carrera 4 Este, la Calle 39 Sur con Carrera 3a Este y la Carrera 3 Este con calle 41 Sur. Los resultados muestran que para cada movimiento los GEH obtenidos superan el 85% de aceptación recomendados por la SDM para los tres picos, además el GEH de toda la red para el pico AM fue de 1,3, para el pico PM fue de 0,3 y para el pico FS fue de 0,5 siendo menor al valor de 4 exigido por la SDM y el error de precisión obtenido al comparar el flujo total modelado con respecto al flujo total modelado fue de 3,6% para el pico AM, 0,4% para el pico PM y 0,7% para el pico FS, estando por debajo del máximo recomendado por la SDM que es del 5%, lo cual en términos generales muestra una calibración adecuada para la configuración peatonal del modelo de microsimulación base de peatones.

Una vez calibrado el modelo tanto a nivel vehicular como peatonal se realizaron los análisis respectivos. Para la infraestructura peatonal modelada también se hizo una evaluación del NDS para las zonas de espera en las intersecciones de análisis, con base en los parámetros establecidos en el Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte Tomo III de la Alcaldía Mayor de Bogotá y Cal y Mayor Asociados.

Con base en las estimaciones de volúmenes de peatones circulando por los andenes se estimó el NDS para cada una de estas zonas obteniéndose resultados que dejan ver una operación adecuada de dichas infraestructuras para las condiciones actuales de volúmenes peatonales. Estos resultados son consistentes y respaldan los análisis y conclusiones que fueron generadas a partir de los análisis hechos con base en la información secundaria y primaria recopilada en esta consultoría y muestran una infraestructura peatonal que en la actualidad presenta unas condiciones deficientes de continuidad y confort que aunque los NDS en algunos casos resultan ser A, una vez se cargue en el modelo el flujo del proyecto dichos NDS cambiarán de forma gradual hasta un punto donde puede deteriorarse la operación en la zona, de allí la importancia de hacer análisis preliminares de los resultados obtenidos y comprender como dichos resultados se pueden ver afectado cuando entre el proyecto a funcionar dentro de la modelación.

11 REPRESENTACIÓN DE LA SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO

Una vez se obtuvo la calibración y representación de la microsimulación de la situación actual del tránsito en la zona de análisis para la Estación Intermedia, se procedió a recrear cómo será el comportamiento en la zona por la implantación y puesta en operación de dicha estación, con proyección al año 2045, identificando, a través de indicadores operacionales, el rendimiento de la infraestructura y el impacto que podrá generar sobre ésta la implementación del Proyecto.

De acuerdo con lo anterior, se debe tener en cuenta que los efectos en la movilidad de una región serán afectados por cambios en políticas públicas, inserción de infraestructura nueva, cambios sociales, eventos coyunturales inesperados (por ejemplo la pandemia COVID-19), entre otros; no obstante, el tráfico es cambiante debido a variables intrínsecas como el crecimiento de la población y del parque automotor, interacción con otros modos de transporte, condiciones de oferta y capacidad de las vías, y demás, que afectan el comportamiento de la movilidad en el tiempo y son ajenas o acompañan efectos producto de otras condiciones. Con la finalidad de poder cuantificar este efecto, de manera independiente del que pueda atribuirse únicamente a la puesta en marcha del proyecto, se partió de la evaluación de un escenario sin proyecto tomando como año base el 2025, pero con un crecimiento del tráfico a 20 años y posteriormente se incorporó el proyecto en el tiempo.

Los análisis presentados se basan principalmente en la estimación de los impactos que se generará sobre la zona de influencia directa por la combinación de los flujos peatonales presentes en la zona (actuales y proyectados con una tasa anual normal de crecimiento), a los que se le adicionarán aquellos nuevos usuarios que serán atraídos por el sistema cable a la estación. Los impactos analizados se centran principalmente en el efecto que tendrá en los NDS el flujo adicional de peatones que circulará por la zona y se estimaron en andenes, zonas de espera y acumulación peatonal en intersecciones y en pasos peatonales sobre vía vehicular como son las cebras. Los impactos también se analizaron sobre la oferta vial e intersecciones existentes.

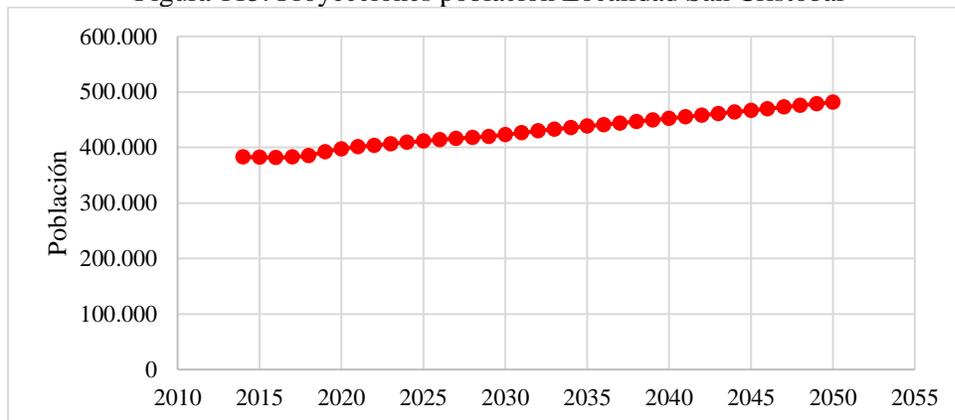
En primer lugar, fue necesario hacer una estimación del crecimiento normal que tendría el flujo motorizado y no motorizado en la zona de análisis ya que independiente de si hay o no hay proyecto dicho comportamiento se dará en la zona por las dinámicas propias de la población que vive en estos sectores y el crecimiento vegetativo propio del parque automotor de una ciudad.

Por lo tanto, para estimar el crecimiento normal de los vehículos (livianos, camiones, buses, motos, bicicletas) y peatones en la zona de influencia de la estación se utilizó información de la Alcaldía Mayor de Bogotá, la Secretaría Distrital de Planeación y el DANE presentada en

el Visor de Población⁷. Dicha información (ver Figura 115) muestra que para la localidad de San Cristóbal se prevé una tasa de crecimiento promedio anual de población del 0.64%.

Por otro lado, también se revisó información del crecimiento normal de los viajes en la zona por modo y se generaron unos modelos de regresión que permitieron sustentar de manera adecuada (parámetros estadísticos de ajuste adecuados) con base en variables como el PIB el crecimiento de cada modo. Para determinar dichos modelos se revisaron los viajes por modo en cada una de las encuestas de movilidad de Bogotá existentes (2005, 2011, 2015, 2019) para cada una de las ZAT que se encontraban en la zona de influencia de las estaciones. Estos datos se constituyen en un elemento importante, de fuente secundaria, para analizar las variaciones en la demanda esperadas para los próximos años. Los resultados de los viajes totales por modo de todas las ZAT que hacen parte de la zona de análisis y las tasas anuales obtenidas entre cada periodo de encuestas se muestran en la Tabla 32.

Figura 115. Proyecciones población Localidad San Cristóbal



Fuente: Secretaría Distrital de Planeación (2022)

Para generar la base de dato de viajes históricos por tipo de vehículo que se presenta en la Tabla 33, en primer lugar, se identificaron las zonas (ZAT) donde se generarán y atraerán los viajes que llegarán a cada una de las estaciones del CSC, dicha identificación utilizó las zonas que fueron previamente identificadas durante la FASE 1 y 2 de esta consultoría, donde se hicieron las estimaciones de demanda potencial y captadas. Una vez identificadas esas ZAT se revisó información de las últimas 4 encuestas origen-destino de Bogotá (2005, 2011, 2015 y 2019) y se obtuvieron los viajes por modo que se generan y atraen en dichas ZAT. Con dicha información se estimaron tasas anuales de crecimiento por modo (ver Tabla 32) en el periodo comprendido por las 4 encuestas y así se pudo obtener el número de viajes por modo y por año en la zona de influencia del proyecto.

⁷ Visor de Población, Secretaría Distrital de Planeación:
<https://sdpbogota.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=baabe888c3ab42c6bb3d10d4eaa993c5>

Tabla 32. Viajes por ZAT para diferentes matrices OD

MODO		2005	2011	2015	2019
Transporte Público	Total Viajes	10,428	11,018	11,676	12,282
	Tasa anual de crecimiento entre encuestas	**	0.92%	1.46%	1.27%
Livianos	Total Viajes	7,589	8,578	9,792	11,502
	Tasa anual de crecimiento entre encuestas	**	2.06%	3.36%	4.11%
Motos	Total Viajes	1,425	2,250	3,728	8,013
	Tasa anual de crecimiento entre encuestas	**	7.91%	13.45%	21.08%
Bicicletas	Total Viajes	1,496	1,638	1,750	1,973
	Tasa anual de crecimiento entre encuestas	**	1.52%	1.67%	3.04%
A pie	Total Viajes	48,423	60,456	71,764	92,957
	Tasa anual de crecimiento entre encuestas	**	3.77%	4.38%	6.68%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos EODH de Bogotá (2022)

Una vez identificado los factores de crecimiento normal por modo se generó la base de datos que se utilizó para la generación de los modelos de regresión, para lo cual se utilizó el PIB nacional en precios constantes base 2015. También se hicieron análisis con otras variables explicativas como lo fueron la población de la localidad, la población total de Bogotá, el parque automotor, pero no se obtuvieron resultados estadísticamente significativos. Otra aclaración es que para los camiones se utilizaron datos del parque automotor histórico de Bogotá para esta tipología vehicular, ya que en las encuestas no se podía diferenciar por viajes hechos en este tipo de vehículo. La base de datos usada para generar los modelos de regresión se muestra a continuación:

Tabla 33. Base de datos utilizada para modelos de regresión

Año	Viajes Auto	Viajes Moto	Número Camiones	Viajes Bicicleta	Viajes TP	Viajes a pie	Población Localidad San Cristóbal	PIB (Miles de Millones)
2005	7,589	1,425		1,496	10,428	48,243	400,187	514,853
2006	7,746	1,538		1,519	10,524	50,062	395,800	549,435
2007	7,905	1,659	40,474	1,542	10,621	51,949	392,400	586,457
2008	8,068	1,791	42,409	1,565	10,718	53,908	389,900	605,713
2009	8,235	1,932	44,376	1,589	10,817	55,940	388,200	612,616
2010	8,405	2,085	46,112	1,613	10,917	58,049	38,700	640,151
2011	8,578	2,250	47,971	1,638	11,018	60,237	386,100	684,628
2012	8,867	2,553	49,646	1,665	11,179	62,876	385,100	711,415
2013	9,165	2,896	53,802	1,693	11,342	65,630	384,200	747,939
2014	9,473	3,286	56,051	1,721	11,508	68,504	383,150	781,589
2015	9,792	3,728	56,679	1,750	11,676	71,505	382,200	804,692
2016	10,194	4,514	57,158	1,803	11,824	76,281	382,750	820,485
2017	10,612	5,466	57,574	1,858	11,974	81,377	385,500	835,165
2018	11,048	6,618	58,772	1,915	12,127	86,813	392,300	858,018
2019	11,502	7,013	60,707	1,973	12,282	92,612	397,400	885,293

Fuente: Elaboración propia a partir de datos EODH de Bogotá (2022)

Por lo tanto, a partir de las series históricas de viajes por tipología vehicular y PIB se conformaron múltiples modelos **para estimar el crecimiento normal de los viajes**, estos modelos se evaluaron bajo los siguientes criterios para seleccionar el que cuente con mejor ajuste de bondad:

- Más alto nivel de correlación (R).
- Más alto coeficiente de determinación (R²) y de determinación ajustado.
- Nivel de significancia estadística igual o mayor al 95% para el análisis de varianza.
- Nivel de significancia estadística igual o mayor al 95% para la selección de los coeficientes de regresión.
- Congruencia entre el signo de cada coeficiente de regresión y la variable dependiente

Con base en la evaluación de la correlación entre las variables analizadas anteriormente, se seleccionaron los siguientes modelos econométricos definitivos por tipología vehicular para realizar el pronóstico en los escenarios de proyección futura.

➤ Modelo vehículos livianos

Tabla 34. Resumen modelo vehículos livianos

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.96855657
Coefficiente de determinación R ²	0.93810182
R ² ajustado	0.93334042
Error típico	322.242077
Observaciones	15

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente tabla se presenta el análisis de varianza del modelo.

Tabla 35. Análisis de varianza modelo vehículos livianos

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	20458791	20458791	197.022339	3.1226E-09
Residuos	13	1349919.43	103839.956		
Total	14	21808710.5			

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los coeficientes del modelo y su respectivo análisis se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 36. Coeficientes del modelo vehículos livianos

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	1991.11807	516.458583	3.85452026	0.0019904	874.959139	3106.44101	874.959139	3106.44101
Variable X 1	0.01008779	0.00071868	14.0364646	3.1226E-09	0.00853516	0.01164041	0.00853516	0.01164041

Fuente: Elaboración propia (2022)

La ecuación resultante es:

$$Viajes_{Livianos} = 1991,118 + 0.01008779 * PIB$$

Este modelo presenta un coeficiente de correlación de 0.97 (muy cercano a 1), el cual indica que la relación lineal de la variable explica el comportamiento del número de viajes en vehículos livianos en la localidad. Además, se encuentra un coeficiente de determinación ajustado cercano a uno (0.93) indicando que la variación de la variable dependiente es explicada por la variable independiente. Además, el nivel de significancia estadística (debe ser mayor al 95% de confianza) de cada una de los coeficientes de regresión es la adecuada (valor de la “probabilidad” inferior a 5%), también se encuentra que los signos de los coeficientes PIB son coherentes, se espera que el crecimiento en el PIB genere un aumento en el número de viajes en vehículos livianos. Dada la coherencia en los signos del modelo, este puede establecerse como apropiado para explicar el comportamiento de los viajes en vehículos livianos.

➤ Modelo transporte público

Tabla 37. Resumen modelo transporte público

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.988320471
Coeficiente de determinación R ²	0.976777353
R ² ajustado	0.974990995
Error típico	96.19704603
Observaciones	15

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente tabla se presenta el análisis de varianza del modelo.

Tabla 38. Análisis de varianza modelo transporte público

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	5060001.937	5060001.937	546.7983695	5.24164E-12
Residuos	13	120300.3316	9253.871664		
Total	14	5180302.269			

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los coeficientes del modelo y su respectivo análisis se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 39. Coeficientes del modelo transporte público

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	7705.545806	154.175366	49.97909852	3.0153E-16	7372.470177	8038.621434	7372.470177	8038.621434
Variable X 1	0.005016852	0.000214545	23.38372018	5.24164E-12	0.004553357	0.005480348	0.004553357	0.005480348

Fuente: Elaboración propia (2022)

La ecuación resultante es:

$$Viajes_{TP} = 7705.546 + 0.00502 * PIB$$

Este modelo presenta un coeficiente de correlación de 0.99 (muy cercano a 1), el cual indica que la relación lineal de la variable explica el comportamiento del número de viajes en transporte público en la localidad. Además, se encuentra un coeficiente de determinación ajustado cercano a uno (0.98) indicando que la variación de la variable dependiente es explicada por la variable independiente. Además, el nivel de significancia estadística (debe ser mayor al 95% de confianza) de cada una de los coeficientes de regresión es la adecuada (valor de la “probabilidad” inferior a 5%), también se encuentra que los signos de los coeficientes PIB son coherentes, se espera que el crecimiento en el PIB genere un aumento en el número de viajes en transporte público. Dada la coherencia en los signos del modelo, este puede establecerse como apropiado para explicar el comportamiento de los viajes en transporte público.

➤ Modelo bicicletas

Tabla 40. Resumen modelo bicicletas

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.96725107
Coefficiente de determinación R ²	0.935574633
R ² ajustado	0.930618835
Error típico	38.55952113
Observaciones	15

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente tabla se presenta el análisis de varianza del modelo.

Tabla 41. Análisis de varianza modelo bicicletas

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	280690.7812	280690.7812	188.7838705	4.05491E-09
Residuos	13	19328.87671	1486.83667		
Total	14	300019.6579			

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los coeficientes del modelo y su respectivo análisis se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 42. Coeficientes del modelo bicicletas

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	851.2615026	61.79948894	13.77702012	3.92328E-09	717.9031237	984.9224814	717.9031237	984.9224814
Variable X 1	0.001181599	8.59978E-05	13.73986428	4.05491E-09	0.000995812	0.001367386	0.000995812	0.001367386

Fuente: Elaboración propia (2022)

La ecuación resultante es:

$$Viajes_{bici} = 851.2615 + 0.0011816 * PIB$$

Este modelo presenta un coeficiente de correlación de 0.97 (muy cercano a 1), el cual indica que la relación lineal de la variable explica el comportamiento del número de viajes en bicicleta en la localidad. Además, se encuentra un coeficiente de determinación ajustado cercano a uno (0.94) indicando que la variación de la variable dependiente es explicada por la variable independiente. Además, el nivel de significancia estadística (debe ser mayor al 95% de confianza) de cada una de los coeficientes de regresión es la adecuada (valor de la “probabilidad” inferior a 5%), también se encuentra que los signos de los coeficientes PIB son coherentes, se espera que el crecimiento en el PIB genere un aumento en el número de viajes en bicicleta. Dada la coherencia en los signos del modelo, este puede establecerse como apropiado para explicar el comportamiento de los viajes en bicicleta.

➤ Modelo camiones

Para el modelo camiones fue necesario hacer un ajuste inicial de los datos y la regresión se llevó a cabo después de aplicar la función logaritmo a los datos, esta estrategia permitió encontrar un modelo adecuado de ajuste para el pronóstico de los camiones en la localidad.

Tabla 43. Resumen modelo camiones

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.991404523
Coefficiente de determinación R ²	0.982882929
R ² ajustado	0.981326832
Error típico	0.018597014
Observaciones	13

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente tabla se presenta el análisis de varianza del modelo.

Tabla 44. Análisis de varianza modelo camiones

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.218449695	0.218449695	631.6333094	4.55426E-11
Residuos	13	0.003804338	0.000345849		
Total	14	0.222254033			

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los coeficientes del modelo y su respectivo análisis se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 45. Coeficientes del modelo camiones

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-1.89443494	0.50689242	-3.73735113	0.00328125	-3.01009763	-0.77877226	-3.01009763	-0.77877226
Variable X 1	0.94358703	0.03754477	25.132316	4.5543E-11	0.86095155	1.02622251	0.86095155	1.02622251

Fuente: Elaboración propia (2022)

La ecuación resultante es:

$$\text{Número de camiones} = \text{Exp}(0.94358 * \text{LN}(\text{PIB}) - 1.894435)$$

Este modelo presenta un coeficiente de correlación de 0.99 (muy cercano a 1), el cual indica que la relación lineal de la variable explica el comportamiento del número de camiones en la localidad. Además, se encuentra un coeficiente de determinación ajustado cercano a uno (0.98) indicando que la variación de la variable dependiente es explicada por la variable independiente. Además, el nivel de significancia estadística (debe ser mayor al 95% de confianza) de cada una de los coeficientes de regresión es la adecuada (valor de la “probabilidad” inferior a 5%), también se encuentra que los signos de los coeficientes PIB son coherentes, se espera que el crecimiento en el PIB genere un aumento en el número de camiones. Dada la coherencia en los signos del modelo, este puede establecerse como apropiado para explicar el comportamiento del número de camiones.

➤ Modelo motos

Al igual que para el modelo camiones, para el modelo de motos fue necesario hacer un ajuste inicial de los datos y la regresión se llevó a cabo después de aplicar la función logaritmo a los datos, esta estrategia permitió encontrar un modelo adecuado de ajuste para el pronóstico de los camiones en la localidad.

Tabla 46. Resumen modelo motos

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.952443661
Coefficiente de determinación R ²	0.907148927
R ² ajustado	0.900006537
Error típico	0.173051533
Observaciones	15

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente tabla se presenta el análisis de varianza del modelo.

Tabla 47. Análisis de varianza modelo motos

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	3.803521915	3.803521915	127.0091527	4.42058E-08
Residuos	13	0.389308832	0.029946833		
Total	14	4.192830747			

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los coeficientes del modelo y su respectivo análisis se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 48. Coeficientes del modelo motos

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-32.50599501	3.590786348	-9.05261184	5.63672E-07	-40.26341729	-24.74857273	-40.26341729	-24.74857273
Variable X 1	3.0076224435	0.266790487	11.26983375	4.42058E-08	2.430318629	3.583050241	2.430318629	3.583050241

Fuente: Elaboración propia (2022)

La ecuación resultante es:

$$Viajes_{moto} = Exp(3.007622 * LN(PIB) - 32.50599)$$

Este modelo presenta un coeficiente de correlación de 0.95 (muy cercano a 1), el cual indica que la relación lineal de la variable explica el comportamiento del número de viajes en moto en la localidad. Además, se encuentra un coeficiente de determinación ajustado cercano a uno (0.91) indicando que la variación de la variable dependiente es explicada por la variable independiente. Además, el nivel de significancia estadística (debe ser mayor al 95% de confianza) de cada una de los coeficientes de regresión es la adecuada (valor de la “probabilidad” inferior a 5%), también se encuentra que los signos de los coeficientes PIB son coherentes, se espera que el crecimiento en el PIB genere un aumento en el número de viajes en moto. Dada la coherencia en los signos del modelo, este puede establecerse como apropiado para explicar el comportamiento del número de viajes en moto.

➤ Modelo viajes A pie

Tabla 49. Resumen modelo viajes A pie

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.963348709
Coeficiente de determinación R ²	0.928040736
R ² ajustado	0.922505408
Error típico	3821.422189
Observaciones	15

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente tabla se presenta el análisis de varianza del modelo.

Tabla 50. Análisis de varianza modelo viajes A pie

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	2448351230	2448351230	167.6577671	8.34996E-09
Residuos	13	189842478.1	14603267.55		
Total	14	2638193708			

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los coeficientes del modelo y su respectivo análisis se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 51. Coeficientes del modelo viajes A pie

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-12668.2823	6124.60766	-2.06842349	0.04929789	-25899.6928	563.128074	-25899.6928	563.128074
Variable X 1	0.113552	0.00852277	12.9482727	8.35E-09	0.09194287	0.12876754	0.09194287	0.12876754

Fuente: Elaboración propia (2022)

La ecuación resultante es:

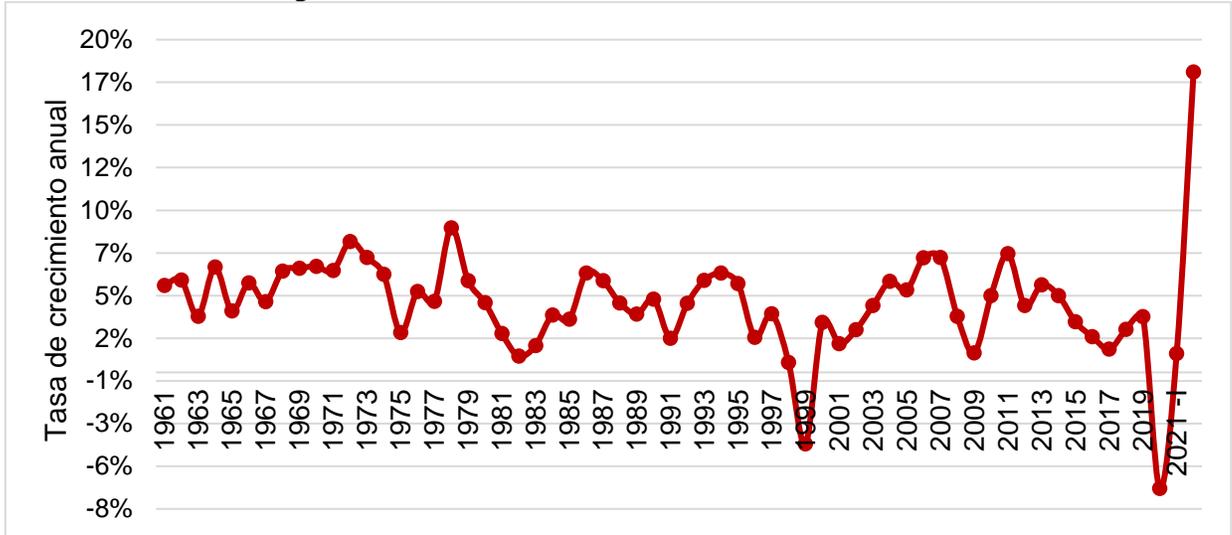
$$Viajes_{A\ pie} = -12668.2823 + 0.1136 * PIB$$

Este modelo presenta un coeficiente de correlación de 0.96 (muy cercano a 1), el cual indica que la relación lineal de la variable explica el comportamiento del número de viajes a pie en la localidad. Además, se encuentra un coeficiente de determinación ajustado cercano a uno (0.93) indicando que la variación de la variable dependiente es explicada por la variable independiente. Además, el nivel de significancia estadística (debe ser mayor al 95% de confianza) de cada una de los coeficientes de regresión es la adecuada (valor de la “probabilidad” inferior a 5%), también se encuentra que los signos de los coeficientes PIB son coherentes, se espera que el crecimiento en el PIB genere un aumento en el número de viajes a pie. Dada la coherencia en los signos del modelo, este puede establecerse como apropiado para explicar el comportamiento de los viajes a pie.

Finalmente, para realizar los pronósticos de los viajes por modo era necesario contar con tasas de proyección de la variable explicativa (PIB Nacional). Por lo tanto, se revisaron las series históricas del PIB que están basadas en la información histórica publicada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), a través de los resultados de los Censos Económicos del Sistema de Cuentas Nacionales, así como a las Estadísticas Económicas del Departamento Nacional de Planeación, Banco de la República, Bancolombia, Ministerio de Hacienda y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE. En la Figura 116 se muestra como ha sido la evolución histórica de la tasa anual de crecimiento del PIB para Colombia. En dicha gráfica se observa como en el año

más crítico ha sido el año 2020 donde se tuvo una tasa negativa de 6.8% producto de la pandemia de la COVID-19 que afectó la economía a nivel mundial.

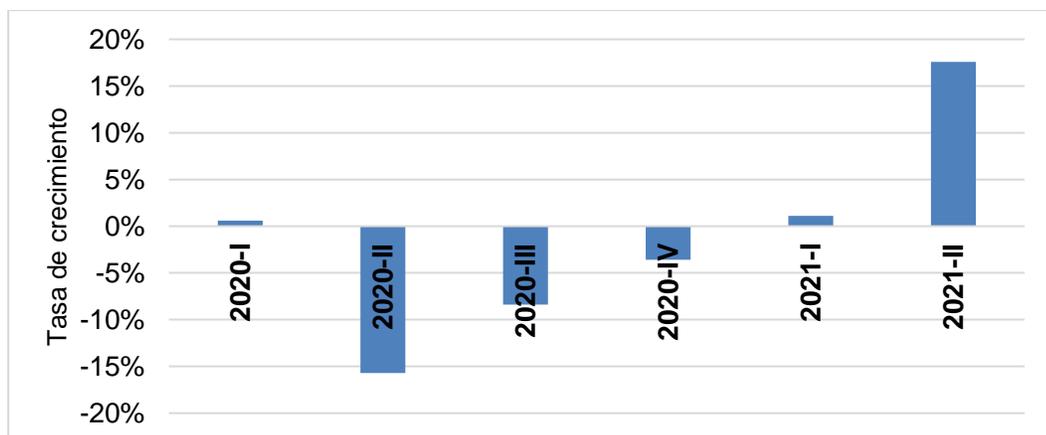
Figura 116. Tasa histórica de crecimiento PIB nacional



Fuente: Elaboración propia a partir de información DANE (2022)

Al revisar en más detalle cómo ha sido la evolución de la tasa de crecimiento trimestral del PIB teniendo en cuenta lo atípico que ha sido el 2020 y la recuperación gradual de la economía gradual que se ha venido presentado en el 2021 se observa un repunte del PIB para el segundo trimestre del 2021 alcanzando una tasa del 17.6%⁸, en la Figura 117 se muestra la evolución por trimestre para 2020 y lo que va del 2021.

Figura 117. Evolución trimestral de la tasa de crecimiento del PIB para 2020 y 2021



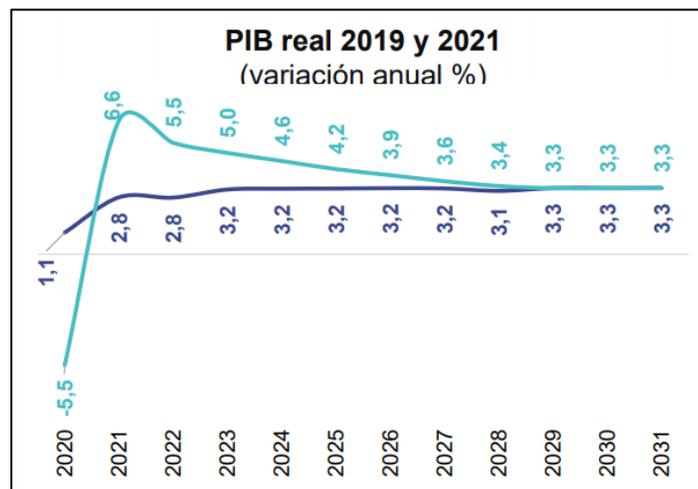
Fuente: Elaboración propia a partir de información DANE (2021)

⁸ PIB Principales resultados – DANE agosto de 2021, recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/presen_rueda_de_prensa_PIB_Itrim21.pdf

Asimismo, el Banco de la República plantea una proyección de crecimiento del PIB para Colombia para el 2021 en 6.5%⁹, la mejor dinámica observada de la actividad económica frente a lo proyectado, el incremento en los precios del petróleo y otros productos de exportación, junto con el aumento esperado del gasto público en el presente año, explican un alza en el pronóstico de crecimiento económico para 2021. Esta cifra de crecimiento para el 2021 es menor con respecto al pronóstico hecho para Colombia por el Fondo Monetario Internacional quien proyecta que la economía de Colombia crezca 5,1 % en 2021. El Ministerio de Hacienda en su más reciente Marco Fiscal de Hacienda 2020¹⁰ establece las proyecciones del PIB para Colombia (ver Figura 118), dicha información fue utilizada como referencia para la estimación del pronóstico del PIB para la generación de los modelos econométricos empleados en este trabajo.

Por otro lado, la OCDE pronóstica para Colombia un crecimiento del PIB para 2021 del 7.6%¹¹ y un 3.5% para el 2022 impulsado por el consumo privado y la inversión. Además, cabe aclarar que la OCDE es de los pocos organismos internacionales que presenta proyecciones del crecimiento del PIB nacional a un periodo amplio de más de 5 años. En resumen, en la Figura 119, se muestran las proyecciones de crecimiento del PIB que se utilizaron los pronósticos de los viajes por modo.

Figura 118. Variación proyectada del PIB Nacional Ministerio de Hacienda



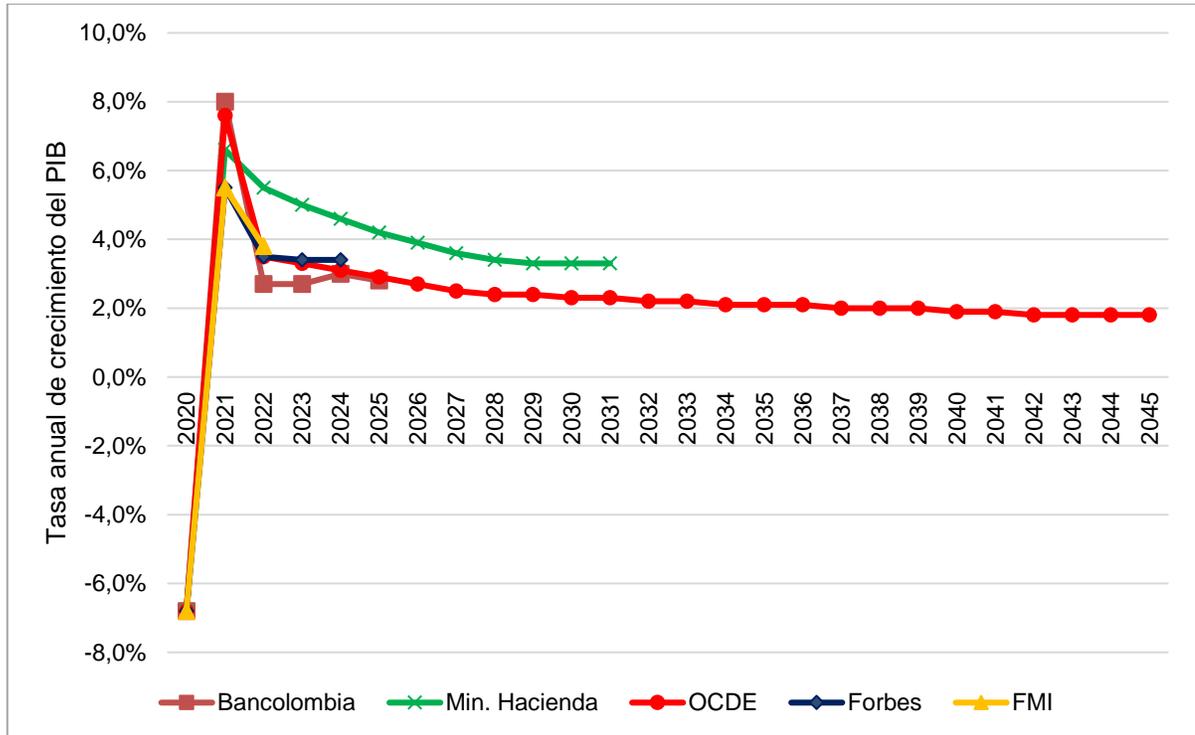
Fuente: Ministerio de Hacienda (2022)

⁹ Informe de Política Monetaria, Banco de la República, junio de 2021.

¹⁰ Marco Fiscal de Mediano Plazo 2020, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, junio de 2020.

¹¹ <https://www.oecd.org/economy/panorama-economico-colombia/>

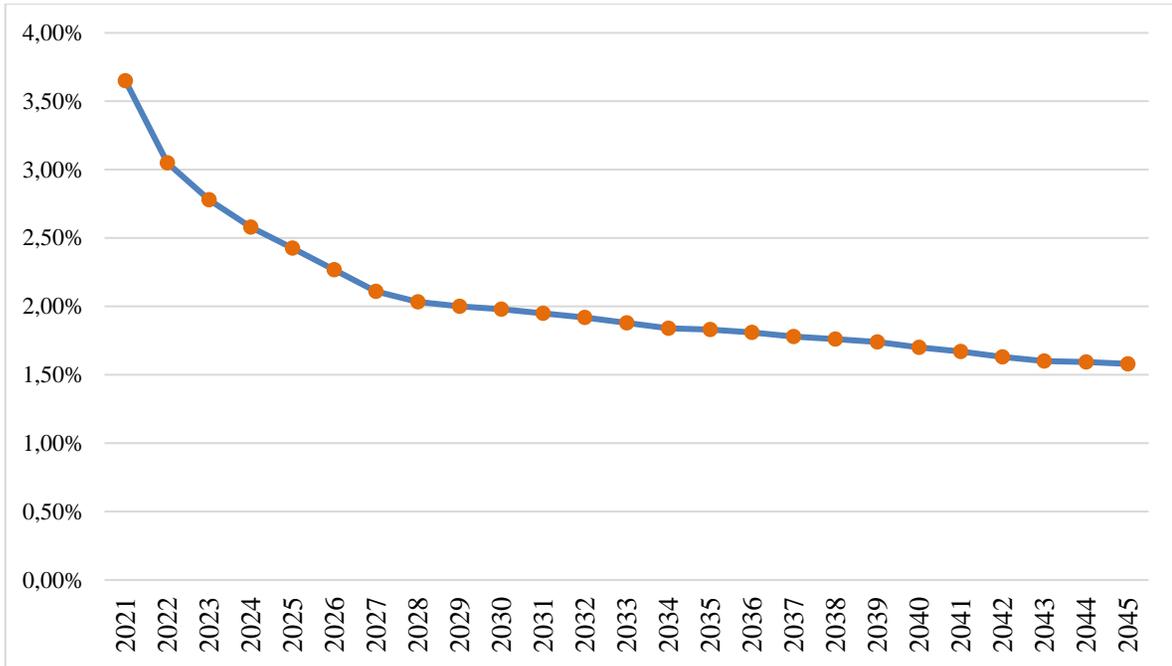
Figura 119. Pronóstico tasa de crecimiento PIB a partir de diferentes fuentes



Fuente: Elaboración propia (2022)

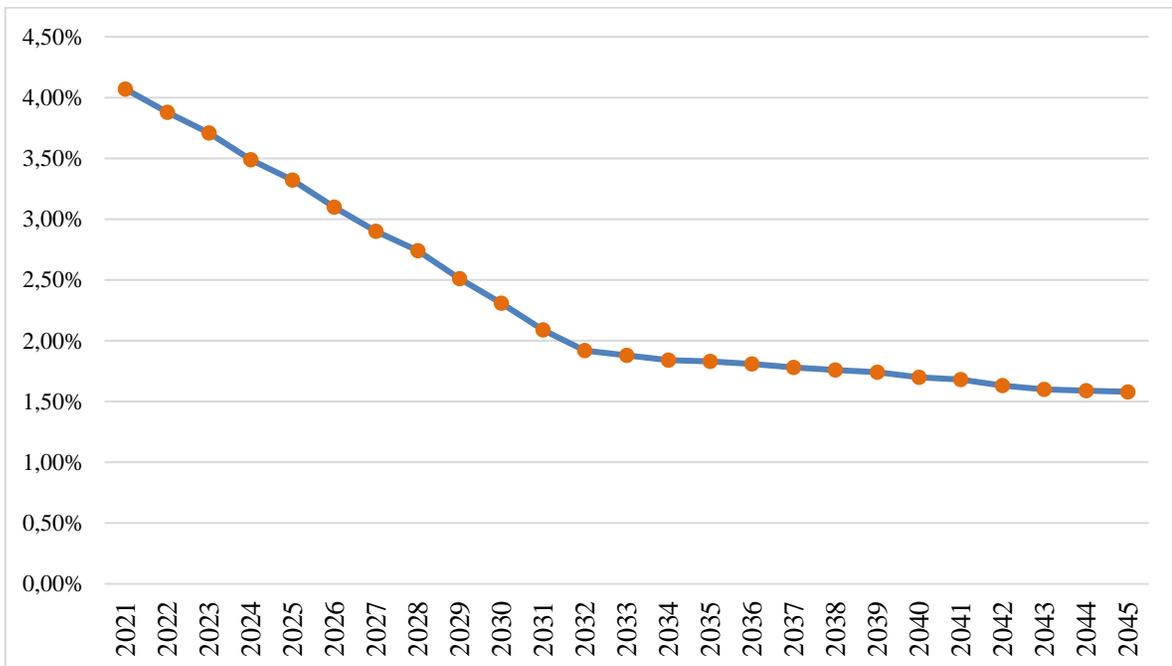
A continuación, se muestra las tasas anuales de crecimiento obtenidas en los pronósticos para cada uno de los modos analizados.

Figura 120. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes en auto.



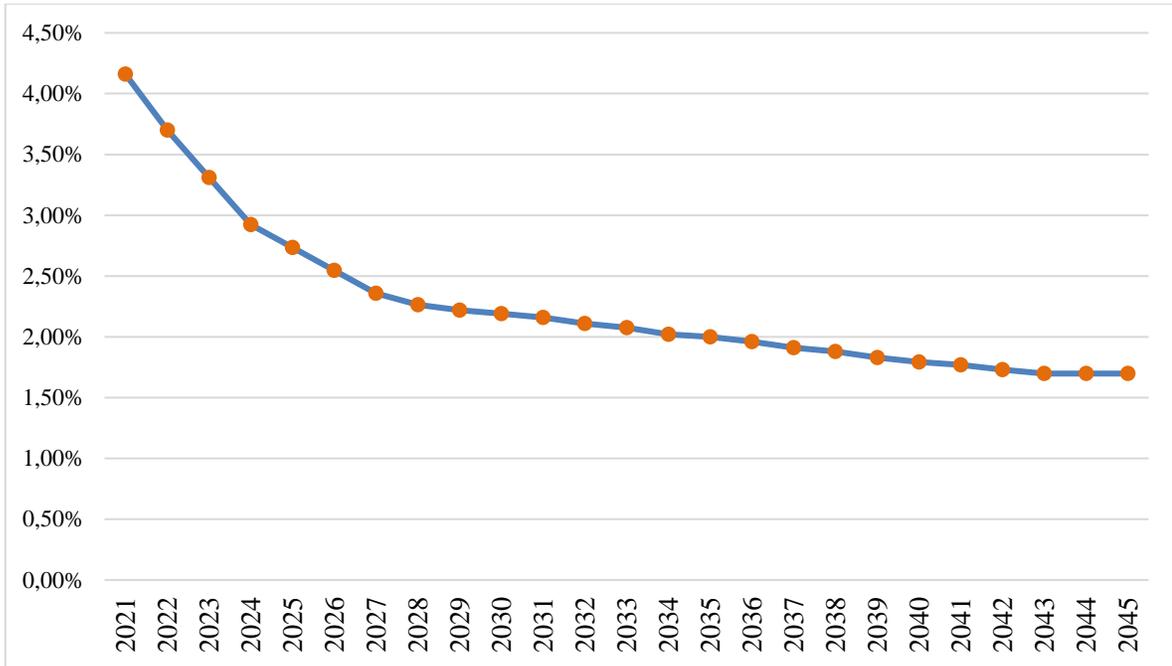
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 121. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes en moto.



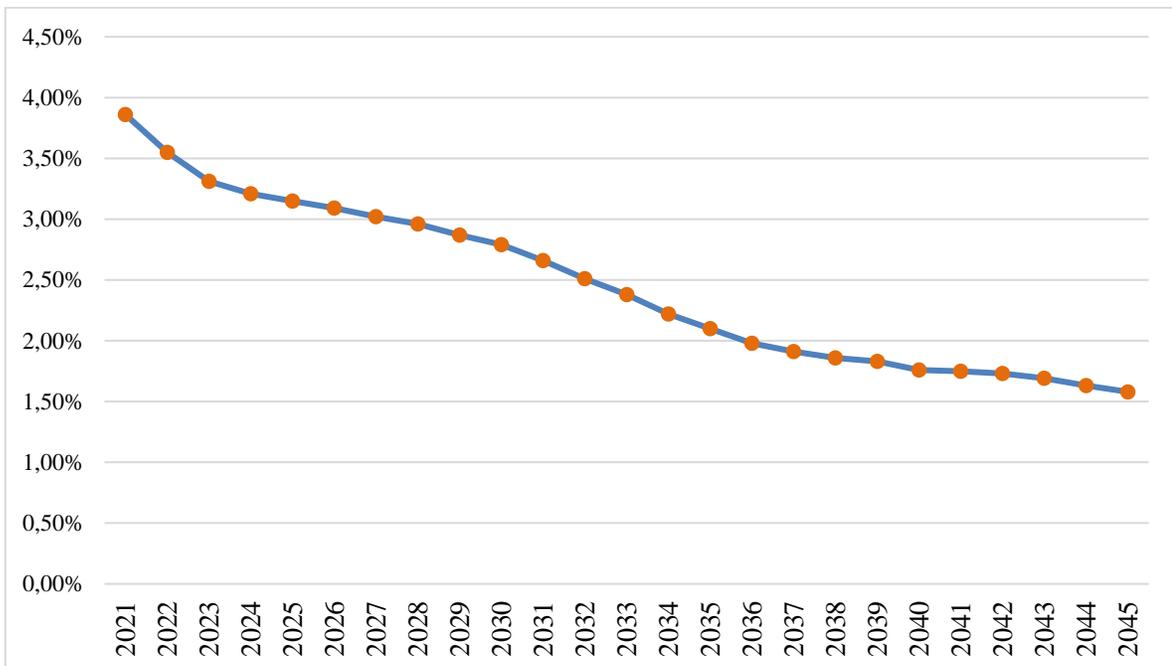
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 122. Tasa anual de crecimiento pronóstico camiones



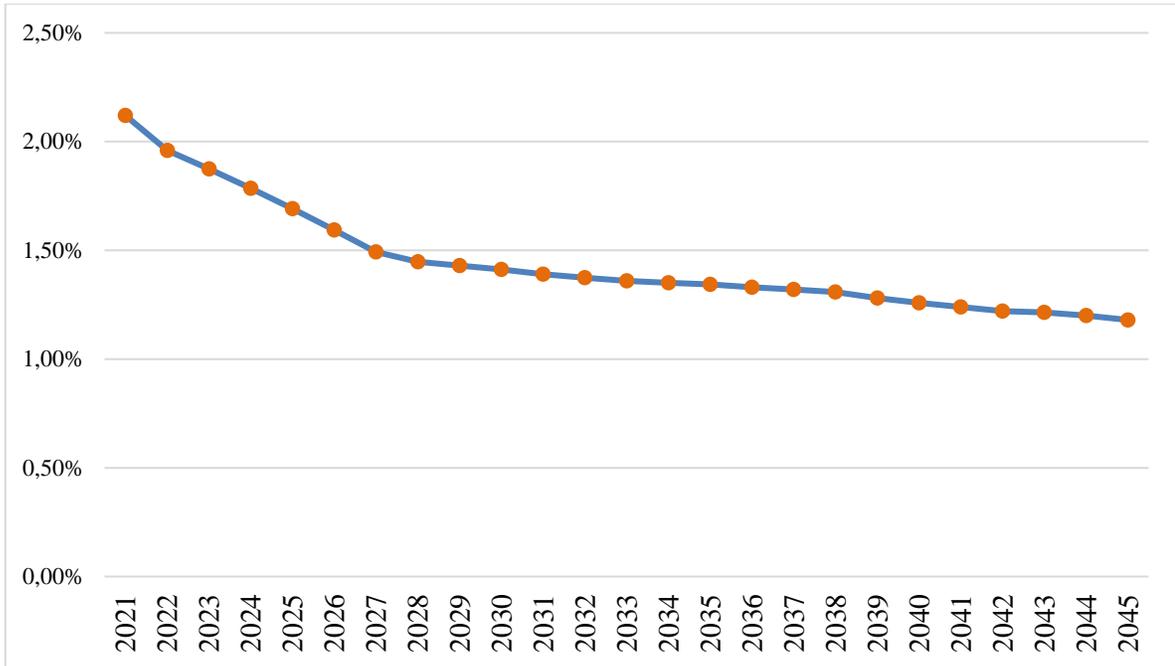
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 123. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes transporte público



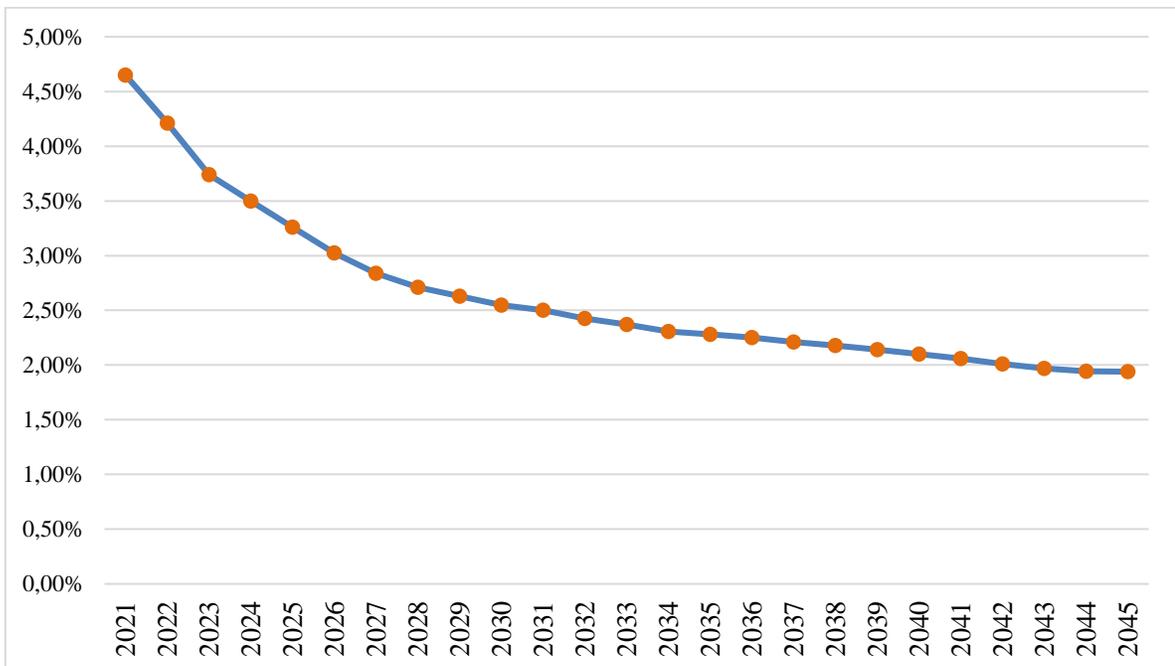
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 124. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes en bicicleta



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 125. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes a pie



Fuente: Elaboración propia (2022)

Finalmente, los factores multiplicadores utilizados para llevar la matriz base por modo se muestran a continuación. Cabe recordar que dichos factores se usaron para proyectar las matrices de viajes por modo para el crecimiento normal de los viajes.

Tabla 52. Factores multiplicadores por modo y por periodo crecimiento normal de los viajes

TIPO	2025	230	2035	2045
AUTOS	1,1	1,2	1,4	1,6
BICICLETAS	1,1	1,2	1,2	1,4
CAMIONES	1,1	1,3	1,4	1,7
MOTOS	2,9	3,4	3,9	5,0
PEATONES	1,2	1,3	1,5	1,8

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los factores obtenidos, muestran diferentes valores según el modo, pero sobresale el valor obtenido para las motos, el cual es el más alto de todos. Sin embargo, dicho valor resulta aceptable para la zona, ya que lo que muestran los resultados de las cuatro últimas encuestas realizadas en Bogotá es que el crecimiento de los viajes en moto en la localidad se ha disparado de forma considerable en los últimos 10 años (tasa anual de crecimiento del 7.9% entre 2005 y 2011, tasa anual de crecimiento del 13.5% entre 2011 y 2015 y tasa anual de crecimiento del 21% entre 2015 y 2019) y si la tendencia se mantiene el número de viaje en motos será insostenible.

Una vez identificado el crecimiento normal de los viajes por modo en la zona, se procedió a hacer las estimaciones del aumento de los peatones en la zona de influencia directa de la estación producto de la entrada en operación del sistema cable. Para dicho análisis se partió de los resultados obtenidos en el Análisis de Demanda realizado durante la FASE 2 de la actual consultoría donde se estimó el número de viajes que circularían por el sistema cable en la hora de máxima demanda y que fueron mostrados en la sección 4.2 de este documento. Además, debido a la localización de la estación intermedia en un sector donde en la actualidad no existe una infraestructura de transporte como la que representa el cable, la estimación de usuarios que llegaran principalmente caminando a dicha manzana es considerable (3.123 en el año 30 en la hora más cargada).

El Sistema Cable Aéreo San Cristóbal se configura como un sistema que busca incentivar y fortalecer el uso del transporte público brindando una solución de movilidad segura, confortable y rápida para los habitantes de zonas vulnerables en la localidad, acompañado de una serie de medidas que faciliten e incentiven la caminata hacia las estaciones brindando condiciones de accesibilidad segura y universal a cada una de las estaciones, así como la intermodalidad. Por dichas características también resulta lógico considerar que el sistema cable captará viajes que en la actualidad se realizan en otros modos. Las tasas de captación

	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	
---	---	---

estimadas a partir de la construcción de un modelo Logit fueron presentadas en el informe de FASE 2 de Análisis de Demanda y en este informe son presentadas en la sección 7.2.

Finalmente, estos análisis arrojan una estimación de demanda potencial para la hora de máxima demanda en el año 30 de funcionamiento del cable de alrededor de 3.123 usuarios accederán caminando a la estación intermedia provenientes de los sectores aledaños a la estación del cable o de los paraderos de transporte público más cercanos.

Adicional al crecimiento normal esperado del tráfico en la zona, calculado mediante los modelos econométricos descritos anteriormente, y de la demanda que generará y atraerá la Estación Intermedia, el Consultor incluyó un factor de ajuste en la proyección que buscó representar, adicionalmente, el tráfico peatonal que se desarrollará en el futuro por efecto de los nuevos equipamientos y proyectos urbanísticos que tiene considerado el Distrito implementar alrededor del Cable de San Cristóbal.

Para estimar este factor, se tuvieron en cuenta, entre otros componentes, aquellos usuarios ocasionales que llegarán al sistema por motivos de turismo, recreación y sosiego. Para estimar dichos valores se utilizó información de referencia del sistema TransMicable de Ciudad Bolívar donde se ha estimado que del total de viajes mensuales el 0.6% son excursionistas, 0.8% son turistas internacionales y 1.7% turistas nacionales, el porcentaje restante (96.9%) son habitantes del sector y usuarios diarios del sistema¹². Adicionalmente, con base en la información revisada del sistema TransMicable se encontró que el sistema ha atraído viajes de usuarios que no viven en la localidad. Para el caso de TransMicable en la localidad de Ciudad Bolívar dichos viajes pueden alcanzar un promedio de 28%¹³ al mes. Sin embargo, cuando se hace un análisis más detallado, dichos viajes diarios que son recurrentes (no ocasionales) de otras localidades alcanzan en promedio una tasa del 5,7%. Además, teniendo en cuenta las proyecciones de crecimiento de población de la localidad de San Cristóbal y las tendencias de crecimiento de viajes, y con base en la evidencia anterior, se estimó que dicha tasa de viajes desarrollados para el sistema Cable San Cristóbal podrá alcanzar un valor de entre el 10 al 20% de la demanda normal (aproximadamente 3-5% por turismo, 5-8% por viajes atraídos de otras localidades y otro 3-5% por otros motivos diferentes). A partir de lo anterior, el Consultor adoptó un valor promedio del 15%, lo que representa un factor de ajuste de la demanda proyectada equivalente a 1,15; lo cual constituye un valor razonable para este tipo de sistemas y permite abarcar todos los escenarios posibles tanto de alta o baja demanda.

Una vez se tuvo la información de demanda y los aforos peatonales recopilados por la consultoría se realizó un proceso de balanceo peatonal por medio de un análisis gravitacional combinando los peatones que resultaron del análisis de crecimiento normal que se les hizo a los viajes a pie de la localidad mediante la estimación de un modelo de regresión con variable

¹² Observatorio de Turismo - Transmicable 2019. Medición Transmicable mayo-junio de 2019

¹³ Observatorio de Turismo - Transmicable 2019. Medición Transmicable mayo-junio de 2019

explicativa y los usuarios nuevos atraídos y captados por el sistema cable. Fue necesario definir un sistema de nodos (ver Figura 126) que permitió establecer una matriz origen-destino dentro de la zona de influencia directa de la estación, además se generaron líneas de deseo peatonal para cada uno de los picos del día analizados.

Figura 126. Numeración de nodos para balanceo peatonal estación intermedia



Fuente: Elaboración propia (2022)

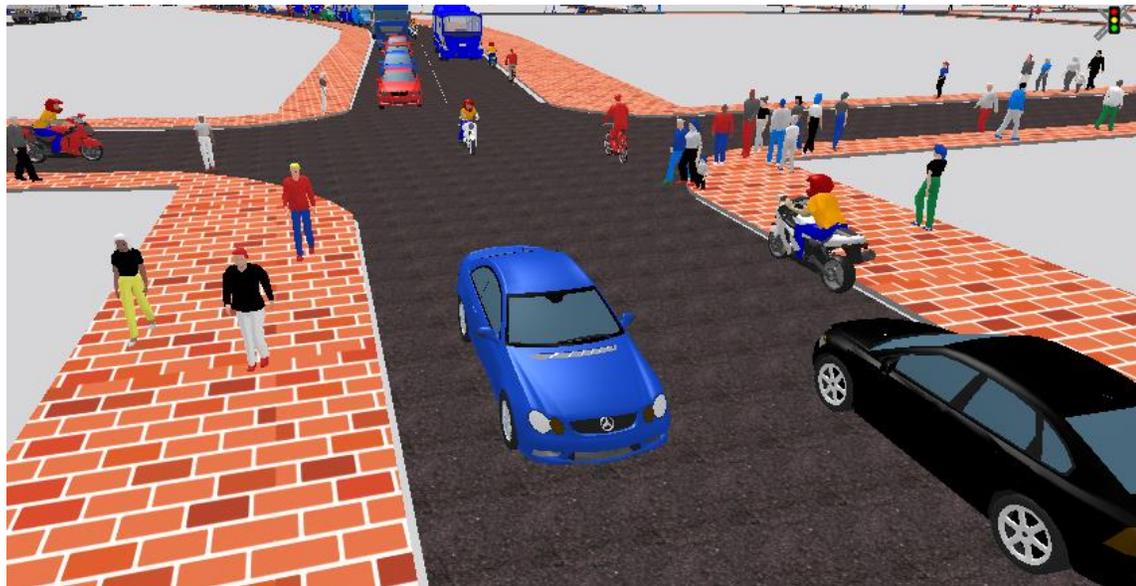
Este proceso permitió generar dos matrices de viajes peatonales, una sin proyecto y otra con proyecto para los diferentes años de análisis (2025, 2030, 2035 y 2045) y para cada uno de los picos analizados (AM, PM y FS). Los resultados del balanceo peatonal para el año 0 (2025) y para el año 20 (2045) se muestran en la Figura 127.

Figura 127. Balanceo peatonal resultante año 2025 vs año 2045



Fuente: Elaboración propia (2022)

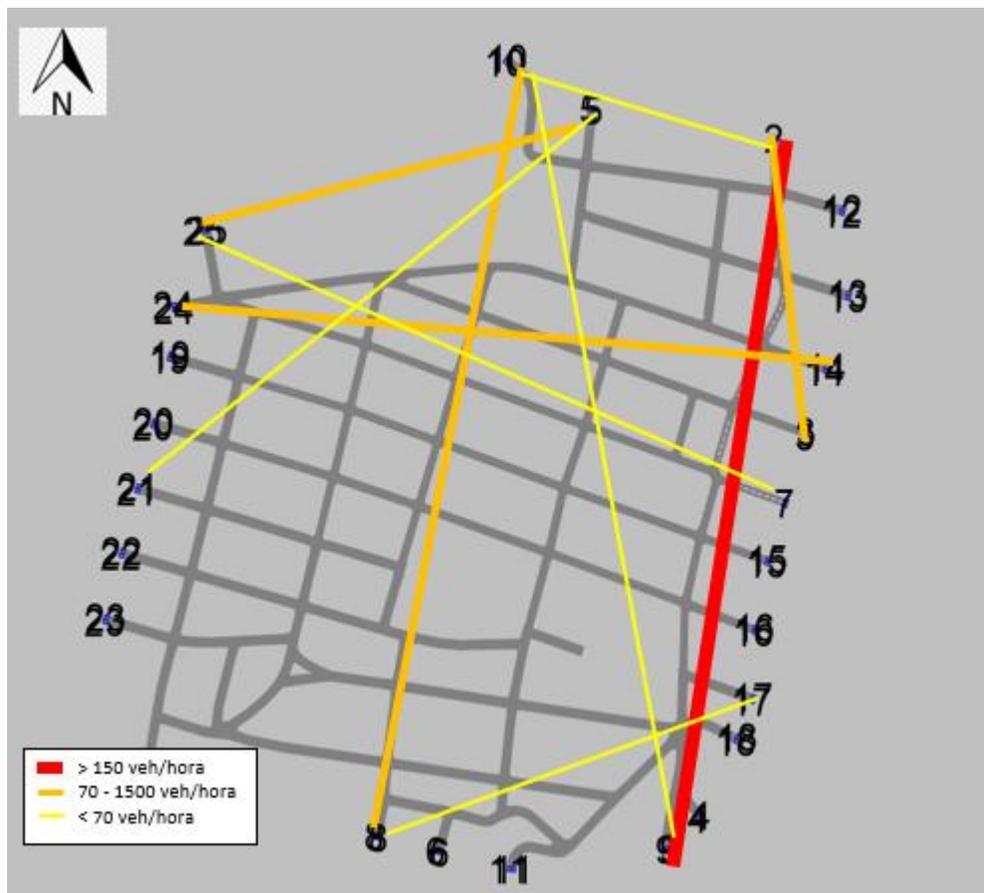
Figura 128. Presentación 3D peatones llegando a la estación



Fuente: Elaboración propia (2022)

A continuación, se constata la coherencia que presentan las matrices construidas por medio de la representación gráfica de las líneas de deseo de las mismas. Como se puede observar, en general, se identifica una alta coherencia de la concentración de flujos en relación a los usos del suelo, actuales y proyectados, y la ubicación espacial de los volúmenes. Es importante destacar que, debido al tamaño que fue definido para realizar el modelo micro de cada estación, no se hace posible la generación de sifones o puntos de concentración anómalos en la estructura de las matrices.

Figura 129. Líneas de deseo matriz vehicular – Año 2021



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 130. Líneas de deseo matriz peatonal – Año 2021



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 131. Líneas de deseo matriz peatonal – Año 2045



Fuente: Elaboración propia (2022)

La distribución de flujos peatonales mostrada anteriormente muestran una gran concentración de flujos sobre la Carrera 4 Este, así como sobre la Carrera 3c Este que es por donde se sitúa el acceso principal a la estación intermedia, en el sentido oriente – occidente se destaca la carga peatonal principalmente sobre los ejes de la Calle 39 Sur, Calle 40 Sur y Calle 41 a Sur. También sobresale que gran parte de los flujos peatonales provienen del sector norte y oriente de la localidad. En menor proporción se carga el costado occidente de la estación, sin que eso signifique que dicho sector no sea tenido en cuenta dentro de los análisis de accesibilidad y conectividad.

Una vez surtido todo el proceso de implantación y proyección de flujos generados por el proyecto se procedió a realizar los análisis de las condiciones operacionales del sector ante las nuevas condiciones producidas por la estación, para lo cual se hizo una revisión de indicadores operacionales, el rendimiento de la infraestructura y el impacto que podrá generar sobre ésta la implementación del Proyecto.

Con este fin se utilizaron 9 intersecciones de control (ver Figura 132) para medir el impacto que se generaría sobre la zona de estudio por el flujo vehicular futuro. El indicador operacional utilizado para la comparación fue el NDS de la intersección en el escenario base versus el escenario en que se tienen los nuevos flujos, pero sin hacer ningún tipo de intervención de infraestructura, solo implantando la estación con las mismas condiciones de infraestructura vial y peatonal existentes actualmente.

Tabla 53. Localización de intersecciones de control

ID	LOCALIZACIÓN
1	Calle 39 Sur x Carrera 3C Este
2	Calle 39A Sur x Carrera 3C Este
3	Calle 40 Sur x Carrera 3C Este
4	Calle 40A Sur x Carrera 3C Este
5	Calle 41 Sur x Carrera 3C Este
6	Calle 41 Sur x Carrera 3 Este
7	Calle 39 Sur x Carrera 4 Este
8	Calle 39 Sur x Carrera 3A Este
9	Calle 41 Sur x Carrera 4 Este

Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 132. Intersecciones analizadas para comparación de escenario



Fuente: Elaboración propia (2022)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para la situación futura con proyecto, pero sin realizar ninguna intervención sobre la infraestructura de los modos motorizados.

Tabla 54. Indicadores operacionales escenario con proyecto sin intervenciones - AM

ID	LOCALIZACIÓN	2021	2025	2030	2035	2045
1	Calle 39 Sur x Carrera 3C Este	A	A	A	A	A
2	Calle 39A Sur x Carrera 3C Este	A	A	A	A	B
3	Calle 40 Sur x Carrera 3C Este	A	A	A	A	C
4	Calle 40A Sur x Carrera 3C Este	A	A	A	A	A
5	Calle 41 Sur x Carrera 3C Este	A	A	A	A	A
6	Calle 41 Sur x Carrera 3 Este	A	A	A	A	A
7	Calle 39 Sur x Carrera 4 Este	D	E	E	E	F
8	Calle 39 Sur x Carrera 3A Este	A	B	B	C	D
9	Calle 41 Sur x Carrera 4 Este	D	D	D	D	D

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 55. Indicadores operacionales con proyecto sin intervenciones - PM

ID	LOCALIZACIÓN	2021	2025	2030	2035	2045
1	Calle 39 Sur x Carrera 3C Este	A	A	A	A	C
2	Calle 39A Sur x Carrera 3C Este	A	A	A	A	A
3	Calle 40 Sur x Carrera 3C Este	A	A	A	A	C
4	Calle 40A Sur x Carrera 3C Este	A	A	A	A	A
5	Calle 41 Sur x Carrera 3C Este	A	A	A	A	C
6	Calle 41 Sur x Carrera 3 Este	A	A	A	A	C
7	Calle 39 Sur x Carrera 4 Este	F	F	F	F	F
8	Calle 39 Sur x Carrera 3A Este	A	B	C	C	F
9	Calle 41 Sur x Carrera 4 Este	D	D	D	D	F

Fuente: Elaboración propia (2022)

Una vez entra en operación el proyecto para el año 20 se obtiene que todas las intersecciones que en el escenario actual estaban en NDS A pasan en su mayoría a NDS D y F, tal como se muestra en las siguientes figuras.

Figura 133. NDS vehicular año 2025 (izq) vs año 2045 (der) sin intervenciones – pico AM



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 134. NDS vehicular año 2025 (izq) vs año 2045 (der) sin intervenciones – pico PM



Fuente: Elaboración propia (2022)

Un elemento fundamental en los análisis hechos consistía en identificar el impacto que se generaría por el cierre del tramo vial de la Calle 40a Sur y la redistribución de flujos. Los resultados anteriores muestran que la redistribución de flujos que se produce genera un deterioro considerable de los NDS en las intersecciones alrededor de la futura estación, por lo cual es necesario establecer estrategias que permitan preservar de forma eficiente los niveles de servicio y la redistribución de flujos.

Los resultados operacionales mostrados anteriormente dejan ver que la infraestructura vehicular presentará condiciones limitadas una vez la estación intermedia entre a operar en su total capacidad, debido a una gran concentración de flujos vehiculares en sectores muy específicos sobre la Carrera 4 Este, la Diagonal 39 Sur y la Carrera 3c Este. Por lo tanto, es necesario plantear medidas que ayuden a mitigar el impacto negativo que se produzca debido al proyecto y de esta forma evitar que los NDS caigan a niveles tan bajo en el año 20.

Para el análisis del efecto que producirá el aumento del flujo peatonal sobre la infraestructura existente, se hizo un análisis similar al presentado en el capítulo 10, de tal forma que pudieran ser comparables los dos escenarios de análisis, el escenario del año cero (2025) y escenario 2045 con proyecto, pero sin ninguna intervención de infraestructura.

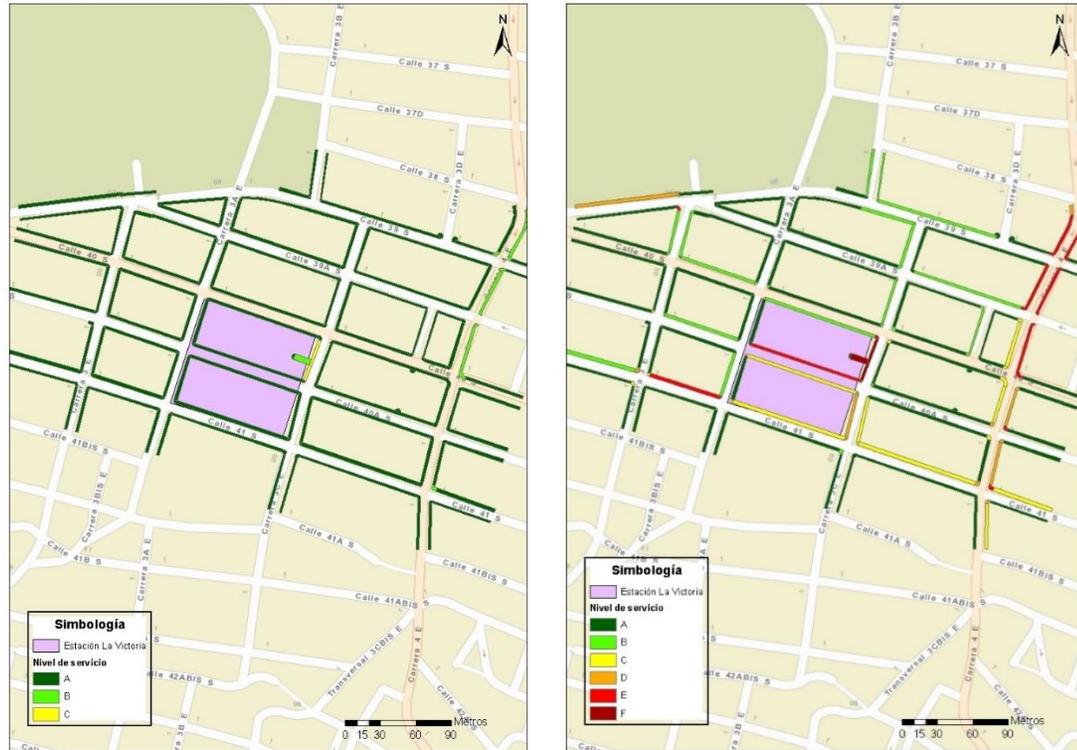
Los indicadores de operación analizados fueron los NDS en los andenes. Los resultados se muestran en las siguientes figuras.

Figura 135. NDS peatonal año 2025 (izq) vs año 2045 (der) sin intervenciones – pico AM



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 136. NDS peatonal año 2025 (izq) vs año 2045 (der) sin intervenciones – pico PM



Fuente: Elaboración propia (2022)

Los resultados de la asignación dejan ver como la infraestructura peatonal de la Carrera 3c Este se carga mucho más en el año 2045 dado que es la vía de acceso principal a la estación. los resultados a nivel general dejan ver un deterioro considerable de los NDS de dichas zonas, lo que permite concluir que la infraestructura peatonal actual estaría en el límite para el año 20 de operación del cable, por lo cual es necesario realizar un conjunto de propuestas que ayuden a mitigar a futuro el deterioro del NDS de los andenes en a la zona de estudio de la estación intermedia.

➤ *Conclusión acerca de la representación futura con proyecto*

La representación actual y futura con proyecto se realizó enfocada principalmente en el efecto que se produciría en el AII por el aumento en el flujo peatonal debido a la atracción de nuevos usuarios a la estación de retorno. En primer lugar, se hicieron las estimaciones de los modelos econométricos que ayudaron a calcular el crecimiento normal de los viajes por modo en la zona de análisis, crecimiento que se dará independientemente de que se construya o no la estación. Adicionalmente se estimó el flujo peatonal que llegaría a la estación producto de la entrada en operación del cable y este se le agregó al cálculo mencionado anteriormente. De esta forma se obtuvo el flujo motorizado y no motorizado que circulará por la zona cuando

se implante y opere la estación, pero bajo el escenario en que no se realiza ningún ajuste a la infraestructura vial y peatonal existente. La finalidad del planteamiento de este escenario era identificar si la infraestructura actual soportaría los nuevos flujos y el crecimiento propio del sector, tal como se hizo para la estación de transferencia y en la estación de retorno.

Con los flujos totales se hizo un análisis de las condiciones de la infraestructura vehicular existente a nivel de densidades y velocidades con lo cual se determinaron NDS para los 20 años de vida útil del proyecto en 4 intersecciones de control dentro de la zona de análisis. Los resultados mostraron que la infraestructura vehicular presentará condiciones limitadas en sectores muy específicos sobre la Carrera 4 Este y la Diagonal 39 Sur, una vez la estación intermedia entre a operar en su total capacidad, debido a una gran concentración de flujos vehiculares, obteniéndose NDS D, E y hasta F en algunos casos, pero siendo más crítico el resultado a nivel de movimientos para determinados accesos en dichas intersecciones

Para la infraestructura peatonal existente el deterioro de los NDS a 2045 es evidente, ya que se obtienen NDS E y F en casi toda la infraestructura peatonal ubicada alrededor de la estación y extendiéndose dicho deterioro a una cuadra a la redonda, lo cual muestra las regulares condiciones de la infraestructura peatonal y que no tendrá las condiciones mínimas adecuadas para soportar un flujo tan considerable como el que se espera llegue a usar la estación en los años futuros especialmente después de los primeros 10 años de operación.

Estos resultados, generan alertas y sustentan la necesidad de una intervención directa sobre la zona a nivel de infraestructura, señalización, reordenamiento vial y de rutas de transporte público que permita una conectividad e intermodalidad y sobre todo que genere condiciones adecuadas de seguridad, comodidad y accesibilidad para los usuarios de la estación.

12 SELECCIÓN DE LAS SOLUCIONES DEFINITIVAS DE TRÁNSITO

La Estación Intermedia del Cable Aéreo San Cristóbal estará ubicada en el barrio La Victoria, sobre dos manzanas inscritas entre la Calles 40 y 41 Sur, y las Carreras 3C Este y 3A Este, donde por el tipo de implantación prevista para la edificación será necesario cerrar la Calle 40a Sur.

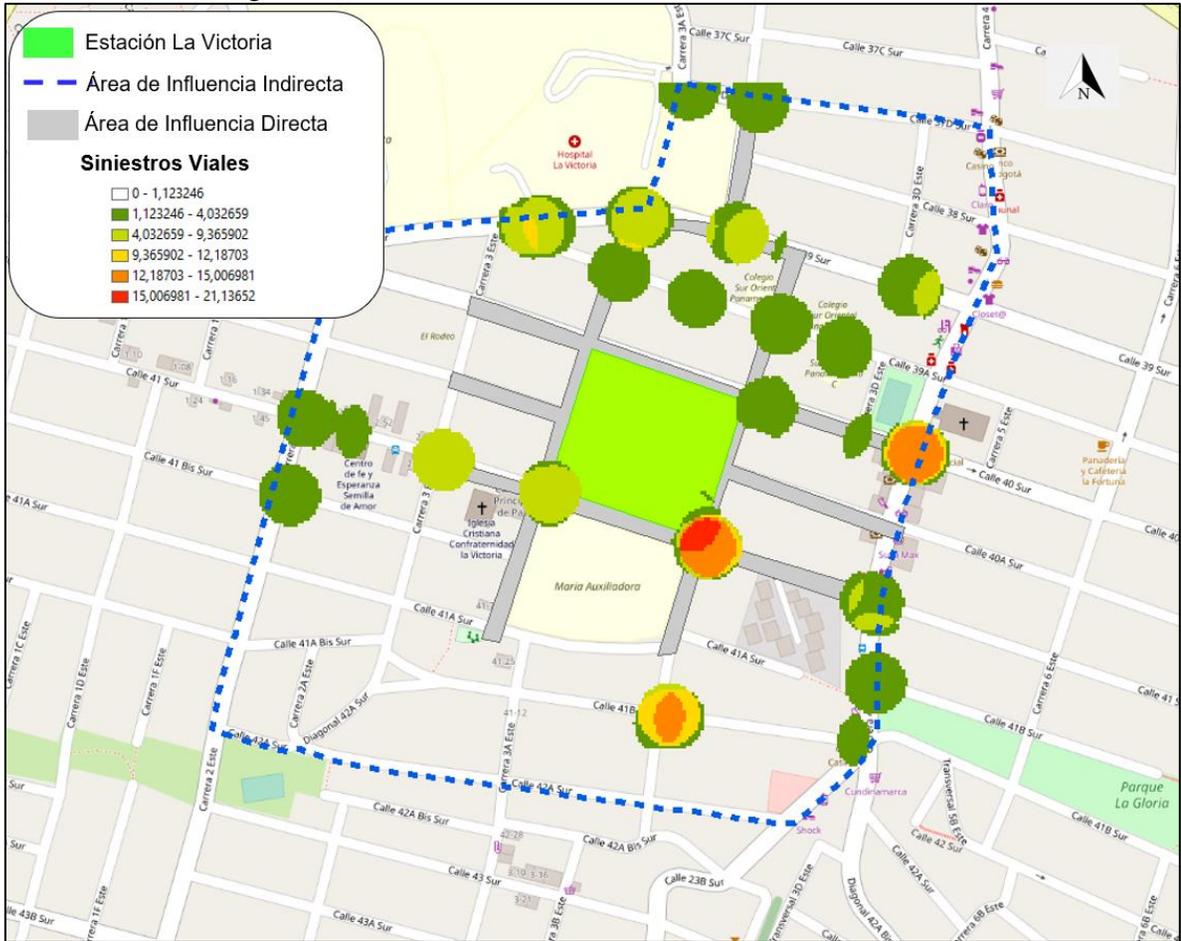
Para la definición de las medidas y estrategias se tuvieron en cuenta los siguientes principios:

- Aprovechamiento de la infraestructura actual y armonización con la misma.
- Asegurar conectividad y accesibilidad segura y universal de peatones y de bici-usuarios priorizándolos por encima de cualquier otro modo dentro del área de intervención del proyecto (la manzana de implantación de la estación y la adecuación de los andenes del frente).
- Recuperación de espacios peatonales y aprovechamiento de la cultura de caminata existente en la localidad.
- Mejoramiento o generación de nuevas conexiones peatonales.
- Favorecer y facilitar la intermodalidad, especialmente con los servicios de transporte público, como parte de la estrategia de generar mayor captación de demanda
- Establecer estrategias de pacificación del tránsito combinadas con la promoción de una circulación más segura de vehículos y motos.

Otro insumo fundamental, para diseñar las soluciones de tránsito que se describen a continuación, fueron los resultados de los análisis de siniestralidad en la zona, así como la identificación de los puntos críticos identificados en el correspondiente capítulo de este informe.

La siguiente figura, presenta la localización espacial de aquellos puntos críticos, los cuales buscan ser solucionados con las medidas de mitigación propuestas en inmediaciones a la estación, las cuales están enfocadas en la pacificación del tráfico, a través de la implementación de reductores de velocidad, señalización horizontal y vertical y otras medidas que prioricen y den continuidad a los flujos peatonales atraídos por el proyecto. De esta manera, se espera una disminución importante de los accidentes en el sector.

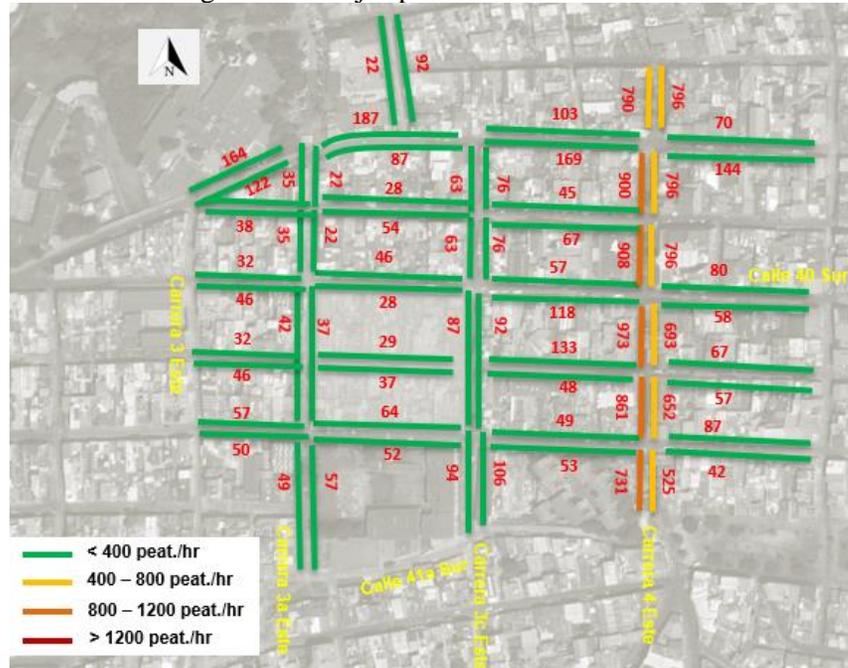
Figura 137. Puntos críticos de accidentalidad Densidad Kernel



Fuente: Elaboración propia (2022)

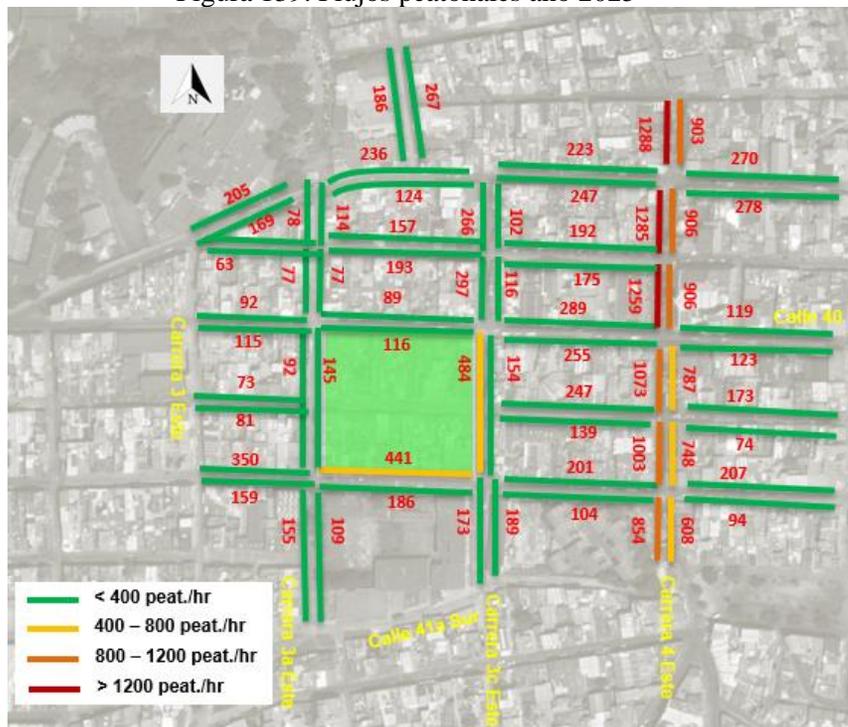
Las propuestas de intervención fueron definidas a partir de una revisión de los volúmenes peatonales que circularán por cada uno de los andenes dentro de la zona de influencia del proyecto y su distribución bajo el supuesto de que la infraestructura existente en la actualidad no sufriera ninguna intervención. Dicho análisis se realizó para el año de inicio de operación del Proyecto (2025) y permitió establecer soluciones para que la infraestructura existente pueda soportar los nuevos flujos peatonales y permita el acceso seguro y cómodo de los mismos. A continuación, se muestra la distribución de los flujos sobre los andenes, los cuales corresponden a la suma de los que atraerá el proyecto para cada año más los flujos que ya circulan por la zona proyectados utilizando los factores mostrados en el capítulo anterior.

Figura 138. Flujos peatonales año 2021



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 139. Flujos peatonales año 2025

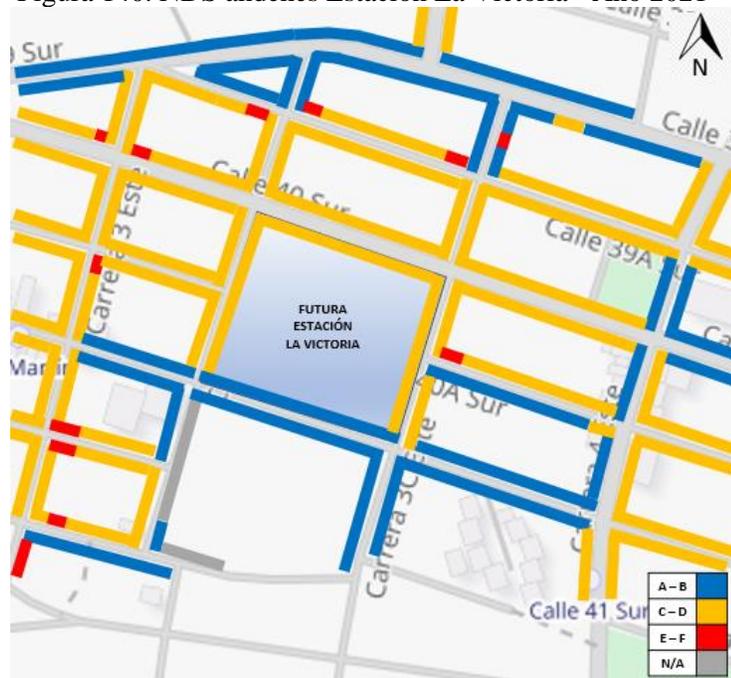


Fuente: Elaboración propia (2022)

Las figuras anteriores permiten ver cómo se va cargando la infraestructura peatonal existente, pasando de apenas unas decenas de transeúntes en el año actual a miles en el primer año de operación. Para el año 2025, los volúmenes peatonales se mantienen en la mayoría de andenes por debajo de los 400 peatones/hora, a excepción de los andenes que se encuentran en frente del acceso peatonal sobre la Carrera 3b Este, la Calle 41 Sur y los que se encuentran sobre la Carrera 4 Este que ya presentan flujos que en algunos casos superan los 1200 peat/hora.

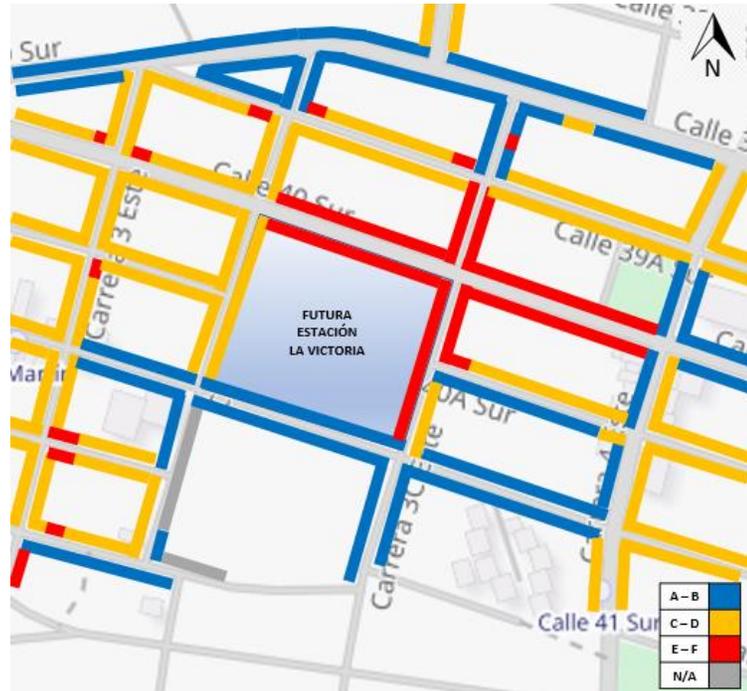
Las siguientes Figuras presentan los NDS que se obtuvieron con base en los volúmenes peatonales y los anchos efectivos existentes en la zona de análisis, bajo un escenario en el cual no se adelantara ninguna intervención de la infraestructura.

Figura 140. NDS andenes Estación La Victoria - Año 2021



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 141. NDS andenes Estación La Victoria - Año 2025



Fuente: Elaboración propia (2022)

Los resultados de NDS dejan ver la necesidad de contar con medidas que permitan atender el crecimiento diferencial de los flujos una vez entre en operación el Cable de San Cristóbal. A continuación, se describen cada una de las medidas establecidas para garantizar el ingreso seguro y cómodo de los usuarios a la Estación Intermedia.

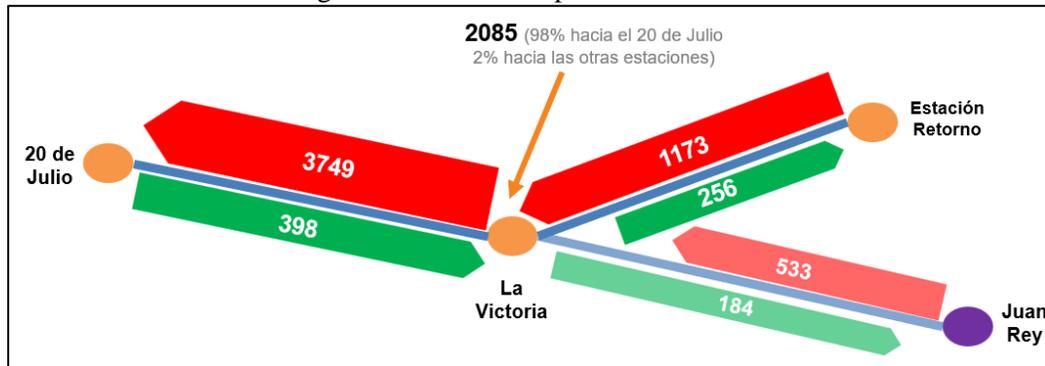
12.1 INTERVENCIONES PARA EL INICIO DE OPERACIÓN

El año cero de puesta en operación de la estación intermedia se proyecta para el año 2025. Para este año, el proyecto contempla la construcción de la estación y los andenes que rodean la manzana que la contiene y la rehabilitación de los andenes opuestos de cada costado de la estación. El detalle urbanístico del diseño incluye los planos en planta, los perfiles longitudinales y las secciones transversales de cada costado de la Estación de La Victoria, donde para el año 2025 se mantienen las dimensiones de las secciones actuales con el fin de no causar un impacto en la movilidad de la zona, garantizando la continuidad de la infraestructura en los ejes transversales que permiten la circulación de los modos motorizados en sectores que superan el alcance del presente Contrato de Consultoría.

En este año, se espera una demanda potencial llegando del exterior de la estación en la HMD de aproximadamente 2.085 usuarios que se juntan al interior de la estación con los 1.173 que vienen de la Estación de Retorno y los 533 que vienen de la estación Juan Rey (ver Figura

142). Cabe aclarar que la estación Juan Rey solo fue analizada a nivel de factibilidad en la presente consultoría, ya que así lo solicitaban los términos de referencia de contratación, sin embargo, el equipo profesional de la especialidad de Tránsito y Transporte consideró adecuado incluir la demanda que generará esta estación dentro de los análisis hechos para la determinación de las medidas de intervención alrededor de la estación, ya que equivale a la situación más crítica de demanda para el Cable San Cristóbal.

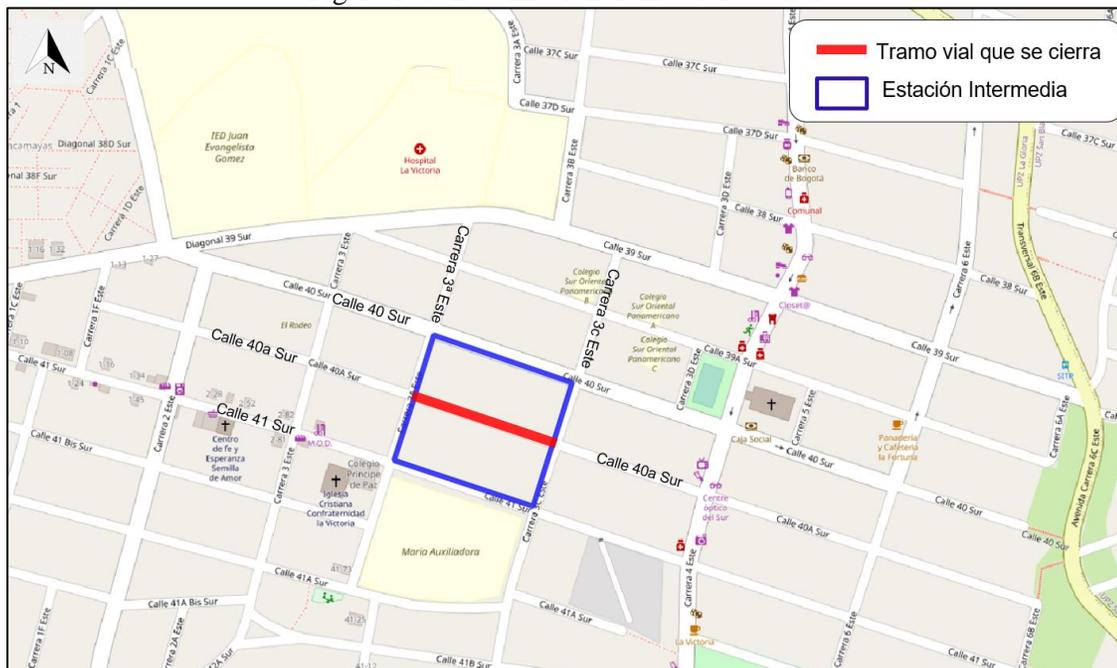
Figura 142. Demanda potencial año cero



Fuente: Análisis de demanda CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020, Consorcio CS

La implantación de la Estación de La Victoria genera el cierre del tramo vial de la Calle 40a Sur entre la Carrera 3a Este y la Carrera 3c Este.

Figura 143. Localización tramo vial a cerrar



Fuente: Elaboración propia (2022)

La implantación de la estación genera mejoramiento de los andenes que se encuentran alrededor de la estación. Dicho mejoramiento corresponde a generar una configuración de andenes con ancho efectivo de 3,6 mts, las demás dimensiones de las secciones transversales alrededor de la estación se mantienen con las condiciones actuales incluyendo los andenes justo en frente de la manzana donde se implanta la estación, pero a los cuales se les realizará una mejora sustancial de la condición presente.

Como parte de las intervenciones definidas en el año cero para favorecer la accesibilidad segura de los usuarios de la estación y teniendo en cuenta que el acceso peatonal a la estación se hará por la Carrera 3c Este, se plantea la generación de dos pares viales constituidos por: i) la Carrera 3c Este (sentido sur – norte) entre Calles 41a Sur y Calle 39 Sur y la Carrera 3a Este (sentido norte - sur) entre Calles 39 Sur y Calle 41a Sur (ver Figura 144) y ii) la Calle 40 Sur (sentido occidente – oriente) entre Diagonal 39 Sur y Carrera 4 Este y la Calle 41 Sur (sentido oriente - occidente) entre Carrera 4 Este y Carrera 1 Este (ver Figura 144). La sección transversal de estos dos tramos viales se conserva igual a la condición actual para el andén del frente y la calzada, mientras que considera la construcción de un espacio público amplio en la manzana de intervención de la Estación Intermedia.

Como resultado del presente Estudio de Tránsito, el Consultor plantea el desarrollo de una implementación que permita realizar la transformación de la zona, de manera articulada con los proyectos del Distrito en el sector, desarrollados por las Secretarías de Hábitat y de Movilidad, llevando los NDS de los andenes, que hoy son deficitarios, a niveles aceptables para la movilidad de los peatones, con especial énfasis en el usuario con movilidad reducida.

El Contrato IDU 1630 de 2020, contempla el diseño para la construcción de las estaciones del Cable de San Cristóbal y la rehabilitación de los andenes opuestos a cada costado. Se estima que su desarrollo debe darse para entrar en funcionamiento en el año 2025. Se destaca que la intervención de los andenes de al frente, en esta unidad funcional, no consideran traslado de redes ni subterranización de las existentes, únicamente involucra el mejoramiento de la superficie de desplazamiento, así como la adecuación de rampas y escaleras de las entradas a los predios, garantizando la accesibilidad a los mismos.

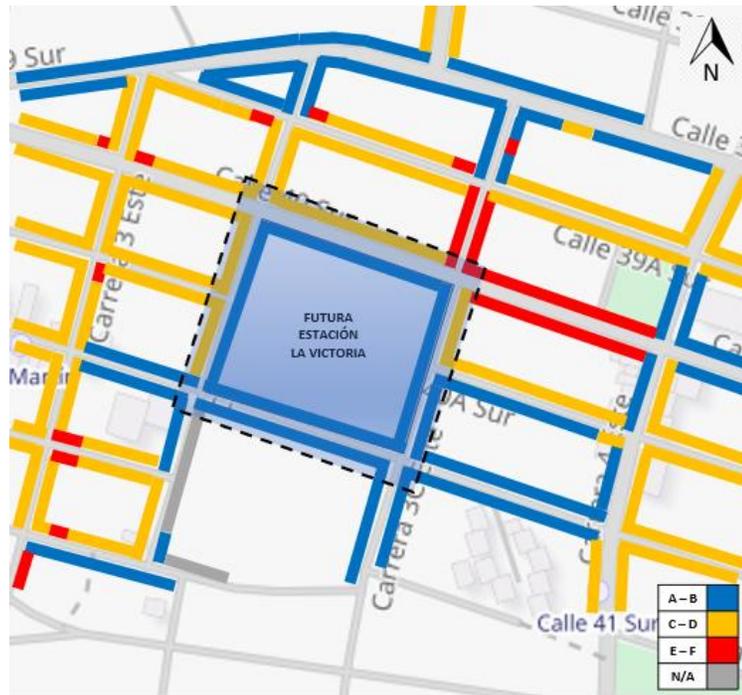
La siguiente imagen, presenta el alcance de la intervención y los niveles de servicio imperantes en la zona para el año 2025, considerando la entrada en funcionamiento del Cable de San Cristóbal.

Figura 144. Par vial alrededor de la estación año cero



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 145. Área de intervención - Estación La Victoria



Fuente: Elaboración propia (2022)

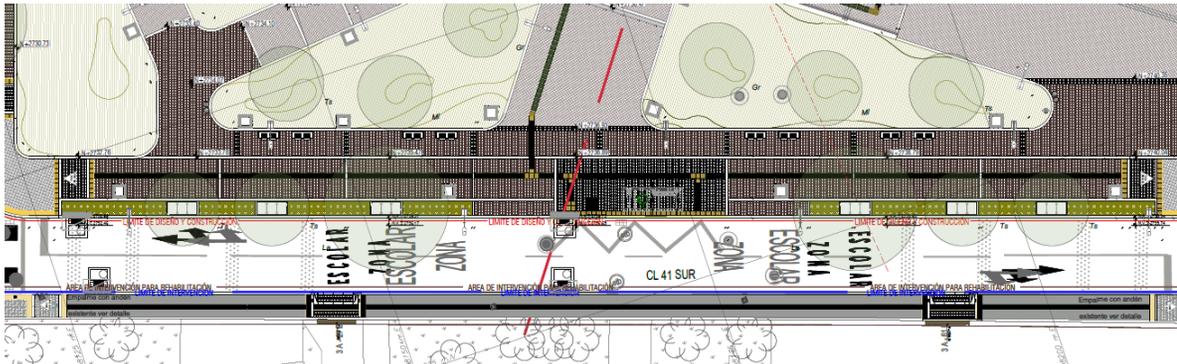
Con el fin de dar una mayor claridad del alcance de estas intervenciones, se presenta, a continuación, el detalle de cada costado de la estación de La Victoria.

Figura 146. Planta Calle 40 Sur entre Carreras 3A y 3C Este



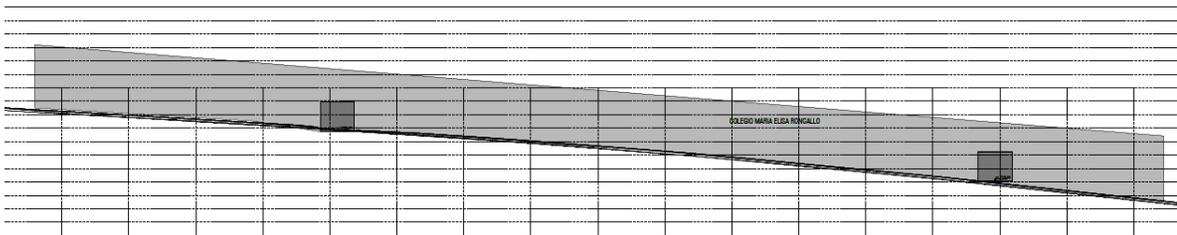
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 149. Planta Calle 41 Sur entre Carreras 3A y 3C Este



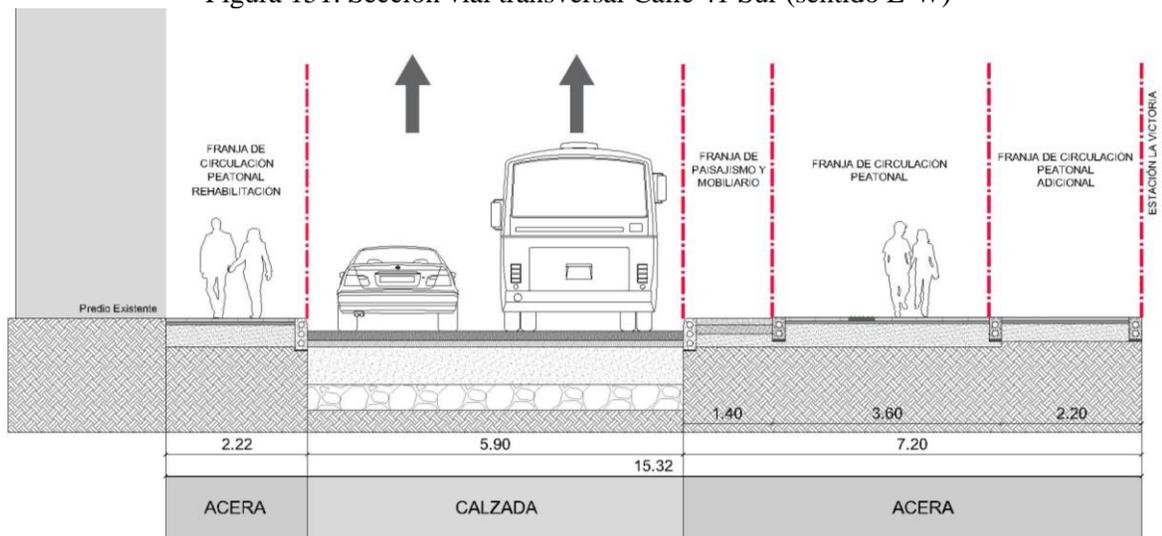
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 150. Perfil longitudinal Calle 41 Sur entre Carreras 3A y 3C Este



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 151. Sección vial transversal Calle 41 Sur (sentido E-W)



Fuente: Elaboración propia (2022)

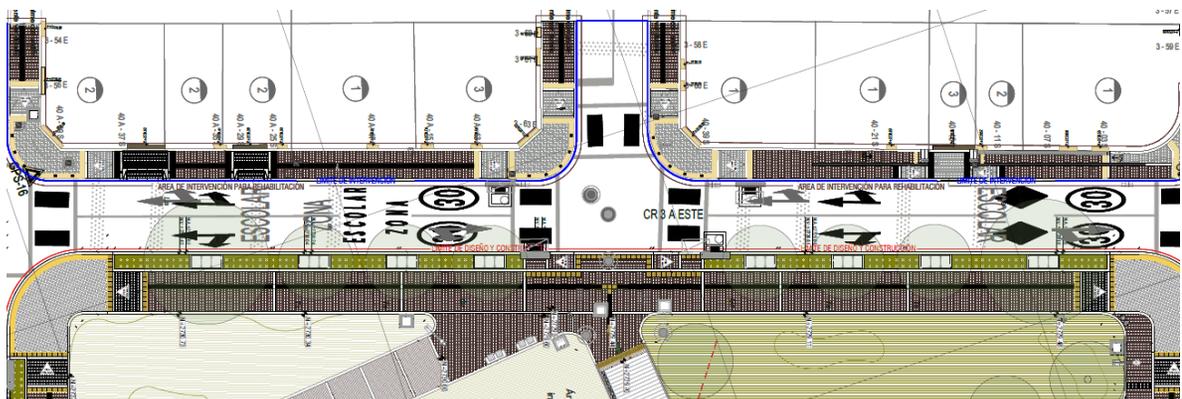
En el costado sur de la estación, localizado sobre la Calle 41 Sur entre Carreras 3A y 3C Este se construirá el andén de la estación y únicamente se realizará el empalme del andén opuesto existente, dado que este presenta condiciones de intervención recientes (como se aprecia en la siguiente imagen), conservando la sección transversal de la vía y el sentido bidireccional de la calzada. El ancho del andén opuesto actualmente tiene un promedio total de 2,22 metros, sin embargo, para efectos de los análisis de los NDS se ha penalizado dicho ancho a solamente el 50% con el fin de representar los obstáculos actuales de mobiliarios como postes, señales y demás.

Figura 152. Estado actual andén opuesto Calle 41 Sur entre Carreras 3A y 3C Este



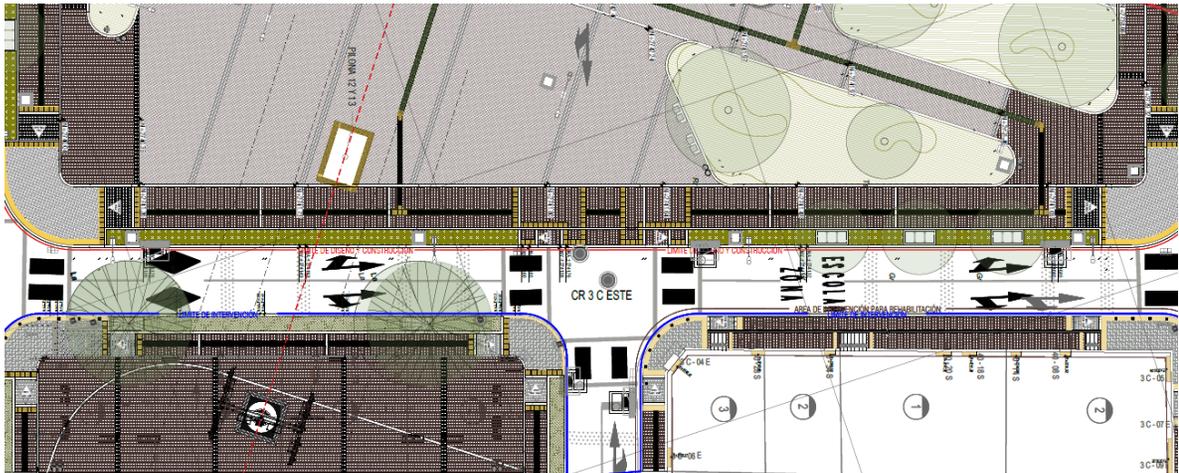
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 153. Planta Carrera 3A E entre Calles 40 y 41 Sur



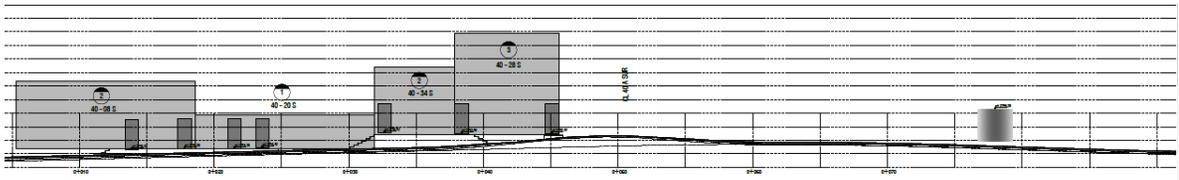
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 156. Planta Carrera 3C E entre Calles 40 y 41 Sur



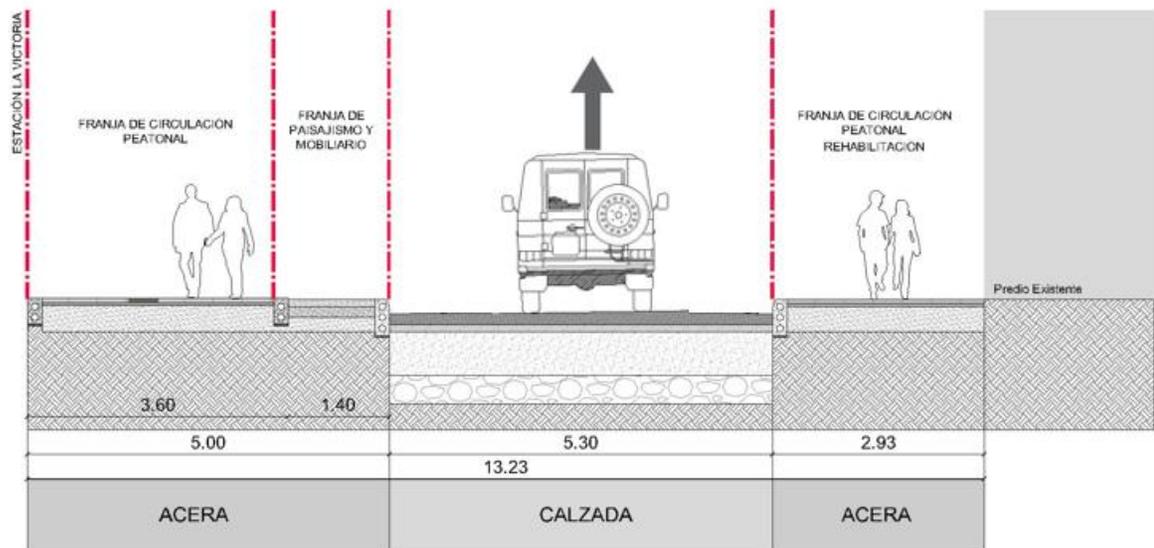
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 157. Perfil longitudinal Carrera 3C E entre Calles 40 y 41 Sur



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 158. Sección vial transversal Carrera 3c Este (sentido S-N)



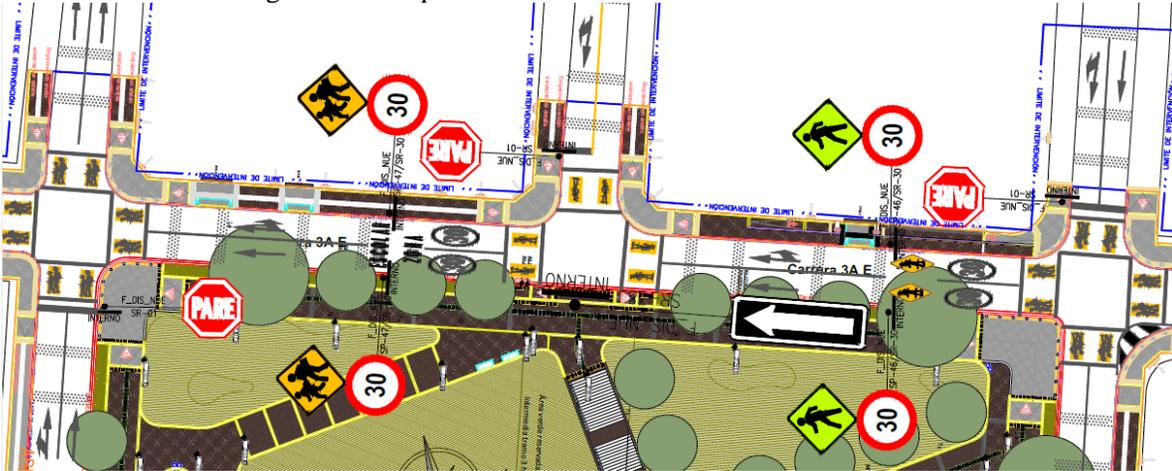
Fuente: Elaboración propia (2022)

En el costado oriental de la estación, localizado sobre la Calle 3C Este Sur entre Calles 40 y 41 Sur se construirá el andén de la estación y se realizará la construcción de un espacio público que contendrá la piona 14 del Cable entre Calles 40A y 41 Sur, mientras que en el tramo comprendido entre las Calles 40 y 40A Sur se realizará la rehabilitación del andén opuesto, conservando la sección transversal de la vía y cambiando el sentido de la calzada a unidireccional. El ancho del andén opuesto actualmente tiene un promedio total de 1,70 metros, sin embargo, para efectos de los análisis de los NDS se ha penalizado dicho ancho a solamente el 50% con el fin de representar los obstáculos actuales de mobiliarios como postes, señales y demás.

Adicionalmente, como parte de las intervenciones planteadas para el año cero, se plantea la adecuación de la señalización horizontal y vertical para las intersecciones dentro de la zona de influencia definida para la estación en términos de tránsito y movilidad. Es importante señalar, como fue indicado en el Capítulo 7 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA del presente documento, que esta área discrepa de la definida como límite para las intervenciones de urbanismo de construcción y rehabilitación, ya que estas únicamente consideran los andenes de la manzana que contiene la estación (construcción) y los opuestos a cada costado (rehabilitación, cuando aplique), mientras que el área para diseño de señalización y demarcación considera ejes transversales más amplios en los cuales se debe advertir a los diferentes usuarios de las nuevas condiciones de regulación y circulación en el sector.

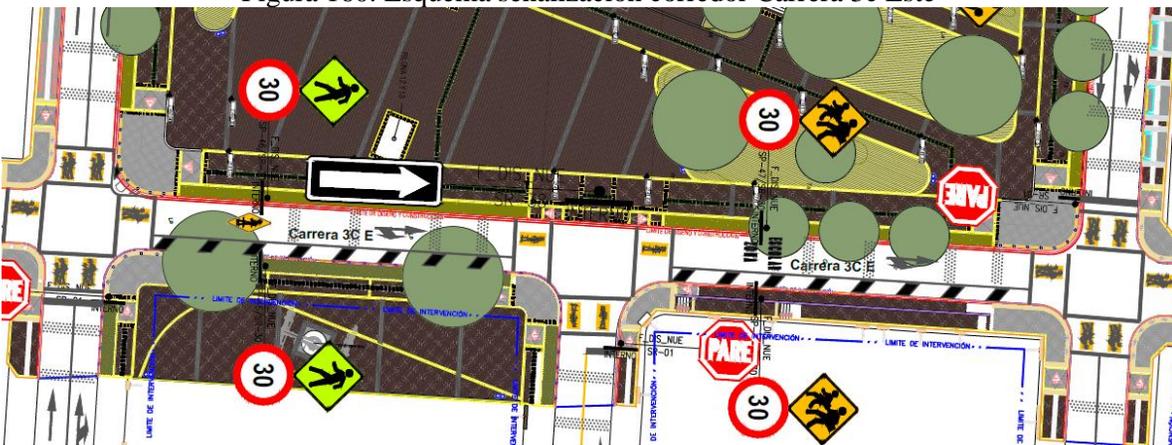
Con este fin, se plantea la instalación de reductores de velocidad tipo taches en las intersecciones de la zona de influencia, esto con el fin de limitar la velocidad vehicular y dar mayor prioridad y seguridad al peatón. En los planos de señalización (preliminar) entregados como anexo al presente documento se detallan los diseños planteados. A continuación, a modo de esquema, se presentan las intervenciones de señalización y demarcación las cuales se desarrollarán dentro de la zona demarcada en color azul, la cual no hace referencia a la zona de construcción y de rehabilitación considerada por el urbanismo, que solo se circunscribe a la manzana de la estación y el mantenimiento de los andenes opuestos.

Figura 159. Esquema señalización corredor Carrera 3a Este



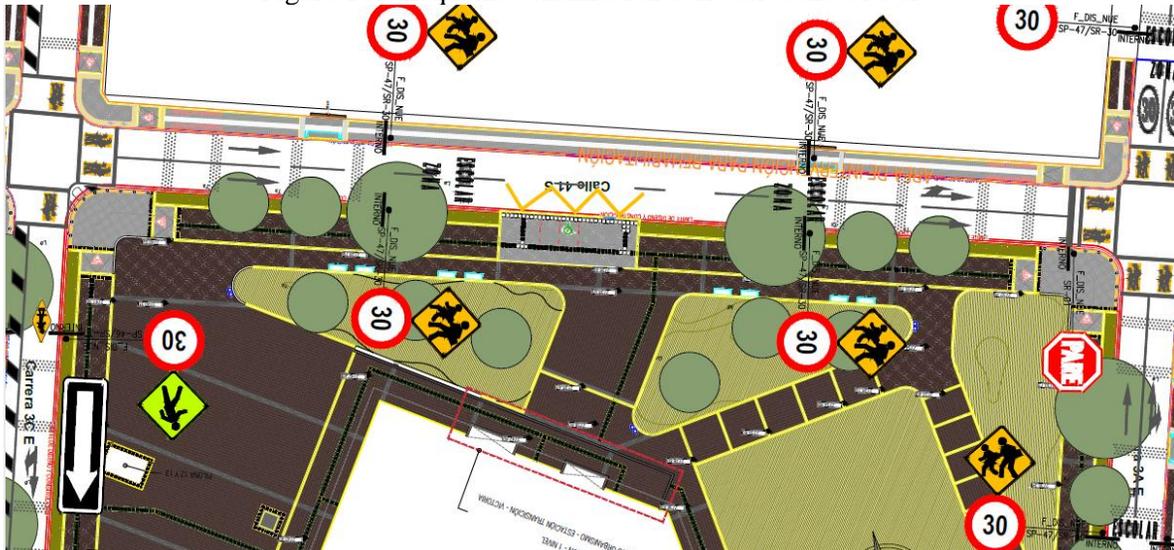
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 160. Esquema señalización corredor Carrera 3c Este



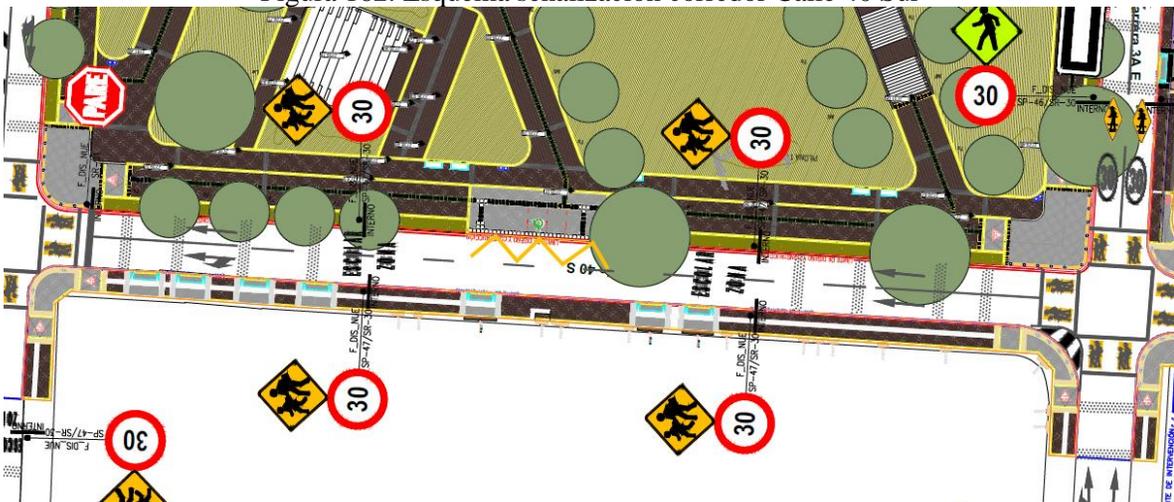
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 161. Esquema señalización corredor Calle 41 Sur



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 162. Esquema señalización corredor Calle 40 Sur



Fuente: Elaboración propia (2022)

Otro aspecto a tener en cuenta, es que, debido al cambio a vías unidireccionales de los tramos viales, puede provocarse un aumento en la velocidad de los vehículos que por allí circularán, por lo cual, como medida de mitigación, se plantea la instalación de franjas de reductores de velocidad tipo tache a lo largo de estos corredores. La localización de dichas franjas de reductores se muestra en detalle en los anexos que corresponden a los planos de señalización y en los esquemas presentados en las figuras anteriores.

	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	
---	---	---

Adicionalmente, el tener vías unidireccionales puede generar un fenómeno de estacionamiento en vía, el cual en la actualidad ya es muy común en el sector. Sin embargo, como parte de las medidas de mitigación de este se hace necesario un control estricto por parte de las autoridades locales y distritales, una adecuada señalización de las zonas indicando los horarios de cargue y descargues permitidos y un compromiso de toda la comunidad del sector.

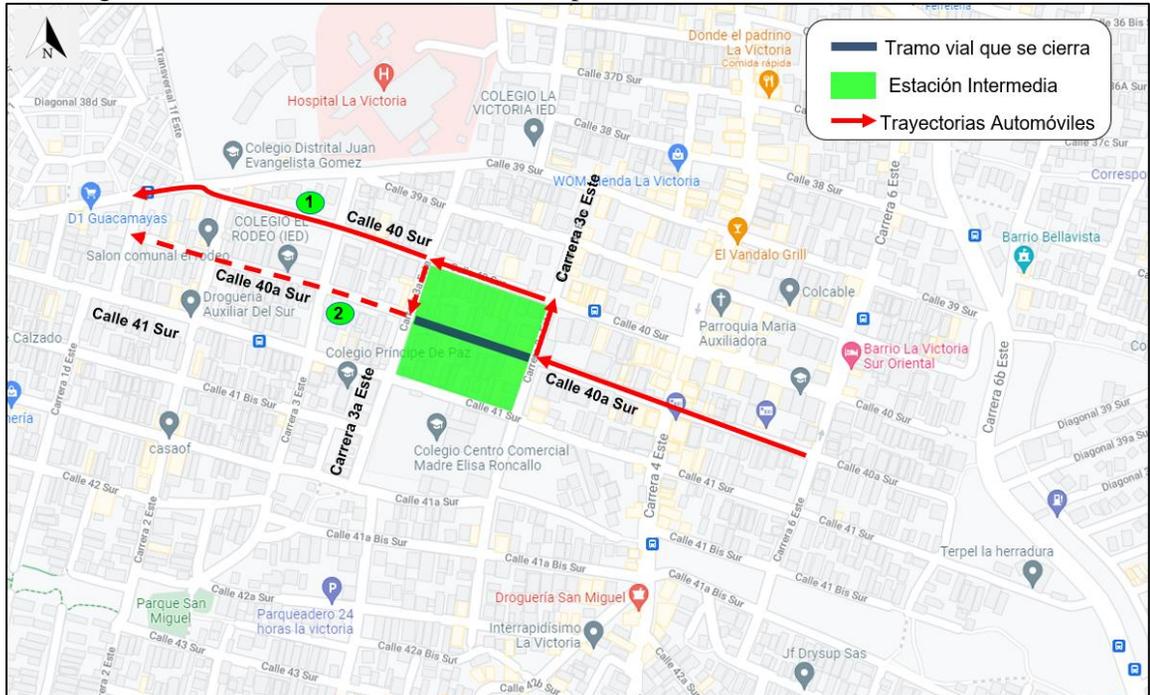
Asimismo, los cambios a vías unidireccionales y el cierre del tramo de la Calle 40a Sur provocará que algunos movimientos vehiculares y peatonales cambien con relación a la situación actual. A continuación, se detallan las nuevas trayectorias desagregadas por modo que se presentarán debido a los ajustes viales y medidas planteadas.

➤ *Automóviles y motos*

Los vehículos (autos y motos) que en la actualidad circulan por el corredor de la Calle 40a Sur en cualquiera de los dos sentidos y ya no pueden continuar por dicho eje debido a su cierre entre la Carrera 3a Este y Carrera 3c Este, deberían realizar los siguientes sobre recorridos:

- Automóviles y motos que circulan en sentido oriente – occidente por la Calle 40a Sur llegan al corredor de la Carrera 3c Este donde se encuentran de frente la estación del cable, en dicha esquina giran hacia la derecha toman la Carrera 3c Este en sentido sur – norte, para llegar al cruce con la Calle 40 Sur y girar a la izquierda y seguir circulando en sentido oriente occidente y continuar por dicho corredor hacia su destino o girar a la izquierda por la Carrera 3a Este en el sentido norte-sur y tomar nuevamente la Calle 40 a Sur y continuar por este eje vial hacia el occidente.

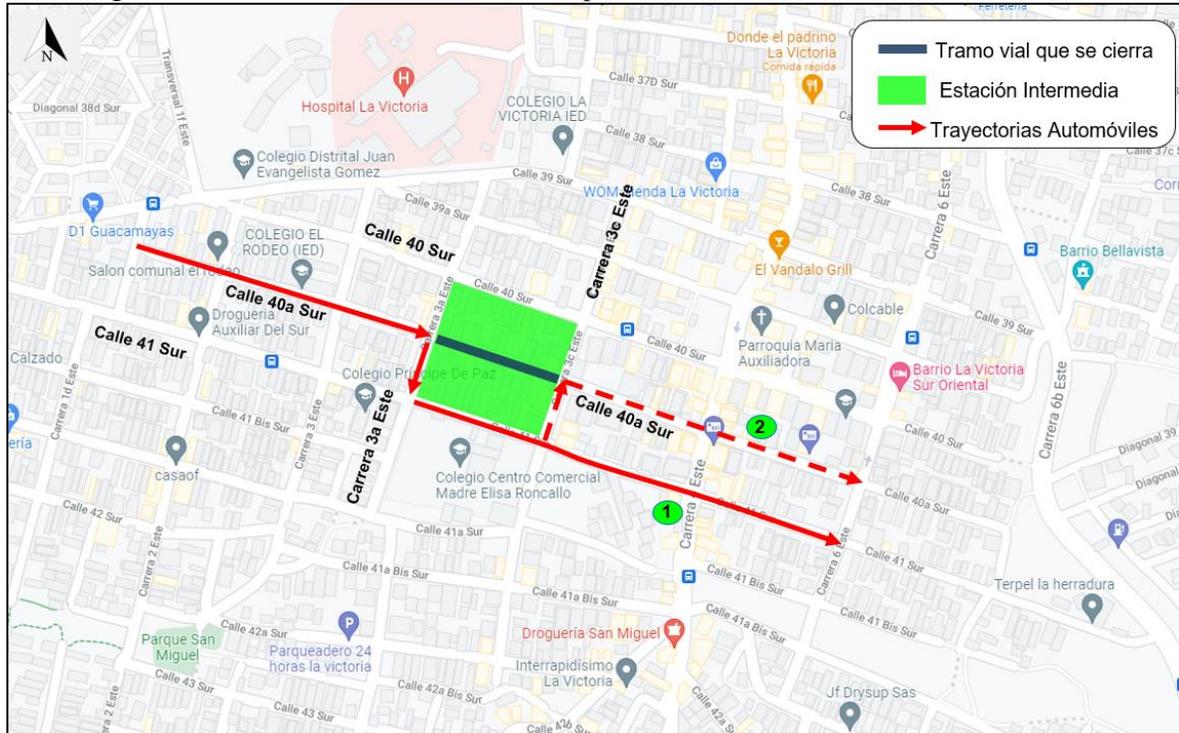
Figura 163. Sobre recorridos sentido E-W por cierre del tramo vial de la Calle 40a Sur



Fuente: Elaboración propia (2022)

- Automóviles y motos que circulan en sentido occidente – occidente por la Calle 40a Sur llegan al corredor de la Carrera 3a Este donde se encuentran de frente la estación del cable, en dicha esquina giran hacia la derecha toman la Carrera 3c Este en sentido norte-sur, para llegar al cruce con la Calle 41 Sur y girar a la izquierda y seguir circulando en sentido occidente oriente y continuar por dicho corredor hacia su destino (opción 1 en la Figura 164) o girar a la izquierda por la Carrera 3c Este en el sentido sur norte y tomar nuevamente la Calle 40 a Sur y continuar por este eje vial hacia el oriente (opción 2 en la Figura 164).

Figura 164. Sobre recorridos sentido W-E por cierre del tramo vial de la Calle 40a Sur

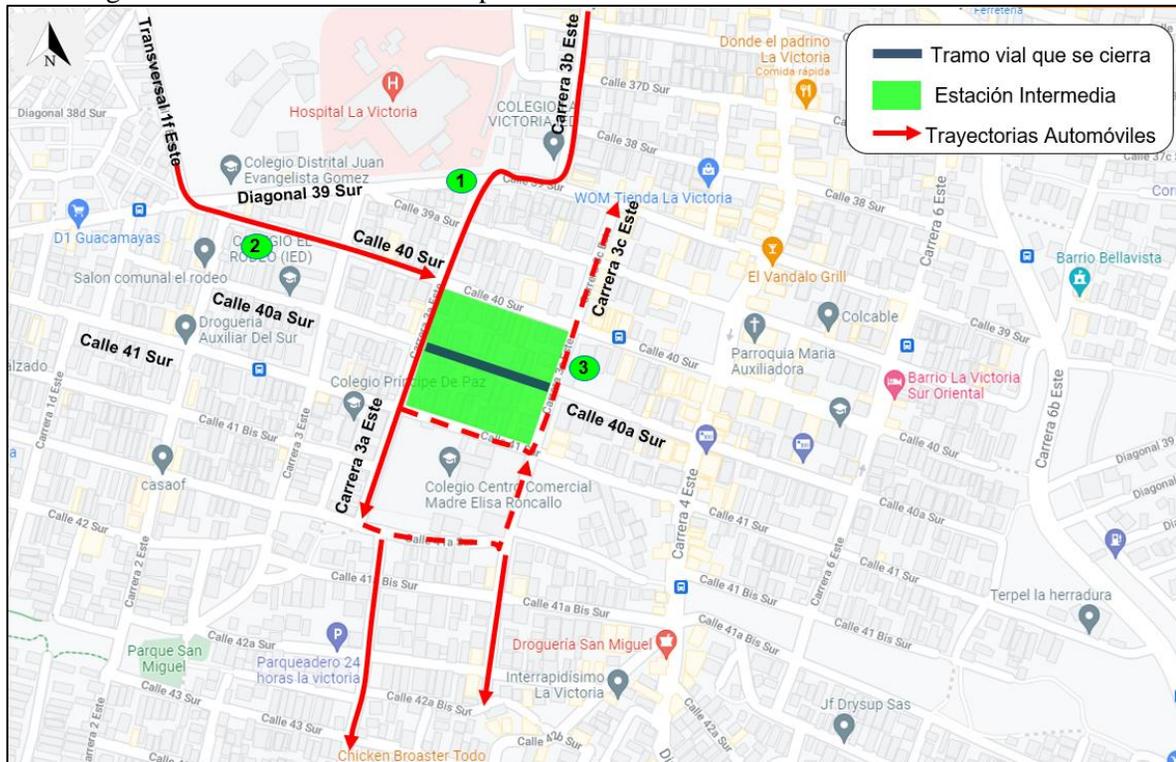


Fuente: Elaboración propia (2022)

Los dos desvíos anteriores implican recorrer una distancia adicional de aproximadamente 190 mts para cada uno de ellos, lo que equivale a un tiempo adicional entre 30 y 50 segundos dependiendo del nivel de ocupación de las vías. Adicionalmente en estos recorridos se aprovecha la unidireccionalidad planteada para la Carrera 3a Este y 3c Este.

- Los automóviles y motos que circulaban en sentido norte – sur por la Carrera 3c Este y con esta intervención ya no lo podrán hacer, si vienen desde el norte por la Carrera 3b Este al llegar al cruce con la Calle 39 Sur deben doblar a la derecha y tomar la Diagonal 39 Sur para luego girar a la izquierda y tomar la Carrera 3a Este y seguir hacia el sur (opción 1 en la Figura 165). Si viene por la Transversal 1f Este, tiene la opción de tomar la Calle 40 Sur en sentido occidente -oriente para luego girar a la derecha y tomar la Carrera 3a Este (opción 2 en la Figura 165). Esos mismos recorridos deben usarlos los residentes de o conductores que se dirijan a la Carrera 3c Este (entre Diagonal 39 Sur y Calle 41a Sur) que vengan del norte y quieran ingresar hacia sus casas ubicadas en este corredor (opción 3 en Figura 165). Este sobre recorrido implica una distancia adicional aproximada entre 280 a 400 mts (1 a 1,5 minutos adicionales) especialmente para los residentes de la Carrera 3c Este que vengan del norte.

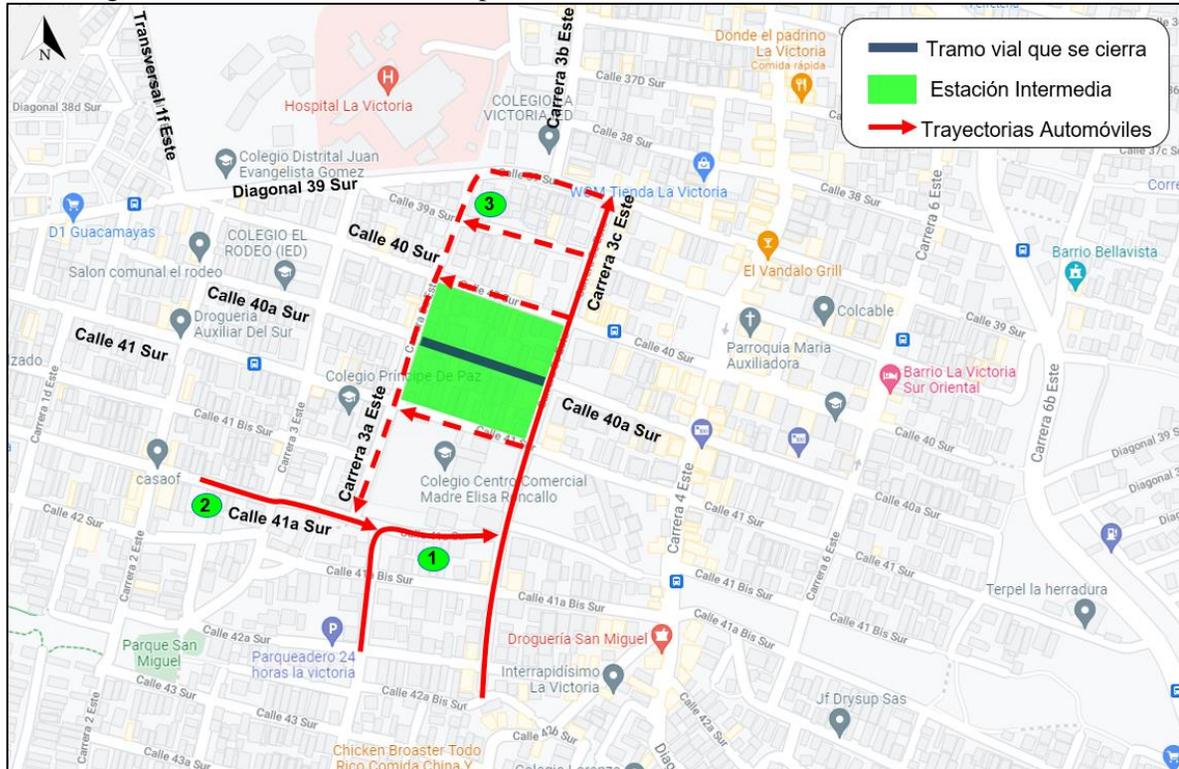
Figura 165. Sobre recorridos N-S por unidireccionalidad del tramo vial Carrera 3c Este



Fuente: Elaboración propia (2022)

- Los automóviles y motos que circulaban en sentido sur – norte por la Carrera 3a Este y con esta intervención ya no lo podrán hacer, si vienen desde el sur por la Carrera 3c Este los podrán seguir haciendo igual. Si vienen por la Carrera 3a Este al llegar al cruce con la Calle 41a Sur deben doblar a la derecha y tomar la Carrera 3c Este y seguir hacia el norte (opción 1 en la Figura 166). Si viene por la Calle 41a Sur deben tomar la Carrera 3c Este (opción 2 en la Figura 166). Esos mismos recorridos deben usarlos los residentes o conductores que se dirijan a la Carrera 3a Este (entre Diagonal 39 Sur y Calle 41a Sur) que vengan del sur y quieran ingresar hacia sus casas ubicadas en este corredor (opción 3 en Figura 166). Este sobre recorrido implica una distancia adicional aproximada entre 370 a 480 mts (1,5 a 2 minutos adicionales) especialmente para los residentes de la Carrera 3a Este que vengan del sur.

Figura 166. Sobre recorridos S-N por unidireccionalidad del tramo vial Carrera 3a Este



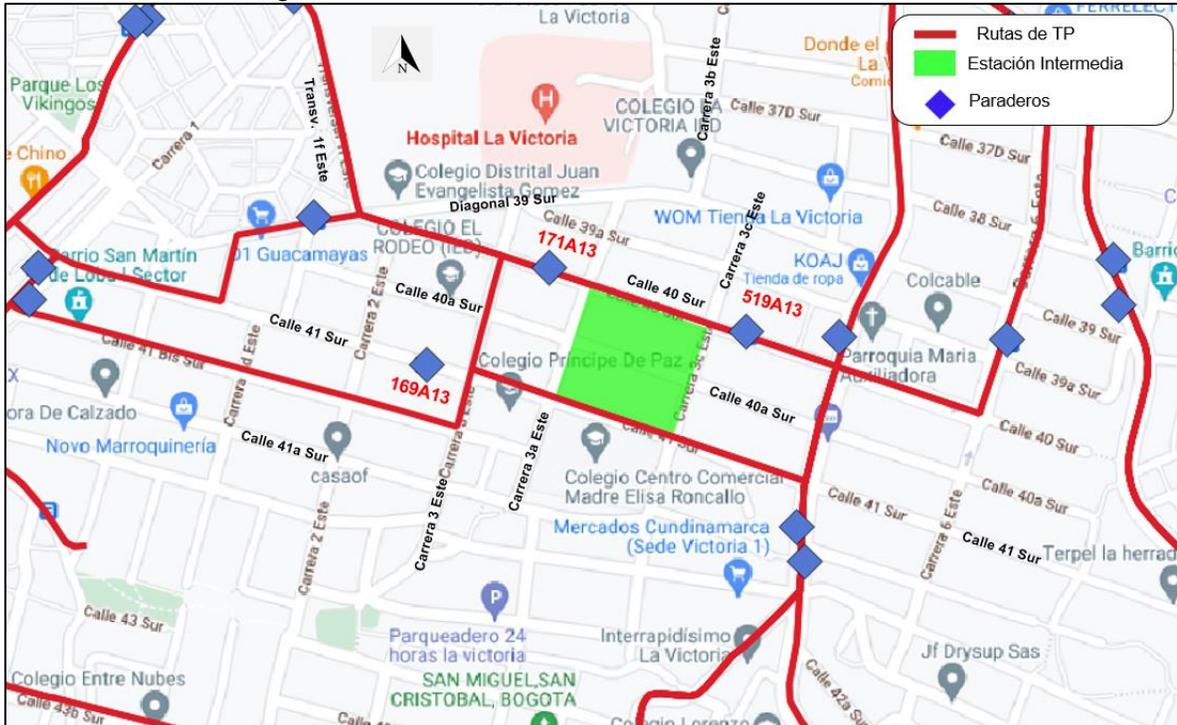
Fuente: Elaboración propia (2022)

➤ Transporte público

Las intervenciones viales que se plantean para el año cero no afectan el trazado de ninguna de las rutas de transporte público que circulan por la zona de influencia de la estación, ya que estas siguen circulando tal como lo hacen en la actualidad y tampoco se plantea la reubicación de ningún paradero (ver Figura 167). Los paraderos que se encuentran principalmente dentro de la zona influencia directa de la estación son: el que está ubicado sobre la Calle 40 Sur (código 171A13) entre Carreras 3 Este y 3a Este, el otro ubicado en la Calle 41 Sur (código 169A13) entre Carreras 2 Este y 3 Este y el que está ubicado sobre la Calle 40 (código 519A13) entre Carreras 3c.

El estado actual de estos paraderos se muestra en la Fotografía 22, Fotografía 23 y Fotografía 24 y deja ver que actualmente se encuentran en buen estado, cuentan con adecuada visibilidad, no existen zonas de cargue y descargue cercanas, además quedan ubicados después de pasos peatonales seguros como son los pasos peatonales generados en las intersecciones de la Carrera 3a Este con Calle 40 Sur para el paradero 171A13, el paso seguro en la intersección de la Calle 41 Sur con Carrera 3a Este para el paradero 169A13 y el paso seguro en la intersección de la Carrera 3c Este con Calle 40 Sur para el paradero 519A13.

Figura 167. Paraderos alrededor de la estación intermedia



Fuente: Elaboración propia (2022)

Fotografía 22. Paradero 171A13



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 23. Paradero 169A13



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 24. Paradero 519A13

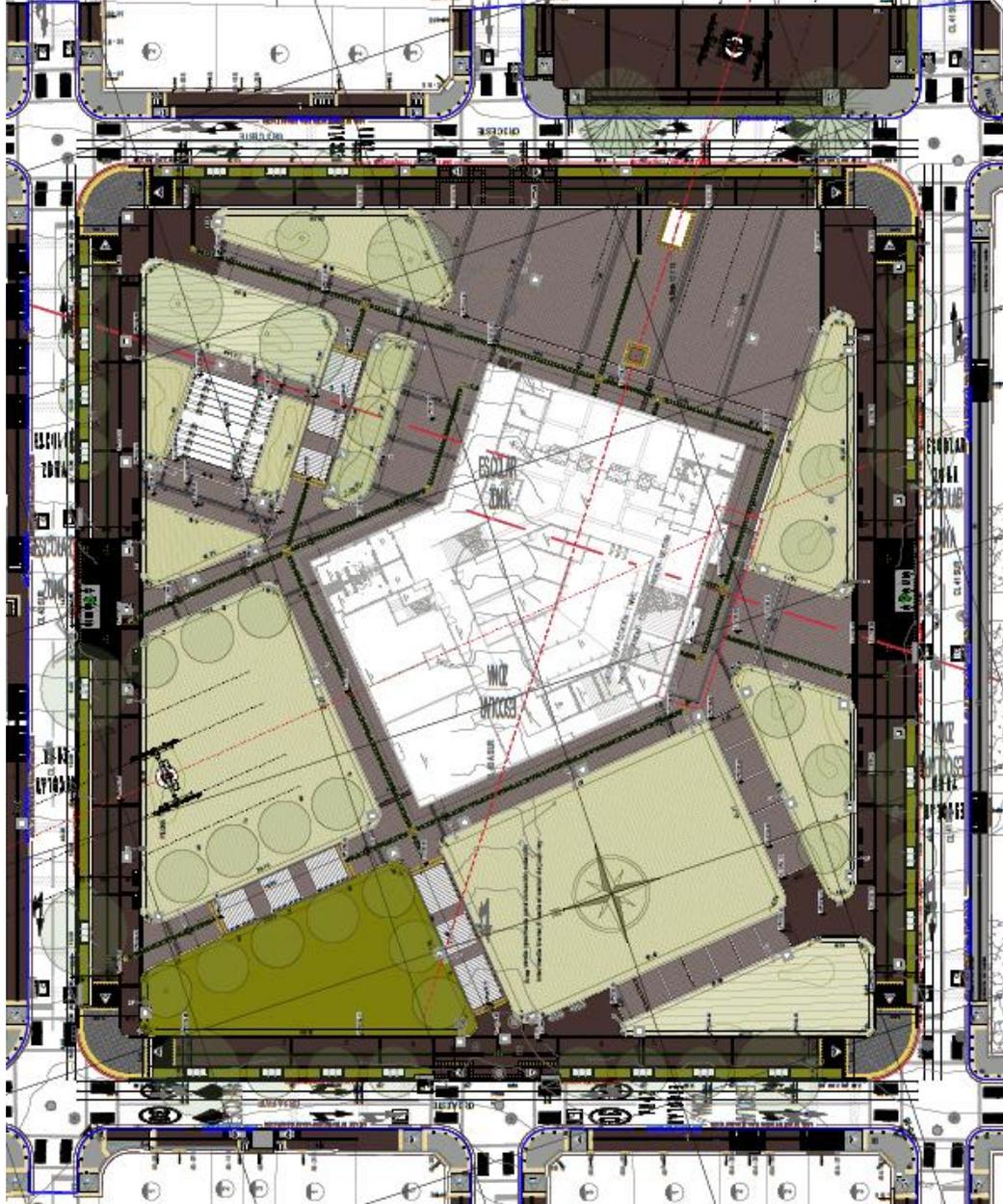


Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

➤ *Peatones*

Las intervenciones planteadas dentro de la zona de influencia de la estación y que hacen parte del alcance contractual de la presente consultoría para ser realizados sus diseños a detalle para su posterior construcción, se complementan con las intervenciones urbanísticas propuestas alrededor de la manzana de implantación de la futura estación intermedia. En la Figura 168, se muestran los andenes alrededor de la estación a los cuales se les realizará una rehabilitación, en los casos que aplique, para que se asegure la continuidad y las medidas urbanísticas necesarias para garantizar una circulación cómoda de los peatones. El detalle de estas intervenciones se presenta en los anexos de los planos de urbanismo entregados junto con este documento.

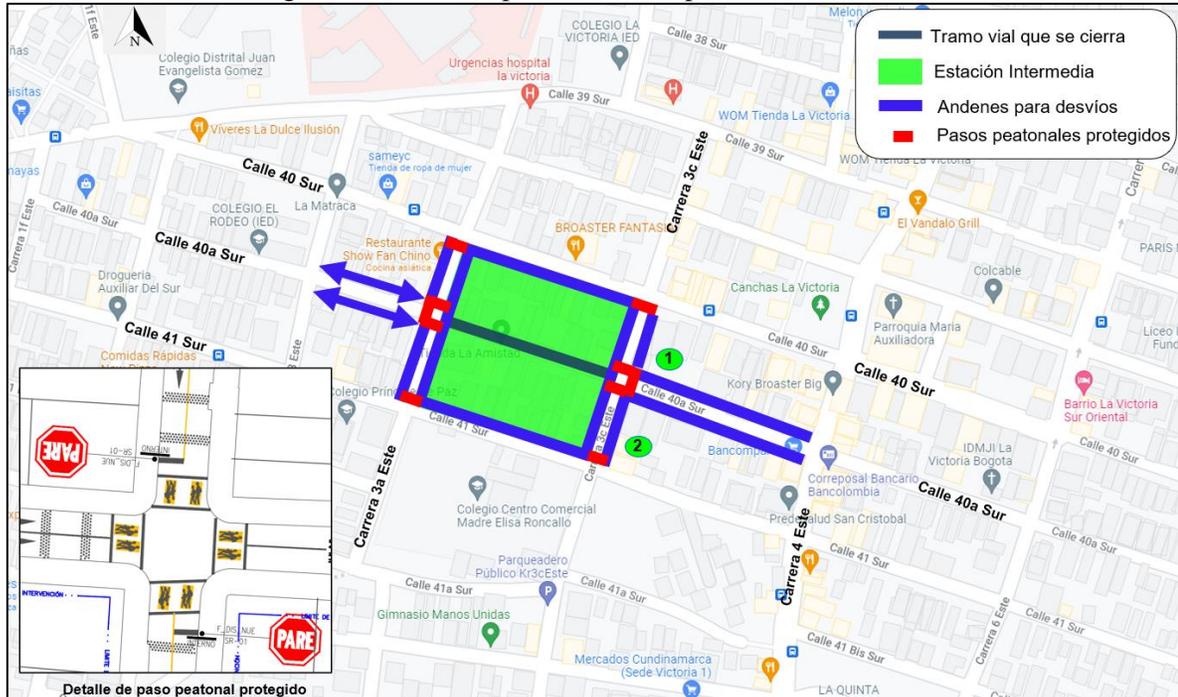
Figura 168. Área de construcción y de rehabilitación de andenes - Estación La Victoria



Fuente: Diseño urbanístico consultoría (2022)

Así como los vehículos deberán hacer sobre recorridos debido al cierre del tramo vial de la Calle 40a Sur entre Carreras 3c Este y Carreras 3a Este, los peatones que deseen hacer un recorrido oriente-occidente y viceversa y vengán por dicho eje vial deberán realizar algunos desvíos. A continuación, se presentan dichos desvíos.

Figura 169. Desvíos para recorridos peatonales año cero.



Fuente: Elaboración propia (2022)

Los desvíos principalmente se dan por los andenes que están alrededor de la manzana donde se implanta la estación (ver Figura 169) y como se mostró en figuras anteriores estos andenes son intervenidos para asegurar un ancho eficiente y continuidad total. Este sobre recorrido para continuar por la Calle 40a Sur representa una longitud aproximada de 195 mts lo que equivale a un tiempo adicional de 50 segundos a 1,5 minutos. Las demás trayectorias peatonales se pueden seguir realizando de la misma manera como se hacen en la actualidad, ya que la unidireccionalidad que se da sobre la Carrera 3c y 3a Este no generan barreras en el desplazamiento de los peatones.

➤ *Transporte de carga*

Los vehículos de carga que circulan por la zona de influencia de la estación, y que circulen por la Calle 40a Sur tendrán que realizar los mismos desvíos que se plantean para los automóviles y motos (ver

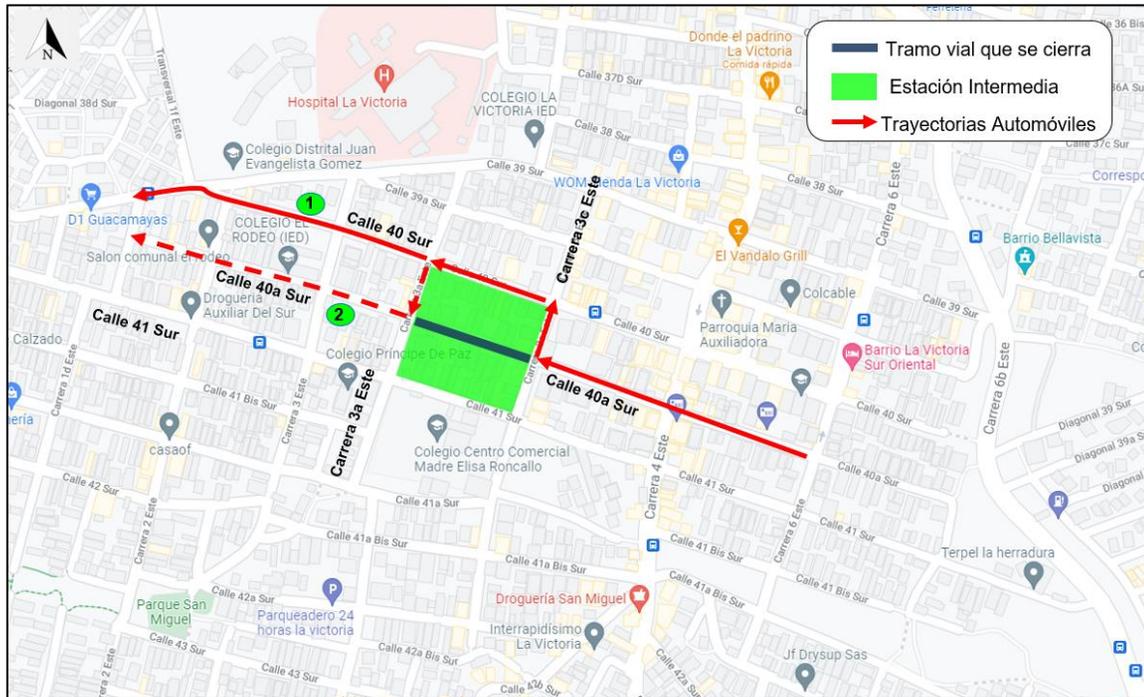


Figura 164, Figura 165 y Figura 166). Adicionalmente el proceso de cargue y descargue especialmente en los tramos viales de la Carrera 3a Este y Carrera 3c Este se deberá realizar en los horarios establecidos por la norma vigente, sin que eso signifique que se genere un estacionamiento desordenado de este tipo de vehículos en estos corredores viales.

12.2 ARTICULACIÓN DE LA BICICLETA CON LA ESTACIÓN INTERMEDIA

Como parte de las estrategias de captación de demanda de usuarios que fueron mencionadas como recomendación en el análisis de demanda hechos durante la Fase 2 de la presente consultoría y además favorecer la intermodalidad, en la Estación Intermedia ubicada en el sector de La Victoria se proyecta la generación de espacios de cicleros al interior de la estación para aquellos usuarios que lleguen en bicicleta a la estación y quieran continuar su viaje usando el cable. Se proyectan un total de 120 cicleros para la estación La Victoria, de acuerdo al crecimiento esperado para esta tipología en la zona, según el modelo econométrico presentado en el Capítulo 11. Este número equivale a una capacidad cercana al 50% de los cupos que se ofrecen actualmente en el Portal 20 de Julio, por tanto, se considera una cantidad más que suficiente, dado que no se espera una atracción muy importante de esta tipología a las estaciones del Cable, debido a la topografía compleja de la zona. En la Figura 170 se muestra la localización de los cicloparqueaderos dentro de la estación:

Figura 170. Localización ciclo parqueaderos Estación Intermedia



Fuente: Elaboración propia (2022)

En relación a permitir que en las cabinas puedan ser transportadas las bicicletas, esta es una definición que dependerá enteramente del Operador del Sistema Cable y del Ente Gestor. Sin embargo, el Consultor recomienda que las mismas sean adecuadas de manera tal que sí se posibilite esta opción, de allí la importancia que, además de la generación de los espacios de parqueo adecuados y seguros para que los usuarios, estos puedan incluir la bicicleta dentro del itinerario de su viaje en el Cable.

Para el caso específico de las tipologías de infraestructura para bicicletas, se tendrán en cuenta los elementos complementarios y elementos informativos incluidos en la cartilla de mobiliario de Bogotá años 2019. El cual cita:

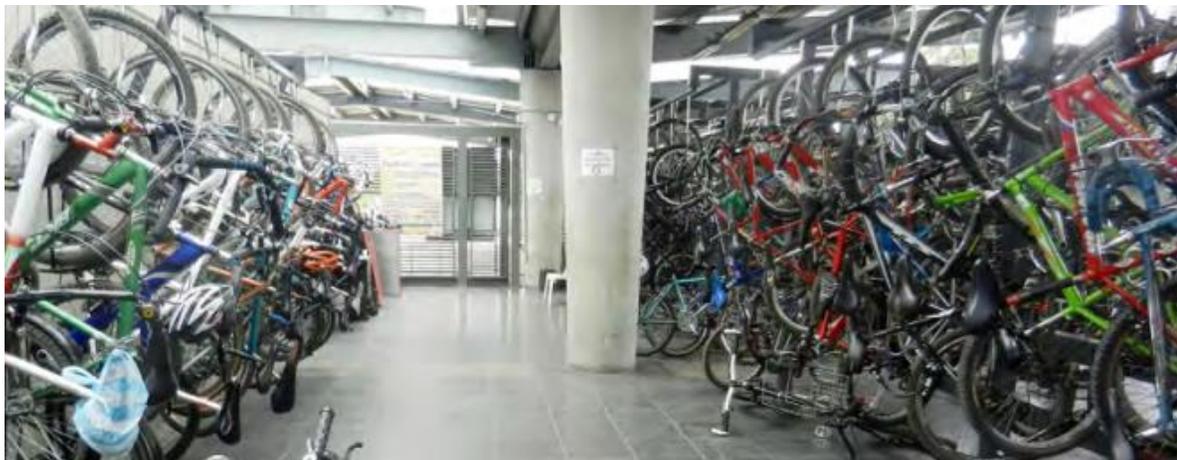
“Son los elementos complementarios a la red de ciclo-infraestructura que facilitan la movilidad en bicicleta, aportando soluciones flexibles y seguras de estacionamiento. De este grupo hacen parte los ciclo parqueaderos y racks que pueden ser combinados, modulados o instalados de múltiples formas aportando flexibilidad a necesidades específicas. Estos

elementos están especificados en tubería metálica o de acero, y fabricados bajo un proceso de estandarización”.

Además de la infraestructura para dejar las bicicletas en la estación, también resulta fundamental la forma cómo accederán los usuarios de bicicleta a la estación y es allí donde el diseño de la señalización tanto horizontal y vertical resulta fundamental. Como parte de la presente consultoría se ha diseñado la señalización horizontal y vertical de las intersecciones dentro del área influencia del proyecto. Tanto los peatones como los ciclistas podrán seguir efectuando los mismos trayectos que realizan en la situación actual, solo que con la implementación de la estación lo harán cruzando intersecciones viales con la señalización horizontal y vertical adecuada y que cumple todas las normativas que rigen su implementación

La señalización propuesta incluye la instalación de tachas reductoras de velocidad en todos los cruces dentro de la zona de influencia, junto con la demarcación de los respectivos pasos seguros de peatones y la implementación en toda la zona de una velocidad de circulación que no supere los 30 Kph. Se precisa que el límite de intervención corresponde únicamente al área de diseño de señalización y demarcación, la cual difiere del área de diseño y rehabilitación del urbanismo, presentada en el Capítulo 7 del presente documento.

Figura 171. Estacionamiento bicicletas de colocación vertical en el sistema TM de Bogotá



Fuente: Guía de Ciclo-infraestructura para Ciudades Colombianas - Resolución 3258 de 2018

Además, como parte de las recomendaciones que se hacen en el presente estudio para las intervenciones propuestas después de los 20 años de implementación de la estación se ha propuesto la conformación de un corredor totalmente peatonal (solo se permite el acceso vehicular para los residentes de la zona) sobre la Carrera 3c Este entre Calles 41 Sur y Calle 39 Sur justo por donde se encuentra el acceso peatonal a la estación intermedia que además permitirá la circulación de bicicletas, el corredor peatonal mencionado anteriormente facilita

 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S.  Supering Supervisión e Ingeniería de Proyectos</p>	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>
--	--	---

la conexión peatonal y de bici-usuarios en el sentido sur -norte y viceversa. Sin embargo, las medidas planteadas también buscan favorecer una conexión segura en el sentido oriente-occidente, esto teniendo en cuenta que una gran parte de los flujos peatonales vienen del sector oriental de la estación llegando en primera instancia al corredor de la Carrera 4 Este y luego caminarán hacia la estación y teniendo en cuenta que el corredor vial de la Calle 40a Sur no tendrá continuidad, se plantea además el corredor peatonal de la Calle 40a Sur entre Carreras 3c Este y Carrera 6 Este. Con este corredor se busca generar la conexión de los peatones y ciclistas que circulan por los ejes viales de la Carrera 4 y 6 Este.

Estas intervenciones permitirán fortalecer la circulación y el uso de la bicicleta en esta zona de la localidad que en la actualidad presenta un bajo uso de este modo y además fomentará la intermodalidad entre modos activos y el cable, lo cual se establece como uno de los principales objetivos de la construcción y puesta en operación de este tipo de sistemas de transporte.

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este documento presentó el desarrollo metodológico adelantado por parte del Equipo Consultor para la elaboración del Estudio de Tránsito y Transporte, en el marco de la ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C. El Estudio está enfocado en la localidad de San Cristóbal y contiene todo el diagnóstico y caracterización de la situación actual, incluyendo la calibración de los modelos de simulación microscópica, la representación de la situación futura con proyecto y el análisis y selección de las mejores alternativas de mitigación de los impactos que se prevén generará la construcción y operación de la Estación Intermedia ubicada en el sector de La Victoria, con horizonte de planeación el año 2045. Al final se establecen las recomendaciones y conclusiones más importantes que deben ser tenidas en cuenta para la correcta implantación y operación de la estación.

La metodología formulada por el Consultor partió del alcance definido por el Anexo Técnico para el estudio, los lineamientos técnicos establecidos por la Secretaría Distrital de Movilidad y los lineamientos establecidos para estudios de tránsito en el “Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte” desarrollado por la firma Cal y Mayor y Asociados S.C., así como del conocimiento del Equipo Consultor del área de influencia, los estudios previos desarrollados e información primaria y secundaria habilitada por las entidades públicas y privadas.

A partir de su experticia para este tipo de estudios, el Consultor adelantó el presente Estudio de Tránsito y Transporte, por medio del desarrollo de 8 etapas que involucraron: la recolección de información primaria y secundaria, la definición de la zona de influencia del proyecto, la caracterización física y operacional, la representación de la situación actual sin proyecto, la representación de la situación futura con proyecto, la evaluación y selección de las soluciones de mitigación de los impactos a la movilidad como producto de la implantación de la estación y las recomendaciones finales para la futura implementación y operación exitosa del Proyecto.

La definición del Área de Influencia Directa (AID) tuvo en cuenta fundamentalmente la identificación de los sectores principales (intersecciones y andenes) por donde accederán los futuros usuarios a la estación. teniendo en cuenta que el acceso peatonal se hará por el corredor de la Carrera 3c Este. Otro factor tenido en cuenta en la delimitación del AID fue la identificación de los principales polos generadores y atractores de viaje ubicados alrededor de la manzana donde se ubicará la estación de retorno. Una vez identificados se realizó una reconstrucción de las trayectorias peatonales desde y hacia la estación con lo cual se identificaron los principales puntos por donde los peatones accederían al corredor de la Carrera 3c Este. Dichos puntos corresponden a las intersecciones de la Calle 40 Sur, Calle 40a Sur y Calle 41 Sur con Carrera 3c Este y la Calle 40 y Calle 41 Sur con Carrera 3a Este.

Por lo tanto, el AID quedó definida por las intersecciones de la Carrera 3c Este con Calle 40 Sur, Carrera 3c Este con Calle 40a Sur, Carrera 3c Este con Calle 41 Sur, Carrera 3A Este con Calle 40 Sur, Carrera 3A Este con Calle 41 Sur. Sin embargo, a pesar que las intersecciones anteriores se identificaron como prioritarias para asegurar el acceso a la estación, teniendo en cuenta los puntos atractores y de concentración de usuarios identificados anteriormente, el AID se extendió para lograr un análisis de conexión con el eje vial de la Avenida Carrera 4 Este y a su vez se extendió hacia el sector sur para cubrir las intersecciones de la Carrera 3a Este y 3c Este con la Calle 41a Sur, ya que en la actualidad por dicha calle circulan las rutas de transporte público del sector de La Victoria y este proyecto entre sus muchas funcionalidades busca promover y facilitar la intermodalidad, asimismo, el AID busca generar la conexión con el Hospital La Victoria por lo tanto también dentro los análisis se incluyeron las intersecciones de la Carrera 3a Este con Diagonal 39 Sur y Carrera 3c Este con Diagonal 39 Sur.

Para la definición del Área de Influencia Indirecta (AII) además de la definición de trayectorias peatonales desde y hacia los polos atractores y generadores de viajes, también se realizó un análisis y superposición de capas de información relacionada con categorías viales, rutas y paraderos de transporte público, identificación de intersecciones semaforizadas, localización y estadísticas de siniestralidad. Adicionalmente se identificaron posibles desvíos provocados por una eventual redistribución de flujos producto de una medida de mitigación del impacto en la movilidad peatonal y vehicular por la implantación de la estación.

Por lo tanto, el AII quedó acotada al norte por la Calle 37d Sur y la Diagonal 39 Sur, al sur por la Calle 42a Sur, al oriente por la Carrera 4 Este y al occidente por la Carrera 2 Este. Finalmente, en esta zona solo se evalúan indicadores operacionales para los flujos motorizados donde se contaba con información disponible y no se hace una evaluación intersección por intersección como si se realiza en el AID, entendiendo que los efectos causados por la congestión, demoras y demás condiciones preexistentes del tránsito en la zona, aunque pueden verse incrementados por la implementación de la estación no entrarán en el proceso de diseño a detalle que si se realiza en el AID, sin embargo, el estudio definió un conjunto de recomendaciones y estrategias que van más allá del AID para asegurar accesibilidad y disminuir los eventuales impactos producidos por la futura estación.

Una vez definida las áreas de estudio e intervención se realizó una revisión y análisis minucioso de la información primaria y secundaria recopilada. Dicho análisis permitió establecer que las condiciones físicas actuales de la infraestructura peatonal con relación a la continuidad y comodidad que ofrece a los usuarios en el AID de la futura Estación Intermedia son adecuadas, ya que los anchos efectivos cumplen en su mayoría las dimensiones mínimas exigidas. La infraestructura vehicular en la actualidad ofrece condiciones de operación adecuadas, sin embargo, con la redistribución de flujos que se produciría por el cierre del tramo vial de la Calle 40a Sur la operación vehicular en el sector se verá afectada y de allí la importancia de utilizar las herramientas de microsimulación para cuantificar los impactos y evaluar alternativas de mitigación.

Para el caso de la infraestructura peatonal en algunos sectores los andenes presentan muchas discontinuidades, a esto se le suma que debido a las altas pendientes de la zona existen muchas rampas y escaleras de accesos a predios que provocan que los peatones prefieran bajarse a la vía para caminar de forma más cómoda (por ejemplo, Calle 40 Sur y Calle 41 Sur). Asimismo, las zonas de espera peatonal en algunas intersecciones no son adecuadas, o están invadidas por obstáculos (por ejemplo: postes de luz) y si a esto se le agrega que en muchas intersecciones la señalización horizontal (por ejemplo: pasos cebra) es deficiente o incluso nula, provoca aún que dichas zonas de espera sean sitios inseguros y poco usados por los peatone, provocando una vez más que estos prefieran esperar sobre la misma vía vehicular para poder cruzar.

La infraestructura vehicular de la zona funciona de forma bidireccional, lo cual hace que en todas las intersecciones viales se puedan realizar todos los movimientos (excepto en U), generando varios conflictos que se acrecientan con la presencia de peatones, ya que esto genera inseguridad y se aumenta la probabilidad de siniestros debido al pésimo estado de las zonas de espera y acumulación peatonal. Además, dada la condición que en muchos cruces la señalización horizontal es nula o deficiente, la autorregulación de la circulación de vehículos no se hace de forma adecuada. El único eje vial unidireccional es el corredor de la Carrera 4 Este en el sentido norte-sur hasta el cruce con la intersección de la Calle 40 Sur, a partir de dicho cruce la Carrera 4 Este continua bidireccional, dicho cambio provoca un punto de conflicto en la intersección con la Calle 40 Sur, por lo cual parte de las intervenciones y estrategias propuestas en este documento apuntan a la solución de dichos conflictos.

La revisión de la información primaria de aforos tanto motorizados como no motorizados no mostraba picos marcados en la jornada de la mañana lo cual resultaba extraño para la zona especialmente cuando se contrastaba con información de años anteriores. Por lo tanto, fue necesario hacer una comparación con la información del Plan de Monitoreo de la SDM, con lo cual se pudo constatar un aplanamiento de dicho pico en la información tomada por el consultor. Dicho comportamiento puede ser explicado principalmente por el efecto de la pandemia sobre los flujos motorizados y no motorizados en la mañana ya que para las fechas en que se realizaron los aforos muchos colegios y universidades aún estaban en clases virtuales y un porcentaje considerable de los trabajadores aún continúan en la modalidad de teletrabajo. Por lo tanto, se hizo un ajuste de los datos mediante la determinación de un factor de expansión de los datos primarios a partir de la información del Plan de Monitoreo con lo cual se logró reconstruir el pico de la mañana en los aforos.

Con base en el ajuste mencionado anteriormente, a nivel operativo se identificaron dos picos en la zona para el día típico. Dichos picos corresponden a las horas de 6:15 – 7:15 en la mañana y 18:30 – 19:30 en la tarde-noche. Para el día atípico de fin de semana el pico se identificó entre las 17:45 – 18:45. Además dentro de la caracterización de flujos vehiculares en las horas de máxima demanda se identificó que la Carrera 4 Este y la Diagonal 39 Sur son los ejes con mayor circulación vehicular. Por otro lado, las Calles 40 Sur y 41 Sur destacan por ser ejes de circulación de rutas de transporte público y que rodearían la estación.

Adicionalmente se identificó infraestructura de regulación y control como señalización vertical y horizontal, que en su gran mayoría necesita mantenimiento, especialmente la señalización horizontal. La cobertura de rutas de alimentadoras y del sistema SITP Provisional y Concesionado es bastante amplia en la zona. Además, el análisis de validaciones deja ver una concentración de pasajeros considerable que usan los servicios del SITP en paraderos ubicados sobre la Carrera 4 Este y sobre la Carrera 2 Este, así como las Calles 40 Sur y 41 Sur. Asimismo, la revisión del transporte informal en la zona, muestra que este no tiene una presencia considerable en la zona, debido principalmente a que un alto porcentaje de los viajes desde y hacia las partes altas de la localidad están cubiertos por el sistema alimentador o por las rutas del SITP y no implica un costo adicional de los usuarios, como si podría generarse al usar el transporte informal.

Con relación a la oferta de transporte público dentro de la zona de influencia directa e indirecta se cuenta con un total de 18 rutas de transporte público, 11 del SITP Implementado y 7 del SITP Provisional con un recorrido promedio de 29 y 34 km respectivamente dentro del área de influencia indirecta total del proyecto. Además, se identificaron dentro del AII 15 paraderos. No obstante, conociendo que la zona se caracteriza por un alto porcentaje de viajes a pie, lo cual permite afirmar que existen usuarios con mayor disposición a caminar para tomar su ruta de transporte público del SITP, se encontró que hay un total de 18 paraderos adicionales a 500 metros y 86 paraderos adicionales 1.000 m para que los usuarios puedan continuar con sus respectivas etapas de viaje ya sea transbordo o caminata.

La siniestralidad en la zona es variable, ya que hay varias intersecciones con registros de siniestros. Los puntos que sobresalen con este indicador negativos son la Diagonal 39 Sur y Carrera 4 Este, que son las vías donde se concentra una cantidad de siniestros con muertos y heridos, principalmente en las intersecciones con la Calle 39a Sur y la Calle 41 Sur, que coinciden con los tramos con mayor concentración de flujo vehicular. Finalmente, al revisar los registros por tipo de siniestro se observa que el de mayor presencia es la categoría choque (76%), seguido de la categoría atropello (21%), volcamiento y caída del ocupante con 3% cada uno.

El proceso de construcción de la malla vehicular y la infraestructura peatonal utilizada para elaborar y calibrar el modelo de microsimulación se estructuró con base en el inventario de infraestructura realizado por el equipo consultor. La red vehicular evaluada y calibrada correspondió a la malla vial que estaba dentro del AII y la red peatonal modelada y calibrada correspondió a la infraestructura peatonal ubicada dentro del AID.

La calibración del modelo de microsimulación para el escenario base se hizo para tres picos horarios de análisis, pico AM y PM de un día típico y el pico de un día de finde semana. También el chequeo de la calibración del modelo se tuvo en cuenta los requerimientos hechos para este tipo de análisis por la Secretaría Distrital de Movilidad en la *GUÍA PARA LA GENERACIÓN Y REVISIÓN DE MODELOS (Código: PE04-PR03-IN01)*. Es así como para los modos motorizados la calibración se hizo por tipología vehicular donde se obtuvo que

para los vehículos livianos y los camiones el 100% de los datos presentados tienen un valor de GEH menor a 5, y para motos, transporte público y bicicletas alrededor del 95% de los datos presentados tienen un valor de GEH menor a 5.

Una vez calibrado el modelo tanto a nivel vehicular como peatonal se realizaron los análisis respectivos donde se obtuvo que para los flujos motorizados se hizo un análisis del desempeño de las intersecciones vehiculares a partir de la obtención del nivel de servicio (NDS). Los resultados obtenidos para los tres picos analizados del escenario base, muestran que las intersecciones de análisis presentan NDS A. Estos resultados de NDS para las intersecciones de control dejan ver que las condiciones actuales de dichos puntos son adecuadas para soportar el flujo vehicular que circula por cada una de ellas, esto se debe principalmente a que los flujos vehiculares en las horas de máxima demanda no son muy altos y ninguno supera la capacidad de saturación de estos ejes viales, a pesar de que en su mayoría todas las vías son de doble sentido.

Para la infraestructura peatonal modelada también se hizo una evaluación del NDS para los andenes en la zona de análisis, con base en los parámetros establecidos en el Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte Tomo III de la Alcaldía Mayor de Bogotá y Cal y Mayor Asociados. Con base en las estimaciones de flujos peatonales y las áreas de las zonas de espera peatonal en intersecciones se estimó el NDS para espacio peatonal. Los resultados muestran que todas las zonas peatonales presentan un NDS A. Esto se debe en parte que a pesar que existen algunas discontinuidades sobre la infraestructura peatonal, el flujo peatonal en la actualidad es bajo y las condiciones de anchos efectivos de andenes existentes es suficiente para soportar dichos flujos.

La representación actual y futura con proyecto se realizó enfocada principalmente en el efecto que se produciría en el AID por el aumento en el flujo peatonal debido a la atracción de nuevos usuarios al portal que accederían a este buscando conectar con la estación de retorno. Los análisis se enfocaron en la proyección del flujo peatonal y vehicular actual con base en tasas anuales de crecimiento obtenidas de las 4 encuestas de movilidad con que cuenta Bogotá, luego se generaron unos modelos econométricos con variable explicativa el PIB nacional, que permitieron establecer modelos de crecimiento por modo y de esta forma se obtuvo el flujo al año 20 de operación producto del crecimiento normal de los viajes y se le adicionó el flujo nuevo que se estimó atraiga el proyecto CSC en la Estación Intermedia. Con dichos flujos totales se hizo un análisis de las condiciones de la infraestructura peatonal existente a nivel de densidades y tiempos de espera con lo cual se determinaron NDS para los 20 años de vida útil del proyecto. Las zonas analizadas corresponden a los andenes en el AID, áreas de espera y acumulación peatonal en intersecciones y pasos peatonales protegidos como tipo cebras.

Los resultados obtenidos con uso del modelo de simulación muestran que al entrar en operación el proyecto para el año 20 y sin ningún tipo de intervención adicional de infraestructura se obtiene que algunas de las intersecciones que en el escenario base estaban

en NDS A pasan a NDS D e incluso algunos movimientos específicos dentro de las intersecciones llegan a NDS F (Diagonal 39 Sur con Calle con Carrera 3a Este). Las intersecciones de la Carrera 4 Este con Calle 39 Sur y con Calle 41 Sur pasan de NDS A a E. Situación similar ocurre en la intersección de la Carrera 3 Este con Calle 41 Sur para los movimientos que vienen del costado oeste y este. Estos resultados se deben a que debido al aumento del flujo peatonal y que se concentran en los ejes de la Carrera 4 Este y Diagonal 39 Sur y por el cierre del tramo de vía de la Calle 40a Sur, los flujos vehiculares que por allí circulan se ven afectados ya que deben ir a velocidades más lentas y detenerse más tiempo en las intersecciones debido a la alta afluencia peatonal y por la redistribución producida por el cerramiento vial.

Para la infraestructura peatonal en el escenario 2045 con proyecto, pero sin intervención de infraestructura, se encuentra que los NDS de las zonas de espera existentes alrededor de la manzana donde se ubicará la estación pasan de NDS A NDS D y E, e incluso en algunos movimientos específicos el NDS llega a ser F, lo cual deja ver la deficiencia de la infraestructura peatonal del sector. Es evidente el deterioro que se producirá en el NDS de la infraestructura peatonal tipo andén existente, lo cual una vez más muestra las pobres condiciones de la infraestructura peatonal y que no presenta condiciones mínimas adecuadas para soportar un flujo tan considerable como el que se espera llegue a usar la estación.

Una vez identificadas las falencias de la infraestructura vial y peatonal existente, se generó una propuesta integral y gradual que abarca una zona más amplia que el AID y que busca generar condiciones de accesibilidad y seguridad para todos los actores viales que circularán por el sector, especialmente para los peatones y bici-usuarios que accederán a la estación. Las intervenciones propuestas se describen a continuación:

Para año cero (2025) las medidas de intervención planteadas conservan la sección transversal existente en los diferentes corredores de la zona de análisis. Sin embargo, como medida de pacificación del tránsito en el corredor principal de acceso peatonal a la estación, la Carrera 3c Este, se plantea volver dicho corredor unidireccional (sentido sur-norte) entre las Calles 41a Sur y 39 Sur y a su vez el corredor de la Carrera 3a Este sería también unidireccional (sentido norte – sur) generando un par vial alrededor de la estación. Dicho cambio en el sentido busca limitar el número de movimientos posibles sobre los cruces de estos corredores por donde accederán un gran flujo de peatones hacia la estación.

Como medidas complementarias, se plantea la implementación de estoperoles que permita la reducción de la velocidad de los vehículos en la intersección Calle 41 Sur con Carrera 3c Este y en la intersección de la Calle 39 Sur con Carrera 3c Este. Además, estas medidas deben ir acompañadas de la señalización horizontal y vertical adecuada en cada cruce, así como el mejoramiento de los andenes existentes y las zonas de espera que cumplan con los requerimientos de urbanismo y todas las medidas para el desplazamiento seguro de personas con movilidad reducida.

 <p>CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering</p>	<p><i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i></p>	 <p>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p>
--	---	--

A futuro, se recomienda que, para el año 10 (2035), las medidas planteadas a partir del año 2025 se mantengan vigentes, sin embargo, dado el crecimiento del flujo peatonal sobre los andenes se hace necesario intervenir las intersecciones de la Carrera 3A Este con Calle 41 Sur y la intersección de la Carrera 4 Este con Calle 40 Sur. Dichas intervenciones corresponden a pompeyanos que permitan disminuir la velocidad del flujo vehicular y aseguren un paso seguro de los peatones y bici-usuarios.

Para el año 20 las intervenciones son:

- Corredor totalmente peatonal (solo se permite el acceso vehicular para los residentes de la zona) sobre la Carrera 3c Este entre Calles 41 Sur y Calle 39 Sur justo por donde se encuentra el acceso peatonal a la estación
- Corredor totalmente peatonal (solo se permite el acceso vehicular para los residentes de la zona) de la Calle 40a Sur entre Carrera 3c Este y Carrera 6 Este
- Para asegurar la continuidad del corredor peatonal en el sentido sur norte y dado que finaliza en la intersección de la Carrera 3c Este con Calle 39 Sur, se plantea la construcción de un paso pompeyano en dicha intersección, que permita una transición segura de los peatones y bici-usuarios entre los dos tramos de vía y permita conectar de forma segura con el eje vial de la carrera 3b este que comunica con el Hospital La Victoria. Asimismo, se propone un paso pompeyano en la intersección de la Carrera 3c Este con Calle 39a Sur, esto pensando en generar el paso seguro de los peatones por esta calle que seguirá funcionando bidireccional. También se propone un paso pompeyano en la intersección de la Carrera 4 Este con calle 41 Sur
- Par vial entre la Calle 41 Sur (sentido oriente-occidente) y la Calle 40 Sur (sentido occidente-oriente), ambos corredores estarían limitados entre la Carrera 1f Este y la Carrera 6 Este. Este par vial sería de uso principal de las rutas del transporte público con lo que se busca poder acercar aún más las rutas actuales a la estación y de esta forma facilitar la intermodalidad.
- Otra vía que se plantea unidireccional (aunque en un tramo actual ya lo es) es la Carrera 4 Este, el cual corresponde a un eje fundamental en la conexión vial en el sector. Por lo tanto, se plantea que continúe unidireccional en el sentido norte – sur hasta la intersección con la Calle 41 Sur. Lo que se busca con este corredor es generar una mejor conectividad norte – sur, pacificar el flujo vehicular al generar una vía unidireccional y además permitir una mejor circulación de rutas de transporte público, eliminando un punto de conflicto actual como lo es la intersección de la Carrera 4 Este con Calle 40 Sur.
- El eje vial en el costado occidental de la estación (Carrera 3a Este) permanece bidireccional, pero se hace un ajuste a la sección transversal.
- Finalmente, como parte de la articulación de cada una de las intervenciones mencionadas anteriormente se hace necesario contar con intersecciones reguladas por semáforos para controlar aquellos puntos más críticos de acumulación de vehículos y que de esta forma

se asegure una circulación más segura de peatones en dichos puntos. Dichas intersecciones son la Carrera 4 Este con Calle 40 Sur, Carrera 4 Este con Calle 41 Sur, Carrera 3b este con Calle 40 Sur y Calle 39 Sur con Carrera 3c Este

Una vez definida las estrategias de intervención se realizó el montaje de la infraestructura en el software de microsimulación y se evaluaron los impactos. Los resultados de NDS para zonas de espera peatonal muestran que las intervenciones a nivel de infraestructura propuestas (ampliación de andenes, vías unidireccionales, corredores peatonales) permiten tener NDS C, D y E en los andenes peatonales analizados para el año 20 de vida útil del proyecto. Este resultado es consistente con la dinámica de movilidad que plantea la entrada en funcionamiento de la estación del cable y aunque la operación del proyecto generará un deterioro en los NDS de la infraestructura peatonal, dicho deterioro puede considerarse aceptable y que será soportado de buena forma por las intervenciones propuestas.

Los resultados de modelación para las medidas propuestas en los primeros 10 años son adecuados, con NDS que llegan a C en la mayoría de la infraestructura peatonal existente y solo se obtienen NDS D sobre la infraestructura peatonal ubicada en el corredor de la Carrera 4 Este. En conclusión, los resultados obtenidos muestran que las intervenciones propuestas que implican mantener las secciones transversales actuales tanto a nivel de infraestructura vehicular, así como a nivel de infraestructura peatonal funcionan de forma eficiente hasta el año 10 de operación. Sin embargo, si es necesario realizar un mantenimiento y recuperación de los andenes existentes, conformando de forma adecuadas las zonas de espera en las esquinas, con la señalización horizontal y vertical adecuada que asegure espacios peatonales cómodos, seguros y que faciliten el desplazamiento de todos los peatones. después de dicho año se empieza a deteriorar el NDS. Posteriormente a partir del año 15 de operación la infraestructura existente debe haber sido intervenida, intervención que implica en algunos casos ampliación de andenes y disminución de calzada vehicular, tal como se plantean las medidas para el año 2040 y 2045.

Por otro lado, la infraestructura peatonal exclusiva propuesta presenta NDS entre D y E para el año 20 de operación mostrando un comportamiento adecuado ante los flujos peatonales a los que se verá sometido durante la operación de la estación. Asimismo, pesar de los cambios en algunos sentidos viales y convertir varios tramos viales en vías unidireccionales, la redistribución vehicular que se produce muestra una operación eficiente, lo cual se refleja en NDS en intersecciones que a 20 años de operación estrían en NDS E. Es de aclarar que las intervenciones aquí planteadas incluyen un área mucho más grande que el área que se definió como AID, sin embargo, el equipo Consultor consideró adecuado establecer propuestas que aseguraran una conectividad completa y sobre todo que garanticen la accesibilidad a la estación, generando corredores seguros de circulación peatonal y que su desarrollo también permita una operación adecuada de los flujos motorizados.

Aunque los análisis hechos por el Equipo Consultor muestran las bondades de las intervenciones propuestas y que permitirán mejorar la accesibilidad de la zona y a la futura

estación de retorno, su intervención incluye un área extensa que no concuerda con el área de diseño definida en los términos de referencia de la consultoría. Por lo tanto, dichas intervenciones se plantean a modo de propuesta desde la especialidad de tránsito y se recomienda que puedan ser llevadas a cabo por fases, teniendo en cuenta que su evaluación se hizo de forma gradual para el año 20 de operación, lo cual indica que para los primeros años no se necesitaría la totalidad de la propuesta tal como lo muestran los resultados presentados en este documento.

La entrada en operación de la estación de retorno en el sector de La Victoria generará una serie de dinámicas que en la actualidad no se dan en la zona, por lo tanto, cualquier medida que se pueda establecer debe ir enfocada en facilitar la accesibilidad a la estación de los peatones y que si solo se construye la estación sin ningún tipo de intervención del espacio circundante se estaría perdiendo la posibilidad de contar con un proyecto completo de renovación y recuperación de la zona.

A continuación, se presentan los niveles de servicio para los andenes de la Estación La Victoria, bajo la implementación de las recomendaciones expuestas anteriormente, entre los años 2025 y 2045.

Tabla 56. NDS andenes de la Estación de La Victoria

SECTOR	NOMENCLATURA	LOCALIZACIÓN	ANCHO TOTAL (M)	ANCHO EFECTIVO (M)	% ANCHO EFECTIVO	VOLUMEN HMD (PEAT/H)				FLUJO (PEAT/MIN/M)				NDS			
						2025	2030	2035	2045	2025	2030	2035	2045	2025	2030	2035	2045
COSTADO NORTE	CALLE 40 SUR	ANDÉN ESTACIÓN	2,5	1,3	52%	116	196	267	419	2	4	5	8	A	A	A	A
		ANDÉN OPUESTO	2,7	1,5	56%	89	123	189	336	5	7	11	19	A	A	A	B
COSTADO SUR	CALLE 41 SUR	ANDÉN ESTACIÓN	2,0	1,1	55%	441	497	626	1258	9	10	12	25	A	A	A	C
		ANDÉN OPUESTO	2,2	1,0	45%	186	211	291	453	12	14	19	30	A	A	B	C
COSTADO ESTE	CARRERA 3C ESTE	ANDÉN ESTACIÓN	2,0	1,2	60%	484	534	872	1639	9	10	17	32	A	A	B	A
		ANDÉN OPUESTO	2,9	1,9	65%	154	236	369	679	5	8	13	24	A	A	A	A
COSTADO OESTE	CARRERA 3A ESTE	ANDÉN ESTACIÓN	3,0	1,5	50%	145	227	301	577	3	4	6	11	A	A	A	A
		ANDÉN OPUESTO	2,6	1,2	46%	92	164	189	312	5	9	11	18	A	A	A	B

Fuente: Elaboración propia (2022)