

CIUDADELA PARQUE CENTRAL DE OCCIDENTE
Diagonal 77B con Transversal 129

AR CONSTRUCCIONES S.A



ESTUDIO DE MOVILIDAD

BOGOTÁ D.C., NOVIEMBRE 03 DE 2015
VERSION 3

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	6
2	LOCALIZACIÓN.....	7
3	ANÁLISIS DE MOVILIDAD	8
3.1	ESTUDIO DE TRÁNSITO	18
3.1.1	Escenario sin Proyecto	25
3.1.2	Escenario con Proyecto.....	26
3.2	Capacidad y niveles de Servicio.....	32
3.2.1	Escenarios sin Proyecto.....	32
3.2.1	Escenarios con Proyecto.....	34
3.3	Análisis de Flujos Peatonales	36
3.3.1	Escenario Actual 2015:	42
3.3.1	Escenario 2019:.....	43
3.3.1	Escenario 2023:.....	44
4	DISEÑO GEOMETRICO – ANÁLISIS EN PLANTA.....	45
4.1	Descripción General	45
4.2	Alcance.....	46
4.3	Metodología de Diseño.....	47
4.4	Alternativas de diseño	48
4.4.1	Turboglorieta	49
4.4.2	Glorieta doble con tramo de unión	51
4.4.1	Separador Central Continuo	53
4.4.1	Intersección semaforizada	55
4.5	Modelaciones de Giro en las Intersecciones Seleccionadas para el Proyecto ..	55
4.6	Parámetros de Diseño.....	56
5	DISEÑO DE SEÑALIZACION VIAL.....	57
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
7	BIBLIOGRAFIA.....	60

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Movimientos levantados en cada punto de aforo. Fuente: Elaboración Propia.	19
Tabla 2. Volúmenes horarios y totales obtenidos para cada punto de aforo los días Típico y Atípico.....	22
Tabla 3. Volúmenes totales del sistema por cuarto de hora para día típico y atípico. Fuente: Elaboración propia.....	23
Tabla 4. Volúmenes totales del sistema por hora para día típico y atípico. Fuente: Elaboración propia.	24
Tabla 5. Resumen de datos obtenidos para los aforos realizados. Fuente: Elaboración propia.	26
Tabla 6. Volúmenes para la HMD por movimiento para cada punto de aforo. Fuente: Elaboración propia.	26
Tabla 7. Tasas de crecimiento para la Localidad de Engativá.	29
Tabla 8. Aportes especificados por el Proyecto Parque Central de Occidente. Fuente: Grupo AR.....	30
Tabla 9. Proyección de datos de aforo al año 2015 con aportes del Grupo AR. Fuente: Elaboración propia.	31
Tabla 10. Proyección de datos de aforo al año 2019 con aportes del Grupo AR.	31
Tabla 11. Proyección de datos de aforo al año 2023 con aportes del Grupo AR.	32
Tabla 12. Resumen de aforos peatonales por acceso en la Tv. 129 por Dg. 77B.	38
Tabla 13. Niveles de servicio para tránsitos peatonales. Fuente: Manual de diseño HCM.	42
Tabla 14. Datos de entrada para la proyección a los escenarios 2019 y 2023. Fuente: Elaboración propia	42
Tabla 15. Condiciones de operación de la intersección entre la Tv. 129 y la Dg. 77B para el año 2015. Fuente: Elaboración propia.	42
Tabla 16. Condiciones de operación de la intersección entre la Tv. 129 y la Dg. 77B para el año 2015 con ajuste por puente festivo. Fuente: Elaboración propia.	43
Tabla 17. Condiciones de operación de la intersección entre la Tv. 129 y la Dg. 77B para el año 2019. Fuente: Elaboración propia.	43
Tabla 18. Condiciones de operación de la intersección entre la Tv. 129 y la Dg. 77B para el año 2023. Fuente: Elaboración propia.	44
Tabla 19. Aportes de la Alameda El porvenir a cada cruce para los años 2019 y 2023.	44
Tabla 20. Condiciones de operación de la intersección entre la Tv. 129 y la Dg. 77B para los años 2019 y 2023 con aportes de la Alameda El Porvenir. Fuente: Elaboración propia.	44
Tabla 21. Parámetros de Análisis Dg 77 B. Fuente: Elaboración Propia.....	56
Tabla 22. Parámetros de Análisis Tv 129. Fuente: Elaboración Propia.	57
Tabla 23. Parámetros de Análisis Tv 130. Fuente: Elaboración Propia.	57

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plano Urbanístico inicialmente aprobado para las etapas 1 a 5.	6
Ilustración 2. Propuesta Urbanística planteada para el Plan Parcial El Provenir.	7
Ilustración 3. Localización Proyecto Parque Central de Occidente. Fuente Google Earth.	8
Ilustración 4. Conectividad del sector con la malla vial arterial. Fuente: Elaboración propia.	18
Ilustración 5. Ubicación de puntos de Aforo. Fuente: Elaboración Propia.	19
Ilustración 6. Histogramas de vehículos livianos por punto de aforo. Fuente: Elaboración propia.	28
Ilustración 7. Distribución de vehículos livianos por movimiento en cada punto de aforo.	29
Ilustración 8. Modelación del proyecto. Fuente: Synchro.	33
Ilustración 9. Volúmenes vehiculares del proyecto y Niveles de Servicio años 2014 y 2015.	33
Ilustración 10. Volúmenes vehiculares del proyecto y Niveles de Servicio años 2019 y 2023.	34
Ilustración 11. Punto y sentidos de aforos peatonales. Fuente: Elaboración propia.	36
Ilustración 12. Histogramas de distribución peatonal por acceso. Fuente: Elaboración propia.	40
Ilustración 13. Estado actual de las vías aledañas al proyecto. Fuente: Elaboración Propia.	46
Ilustración 14. Vehículo de diseño tipo “Padrón” (Dimensiones en metros).	48
Ilustración 15. Planteamiento inicial para la modificación del Plan Parcial El Porvenir.	49
Ilustración 16. Afectación por implementación de una intersección giratoria. Fuente: Elaboración propia.	50
Ilustración 17. Planteamiento de la glorieta doble con tramo de unión.	52
Ilustración 18. Verificación del grado de afectación de la solución planteada en la Ilustración 12.	52
Ilustración 19. Zona de afectación de andén en intersección entre Dg. 77B y Tv. 129.	53
Ilustración 20. Afectación por implementación de una intersección separador central continuo.	54
Ilustración 21. Modelación de maniobras con el vehículo de diseño tipo “Padrón” en intersección de la Dg. 77B con Tv. 130. Fuente: Elaboración propia.	56

INDICE DE FOTOS

Foto 1. Intersección Diagonal 77B con Carrera 116.	8
Foto 2. Intersección Diagonal 77B con Carrera 116B.	9
Foto 3. Intersección Diagonal 77B con Transversal 119A.	9
Foto 4. Intersección Diagonal 77B con Transversal 119B.	9
Foto 5. Intersección Diagonal 77B con Transversal 120A.	10
Foto 6. Intersección Diagonal 77B con Transversal 123A.	10
Foto 7. Intersección Diagonal 77B con Transversal 129.	10
Foto 8. Transversal 123A a ambos costados de la Diagonal 77B.	11
Foto 9. Transversal 120A a ambos costados de la Diagonal 77B.	11
Foto 10. Transversal 119B a ambos costados de la Diagonal 77B.	11
Foto 11. Transversal 119A a ambos costados de la Diagonal 77B.	12
Foto 12. Carrera 116B a ambos costados de la Diagonal 77B.	12
Foto 13. Carrera 116 a ambos costados de la Diagonal 77B.	12
Foto 14. Conexión entre Transversal 129 y Calle 77.	13
Foto 15. Conexión entre Transversal 123A y Calle 77.	13
Foto 16. Conexión entre Transversal 120A y Calle 77.	13
Foto 17. Conexión entre Transversal 119B y Calle 77.	14
Foto 18. Conexión entre Transversal 119A y Calle 77.	14
Foto 19. Conexión entre Carrera 116B y Calle 77.	14
Foto 20. Conexión entre Carrera 116 y Calle 77.	15
Foto 21. Reducción de calzada de la Calle 77 sentido Occidente-Oriente.	15
Foto 22. Desnivel existente entre calzadas de la Calle 77 y vestigios de antiguo separador central.	16
Foto 23. Vías construidas en el corto o mediano plazo.	17
Foto 24. Paradero de SITP Calle 77 por Tv 120 A	35
Foto 25. Ruta 271 GRAN GRANADA / MARCO FIDEL SUAREZ	35
Foto 26. Ruta 669 GALAN / GRAN GRANDA	36
Foto 27. Vista panorámica de las vías mostradas en la Ilustración 8.	46
Foto 28. Intersección a intervenir entre la Diagonal 77B y la Transversal 129.	47

ANEXOS

- ANEXO 1** CONTEOS VEHICULARES Y PEATONALES OBTENIDOS EN CAMPO.
- ANEXO 2** CONTEOS VEHICULARES ESTACIÓN MAESTRA.
- ANEXO 3** CERTIFICACIÓN DE TRANSMILENIO S.A No. 2014EE19940 del 14 de Octubre de 2014.
- ANEXO 4** PROPUESTA URBANÍSTICA INICIAL PLAN PARCIAL EL PORVENIR PLANTEADA POR EL GRUPO AR.
- ANEXO 5** PLANOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA DE LAS VÍAS DEL PROYECTO.
- ANEXO 6** PROPUESTA DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VIAL.
- ANEXO 7** RESULTADOS MODELACIÓN DEL PROYECTO.

1 INTRODUCCIÓN

Para el Proyecto Ciudadela Parque Central de Occidente, ubicado en la Diagonal 77B con Transversal 129 en la localidad de Engativá, al Occidente de la ciudad de Bogotá D.C, propiedad de la Constructora AR Construcciones S.A, se aprobaron las resoluciones de urbanismo No. RES 10-3-0214 de Mayo 14 de 2010 y RES 11-3-1077 de Diciembre 2 de 2011, para las etapas 2 y 1 respectivamente, así como también la resolución RES 14-1-0180 del 2014 para las etapas 3, 4 y 5, las cuales presentaban la siguiente disposición en planta:



Ilustración 1. Plano Urbanístico inicialmente aprobado para las etapas 1 a 5.
Fuente: AR Construcciones S.A

Sin embargo, con el objeto de aplicar a una mayor edificabilidad del lote, en distintas mesas de trabajo realizadas en conjunto con la Secretaría Distrital de Planeación y Secretaría Distrital de Ambiente se acordó realizar las siguientes modificaciones:

- Eliminación de la vía paralela al Humedal Jaboque.
- Reducción del diámetro de la glorieta central.

Teniendo en cuenta lo anterior, el Grupo AR contrató los servicios de ASA INGENIERÍA LTDA para realizar el estudio técnico, desde el punto de vista de tránsito y movilidad, del nuevo planteamiento urbanístico con el que se propone una modificación del Plan Parcial El Porvenir

Como resultado de dicho estudio, se presenta en la siguiente ilustración:

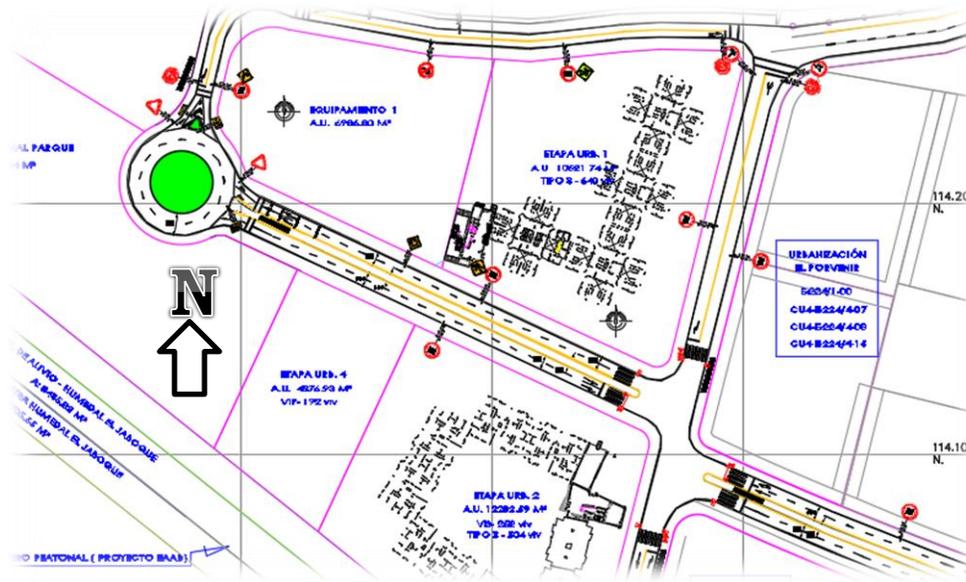


Ilustración 2. Propuesta Urbanística planteada para el Plan Parcial El Provenir.
Fuente: Elaboración propia

Una vez aclarado lo anterior, el presente informe tiene como fin presentar los resultados del análisis de movilidad para verificar las implicaciones, desde el punto de vista de tránsito, del aumento de edificabilidad y su correspondiente generación y atracción de flujos vehiculares, sobre las vías tanto del Proyecto Ciudadela Parque Central de Occidente, como de las de su área de influencia.

También se realiza un análisis desde el punto de vista geométrico y de seguridad vial (Mejoramiento geométrico en Planta) de las intersecciones sobre la Diagonal 77B a la altura de las transversales 129 y 130 teniendo en cuenta las especificaciones técnicas establecidas en el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS.

Finalmente, se realiza la propuesta de señalización vial del planteamiento definitivo, resultante de la revisión geométrica de las vías del proyecto, siguiendo los lineamientos establecido en el Manual de Señalización Vial de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá D.C.

2 LOCALIZACIÓN

El proyecto Ciudadela Parque Central de Occidente se encuentra ubicado en la Diagonal 77B con Transversal 129, al Occidente de la ciudad de Bogotá D.C., tal y como se muestra en la **Ilustración 3**.



Ilustración 3. Localización Proyecto Parque Central de Occidente. Fuente Google Earth.

3 ANÁLISIS DE MOVILIDAD

Con las distintas visitas a campo realizadas, se analizó el comportamiento de los flujos vehiculares y se determinó la red vial de la zona de influencia a la Ciudadela Parque Central de Occidente, evidenciando el siguiente panorama:

- Como eje central se presenta la Dg 77 B que desde la Carrera 116 permite la circulación de los vehículos hasta la futura Tv 130. Esta vía existe en dos calzadas, una por sentido, de 6 metros y dos carriles cada una y con separador central de 3 metros. A continuación se presenta un registro fotográfico:



Foto 1. Intersección Diagonal 77B con Carrera 116.



Foto 2. Intersección Diagonal 77B con Carrera 116B.



Foto 3. Intersección Diagonal 77B con Transversal 119A.

Nota: Para la fecha de elaboración del registro fotográfico (8 de octubre de 2014), la calzada sur de la Dg. 77B se encontraba cerrada a la altura de la transversal 119A, debido a unas obras de alcantarillado que se están adelantando. Por lo anterior, la calzada norte de dicha diagonal se encuentra habilitada en doble sentido entre la Tv. 119A y la Tv. 119B.



Foto 4. Intersección Diagonal 77B con Transversal 119B.



Foto 5. Intersección Diagonal 77B con Transversal 120A.



Foto 6. Intersección Diagonal 77B con Transversal 123A.



Foto 7. Intersección Diagonal 77B con Transversal 129.

- Hacia el norte y sur de la Dg 77 B se han desarrollado conjuntos residenciales de propiedad horizontal y alturas considerables, las cuales a su vez han construido vías que dan conectividad desde y hacia esta vía. En general se evidencia que las conexiones se encuentran actualmente terminadas y en servicio. A continuación se presentan fotos de las vías que dan servicio a la Dg 77B.



Foto 8. Transversal 123A a ambos costados de la Diagonal 77B.



Foto 9. Transversal 120A a ambos costados de la Diagonal 77B.



Foto 10. Transversal 119B a ambos costados de la Diagonal 77B.



Foto 11. Transversal 119A a ambos costados de la Diagonal 77B.



Foto 12. Carrera 116B a ambos costados de la Diagonal 77B.



Foto 13. Carrera 116 a ambos costados de la Diagonal 77B.

- Al sur de la Dg 77 B se ha desarrollado la construcción, de manera parcial y poco ordenada, de la Calle 77 (sobre la cual se encuentra ubicado un paradero de SITP). Sin embargo, esta vía presenta conectividad únicamente con la Dg 77B por medio de la Tv 129 y la Tv 123A.

A continuación se presenta la evidencia fotográfica de las intersecciones viales que presenta la Calle 77, entre Carrera 116 y Transversal 129.



Foto 14. Conexión entre Transversal 129 y Calle 77.



Foto 15. Conexión entre Transversal 123A y Calle 77.

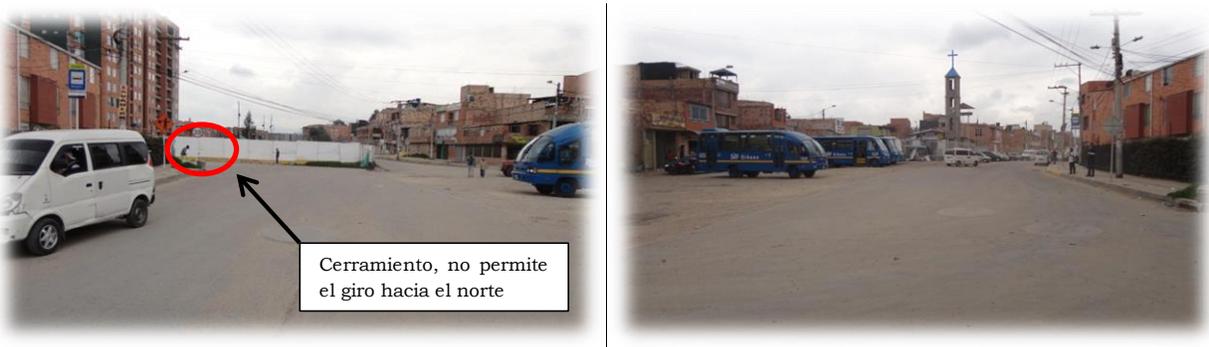


Foto 16. Conexión entre Transversal 120A y Calle 77.



Foto 17. Conexión entre Transversal 119B y Calle 77.



Foto 18. Conexión entre Transversal 119A y Calle 77.



Foto 19. Conexión entre Carrera 116B y Calle 77.



Foto 20. Conexión entre Carrera 116 y Calle 77.

Es importante resaltar, que además de estos problemas de conexión vial que se evidencian a lo largo de la Calle 77, dicha vía presenta también inconvenientes como: reducción significativa del ancho de su calzada luego de la Transversal 120A en Sentido Occidente-Oriente, la cual pasa de un ancho cercano a los 13 metros a tan solo 6 metros como se puede apreciar en la **Foto 21**.



Foto 21. Reducción de calzada de la Calle 77 sentido Occidente-Oriente.

El siguiente registro evidencia el desnivel entre lo que parece ser una calzada antigua, de la cual se pueden apreciar vestigios de un separador central, con respecto a la recientemente construida. Esto puede verse en la **Foto 22**.



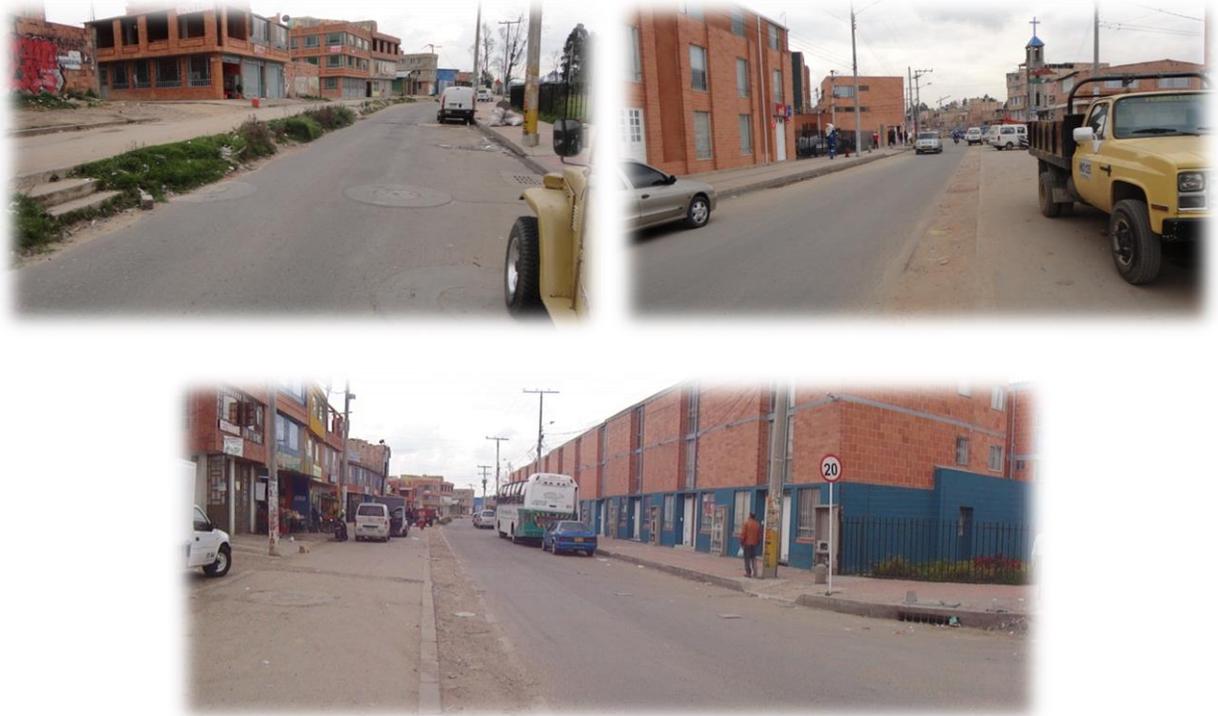


Foto 22. Desnivel existente entre calzadas de la Calle 77 y vestigios de antiguo separador central.

- Al norte de la Dg. 77B se viene desarrollando la construcción ordenada de urbanizaciones y actualmente se evidencia la construcción de un conjunto de vías que, en el corto y mediano plazo, mejorarían de manera importante el flujo vehicular desde y hacia la Ciudadela Parque Central de Occidente. A continuación se presenta el registro fotográfico de estas vías.



Foto 23. Vías construidas en el corto o mediano plazo.

Si bien el desarrollo de las vías presentadas en este capítulo permitirá el flujo de vehículos dentro de la zona de influencia del proyecto, se considera importante que, para evitar la saturación de estas vías en horas pico, en el corto o mediano plazo el Distrito garantice una conexión del sector bien sea con la Autopista Medellín (Calle 80) o con la Avenida Carrera 114. Lo anterior debido a que actualmente en la intersección de la Av. Cra. 114 con Calle 79 se presenta la confluencia de la gran mayoría de los flujos de este sector (tanto los vehículos que entran, como los que salen) provocando saturación en horas pico (ver círculo verde en la **Ilustración 4**). Para el caso de la conexión con la Avenida Cra. 114 (recuadro rojo en la **Ilustración 4**) es importante aclarar que, como dicha vía hace parte de la malla vial arterial de la ciudad, se recomienda su construcción con el perfil completo establecido en el POT y garantizar de esta manera el ingreso y la salida del flujo vehicular por lo menos en dos carriles por sentido.



Ilustración 4. Conectividad del sector con la malla vial arterial. Fuente: Elaboración propia.

3.1 ESTUDIO DE TRÁNSITO

Como información primaria se tomaron aforos vehiculares en cuatro (04) puntos diferentes, ubicados dentro del área de influencia del proyecto, con los cuales, según la visita de campo realizada por los especialistas en tránsito el pasado 08 de Octubre de 2014, se puede obtener información confiable de los flujos vehiculares que tienen lugar en las vías del sector en estudio. Los puntos de aforo están numerados y ubicados de la siguiente manera:

- **Punto de Aforo 1 (PA#1):** Diagonal 77B por Transversal 129.
- **Punto de Aforo 2 (PA#2):** Transversal 123A por Calle 77.
- **Punto de Aforo 3 (PA#3):** Carrera 116 con Calle 78B.
- **Punto de Aforo 4 (PA#4):** Carrera 116B con Diagonal 77B.

A continuación, en la **Ilustración 5**, pueden verse los puntos de aforo, ubicados en un mapa del sector, representados con puntos rojos.



Ilustración 5. Ubicación de puntos de Aforo. Fuente: Elaboración Propia.

Además de lo expuesto anteriormente, los puntos de aforo mostrados en la ilustración anterior, fueron escogidos para este fin debido, no solo a que son zonas consolidadas pertenecientes o de similares características al futuro proyecto, sino también a que constituyen puntos de paso para el acceso a las futuras urbanizaciones a desarrollar. Dichos aforos se realizaron los días Jueves 09 de Octubre (día típico) y Sábado 11 de Octubre (día atípico) de 2014 en horarios de 6:00 a 18:00 horas. Los movimientos aforados, pueden verse en la **Tabla 1**.

PUNTO DE AFORO	MOVIMIENTOS AFORADOS		PUNTO DE AFORO	MOVIMIENTOS AFORADOS	
	CODIGO	SENTIDO		CODIGO	SENTIDO
1	3	W-E	3	1	N-S
	4	E-W		9(1)	N-E
	9(2)	S-E		4	E-W
	6	S-W		5	N-W
	8	E-S		9(3)	W-S
	9(3)	W-S		8	E-S
2	10(4)	E-E	9(2)	S-E	
	3	W-E	3	W-E	
	7	W-N	6	S-W	
	9(1)	N-E	2	S-N	
	4	E-W	9(2)	S-E	
4	5	N-W	4	E-W	
	9(4)	E-N	7	W-N	
			8	E-S	
			9(4)	E-N	
			1	N-S	
			9(1)	N-E	
			3	W-E	
			6	S-W	
			5	N-W	

Tabla 1. Movimientos levantados en cada punto de aforo. Fuente: Elaboración Propia.

Una vez aclarado lo anterior, y luego de la digitalización y procesamiento de datos de campo, se obtienen las siguientes tablas, en las cuales se presentan los volúmenes

horarios y totales para cada tipo de vehículos, obtenidos para cada uno de los puntos de aforo en los días Típico y Atípico.

VOLUMENES DÍA TÍPICO - JUEVES 09 DE OCTUBRE DE 2014 - PA # 1										
INTERV HORA	VL	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	MIXTOS	EQUIV
6:00 - 7:00	118	17	0	2	1	0	0	0	138	160
6:15 - 7:15	147	19	0	2	1	0	0	0	169	193
6:30 - 7:30	190	20	0	2	1	0	0	0	213	238
6:45 - 7:45	182	16	2	2	1	0	0	0	203	227
7:00 - 8:00	185	16	2	0	0	0	0	0	203	222
7:15 - 8:15	176	21	3	0	0	0	0	0	200	226
7:30 - 8:30	148	28	4	0	0	0	0	0	180	214
7:45 - 8:45	150	34	2	1	0	0	0	0	187	226
8:00 - 9:00	133	36	4	1	0	0	0	0	174	218
8:15 - 9:15	124	33	4	1	2	0	0	0	164	208
8:30 - 9:30	111	25	3	1	2	0	0	0	142	176
8:45 - 9:45	110	19	3	0	4	0	0	0	136	166
9:00 - 10:00	110	12	1	0	5	0	0	0	128	149
9:15 - 10:15	114	11	1	0	3	0	0	0	129	146
9:30 - 10:30	110	13	1	0	4	0	0	0	128	149
9:45 - 10:45	108	14	2	1	2	0	0	0	127	149
10:00 - 11:00	104	16	3	2	3	0	0	0	128	156
10:15 - 11:15	107	17	6	2	4	0	0	0	136	171
10:30 - 11:30	107	19	10	2	3	0	0	0	141	183
10:45 - 11:45	98	21	14	2	3	0	0	0	138	188
11:00 - 12:00	126	25	15	2	3	0	0	0	171	226
11:15 - 12:15	122	26	13	2	2	0	0	0	165	217
11:30 - 12:30	133	26	10	3	2	0	0	0	174	223
11:45 - 12:45	152	27	8	2	2	0	0	0	191	236
12:00 - 13:00	142	28	9	1	0	0	0	0	180	223
12:15 - 13:15	158	26	8	1	0	0	0	0	193	233
12:30 - 13:30	166	22	10	0	0	0	0	0	198	235
12:45 - 13:45	147	19	8	0	0	0	0	0	174	205
13:00 - 14:00	130	12	7	0	0	0	0	0	149	172
13:15 - 14:15	113	12	6	1	0	0	0	0	132	155
13:30 - 14:30	103	15	5	1	0	0	0	0	124	148
13:45 - 14:45	109	14	6	1	0	0	0	0	130	155
14:00 - 15:00	100	15	6	1	0	0	0	0	122	148
14:15 - 15:15	93	17	6	0	2	0	0	0	118	147
14:30 - 15:30	96	15	4	0	2	0	0	0	117	141
14:45 - 15:45	105	14	3	0	2	0	0	0	124	146
15:00 - 16:00	111	19	1	0	2	0	0	0	133	157
15:15 - 16:15	139	28	3	0	0	0	0	0	170	203
15:30 - 16:30	133	33	4	0	1	0	0	0	171	212
15:45 - 16:45	116	37	3	0	1	0	0	0	157	200
16:00 - 17:00	123	35	3	0	2	0	0	0	163	206
16:15 - 17:15	106	28	3	0	2	0	0	0	139	175
16:30 - 17:30	102	27	2	1	1	0	0	0	133	166
16:45 - 17:45	107	33	2	1	1	0	0	0	144	183
17:00 - 18:00	106	32	2	1	0	0	0	0	141	178
TOTALES	5670	992	212	39	64	0	0	0	6977	8455

VOLUMENES DÍA ATÍPICO - SABADO 11 DE OCTUBRE DE 2014 - PA # 1										
INTERV HORA	VL	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	MIXTOS	EQUIV
6:00 - 7:00	96	14	2	1	1	0	0	0	114	134
6:15 - 7:15	111	14	1	1	1	0	0	0	128	147
6:30 - 7:30	115	14	0	1	1	0	0	0	131	148
6:45 - 7:45	123	16	0	0	0	0	0	0	139	155
7:00 - 8:00	150	20	0	0	0	0	0	0	170	190
7:15 - 8:15	125	19	0	2	1	0	0	0	147	171
7:30 - 8:30	130	19	0	3	1	0	0	0	153	178
7:45 - 8:45	146	21	0	3	1	0	0	0	171	198
8:00 - 9:00	122	18	1	3	1	0	0	0	145	171
8:15 - 9:15	151	20	1	1	0	0	0	0	173	196
8:30 - 9:30	171	19	1	1	1	0	0	0	193	217
8:45 - 9:45	164	15	1	1	1	0	0	0	182	202
9:00 - 10:00	174	13	1	1	1	0	0	0	190	208
9:15 - 10:15	162	14	2	2	1	0	0	0	181	203
9:30 - 10:30	129	16	2	1	0	0	0	0	148	169
9:45 - 10:45	135	19	2	1	1	0	0	0	158	183
10:00 - 11:00	132	21	1	1	1	0	0	0	156	182
10:15 - 11:15	133	19	1	0	1	0	0	0	154	176
10:30 - 11:30	171	15	2	0	1	0	0	0	189	209
10:45 - 11:45	167	13	2	0	0	0	0	0	182	198
11:00 - 12:00	171	12	2	1	0	0	0	0	186	203
11:15 - 12:15	168	12	2	1	0	0	0	0	183	200
11:30 - 12:30	139	16	2	1	0	0	0	0	158	179
11:45 - 12:45	141	15	3	1	0	0	0	0	160	181
12:00 - 13:00	139	17	4	2	1	0	0	0	163	191
12:15 - 13:15	158	19	6	2	1	0	0	0	186	219
12:30 - 13:30	155	18	5	2	1	0	0	0	181	211
12:45 - 13:45	147	20	6	2	1	0	0	0	176	210
13:00 - 14:00	137	17	5	0	2	0	0	0	161	189
13:15 - 14:15	138	15	3	0	3	0	0	0	159	183
13:30 - 14:30	149	16	3	0	4	0	0	0	172	199
13:45 - 14:45	155	17	1	0	4	0	0	0	177	202
14:00 - 15:00	157	19	1	0	3	0	0	0	180	205
14:15 - 15:15	157	21	0	0	3	1	0	0	181	207
14:30 - 15:30	188	20	0	0	2	1	0	0	210	233
14:45 - 15:45	180	20	0	0	2	1	0	0	202	225
15:00 - 16:00	181	22	0	0	1	1	0	0	204	228
15:15 - 16:15	163	20	0	0	0	0	0	0	183	203
15:30 - 16:30	138	19	1	1	0	0	0	0	159	181
15:45 - 16:45	143	16	1	1	0	0	0	0	161	180
16:00 - 17:00	148	16	1	1	0	0	0	0	166	185
16:15 - 17:15	149	19	1	1	0	0	0	0	170	192
16:30 - 17:30	139	20	0	0	0	0	0	0	159	179
16:45 - 17:45	150	25	0	0	1	0	0	0	176	203
17:00 - 18:00	148	22	1	0	1	0	0	0	172	197
TOTALES	6645	792	68	39	45	4	0	0	7589	8620

VOLUMENES DÍA TÍPICO - JUEVES 09 DE OCTUBRE DE 2014 - PA # 2										
INTERV HORA	VL	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	MIXTOS	EQUIV
6:00 - 7:00	129	34	26	13	5	0	0	0	207	307
6:15 - 7:15	149	35	25	12	3	0	0	0	224	319
6:30 - 7:30	162	35	23	10	3	0	0	0	233	322
6:45 - 7:45	172	35	27	10	4	0	0	0	248	345
7:00 - 8:00	177	32	32	10	3	0	0	0	254	354
7:15 - 8:15	171	36	27	10	3	0	0	0	247	343
7:30 - 8:30	170	37	28	13	2	0	0	0	250	352
7:45 - 8:45	177	38	25	10	1	0	0	0	251	343
8:00 - 9:00	172	38	20	8	1	0	0	0	239	321
8:15 - 9:15	171	37	21	7	2	0	0	0	238	320
8:30 - 9:30	169	33	20	4	3	1	0	0	229	303
8:45 - 9:45	162	32	17	5	4	1	0	0	220	291
9:00 - 10:00	155	26	18	4	4	1	0	0	207	272
9:15 - 10:15	144	22	14	3	4	1	0	0	187	241
9:30 - 10:30	127	24	10	3	2	0	0	0	166	213
9:45 - 10:45	111	22	11	4	1	0	0	0	149	195
10:00 - 11:00	116	29	13	5	1	0	0	0	164	222
10:15 - 11:15	113	31	17	5	0	0	0	0	166	230
10:30 - 11:30	109	28	24	6	0	0	0	0	167	240
10:45 - 11:45	103	26	25	3	0	0	0	0	157	225
11:00 - 12:00	88	19	26	2	0	0	0	0	135	196
11:15 - 12:15	88	19	26	5	0	0	0	0	138	204
11:30 - 12:30	88	21	20	9	0	0	0	0	138	203
11:45 - 12:45	93	24	20	10	0	0	0	0	147	216
12:00 - 13:00	94	31	18	12	2	0	0	0	157	236
12:15 - 13:15	84	29	16	11	3	0	0	0	143	217
12:30 - 13:30	91	22	16	6	3	0	0	0	138	198
12:45 - 13:45	91	23	16	6	3	0	0	0	139	200
13:00 - 14:00	99	15	15	6	1	0	0	0	136	184
13:15 - 14:15	113	17	16	4	0	0	0	0	150	197
13:30 - 14:30	115	21	16	4	0	0	0	0	156	207
13:45 - 14:45	118	17	19	4	3	0	0	0	161	217
14:00 - 15:00	112	16	23	2	4	0	0	0	157	217
14:15 - 15:15	104	13	26	2	4	0	0	0	149	210
14:30 - 15:30	98	16	27	1	4	0	0	0	146	210
14:45 - 15:45	106	17	26	3	1	0	0	0	153	215
15:00 - 16:00	112	19	23	5	0	0	0	0	159	220
15:15 - 16:15	127	29	19	7	0	0	0	0	182	250
15:30 - 16:30	124	26	19	8	0	0	0	0	177	244
15:45 - 16:45	119	30	15	8	0	1	0	0	172	237
16:00 - 17:00	124	39	17	6	1	1	0	0	187	262
16:15 - 17:15	127	30	19	7	2	1	0	0	185	257
16:30 - 17:30	132	27	17	8	2	1	0	0	186	254
16:45 - 17:45	128	21	16	6	2	0	0	0	173	230
17:00 - 18:00	119	24	10	7	1	0	0	0	161	212
TOTALES	5653	1195	904	294	82	8	0	0	8128	11251

VOLUMENES DÍA ATÍPICO - SABADO 11 DE OCTUBRE DE 2014 - PA # 2										
INTERV HORA	VL	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	MIXTOS	EQUIV
6:00 - 7:00	76	18	12	2	0	0	0	0	108	147
6:15 - 7:15	75	19	14	1	0	0	0	0	109	151
6:30 - 7:30	86	16	14	2	0	0	0	0	118	158
6:45 - 7:45	86	16	14	2	0	0	0	0	118	158
7:00 - 8:00	96	18	12	2	2	0	0	0	130	172
7:15 - 8:15	97	15	11	4	2	0	0	0	129	170
7:30 - 8:30	96	18	9	6	2	0	0	0	131	175
7:45 - 8:45	94	24	9	7	2	0	0	0	136	187
8:00 - 9:00	96	19	9	8	1	0	0	0	133	179
8:15 - 9:15	117	24	11	8	2	0	0	0	162	218
8:30 - 9:30	118	20	10	5	2	0	0	0	155	201
8:45 - 9:45	115	16	13	5	2	0	0	0	151	197
9:00 - 10:00	107	22	12	3	1	0	0	0	145	191
9:15 - 10:15	98	24	13	1	0	0	0	0	136	181
9:30 - 10:30	102	23	19	1	0	0	0	0	145	198
9:45 - 10:45	109	20	21	0	0	0	0	0	150	202
10:00 - 11:00	134	17	29	0	0	0	0	0	180	241
10:15 - 11:15	134	13	23	1	0	0	0	0	171	220
10:30 - 11:30	135	14	22	2	0	0	0	0	173	223
10:45 - 11:45	135	19	20	3	0	0	0	0	177	231
11:00 - 12:00	119	17	19	4	0	0	0	0	159	211
11:15 - 12:15	123	16	23	3	0	0	0	0	165	220
11:30 - 12:30	117	21	23	3	0	0	0	0	164	224
11:45 - 12:45	128	17	25	5	0	0	0	0	175	237
12:00 - 13:00	121	21	26	7	0	0	0	0	175	246
12:15 - 13:15	121	22	27	8	0	0	0	0	178	253
12:30 - 13:30	137	20	30	8	0	0	0	0	195	272
12:45 - 13:45	134	22	30	5	0	0	0	0	191	266
13:00 - 14:00	129	18	24	2	0	0	0	0	173	230
13:15 - 14:15	126	17	21	4	0	0	0	0	168	223
13:30 - 14:30	123	15	17	4	0	0	0	0	159	206
13:45 - 14:45	111	14	15	4	0	0	0	0	144	187
14:00 - 15:00	120	16	14	6	0	0	0	0	156	202
14:15 - 15:15	134	13	16	3	0	0	0	0	166	208
14:30 - 15:30	131	11	17	2	0	0	0	0	161	201
14:45 - 15:45	137	13	16	2	0	0	0	0	168	208
15:00 - 16:00	151	12	20	0	0	0	0	0	183	225
15:15 - 16:15	152	14	26	0	0	0	0	0	192	245
15:30 - 16:30	155	19	30	0	0	0	0	0	204	268
15:45 - 16:45	167	16	30	0	0	0	0	0	213	274
16:00 - 17:00	154	19	26	0	0	0	0	0	199	257
16:15 - 17:15	132	20	22	0	0	0	0	0	174	227
16:30 - 17:30	123	21	13	1	0	0	0	0	158	200
16:45 - 17:45	119	21	14	1	0	0	0	0	155	199
17:00 - 18:00	124	17	18	1	0	0	0	0	160	206
TOTALES	5394	807	839	136	16	0	0	0	7192	9495

VOLUMENES DÍA TÍPICO - JUEVES 09 DE OCTUBRE DE 2014 - PA # 3										
INTERV HORA	VL	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	MIXTOS	EQUIV
6:00 - 7:00	536	26	3	3	0	0	0	0	568	603
6:15 - 7:15	502	30	5	5	0	0	0	0	542	587
6:30 - 7:30	507	36	5	8	0	0	0	0	556	612
6:45 - 7:45	468	33	7	12	0	0	0	0	520	582
7:00 - 8:00	446	25	8	13	0	0	0	0	492	549
7:15 - 8:15	446	20	8	15	1	0	0	0	490	546
7:30 - 8:30	498	20	8	12	1	0	0	0	539	591
7:45 - 8:45	542	20	4	10	2	0	0	0	578	622
8:00 - 9:00	563	20	5	10	4	0	0	0	602	651
8:15 - 9:15	580	20	7	10	3	0	0	0	620	670
8:30 - 9:30	541	16	10	14	3	0	0	0	584	641
8:45 - 9:45	487	18	11	16	3	0	0	0	535	598
9:00 - 10:00	437	17	10	16	2	0	0	0	482	541
9:15 - 10:15	423	20	6	22	3	0	0	0	474	541
9:30 - 10:30	406	18	6	22	4	0	0	0	456	522
9:45 - 10:45	437	18	9	27	5	0	0	0	496	576
10:00 - 11:00	455	15	9	28	7	0	0	0	514	595
10:15 - 11:15	467	17	10	26	8	0	0	0	528	611
10:30 - 11:30	480	18	7	25	10	0	0	0	540	621
10:45 - 11:45	470	17	5	19	9	0	0	0	520	587
11:00 - 12:00	456	20	3	25	7	0	0	0	511	584
11:15 - 12:15	434	17	4	23	8	0	0	0	486	556
11:30 - 12:30	437	20	6	29	6	0	0	0	498	580
11:45 - 12:45	418	20	7	33	6	0	0	0	484	573
12:00 - 13:00	413	24	11	31	5	0	0	0	484	579
12:15 - 13:15	435	21	10	30	3	0	0	0	499	585
12:30 - 13:30	416	20	9	25	4	0	0	0	474	551
12:45 - 13:45	405	19	7	21	6	0	0	0	458	528
13:00 - 14:00	385	15	4	23	8	0	0	0	435	503
13:15 - 14:15	408	19	8	19	8	0	0	0	462	534
13:30 - 14:30	417	17	7	16	6	0	1	0	463	524
13:45 - 14:45	450	17	9	17	4	0	1	0	497	559
14:00 - 15:00	486	17	11	13	4	0	1	0	531	590
14:15 - 15:15	451	12	9	17	9	0	1	0	498	563
14:30 - 15:30	419	16	13	19	10	0	0	0	477	556
14:45 - 15:45	400	18	14	22	10	0	0	0	464	551
15:00 - 16:00	369	20	17	20	10	0	0	0	436	527
15:15 - 16:15	373	25	18	17	6	0	0	0	439	

VOLUMENES DÍA TÍPICO - JUEVES 09 DE OCTUBRE DE 2014 - PA # 4											
INTERV HORA	VL	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	MIXTOS	EQUIV	
6:00 - 7:00	529	22	0	6	2	0	0	0	559	593	
6:15 - 7:15	513	14	1	8	2	0	0	0	538	569	
6:30 - 7:30	521	10	1	13	3	0	0	0	548	584	
6:45 - 7:45	486	13	3	14	2	0	0	0	518	560	
7:00 - 8:00	451	9	4	11	1	0	0	0	476	509	
7:15 - 8:15	404	11	3	13	1	0	0	0	432	469	
7:30 - 8:30	377	15	5	8	1	0	0	0	406	442	
7:45 - 8:45	477	16	7	8	2	0	0	0	510	552	
8:00 - 9:00	507	18	11	8	5	0	0	0	549	603	
8:15 - 9:15	523	19	14	4	7	0	0	0	567	624	
8:30 - 9:30	524	19	16	5	7	0	0	0	571	632	
8:45 - 9:45	419	18	14	3	8	0	0	0	462	518	
9:00 - 10:00	376	16	11	9	7	0	0	0	419	476	
9:15 - 10:15	286	17	8	12	8	0	0	0	331	390	
9:30 - 10:30	359	12	5	18	10	0	0	0	404	466	
9:45 - 10:45	346	11	4	20	12	0	0	0	393	458	
10:00 - 11:00	350	13	3	16	11	0	0	0	393	451	
10:15 - 11:15	392	10	4	14	9	0	0	0	429	480	
10:30 - 11:30	283	12	3	15	8	0	0	0	321	372	
10:45 - 11:45	287	12	3	19	4	0	0	0	325	376	
11:00 - 12:00	293	10	6	19	6	0	0	0	334	391	
11:15 - 12:15	346	11	7	25	7	0	0	0	396	466	
11:30 - 12:30	382	14	8	22	5	0	0	0	431	498	
11:45 - 12:45	380	14	7	20	5	0	0	0	426	488	
12:00 - 13:00	407	14	3	20	3	0	0	0	447	500	
12:15 - 13:15	373	12	3	15	5	0	0	0	408	455	
12:30 - 13:30	369	8	3	12	7	0	0	0	399	440	
12:45 - 13:45	381	9	6	11	8	0	0	0	415	462	
13:00 - 14:00	355	9	6	11	9	0	0	0	390	438	
13:15 - 14:15	420	13	7	11	7	0	0	0	458	509	
13:30 - 14:30	433	13	8	16	10	0	0	0	480	544	
13:45 - 14:45	468	14	8	13	9	0	1	0	512	571	
14:00 - 15:00	514	13	10	16	12	0	1	0	565	635	
14:15 - 15:15	479	10	10	14	12	0	1	0	525	589	
14:30 - 15:30	484	13	12	10	9	0	1	0	528	588	
14:45 - 15:45	439	12	10	9	11	0	0	0	481	538	
15:00 - 16:00	395	16	8	5	7	0	0	0	431	477	
15:15 - 16:15	373	17	5	12	7	0	0	0	414	467	
15:30 - 16:30	354	16	1	14	5	0	0	0	390	436	
15:45 - 16:45	396	15	1	16	4	0	0	0	432	479	
16:00 - 17:00	410	17	1	15	7	0	0	0	450	502	
16:15 - 17:15	462	18	1	9	7	0	0	0	497	541	
16:30 - 17:30	478	17	2	11	9	0	0	0	517	567	
16:45 - 17:45	457	18	2	10	8	0	0	0	495	543	
17:00 - 18:00	472	10	3	10	4	0	0	0	499	535	
TOTALES	18730	620	258	570	293	0	4	0	20471	22783	

VOLUMENES DÍA TÍPICO - SABADO 11 DE OCTUBRE DE 2014 - PA # 4											
INTERV HORA	VL	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	MIXTOS	EQUIV	
6:00 - 7:00	421	19	1	14	1	0	1	0	456	499	
6:15 - 7:15	435	21	3	14	1	0	0	0	474	522	
6:30 - 7:30	495	17	7	11	1	0	0	0	531	577	
6:45 - 7:45	490	16	11	10	2	0	0	0	529	580	
7:00 - 8:00	451	12	11	9	2	0	0	0	485	530	
7:15 - 8:15	463	9	11	8	3	0	0	0	494	536	
7:30 - 8:30	470	11	8	18	6	0	0	0	513	572	
7:45 - 8:45	485	11	6	17	6	0	0	0	525	580	
8:00 - 9:00	526	14	6	24	6	0	0	0	576	644	
8:15 - 9:15	532	17	7	25	5	0	0	0	586	659	
8:30 - 9:30	513	18	8	15	3	1	0	0	557	614	
8:45 - 9:45	543	17	9	12	2	1	0	0	583	635	
9:00 - 10:00	490	17	8	4	1	1	0	0	520	557	
9:15 - 10:15	520	17	7	3	2	1	0	0	549	584	
9:30 - 10:30	537	14	9	6	2	0	0	0	568	608	
9:45 - 10:45	545	15	8	11	4	0	0	0	583	633	
10:00 - 11:00	581	14	9	15	6	0	0	0	625	684	
10:15 - 11:15	583	11	7	17	5	0	0	0	623	678	
10:30 - 11:30	597	13	6	15	7	0	4	0	638	693	
10:45 - 11:45	678	10	9	16	6	0	4	0	719	776	
11:00 - 12:00	680	11	11	14	4	0	4	0	720	775	
11:15 - 12:15	700	12	14	15	5	0	4	0	746	809	
11:30 - 12:30	608	12	13	18	6	0	0	0	657	725	
11:45 - 12:45	570	12	14	20	7	0	0	0	623	697	
12:00 - 13:00	545	12	14	25	9	0	1	0	605	689	
12:15 - 13:15	535	10	15	26	10	0	1	0	596	683	
12:30 - 13:30	632	13	15	24	6	0	1	0	690	771	
12:45 - 13:45	549	15	10	19	4	0	1	0	597	662	
13:00 - 14:00	548	14	9	13	3	0	0	0	587	639	
13:15 - 14:15	514	13	5	11	9	0	0	0	552	603	
13:30 - 14:30	499	6	5	14	9	0	0	0	533	581	
13:45 - 14:45	517	5	6	15	9	0	0	0	552	602	
14:00 - 15:00	505	5	4	17	9	0	0	0	540	590	
14:15 - 15:15	518	4	9	17	3	0	0	0	551	599	
14:30 - 15:30	461	4	8	15	3	0	0	0	491	534	
14:45 - 15:45	465	4	8	12	3	0	0	0	492	531	
15:00 - 16:00	499	5	8	10	3	0	0	0	525	562	
15:15 - 16:15	515	9	4	10	1	0	0	0	539	571	
15:30 - 16:30	563	11	5	7	1	0	0	0	587	618	
15:45 - 16:45	544	13	5	6	2	0	0	0	570	603	
16:00 - 17:00	598	16	6	4	1	0	0	0	625	658	
16:15 - 17:15	582	16	7	2	1	0	0	0	608	639	
16:30 - 17:30	568	17	5	3	1	0	0	0	594	625	
16:45 - 17:45	589	17	5	4	1	0	0	0	616	648	
17:00 - 18:00	494	12	4	4	1	0	0	0	515	541	
TOTALES	24153	561	360	589	182	4	21	0	25845	28116	

Tabla 2. Volúmenes horarios y totales obtenidos para cada punto de aforo los días Típico y Atípico.
Fuente: elaboración propia.

Ahora se procede a determinar la hora de máxima demanda entre los días típico y atípico aforados ya que este volumen vehicular será el que se emplee para la modelación de la red vial y determinar los niveles de servicio en los que se encuentra operando actualmente el sistema. Para lo anterior, se determinan los volúmenes vehiculares del sistema para cada uno de los días aforados (sumatoria de los datos recogidos en cada punto de aforo por día). Lo anterior puede verse en la **Tabla 3** y **Tabla 4**.

Periodo		TOTALES DIA TIPICO - JUEVES											Periodo		TOTALES DIA ATIPICO - SÁBADO													
AUTOS	COLECTIVOS	BUSES	ESPEC	INTER	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	C	AUTOS	COLECTIVOS	BUSES	ESPEC	INTER	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	C					
06:00	06:15	317	0	17	4	0	10	3	2	0	0	0	0	0	195	4	19	1	0	5	3	0	0	1	0	0		
06:15	06:30	272	2	17	2	0	8	3	2	0	0	0	0	0	06:15	06:30	231	0	23	2	0	6	4	0	1	0	0	0
06:30	06:45	354	5	15	3	1	8	7	1	0	0	0	0	0	06:30	06:45	275	0	12	5	0	4	7	1	1	0	0	0
06:45	07:00	355	7	32	8	0	3	11	3	0	0	0	0	0	06:45	07:00	329	0	17	1	0	7	6	1	0	0	0	0
07:00	07:15	306	10	16	4	0	12	6	0	0	0	0	0	0	07:00	07:15	279	2	20	0	0	8	4	0	0	0	0	0
07:15	07:30	323	20	17	5	0	6	9	3	0	0	0	0	0	07:15	07:30	366	0	11	0	0	10	4	0	0	0	0	0
07:30	07:45	282	5	13	2	0	18	12	1	0	0	0	0	0	07:30	07:45	287	0	18	0	0	11	5	1	0	0	0	0
07:45	08:00	306	7	22	3	0	10	7	0	0	0	0	0	0	07:45	08:00	336	3	17	1	0	5	6	3	0	0	0	0
08:00	08:15	254	0	22	4	0	7	10	1	0	0	0	0	0	08:00	08:15	280	0	14	0	0	7	10	2	0	0	0	0
08:15	08:30	338	1	30	4	0	10	4	2	0	0	0	0	0	08:15	08:30	330	4	21	1	0	6	17	5	0	0	0	0
08:30	08:45	438	2	20	3	0	11	8	2	0	0	0	0	0	08:30	08:45	315	7	24	3	0	6	10	2	0	0	0	0
08:45	09:00	341	1	29	0	0	12	5	5	0	0	0	0	0	08:45	09:00	344	4	13	2	0	5	18	2	0	0	0	0
09:00	09:15	274	3	22	1	0	13	5	5	0	0	0	0	0	09:00	09:15	333	0	23	3	0	16	7	1	0	0	0	0
09:15	09:30	285	1	17	1	0	13	6	3	1	0	0	0	0	09:15	09:30	339	0	15	0	0	6	4	3	1	0	0	0
09:30	09:45	270	3	15	2	0	7	8	6	0	0	0	0	0	09:30	09:45	353	5	14	1	0	18	5	0	0	0	0	0
09:45	10:00	239	3	13	0	0	7	10	4	0	0	0	0	0	09:45	10:00	319	3	17	2	0	3	4	0	0	0	0	0
10:00	10:15	166	0	20	2	0	2	13	5	0	0	0	0	0	10:00	10:15	360	3	23	3	1	13	3	1	0	0	0	0
10:15	10:30	321	0	15	0	0	6	12	5	0	0	0	0	0	10:15	10:30	349	3	11	1	0	14	7	2	0	0	0	0
10:30	10:45	270	3	15	0	0	11	17	6	0	0	0	0	0	10:30	10:45	368	0	17	0	0	15	10	4	0	0	0	0
10:45	11:00	263	2	14	2	5	9	9	6	0	0	0	0	0	10:45	11:00	408	0	14	0	0	14	8	4	0	0	0	0
11:00	11:15	216	4	23	1	0	11	9	4	0	0	0	0	0	11:00	11:15	354	1	16	1	0	2	6	0	0	0	0	0
11:15	11:30	219	2	16	1	0	13	13	5	0	0	0	0	0	11:15	11:30	433	0	11	2	0	14	4	4	0	4	0	0
11:30	11:45	247	5	14	0	0	14	12	1	0	0	0	0	0	11:30	11:45	496	1	14	0	0	19	8	2	0	0	0	0
11:45	12:00	262	8	19	0	0	12	14	6	0	0	0	0	0	11:45	12:00	370	3	13	0	0	14	10	0	0	0	0	0
12:00	12:15	245	2	23	0	0	11	16	5	0	0	0	0	0	12:00	12:15	370	2	16	1	0	13	9	2	0	0	0	0
12:15	12:30	269	2	25	0	0	7	21	1	0	0	0	0	0	12:15	12:30	293	4	20	0	0	12	8	6	0	0	0	0
12:30	12:45	249	6	17	1	0	12	14	1	0	0	0	0	0	12:30	12:45	443	1	9	0	0	20	16	2	0	0	0	0
12:45	13:00	279	4	28	3	0	11	13	3	0	0	0	0	0	12:45	13:00	326	2	20	0	0	18	17	3	0	1	0	0
13:00	13:15	237	4	14	0	0	7	9	6	0	0	0	0	0	13:00	13:15	415	7	16	1	0	17	10	3	0	0	0	0
13:15	13:30	261	2	8	1	0	8	7	4	0	0	0	0	0	13:15	13:30	391	1	24	1	0	15	7	1	0	0	0	0
13:30	13:45	236	1	16	0	0	11	9	4	0	0	0	0	0	13:30	13:45	350	0	15	1	0	13	8	0	0	0	0	0
13:45	14:00	226	2	12	0	0	6	15	4	0	0	0	0	0	13:45	14:00	300	0	8	2	0	8	4	4	0	0	0	0
14:00	14:15	324	2	24	0	0	12	4	3	0	0	0	0	0	14:00	14:15	353	0	11	4	0	4	13	10	0	0	0	0
14:15	14:30	272	5	14	0	0	7	9	5	0	1	0	0	0	14:15	14:30	395	1	11	0	0	7	13	2	0	0	0	0
14:30	14:45	310	4	12	0	0	17	7	4	0	1	0	0	0	14:30	14:45	310	3	14	0	0	11	7	0	0	0	0	0
14:45	15:00	294	1	10	1	0	14	12	8	0	0	0	0	0	14:45	15:00	326	0	14	0	0	2	8	2	0	0	0	0
15:00	15:15	239	2	15	0	0	13	5	10	0	0	0	0	0	15:00	15:15	353	2	3	5	0	12	4	4	1	0	0	0
15:15	15:30	244	3	21	1	0	12	6	3	0	0	0	0	0	15:15	15:30	338	2	6	0	0	10	5	0	0	0	0	0
15:30	15:45	264	3	10	3	0	14	11	3	0	0	0	0	0	15:30	15:45	322	1	15	3	0	9	3	0	0	0	0	0
15:45	16:00	228	4	22	2	0	10	8	3	0	0	0	0	0	15:45	16:00	358	1	16	0	0	5	6	1	0	0	0	0
16:00	16:15	261	5	38	2	0	9	11	4	0	0	0	0	0	16:00	16:15	355	2	18	1	0	13	4	1	0	0	0	0
16:15	16:30	235	5	19	1	1	8	12	3	0	0	0	0	0	16:15	16:30	357	1	13	0	1	15	3	0	0	0	0	0
16:30	16:45	311	1	17	7	0	7	12	2	1	0	0	0	0	16:30	16:45	349	0	10	1	0	10	0	2	0	0	0	0
16:45	17:00	264	5	32	6	0	7	8	6	0	0	0	0	0	16:45	17:00	389	1	25	1	0	5	1	0	0	0	0	0
17:00	17:15	320	0	23	2	0	8	5	6	0	0	0	0	0	17:00	17:15	327	3	21	0	0	9	3	0	0	0	0	0
17:15	17:30	279	0	12	1	0	6	16	3	0	0	0	0	0	17:15	17:30	333	2	18	0	0	3	6	0	0	0	0	0
17:30	17:45	260	0	17	1	0	7	5	0	0	0	0	0	0	17:30	17:45	349	2	20	0	0	8	3	3	0	0	0	0
17:45	18:00	300	0	25	0	1	2	6	0	0	0	0	0	0	17:45	18:00	290	2	11	0	0	9	0	0	0	0	0	0

Tabla 3. Volúmenes totales del sistema por cuarto de hora para día típico y atípico. Fuente: Elaboración propia.

Periodo	VOLUMEN HORARIO DIA TÍPICO											Periodo	VOLUMEN HORARIO DIA ATÍPICO												
	AUTOS	COLECTIVOS	BUSES	ESPEC	INTER	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5		C	MIXTOS	AUTOS	COLECTIVOS	BUSES	ESPEC	INTER	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5
6:00 - 7:00	1298	14	81	17	1	29	24	8	0	0	0	1472	6:00 - 7:00	1030	4	71	9	0	22	20	2	2	1	0	1161
6:15 - 7:15	1287	24	80	17	1	31	27	6	0	0	0	1473	6:15 - 7:15	1114	2	72	8	0	25	21	2	2	0	0	1246
6:30 - 7:30	1338	42	80	20	1	29	33	7	0	0	0	1550	6:30 - 7:30	1249	2	60	6	0	29	21	2	1	0	0	1370
6:45 - 7:45	1266	42	78	19	0	39	38	7	0	0	0	1489	6:45 - 7:45	1261	2	66	1	0	36	19	2	0	0	0	1387
7:00 - 8:00	1217	42	68	14	0	46	34	4	0	0	0	1425	7:00 - 8:00	1268	5	66	1	0	34	19	4	0	0	0	1397
7:15 - 8:15	1165	32	74	14	0	41	38	5	0	0	0	1369	7:15 - 8:15	1269	3	60	1	0	33	25	6	0	0	0	1397
7:30 - 8:30	1180	13	87	13	0	45	33	4	0	0	0	1375	7:30 - 8:30	1233	7	70	2	0	29	38	11	0	0	0	1390
7:45 - 8:45	1336	10	94	14	0	38	29	5	0	0	0	1526	7:45 - 8:45	1261	14	76	5	0	24	43	12	0	0	0	1435
8:00 - 9:00	1371	4	101	11	0	40	27	10	0	0	0	1564	8:00 - 9:00	1269	15	72	6	0	24	55	11	0	0	0	1452
8:15 - 9:15	1391	7	101	8	0	46	22	14	0	0	0	1589	8:15 - 9:15	1322	15	81	9	0	33	52	10	0	0	0	1522
8:30 - 9:30	1338	7	88	5	0	49	24	15	1	0	0	1527	8:30 - 9:30	1331	11	75	8	0	33	39	8	1	0	0	1506
8:45 - 9:45	1170	8	83	4	0	45	24	19	1	0	0	1354	8:45 - 9:45	1369	9	65	6	0	45	34	6	1	0	0	1535
9:00 - 10:00	1068	10	67	4	0	40	29	18	1	0	0	1237	9:00 - 10:00	1344	8	69	6	0	43	20	4	1	0	0	1495
9:15 - 10:15	960	7	65	5	0	29	37	18	1	0	0	1122	9:15 - 10:15	1371	11	69	6	1	40	16	4	1	0	0	1519
9:30 - 10:30	996	6	63	4	0	22	43	20	0	0	0	1154	9:30 - 10:30	1381	14	65	7	1	48	19	3	0	0	0	1538
9:45 - 10:45	996	6	63	2	0	26	52	20	0	0	0	1165	9:45 - 10:45	1396	9	68	6	1	45	24	7	0	0	0	1556
10:00 - 11:00	1020	5	64	4	5	28	51	22	0	0	0	1199	10:00 - 11:00	1485	6	65	4	1	56	28	11	0	0	0	1656
10:15 - 11:15	1070	9	67	3	5	37	47	21	0	0	0	1259	10:15 - 11:15	1479	4	58	2	0	45	31	10	0	0	0	1629
10:30 - 11:30	968	11	68	4	5	44	48	21	0	0	0	1169	10:30 - 11:30	1563	1	58	3	0	45	28	12	0	4	0	1714
10:45 - 11:45	945	13	67	4	5	47	43	16	0	0	0	1140	10:45 - 11:45	1691	2	55	3	0	49	26	10	0	4	0	1840
11:00 - 12:00	944	19	72	2	0	50	48	16	0	0	0	1151	11:00 - 12:00	1653	5	54	3	0	49	28	6	0	4	0	1802
11:15 - 12:15	973	17	72	1	0	50	55	17	0	0	0	1185	11:15 - 12:15	1669	6	54	3	0	60	31	8	0	4	0	1835
11:30 - 12:30	1023	17	81	0	0	44	63	13	0	0	0	1241	11:30 - 12:30	1529	10	63	1	0	58	35	10	0	0	0	1706
11:45 - 12:45	1025	18	84	1	0	42	65	13	0	0	0	1248	11:45 - 12:45	1476	10	58	1	0	59	43	10	0	0	0	1657
12:00 - 13:00	1042	14	93	4	0	41	64	10	0	0	0	1268	12:00 - 13:00	1432	9	65	1	0	63	50	13	0	1	0	1634
12:15 - 13:15	1034	16	84	4	0	37	57	11	0	0	0	1243	12:15 - 13:15	1477	14	65	1	0	67	51	14	0	1	0	1690
12:30 - 13:30	1026	16	67	5	0	38	43	14	0	0	0	1209	12:30 - 13:30	1575	11	69	2	0	70	50	9	0	1	0	1787
12:45 - 13:45	1013	11	66	4	0	37	38	17	0	0	0	1186	12:45 - 13:45	1482	10	75	3	0	63	42	7	0	1	0	1683
13:00 - 14:00	960	9	50	1	0	32	40	18	0	0	0	1110	13:00 - 14:00	1456	8	63	5	0	53	29	8	0	0	0	1622
13:15 - 14:15	1047	7	60	1	0	37	35	15	0	0	0	1202	13:15 - 14:15	1394	1	58	8	0	40	32	15	0	0	0	1548
13:30 - 14:30	1058	10	66	0	0	36	37	16	0	1	0	1224	13:30 - 14:30	1398	1	45	7	0	32	38	16	0	0	0	1537
13:45 - 14:45	1132	13	62	0	0	42	35	16	0	2	0	1302	13:45 - 14:45	1358	4	44	6	0	30	37	16	0	0	0	1495
14:00 - 15:00	1200	12	60	1	0	50	32	20	0	2	0	1377	14:00 - 15:00	1384	4	50	4	0	24	41	14	0	0	0	1521
14:15 - 15:15	1115	12	51	1	0	51	33	27	0	2	0	1292	14:15 - 15:15	1384	6	42	5	0	32	32	8	1	0	0	1510
14:30 - 15:30	1087	10	58	2	0	56	30	25	0	1	0	1269	14:30 - 15:30	1327	7	37	5	0	35	24	6	1	0	0	1442
14:45 - 15:45	1041	9	56	5	0	53	34	24	0	0	0	1222	14:45 - 15:45	1339	5	38	8	0	33	20	6	1	0	0	1450
15:00 - 16:00	975	12	68	6	0	49	30	19	0	0	0	1159	15:00 - 16:00	1371	6	40	8	0	36	18	5	1	0	0	1485
15:15 - 16:15	997	15	91	8	0	45	36	13	0	0	0	1205	15:15 - 16:15	1373	6	55	4	0	37	18	2	0	0	0	1495
15:30 - 16:30	988	17	89	8	1	41	42	13	0	0	0	1199	15:30 - 16:30	1392	5	62	4	1	42	16	2	0	0	0	1524
15:45 - 16:45	1035	15	96	12	1	34	43	12	1	0	0	1249	15:45 - 16:45	1419	4	57	2	1	43	13	4	0	0	0	1543
16:00 - 17:00	1071	16	106	16	1	31	43	15	1	0	0	1300	16:00 - 17:00	1450	4	66	3	1	43	8	3	0	0	0	1578
16:15 - 17:15	1130	11	91	16	1	30	37	17	1	0	0	1334	16:15 - 17:15	1422	5	69	2	1	39	7	2	0	0	0	1547
16:30 - 17:30	1174	6	84	16	0	28	41	17	1	0	0	1367	16:30 - 17:30	1398	6	74	2	0	27	10	2	0	0	0	1519
16:45 - 17:45	1123	5	84	10	0	28	34	15	0	0	0	1299	16:45 - 17:45	1398	8	84	1	0	25	13	3	0	0	0	1532
17:00 - 18:00	1159	0	77	4	1	23	32	9	0	0	0	1305	17:00 - 18:00	1299	9	70	0	0	29	12	3	0	0	0	1422
TOTALES	49752	619	3407	314	28	1756	1750	662	8	8	0	1589	TOTALES	62541	308	2798	188	8	1827	1276	329	13	21	0	1840

Tabla 4. Volúmenes totales del sistema por hora para día típico y atípico. Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior puede verse que las horas de máxima demanda para el sistema son las siguientes:

- **Día Típico:** 08:15 – 09:15 con un total de 1589 vehículos.
- **Día Atípico:** 10:45 – 11:45 con un total de 1840 vehículos.

Teniendo en cuenta lo anterior se define el día Atípico (Sábado) en el periodo horario comprendido entre las 10:45 – 11:45 para la determinación de los volúmenes que se cargarán en la modelación de la situación actual del proyecto. Dicha modelación se realiza con el Software Synchro.

Dado que para la modelación del sistema se requiere la obtención del factor de hora pico, a continuación se procede a calcular dicho valor mediante la siguiente ecuación:

$$FHP = \frac{VHMD}{4(q_{m\acute{a}x})}$$

Donde:

- ✓ VHMD: Valor de la hora de máxima demanda.
- ✓ $q_{m\acute{a}x}$: Valor del cuarto de hora más cargado de la hora de máxima demanda.

Con los datos de la **Tabla 3** y **Tabla 4** se tiene lo siguiente:

$$FHP = \frac{1840}{4(540)} = 0.85$$

3.1.1 Escenario sin Proyecto

Una vez definido el factor de hora pico se procede a calcular para cada punto de aforo, en el horario ya definido como de máxima demanda, la distribución vehicular por movimiento aforado con el fin de poder ingresar dichos valores al modelo de la red vial. La distribución vehicular por movimiento para cada punto de aforo y la totalidad de datos aforados se presenta a continuación en la **Tabla 5**:

JUEVES 09 DE OCTUBRE DE 2014 / 06:00 - 18:00 DIA TÍPICO - PA # 1

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO									
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5		
3	472	15	20	2	7	0	0	0	0	
4	316	8	23	5	8	0	0	0	0	
9(2)	286	149	1	0	0	0	0	0	0	
6	22	0	1	2	0	0	0	0	0	
8	125	88	6	1	0	0	0	0	0	
9(3)	11	0	0	0	1	0	0	0	0	
10(4)	256	3	2	0	0	0	0	0	0	
TOTALES	1488	263	53	10	16	0	0	0	0	1830
%	81%	14%	3%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	100%

SABADO 11 DE OCTUBRE DE 2014 / 06:00 - 18:00 DIA TÍPICO - PA # 1

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO									
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5		
3	513	8	8	2	6	1	0	0	0	
4	355	1	7	1	6	0	0	0	0	
9(2)	245	111	1	0	0	0	0	0	0	
6	32	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	202	86	2	7	0	0	0	0	0	
9(3)	55	1	0	0	0	0	0	0	0	
10(4)	353	4	1	0	0	0	0	0	0	
TOTALES	1755	211	19	10	12	1	0	0	0	2008
%	87%	11%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	100%

JUEVES 09 DE OCTUBRE DE 2014 / 06:00 - 18:00 DIA TÍPICO - PA # 2

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO									
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5		
4	189	96	35	8	0	0	0	0	0	
5	285	9	64	19	3	0	0	0	0	
9(4)	345	36	58	21	3	0	0	0	0	
3	293	131	32	16	9	0	0	0	0	
7	259	44	31	10	5	1	0	0	0	
9(1)	126	6	21	6	3	1	0	0	0	
TOTALES	1497	322	241	80	23	2	0	0	0	2165
%	69%	15%	11%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	100%

SABADO 11 DE OCTUBRE DE 2014 / 06:00 - 18:00 DIA TÍPICO - PA # 2

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO									
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5		
4	139	81	9	2	0	0	0	0	0	
5	324	18	60	10	2	0	0	0	0	
9(4)	390	11	83	10	2	0	0	0	0	
3	182	101	21	2	0	0	0	0	0	
7	203	2	25	8	0	0	0	0	0	
9(1)	189	1	23	3	0	0	0	0	0	
TOTALES	1427	214	221	35	4	0	0	0	0	1901
%	75%	11%	12%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

JUEVES 09 DE OCTUBRE DE 2014 / 06:00 - 18:00 DIA TÍPICO - PA # 3

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO									
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5		
1	546	97	9	29	4	0	0	0	0	
9(1)	1951	31	37	81	47	0	1	0	0	
4	225	4	8	9	2	0	0	0	0	
5	394	8	26	53	1	0	0	0	0	
9(3)	13	1	0	1	0	0	0	0	0	
8	58	2	0	3	0	0	0	0	0	
9(2)	1156	114	6	31	1	0	0	0	0	
3	3040	21	50	92	48	0	1	0	0	
6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTALES	7389	278	136	299	103	0	2	0	0	8207
%	90%	3%	2%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	100%

SABADO 11 DE OCTUBRE DE 2014 / 06:00 - 18:00 DIA TÍPICO - PA # 3

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO									
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5		
1	784	94	18	18	0	0	0	0	0	
9(1)	2517	15	42	75	17	3	0	0	0	
4	300	1	11	10	0	2	0	0	0	
5	524	3	17	35	1	0	0	0	0	
9(3)	9	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	73	3	1	2	0	0	0	0	0	
9(2)	1738	109	28	10	1	0	0	0	0	
3	3561	17	70	55	20	0	0	0	0	
6	15	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTALES	9521	242	187	205	39	5	0	0	0	10199
%	93%	2%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

JUEVES 09 DE OCTUBRE DE 2014 / 06:00 - 18:00 DIA TÍPICO - PA # 4

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO								
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	
1	88	0	0	2	1	0	0	0	
3	96	68	1	9	1	0	0	0	
6	8	0	1	0	1	0	0	0	
7	2441	4	21	53	27	0	1	0	
9(1)	1941	12	38	65	36	0	0	0	
2	149	5	1	5	7	0	0	0	
9(2)	62	2	1	1	0	0	0	0	
4	153	73	3	7	1	0	0	0	
5	13	2	0	2	0	0	0	0	
8	34	1	0	1	0	0	0	0	
9(4)	74	0	0	1	0	0	0	0	
TOTALES	5059	167	66	146	74	0	1	0	5513
%	92%	3%	1%	3%	1%	0%	0%	0%	100%

SABADO 11 DE OCTUBRE DE 2014 / 06:00 - 18:00 DIA TÍPICO - PA # 4

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO								
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	
1	63	0	2	0	0	0	0	0	
3	172	70	1	10	2	0	0	0	
6	8	0	1	0	0	0	0	0	
7	3180	6	47	75	23	1	1	0	
9(1)	2501	13	35	58	16	0	4	0	
2	218	2	2	6	3	0	0	0	
9(2)	51	0	1	2	0	0	0	0	
4	88	60	2	2	1	0	0	0	
5	15	0	0	0	0	0	0	0	
8	1	0	0	0	0	0	0	0	
9(4)	41	0	0	0	1	0	1	0	
TOTALES	6338	151	91	153	46	1	6	0	6786
%	93%	2%	1%	2%	1%	0%	0%	0%	100%

Tabla 5. Resumen de datos obtenidos para los aforos realizados. Fuente: Elaboración propia.

De igual forma, la distribución vehicular por movimiento para cada punto de aforo en el periodo de máxima demanda se presenta a continuación en la **Tabla 6**:

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PARA HMD - PA # 1

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO								
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	
3	49	3	0	0	0	0	0	0	
4	31	0	2	0	0	0	0	0	
9(2)	16	5	0	0	0	0	0	0	
6	6	0	0	0	0	0	0	0	
8	20	5	0	0	0	0	0	0	
9(3)	13	0	0	0	0	0	0	0	
10(4)	32	0	0	0	0	0	0	0	
TOTALES	167	13	2	0	0	0	0	0	182
%	92%	7%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PARA HMD - PA # 2

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO								
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	
4	9	5	0	0	0	0	0	0	
5	35	1	4	2	0	0	0	0	
9(4)	41	1	10	0	0	0	0	0	
3	13	11	3	0	0	0	0	0	
7	22	1	2	1	0	0	0	0	
9(1)	15	0	1	0	0	0	0	0	
TOTALES	135	19	20	3	0	0	0	0	177
%	76%	11%	11%	2%	0%	0%	0%	0%	100%

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PARA HMD - PA # 3

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO								
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	
1	89	6	2	2	0	0	0	0	
9(1)	228	3	4	10	5	0	0	0	
4	26	0	2	0	0	0	0	0	
5	61	1	2	3	1	0	0	0	
9(3)	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	9	0	0	0	0	0	0	0	
9(2)	168	9	2	1	0	0	0	0	
3	359	0	10	1	3	0	0	0	
6	1	0	0	0	0	0	0	0	
TOTALES	941	19	22	17	9	0	0	0	1008
%	93%	2%	2%	2%	1%	0%	0%	0%	100%

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PARA HMD - PA # 4

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO								
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	
1	8	0	0	0	0	0	0	0	
3	3	4	0	3	0	0	0	0	
6	2	0	0	0	0	0	0	0	
7	393	1	5	5	2	0	0	0	
9(1)	216	0	4	8	4	0	4	0	
2	18	0	0	0	0	0	0	0	
9(2)	5	0	0	0	0	0	0	0	
4	24	5	0	0	0	0	0	0	
5	1	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	
9(4)	8	0	0	0	0	0	0	0	
TOTALES	678	10	9	16	6	0	4	0	723
%	94%	1%	1%	2%	1%	0%	1%	0%	100%

Tabla 6. Volúmenes para la HMD por movimiento para cada punto de aforo. Fuente: Elaboración propia.

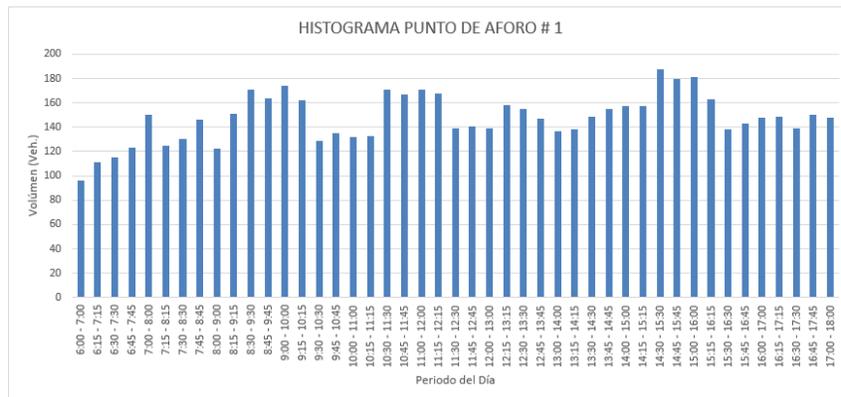
3.1.2 Escenario con Proyecto

Con el fin de incorporar los datos de tráfico atraído y generado a la malla vial modelada producto de la finalización y entrega de las diferentes etapas del proyecto urbanístico se realiza el siguiente procedimiento, debe tenerse en cuenta que los vehículos

incorporados por el proyecto serán principalmente livianos pertenecientes a los residentes de los conjuntos residenciales:

- I. Elaboración de un histograma para los vehículos livianos por punto de aforo con el fin de identificar la distribución de los vehículos dentro de las diferentes horas del día.
- II. Definición de la distribución de vehículos livianos por movimiento dentro de cada punto de aforo.
- III. Proyección del tránsito obtenido para la condición actual (sin proyecto) dadas las tasas de crecimiento de la localidad.
- IV. Unificación de los datos proyectados con los valores de tráfico atraídos y generados por la implantación de los proyectos urbanísticos.

A continuación se muestra el histograma para los vehículos livianos de cada punto de aforo:



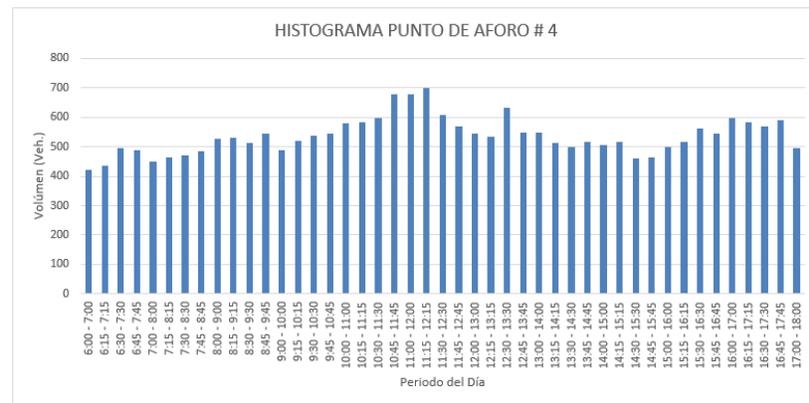


Ilustración 6. Histogramas de vehículos livianos por punto de aforo. Fuente: Elaboración propia

De la **Ilustración 6** se puede concluir lo siguiente:

- ✓ **Punto de Aforo # 1:** En la HMD los vehículos livianos representan el 9.52% de la totalidad de los mismos.
- ✓ **Punto de Aforo # 2:** En la HMD los vehículos livianos representan el 9.46% de la totalidad de los mismos.
- ✓ **Punto de Aforo # 3:** En la HMD los vehículos livianos representan el 10.18% de la totalidad de los mismos.
- ✓ **Punto de Aforo # 4:** En la HMD los vehículos livianos representan el 10.70% de la totalidad de los mismos.

Una vez determinados estos porcentajes se calcula la distribución de vehículos livianos por movimiento dentro de cada punto de aforo. Los resultados pueden verse a continuación en la **Ilustración 7**.

MOVIMIENTO	A	%	DIST. VEHICULAR POR MOVIMIENTO PARA HMD - PA # 1	MOVIMIENTO	A	%	DIST. VEHICULAR POR MOVIMIENTO PARA HMD - PA # 2
3	52	29%		4	14	8%	
4	33	18%		5	42	24%	
9(2)	21	12%		9(4)	52	29%	
6	6	3%		3	27	15%	
8	25	14%		7	26	15%	
9(3)	13	7%		9(1)	16	9%	
10(4)	32	18%		TOTALES	177	100%	
TOTALES	182	100%					

MOVIMIENTO	A	%	DIST. VEHICULAR POR MOVIMIENTO PARA HMD - PA # 3	MOVIMIENTO	A	%	DIST. VEHICULAR POR MOVIMIENTO PARA HMD - PA # 4
1	99	10%		1	8	1%	
9(1)	250	25%		3	10	1%	
4	28	3%		6	2	0%	
5	68	7%		7	406	56%	
9(3)	0	0%		9(1)	236	33%	
8	9	1%		2	18	2%	
9(2)	180	18%		9(2)	5	1%	
3	373	37%		4	29	4%	
6	1	0%		5	1	0%	
TOTALES	1008	100%		8	0	0%	
				9(4)	8	1%	
			TOTALES	723	100%		

Ilustración 7. Distribución de vehículos livianos por movimiento en cada punto de aforo.
Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, una vez obtenidos los aportes de cada uno de los movimientos y cada uno de los puntos de aforo se procede a realizar las proyecciones para cada uno de los escenarios definidos los cuales son: Año 2015, año 2019 y año 2023, el cual se estima que es el año de finalización del proyecto urbanístico a cargo del Grupo AR. Con el fin de realizar las proyecciones del tránsito existente para cada uno de los periodos de análisis se deben tener en cuenta los siguientes datos:

- I. Se ha decidido adoptar la tasa de Crecimiento Geométrico Promedio de la Localidad de Engativá, tal como se presenta en la **Tabla 7**, extraída del documento **“Conociendo la Localidad de Engativá: Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos”** del año 2009.

Periodo	Tasas medias anuales	
	Exponencial	Geométrico
2005-2010	1,04	1,04
2010-2015	0,90	0,91

Tabla 7. Tasas de crecimiento para la Localidad de Engativá.

Fuente: *Conociendo la Localidad de Engativá: Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos.*

- II. Los aportes realizados por el grupo AR durante el tiempo de ejecución del proyecto están definidos en los siguiente volúmenes para los periodos especificados:

	PROYECTO	NUMERO DE VIVIENDAS	No. DE HABITANTES APROX	PARQUEADEROS	FECHA
ETAPAS EN CONSTRUCCION	Pco Etapa 1 y 2	892	3068	872	Oct-14
		916	3151	895	Mayo -15
		1123	3863	1097	Oct-15
		1396	4802	1364	Jun-16
NUEVAS ETAPAS	Pco Etapa 4 - VIP	48	165	10	Mayo -17
		192	660	46	Agosto -17
	Pco Etapa 3	132	454	145	Oct-18
		264	908	290	Oct-19
		397	1366	436	Oct-20
		570	1961	627	Dic-21
		749	2577	824	dic -22
		830	2855	913	Marzo - 23
TODAS LAS ETAPAS	2418	8318	2323	Marzo - 23	

Tabla 8. Aportes especificados por el Proyecto Parque Central de Occidente. Fuente: Grupo AR.

A continuación pueden verse un ejemplo de cálculo para el primer valor del PA#1 Movimiento 3:

$$A = [Tabla 6(1 + i)^{A_f - A_i}] + [Tabla 8(9.52\%)(1.5)(Ilustración 7)]$$

Donde:

i: Tasa de crecimiento adoptada según estudios de la Localidad de Engativá.

A_f: Año final de la proyección.

A_i: Año inicial de la proyección.

1.5: Factor de mayoración que busca representar el tráfico atraído por la entrada en funcionamiento del proyecto urbanístico.

$$A = [49(1 + 0.91\%)^{2015 - 2014}] + [(1097 - 872)(9.52\%)(1.5)(29\%)] = 49.4459 + 9.3177$$

$$A = 58.7636 \cong 59 Veh.$$

Siguiendo este mismo procedimiento se pueden obtener las tablas que se muestran a continuación:

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PROYECTADO A 2015 - PA # 1

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO								
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	
3	59	4	0	0	0	0	0	0	0
4	38	0	3	0	0	0	0	0	0
9(2)	20	6	0	0	0	0	0	0	0
6	8	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	6	0	0	0	0	0	0	0
9(3)	16	0	0	0	0	0	0	0	0
10(4)	38	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	204	16	3	0	0	0	0	0	223
%	91%	7%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PROYECTADO A 2015 - PA # 2

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO								
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	
4	12	6	0	0	0	0	0	0	0
5	43	2	5	3	0	0	0	0	0
9(4)	51	2	11	0	0	0	0	0	0
3	18	12	4	0	0	0	0	0	0
7	27	2	3	2	0	0	0	0	0
9(1)	19	0	2	0	0	0	0	0	0
TOTALES	170	24	25	5	0	0	0	0	224
%	76%	11%	11%	2%	0%	0%	0%	0%	100%

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PROYECTADO A 2015 - PA # 4

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PROYECTADO A 2015 - PA # 3

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO								
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	
1	94	7	3	3	0	0	0	0	0
9(1)	239	4	5	11	6	0	0	0	0
4	28	0	3	0	0	0	0	0	0
5	64	2	3	4	2	0	0	0	0
9(3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	10	0	0	0	0	0	0	0	0
9(2)	176	10	3	2	0	0	0	0	0
3	375	0	11	2	4	0	0	0	0
6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	988	23	28	22	12	0	0	0	1073
%	92%	2%	3%	2%	1%	0%	0%	0%	100%

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO								
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	
1	9	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	5	0	4	0	0	0	0	0
6	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7	417	2	6	6	3	0	0	0	0
9(1)	230	0	5	9	5	0	5	0	0
2	20	0	0	0	0	0	0	0	0
9(2)	6	0	0	0	0	0	0	0	0
4	26	6	0	0	0	0	0	0	0
5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9(4)	9	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	726	13	11	19	8	0	5	0	782
%	93%	2%	1%	2%	1%	0%	1%	0%	100%

Tabla 9. Proyección de datos de aforo al año 2015 con aportes del Grupo AR. Fuente: Elaboración propia.

Ahora tomando como base los datos obtenidos para el año 2015 y 2019 para el cálculo de las proyecciones de los dos escenarios con proyecto 2019 y 2023 respectivamente se tiene lo siguiente:

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PROYECTADO A 2019 - PA # 1

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO								
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	
3	86	5	0	0	0	0	0	0	0
4	56	0	4	0	0	0	0	0	0
9(2)	31	7	0	0	0	0	0	0	0
6	12	0	0	0	0	0	0	0	0
8	38	7	0	0	0	0	0	0	0
9(3)	23	0	0	0	0	0	0	0	0
10(4)	55	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	301	19	4	0	0	0	0	0	324
%	93%	6%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PROYECTADO A 2019 - PA # 2

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO								
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	
4	20	7	0	0	0	0	0	0	0
5	65	3	6	4	0	0	0	0	0
9(4)	79	3	12	0	0	0	0	0	0
3	32	13	5	0	0	0	0	0	0
7	41	3	4	3	0	0	0	0	0
9(1)	28	0	3	0	0	0	0	0	0
TOTALES	265	29	30	7	0	0	0	0	331
%	80%	9%	9%	2%	0%	0%	0%	0%	100%

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PROYECTADO A 2019 - PA # 4

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PROYECTADO A 2019 - PA # 3

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO								
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	
1	107	8	4	4	0	0	0	0	0
9(1)	271	5	6	12	7	0	0	0	0
4	32	0	4	0	0	0	0	0	0
5	73	3	4	5	3	0	0	0	0
9(3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	12	0	0	0	0	0	0	0	0
9(2)	199	11	4	3	0	0	0	0	0
3	423	0	12	3	5	0	0	0	0
6	3	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	1120	27	34	27	15	0	0	0	1223
%	92%	2%	3%	2%	1%	0%	0%	0%	100%

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO								
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	
1	11	0	0	0	0	0	0	0	0
3	6	6	0	5	0	0	0	0	0
6	4	0	0	0	0	0	0	0	0
7	487	3	7	7	4	0	0	0	0
9(1)	271	0	6	10	6	0	6	0	0
2	24	0	0	0	0	0	0	0	0
9(2)	7	0	0	0	0	0	0	0	0
4	31	7	0	0	0	0	0	0	0
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9(4)	11	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	855	16	13	22	10	0	6	0	922
%	93%	2%	1%	2%	1%	0%	1%	0%	100%

Tabla 10. Proyección de datos de aforo al año 2019 con aportes del Grupo AR. Fuente: Elaboración propia.

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PROYECTADO A 2023 - PA # 1

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO							
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5
3	115	6	0	0	0	0	0	0
4	75	0	5	0	0	0	0	0
9(2)	43	8	0	0	0	0	0	0
6	16	0	0	0	0	0	0	0
8	52	8	0	0	0	0	0	0
9(3)	31	0	0	0	0	0	0	0
10(4)	73	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	405	22	5	0	0	0	0	0
%	94%	5%	1%	0%	0%	0%	0%	0%

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PROYECTADO A 2023 - PA # 2

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO							
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5
4	28	8	0	0	0	0	0	0
5	89	4	7	5	0	0	0	0
9(4)	108	4	13	0	0	0	0	0
3	47	14	6	0	0	0	0	0
7	56	4	5	4	0	0	0	0
9(1)	38	0	4	0	0	0	0	0
TOTALES	366	34	35	9	0	0	0	0
%	82%	8%	8%	2%	0%	0%	0%	0%

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PROYECTADO A 2023 - PA # 4

VOLUMEN HORARIO POR MOVIMIENTO PROYECTADO A 2023 - PA # 3

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO							
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5
1	121	9	5	5	0	0	0	0
9(1)	305	6	7	13	8	0	0	0
4	36	0	5	0	0	0	0	0
5	83	4	5	6	4	0	0	0
9(3)	0	0	0	0	0	0	0	0
8	14	0	0	0	0	0	0	0
9(2)	224	12	5	4	0	0	0	0
3	474	0	13	4	6	0	0	0
6	4	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	1261	31	40	32	18	0	0	0
%	91%	2%	3%	2%	1%	0%	0%	0%

MOVIMIENTO	TIPO DE VEHICULO							
	A	B	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5
1	13	0	0	0	0	0	0	0
3	8	7	0	6	0	0	0	0
6	5	0	0	0	0	0	0	0
7	562	4	8	8	5	0	0	0
9(1)	314	0	7	11	7	0	7	0
2	28	0	0	0	0	0	0	0
9(2)	8	0	0	0	0	0	0	0
4	37	8	0	0	0	0	0	0
5	4	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0
9(4)	13	0	0	0	0	0	0	0
TOTALES	992	19	15	25	12	0	7	0
%	93%	2%	1%	2%	1%	0%	1%	0%

Tabla 11. Proyección de datos de aforo al año 2023 con aportes del Grupo AR.
Fuente: Elaboración propia.

3.2 Capacidad y niveles de Servicio

Para el análisis de la capacidad y niveles de servicio de las vías del proyecto, se procede a modelar la red vial con el Software Synchro, el cual permite crear corredores viales con características personalizadas, tales como anchos de calzadas, velocidades de operación, número de carriles, giros permitidos, entre otros. A continuación puede verse el resultado de la modelación vial mencionada:

3.2.1 Escenarios sin Proyecto

Como primera medida se dibuja en el Software de modelación la red vial del sector del proyecto donde se definan los tipos de movimientos permitidos en cada una de las intersecciones, así como el número de carriles de cada una de las vías a modelar entre otras características propias de las vías tales como anchos de carriles, porcentaje de vehículos pesados y longitudes de los segmentos viales.

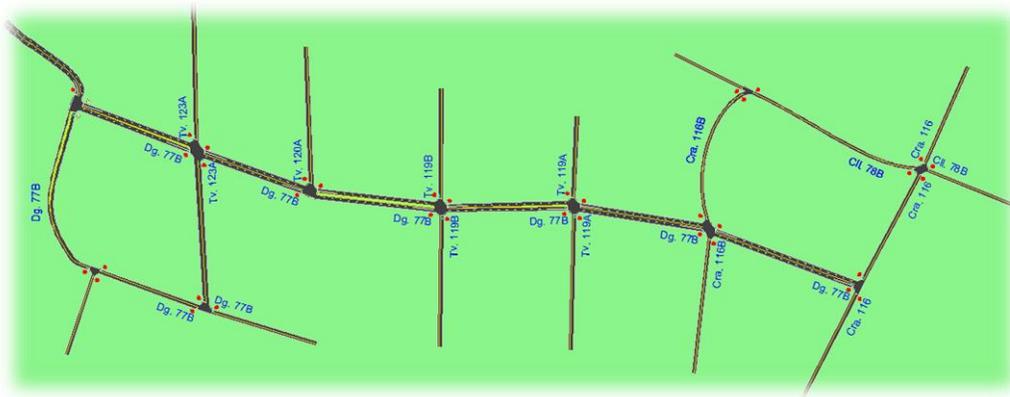


Ilustración 8. Modelación del proyecto. Fuente: Synchro

Una vez dibujada la red se asignan los volúmenes máximos de la hora pico obtenidos mediante los aforos de campo para cada uno de los movimientos (**Tabla 6**) y se procede a la calibración de los volúmenes que entran y salen de la red. Posteriormente, es posible obtener los niveles de servicio en los que se encuentra operando cada una de las intersecciones modeladas. Estos niveles de servicio pueden verse en la siguiente ilustración, en los nodos de cada intersección.

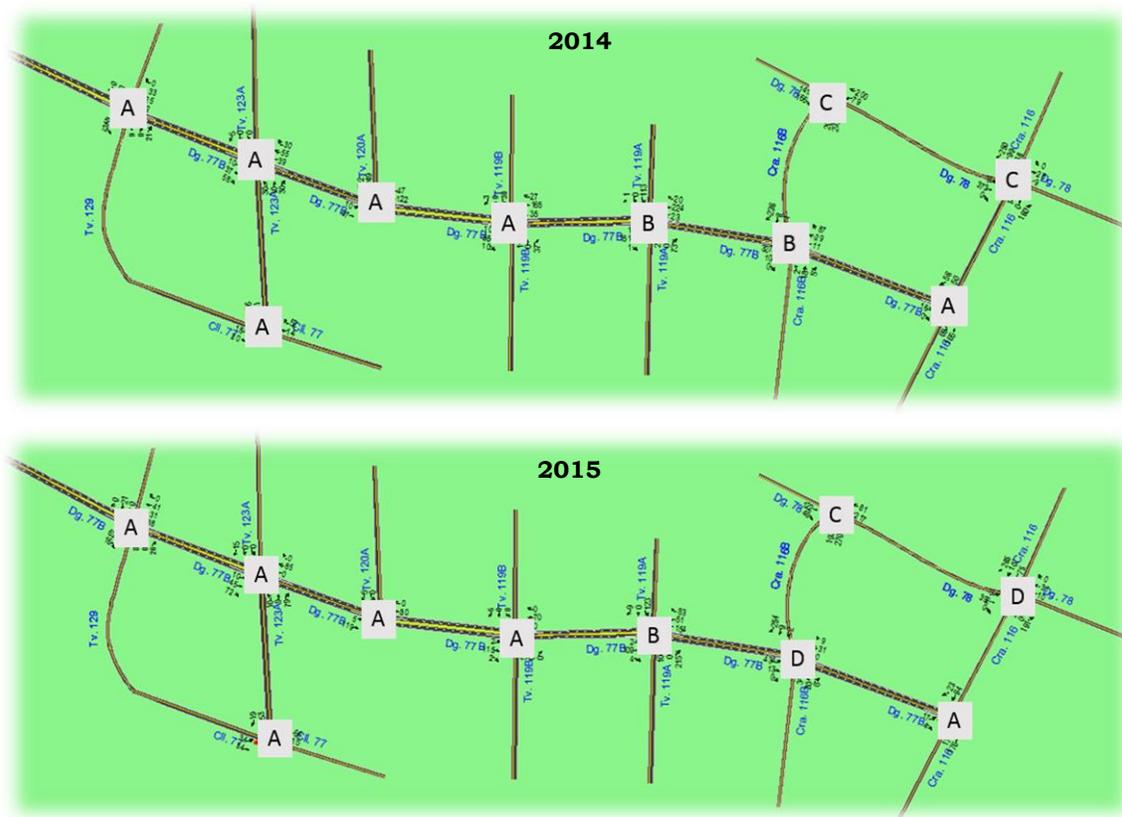


Ilustración 9. Volúmenes vehiculares del proyecto y Niveles de Servicio años 2014 y 2015.

Fuente: Synchro

Como se puede notar, los niveles de servicio en los que actualmente se encuentran operando los corredores viales analizados en su mayoría es un nivel **A**, lo que indica que con los volúmenes actuales no se presentan inconvenientes en los flujos que confluyen a dichas intersecciones. Cabe aclarar que actualmente no se cuenta con vías importantes como la Calle 77 y Diagonal 78 (entre Tv. 129 y Cra. 116), por lo que todos los vehículos que requieren ingresar o salir del área del proyecto deben hacerlo actualmente por la Diagonal 77B, condición que se espera cambie en el corto plazo dado el avance de las obras que se tienen de las vías aledañas mencionadas anteriormente.

3.2.1 Escenarios con Proyecto

Con los volúmenes vehiculares obtenidos en la **Tabla 10** y **Tabla 11** se obtienen los siguientes resultados de la modelación:



Ilustración 10. Volúmenes vehiculares del proyecto y Niveles de Servicio años 2019 y 2023.
Fuente: Synchro.

Como se puede notar, las intersecciones que sufren mayores disminuciones en su nivel de servicio son aquellas que se encuentran más cercanas a la Calle 80 lo cual se debe a que todos los vehículos que entran a la zona de influencia se ven obligados a pasar por dichos cruces viales luego de lo cual se van distribuyendo en las diferentes urbanizaciones del sector y por tanto el volumen que llega a la intersección de la

Transversal 129 con Diagonal 77B es solo una pequeña fracción de la que entra a la zona del proyecto.

No obstante lo anterior, los resultados completos producto de la modelación, así como los datos de entrada por intersección y corredor vial, pueden verse en el **ANEXO 7**.

Es importante resaltar, que en cuanto a la circulación de rutas alimentadoras y de SITP por las vías objeto de estudio, Transmilenio S.A mediante **Oficio No. 2014EE19940 del 14 de Octubre de 2014 (ANEXO 3)** establece que se tiene previsto el paso de la ruta 271 (Villas de Granada – Marco Fidel Suarez). No obstante, en los aforos realizados en campo, se pudo evidenciar que actualmente por el sector en estudio se tiene el paso de no solo la ruta ya mencionada, sino también la ruta 679 (Villas de Granada – Galán). Teniendo en cuenta lo anterior, se aclara que dichas rutas de SITP fueron tenidas en cuenta dentro del aforo de campo realizado, por lo que los datos de TPD entregados por Transmilenio S.A y mostrados en el **ANEXO 3**, no serán tenidos en cuenta para el presente análisis.

La ruta de ingreso de dichos buses, que se evidenció en terreno, es AC 80, Cra 114, Calle 79, Cra 116, Dg 77B, Tv 129, Cll77, Tv 120 A-Paradero y el regreso se realiza por el mismo recorrido. A continuación se presenta el registro fotográfico del paradero de dichos buses:



Foto 24. Paradero de SITP Calle 77 por Tv 120 A



Foto 25. Ruta 271 GRAN GRANADA / MARCO FIDEL SUAREZ



Foto 26. Ruta 669 GALAN / GRAN GRANDA

3.3 Análisis de Flujos Peatonales

Como información primaria se tomaron aforos peatonales en la intersección de la Transversal 129 con Diagonal 77B debido a que es allí donde se presentan mayores problemas de geometría debido al desfase que presenta el eje de la Diagonal 77B. De igual forma se estableció un punto de aforo en la alameda al porvenir a la altura de la Transversal 129 con el fin de poder incluir dentro de los análisis de los diferentes escenarios el aporte que puede llegar a hacer esta alameda a la intersección en estudio. El punto de aforo y los sentidos aforados pueden verse en la siguiente ilustración:

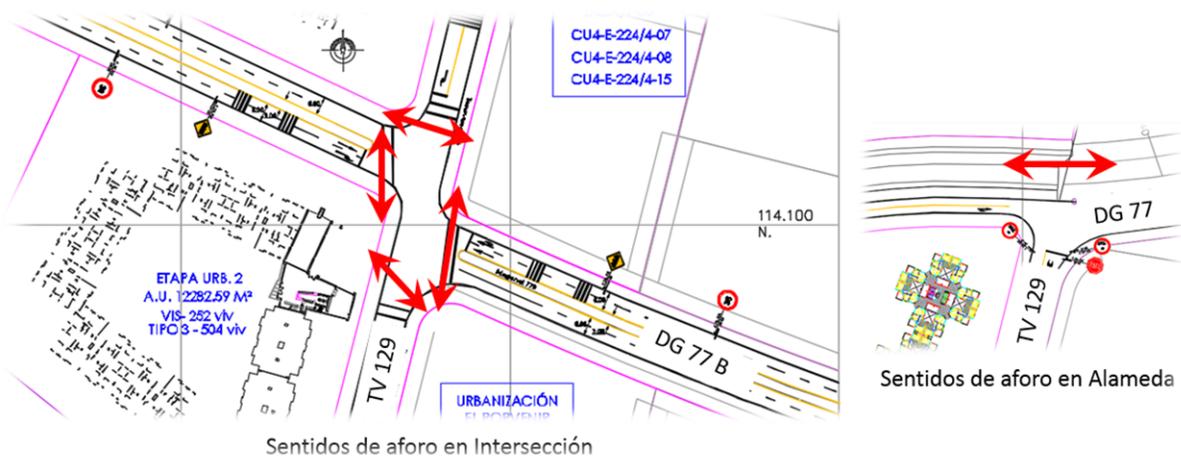


Ilustración 11. Punto y sentidos de aforos peatonales. Fuente: Elaboración propia.

A continuación se puede ver el resumen de los aforos realizados, los cuales se presentan para cada uno de los accesos de la intersección en intervalos horarios. De igual forma en cada uno de los accesos puede verse resaltada la hora de máxima de manda.

ACCESO NORTE				
Hora Inicial	Hora Final	PEATONES		
		E-W	W-E	TOTALES
05:30	06:30	12	0	12
05:45	06:45	21	3	24
06:00	07:00	37	3	40
06:15	07:15	42	6	48
06:30	07:30	42	7	49
06:45	07:45	37	4	41
07:00	08:00	20	7	27
07:15	08:15	14	8	22
07:30	08:30	13	10	23
07:45	08:45	10	11	21
08:00	09:00	11	11	22
08:15	09:15	10	8	18
08:30	09:30	11	9	20
08:45	09:45	20	12	32
09:00	10:00	23	14	37
09:15	10:15	28	17	45
09:30	10:30	26	16	42
09:45	10:45	15	16	31
10:00	11:00	13	14	27
10:15	11:15	11	16	27
10:30	11:30	14	16	30
10:45	11:45	22	17	39
11:00	12:00	26	16	42
11:15	12:15	29	14	43
11:30	12:30	22	17	39
11:45	12:45	16	16	32
12:00	13:00	12	21	33
12:15	13:15	12	20	32
12:30	13:30	23	19	42
12:45	13:45	22	16	38
13:00	14:00	21	10	31
13:15	14:15	17	10	27
13:30	14:30	6	7	13
13:45	14:45	7	6	13
14:00	15:00	7	5	12
14:15	15:15	10	6	16
14:30	15:30	14	9	23
14:45	15:45	16	9	25
15:00	16:00	16	10	26
15:15	16:15	13	6	19
15:30	16:30	12	7	19
15:45	16:45	12	15	27
16:00	17:00	11	17	28
16:15	17:15	8	23	31
16:30	17:30	10	19	29
16:45	17:45	8	19	27
17:00	18:00	10	24	34
17:15	18:15	14	19	33
17:30	18:30	11	21	32
17:45	18:45	10	23	33
18:00	19:00	8	21	29
18:15	19:15	5	20	25
18:30	19:30	5	21	26
18:45	19:45	8	14	22
19:00	19:00	11	12	23
19:15	20:15	14	14	28
19:30	20:30	19	12	31

ACCESO SUR				
Hora Inicial	Hora Final	PEATONES		
		E-W	W-E	TOTALES
05:30	06:30	3	30	33
05:45	06:45	5	35	40
06:00	07:00	9	51	60
06:15	07:15	16	54	70
06:30	07:30	21	75	96
06:45	07:45	25	86	111
07:00	08:00	28	86	114
07:15	08:15	31	90	121
07:30	08:30	37	84	121
07:45	08:45	44	98	142
08:00	09:00	50	94	144
08:15	09:15	65	91	156
08:30	09:30	61	83	144
08:45	09:45	53	69	122
09:00	10:00	49	68	117
09:15	10:15	46	79	125
09:30	10:30	45	81	126
09:45	10:45	63	80	143
10:00	11:00	67	82	149
10:15	11:15	68	90	158
10:30	11:30	75	89	164
10:45	11:45	64	95	159
11:00	12:00	69	106	175
11:15	12:15	59	89	148
11:30	12:30	56	89	145
11:45	12:45	53	82	135
12:00	13:00	40	75	115
12:15	13:15	40	78	118
12:30	13:30	41	84	125
12:45	13:45	39	78	117
13:00	14:00	38	71	109
13:15	14:15	35	71	106
13:30	14:30	26	60	86
13:45	14:45	32	58	90
14:00	15:00	40	53	93
14:15	15:15	41	51	92
14:30	15:30	43	45	88
14:45	15:45	38	35	73
15:00	16:00	31	42	73
15:15	16:15	46	35	81
15:30	16:30	48	52	100
15:45	16:45	54	61	115
16:00	17:00	57	72	129
16:15	17:15	37	69	106
16:30	17:30	38	61	99
16:45	17:45	30	68	98
17:00	18:00	35	59	94
17:15	18:15	42	84	126
17:30	18:30	45	109	154
17:45	18:45	60	135	195
18:00	19:00	68	147	215
18:15	19:15	73	135	208
18:30	19:30	78	108	186
18:45	19:45	68	112	180
19:00	19:00	67	104	171
19:15	20:15	62	103	165
19:30	20:30	68	103	171

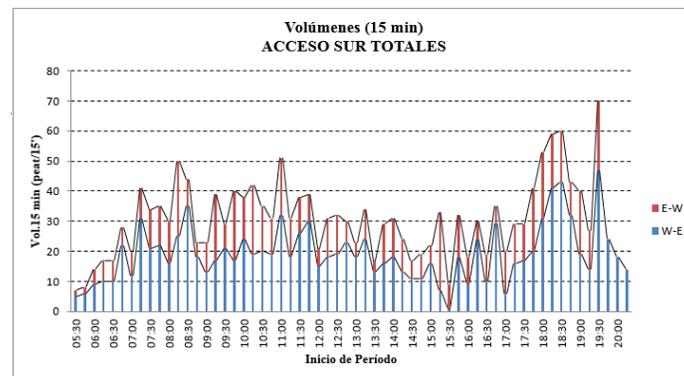
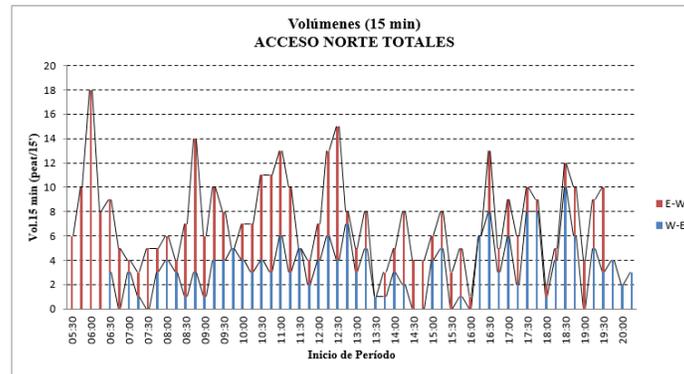
ACCESO OCCIDENTAL					ACCESO ORIENTAL				
Hora Inicial	Hora Final	PEATONES			Hora Inicial	Hora Final	PEATONES		
		E-W	W-E	TOTALES			E-W	W-E	TOTALES
05:30	06:30	3	1	4	05:30	06:30	0	0	0
05:45	06:45	5	11	16	05:45	06:45	0	3	3
06:00	07:00	6	11	17	06:00	07:00	0	5	5
06:15	07:15	11	12	23	06:15	07:15	0	5	5
06:30	07:30	15	14	29	06:30	07:30	0	5	5
06:45	07:45	15	13	28	06:45	07:45	0	2	2
07:00	08:00	14	16	30	07:00	08:00	4	1	5
07:15	08:15	11	15	26	07:15	08:15	5	5	10
07:30	08:30	8	24	32	07:30	08:30	8	6	14
07:45	08:45	11	19	30	07:45	08:45	8	7	15
08:00	09:00	12	16	28	08:00	09:00	6	6	12
08:15	09:15	20	24	44	08:15	09:15	5	4	9
08:30	09:30	26	20	46	08:30	09:30	6	5	11
08:45	09:45	29	23	52	08:45	09:45	9	8	17
09:00	10:00	32	32	64	09:00	10:00	7	8	15
09:15	10:15	26	24	50	09:15	10:15	8	9	17
09:30	10:30	22	22	44	09:30	10:30	5	7	12
09:45	10:45	20	17	37	09:45	10:45	4	4	8
10:00	11:00	17	15	32	10:00	11:00	7	4	11
10:15	11:15	13	15	28	10:15	11:15	6	1	7
10:30	11:30	15	13	28	10:30	11:30	7	3	10
10:45	11:45	13	12	25	10:45	11:45	9	4	13
11:00	12:00	12	13	25	11:00	12:00	7	8	15
11:15	12:15	17	13	30	11:15	12:15	12	13	25
11:30	12:30	17	11	28	11:30	12:30	14	11	25
11:45	12:45	23	14	37	11:45	12:45	14	9	23
12:00	13:00	27	9	36	12:00	13:00	15	9	24
12:15	13:15	22	10	32	12:15	13:15	11	7	18
12:30	13:30	24	17	41	12:30	13:30	12	8	20
12:45	13:45	22	13	35	12:45	13:45	10	11	21
13:00	14:00	18	14	32	13:00	14:00	9	7	16
13:15	14:15	26	14	40	13:15	14:15	8	5	13
13:30	14:30	23	15	38	13:30	14:30	3	4	7
13:45	14:45	21	23	44	13:45	14:45	1	1	2
14:00	15:00	21	22	43	14:00	15:00	0	2	2
14:15	15:15	27	33	60	14:15	15:15	1	3	4
14:30	15:30	24	28	52	14:30	15:30	4	3	7
14:45	15:45	25	22	47	14:45	15:45	7	6	13
15:00	16:00	26	23	49	15:00	16:00	7	6	13
15:15	16:15	23	16	39	15:15	16:15	7	5	12
15:30	16:30	29	16	45	15:30	16:30	9	5	14
15:45	16:45	28	15	43	15:45	16:45	14	5	19
16:00	17:00	32	14	46	16:00	17:00	15	8	23
16:15	17:15	34	11	45	16:15	17:15	19	10	29
16:30	17:30	36	11	47	16:30	17:30	18	10	28
16:45	17:45	47	14	61	16:45	17:45	12	7	19
17:00	18:00	44	16	60	17:00	18:00	17	4	21
17:15	18:15	39	19	58	17:15	18:15	12	1	13
17:30	18:30	30	18	48	17:30	18:30	9	1	10
17:45	18:45	20	21	41	17:45	18:45	11	2	13
18:00	19:00	23	24	47	18:00	19:00	7	1	8
18:15	19:15	26	21	47	18:15	19:15	7	1	8
18:30	19:30	35	25	60	18:30	19:30	8	1	9
18:45	19:45	29	30	59	18:45	19:45	6	2	8
19:00	19:00	22	28	50	19:00	19:00	5	3	8
19:15	20:15	11	29	40	19:15	20:15	10	3	13
19:30	20:30	8	28	36	19:30	20:30	8	7	15

Tabla 12. Resumen de aforos peatonales por acceso en la Tv. 129 por Dg. 77B.
Fuente: Elaboración Propia.

Con el fin de incorporar los datos de peatones atraídos y generados a la intersección en estudio (Tv. 129 por Dg. 77B) producto de la finalización y entrega de las diferentes etapas del proyecto urbanístico se realiza el siguiente procedimiento:

- I. Elaboración de un histograma para los volúmenes peatonales por acceso con el fin de identificar la distribución de los mismos dentro de las diferentes horas del día.
- II. Definición de la distribución de peatones por acceso dentro de la totalidad de los aforos realizados.
- III. Proyección de los peatones para cada escenario (2019 y 2023) dadas las tasas de crecimiento de la localidad.
- IV. Unificación de los datos proyectados con los valores de peatones atraídos y generados por la implantación de los proyectos urbanísticos.

A continuación se muestra el histograma para los peatones de cada punto de aforo:



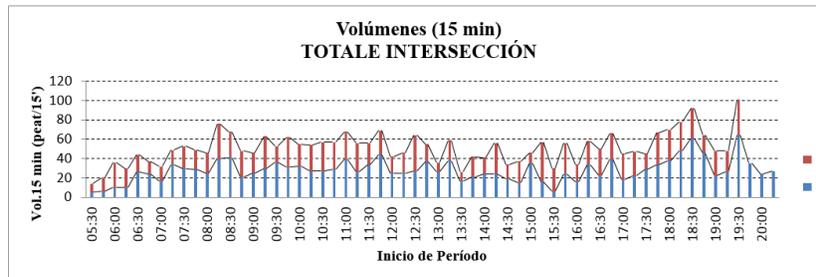
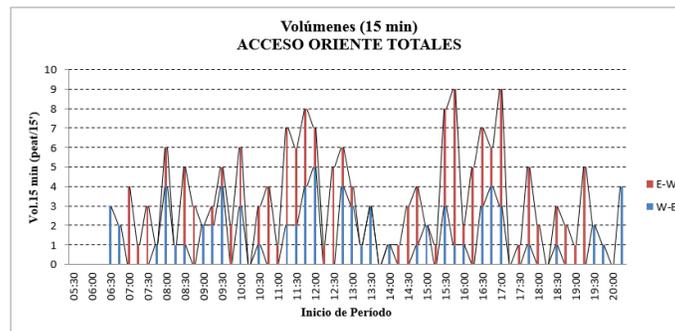
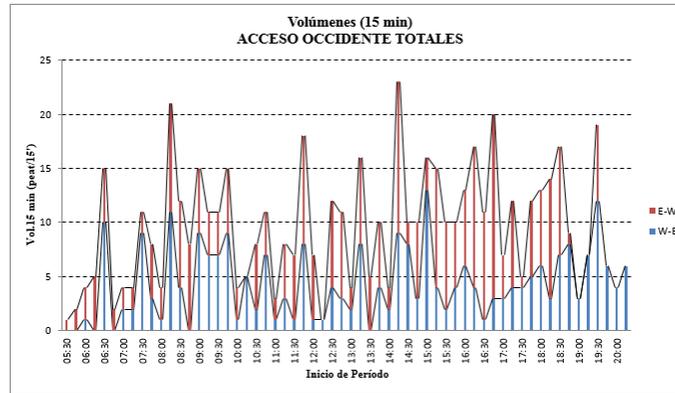


Ilustración 12. Histogramas de distribución peatonal por acceso. Fuente: Elaboración propia.

De la **Ilustración 12** se puede concluir lo siguiente:

- ✓ **Acceso Norte:** Los peatones representan el 14.18% de la totalidad de los mismos.
- ✓ **Acceso Sur:** Los peatones representan el 60.60% de la totalidad de los mismos.
- ✓ **Acceso Occidente:** Los peatones representan el 19.06% de la totalidad de los mismos.
- ✓ **Acceso Oriente:** Los peatones representan el 6.17% de la totalidad de los mismos.

Una vez determinados estos porcentajes se calcula la distribución de peatones para la HMD dentro de cada cruce, entonces de la **Ilustración 12** se puede concluir lo siguiente:

- ✓ **Acceso Norte:** En la HMD los peatones representan el 11.40%.
- ✓ **Acceso Sur:** En la HMD los vehículos livianos representan el 11.70.

- ✓ **Acceso Occidente:** En la HMD los vehículos livianos representan el 11.07%.
- ✓ **Acceso Oriente:** En la HMD los vehículos livianos representan el 15.51%.

Ahora con los datos aforados se procede a realizar los siguientes cálculos y la proyección de los mismos a cada uno de los escenarios con proyecto en los años 2015, 2019 y 2023:

$$FHP = \frac{HMD}{4q_{m\acute{a}x}}$$

Donde:

- ✓ FHP: Factor de Hora pico (Adimensional).
- ✓ HMD: Volumen peatonal en la Hora de Máxima Demanda (Peat)
- ✓ $q_{m\acute{a}x}$: Volumen peatonal en el cuarto de hora más cargado dentro de la HMD (Peat/15min)

$$V_p = \frac{q_{m\acute{a}x}}{15(A_{efect.})} = \frac{q_{m\acute{a}x}}{15(2)} = \frac{q_{m\acute{a}x}}{30}$$

Donde:

- ✓ V_p : Flujo peatonal por unidad de ancho (Peat/min/m).
- ✓ $A_{efect.}$: Ancho efectivo disponible para tránsito peatonal, se asume un valor de 2m para el diseño.
- ✓ $q_{m\acute{a}x}$: Volumen peatonal en el cuarto de hora más cargado dentro de la HMD (Peat/15min)

$$\frac{V}{C} = \frac{V_p}{C}$$

Donde:

- ✓ $\frac{V}{C}$: Relación Volumen Capacidad (Adimensional).
- ✓ V_p : Flujo peatonal por unidad de ancho (Peat/min/m).
- ✓ $A_{efect.}$: Ancho efectivo disponible para tránsito peatonal, se asume un valor de 2m para el diseño.
- ✓ C: Capacidad máxima, se adopta 75 Peat/min/m según recomendaciones del manual HCM.

Con los parámetros mencionados anteriormente se procede a determinar el Nivel de Servicio del cruce peatonal basados en la siguiente tabla definida por el Manual HCM:

Nivel de servicio	Superficie (m ² /peat)	Volumen (peat/min/m)	Velocidad (m/s)	v/c
A	> 5.6	≤ 16	> 1.30	≤ 0.21
B	> 3.7 - 5.6	> 16 - 23	> 1.27 - 1.30	> 0.21 - 0.31
C	> 2.2 - 3.7	> 23 - 33	> 1.22 - 1.27	> 0.31 - 0.44
D	> 1.4 - 2.2	> 33 - 49	> 1.14 - 1.22	> 0.44 - 0.65
E	> 0.75 - 1.4	> 49 - 75	> 0.75 - 1.14	> 0.65 - 1.00
F	≤ 0.75	Variable	≤ 0.75	Variable

Tabla 13. Niveles de servicio para tránsitos peatonales. Fuente: Manual de diseño HCM.

Con lo definido anteriormente y la ayuda de la **Tabla 14** se procede entonces a realizar la verificación de los niveles de servicio de la intersección en los diferentes escenarios planteados y mencionados anteriormente, con el fin de verificar las condiciones de operación actuales y futuras de la intersección en estudio y por tanto la necesidad o no de implantación de un dispositivo semafórico o la instalación de controladores de velocidad de acuerdo a lo estipulado para tráfico calmado, lo anterior con el fin de garantizar en cualquiera de los dos casos la seguridad de los flujos peatonales que se presentan en esta intersección. Lo cálculos realizados se muestran a continuación:

Tasa de Crecimiento	0.91%
Año Base	2015
Año Proyectado	2019
Año Proyectado	2023
Factor de Atracción	1.5
% Distribución Cruce N	14.18%
% Dist. HMD Cruce N	11.40%
% Distribución Cruce S	60.60%
% Dist. HMD Cruce S	11.70%
% Distribución Cruce W	19.06%
% Dist. HMD Cruce W	11.07%
% Distribución Cruce E	6.17%
% Dist. HMD Cruce E	15.51%
Vol. Generado Grupo AR DE 2015 A 2019	2507
Vol. Generado Grupo AR DE 2019 A 2023	1947

Tabla 14. Datos de entrada para la proyección a los escenarios 2019 y 2023. Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Escenario Actual 2015:

A continuación se muestran los resultados obtenidos para cada parámetro definido anteriormente, calculados con los datos que se tienen para el año base 2015.

CRUCE	HMD		ESCENARIO ACTUAL AÑO 2015			Ancho Efectivo (m)	Vp (Peat/min/m)	V/C	Nivel Servicio
	06:30	07:30	Vol. HMD (Peat)	qmáx HMD (Peat)	FHP				
NORTE			49	18	0.68	2	1.00	0.008	A
SUR	18:00	19:00	215	64	0.84	2	3.00	0.028	A
OCCIDENTE	09:00	10:00	64	19	0.84	2	1.00	0.008	A
ORIENTE	16:15	17:15	29	11	0.66	2	1.00	0.005	A
TOTAL	18:00	19:00	299	94	0.80	2	4.00	0.042	A

Tabla 15. Condiciones de operación de la intersección entre la Tv. 129 y la Dg. 77B para el año 2015. Fuente: Elaboración propia.

No obstante lo anterior, dado que los aforos fueron tomados el día Sábado 31 de Octubre de 2015 según lo acordado con la SDM para la realización de los análisis de flujos peatonales, se ha decidido afectar los datos obtenidos en campo por un factor de 1,5

con el fin de representar aquellos usuarios que pueden haber dejado de transitar por el sector dada la atipicidad del día de aforo. Con lo anterior los datos finales para el año 2015 en la intersección de la Transversal 129 por Diagonal 77B serán los siguientes:

ESCENARIO ACTUAL AÑO 2015 CON AJUSTE POR PUENTE FESTIVO									
CRUCE	HMD		Vol. HMD (Peat)	qmáx HMD (Peat)	FHP	Ancho Efectivo (m)	Vp (Peat/min/m)	V/C	Nivel Servicio
NORTE	06:30	07:30	74	27	0.69	2	2.00	0.01	A
SUR	18:00	19:00	323	96	0.84	2	5.00	0.04	A
OCCIDENTE	09:00	10:00	96	28.5	0.84	2	2.00	0.01	A
ORIENTE	16:15	17:15	44	16.5	0.67	2	2.00	0.01	A
TOTAL	18:00	19:00	449	141	0.80	2	6.00	0.06	A

Tabla 16. Condiciones de operación de la intersección entre la Tv. 129 y la Dg. 77B para el año 2015 con ajuste por puente festivo. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede evidenciar en la **Tabla 16**, los niveles de servicio en todos los accesos de la intersección es **A** lo que indica que las velocidades de marcha son elegidas libremente y los conflictos entre peatones son improbables.

3.3.1 Escenario 2019:

Tomando como base los datos de la **Tabla 16** procedemos a calcular los parámetros necesarios para la determinación del Nivel de Servicio de los cruces para el año 2019 de la siguiente manera:

$$P = [Tabla\ 15(1 + i)^{A_f - A_i}] + [Tabla\ 14]$$

Donde:

i: Tasa de crecimiento adoptada según estudios de la Localidad de Engativá.

A_f: Año final de la proyección.

A_i: Año inicial de la proyección.

A continuación se muestra un ejemplo de cálculo para el acceso Norte.

$$P = [74(1 + 0.91\%)^{2015-2019}] + [2507(14.18\%)(1.5)(11.40\%)] = 76.7306 + 60.79$$

$$P = 137.52 \cong 138\ Veh.$$

Siguiendo este mismo procedimiento se puede obtener la tabla que se muestra a continuación:

ESCENARIO AÑO 2019 CON AJUSTE POR PUENTE FESTIVO									
CRUCE	HMD		Vol. HMD (Peat)	qmáx HMD (Peat)	FHP	Ancho Efectivo (m)	Vp (Peat/min/m)	V/C	Nivel Servicio
NORTE	06:30	07:30	138	51	0.68	2	2.00	0.03	A
SUR	18:00	19:00	602	180	0.84	2	6.00	0.08	A
OCCIDENTE	09:00	10:00	179	54	0.83	2	2.00	0.03	A
ORIENTE	16:15	17:15	82	32	0.64	2	2.00	0.03	A
TOTAL	18:00	19:00	1001	315	0.79	2	11.00	0.15	A

Tabla 17. Condiciones de operación de la intersección entre la Tv. 129 y la Dg. 77B para el año 2019. Fuente: Elaboración propia.

3.3.1 Escenario 2023:

De la misma manera que se realizó para el año 2019 pero tomando como base la **Tabla 17** se obtienen los siguientes resultados para el año 2023:

ESCENARIO AÑO 2023 CON AJUSTE POR PUENTE FESTIVO									
CRUCE	HMD		Vol. HMD (Peat)	qmáx HMD (Peat)	FHP	Ancho Efectivo (m)	Vp (Peat/min/m)	V/C	Nivel Servicio
NORTE	06:30	07:30	191	71	0.67	2	3.00	0.04	A
SUR	18:00	19:00	832	248	0.84	2	9.00	0.12	A
OCCIDENTE	09:00	10:00	248	74	0.84	2	3.00	0.04	A
ORIENTE	16:15	17:15	113	43	0.66	2	2.00	0.03	A
TOTAL	18:00	19:00	1384	509	0.68	2	17.00	0.23	A

Tabla 18. Condiciones de operación de la intersección entre la Tv. 129 y la Dg. 77B para el año 2023.
Fuente: Elaboración propia.

Ahora se procede a asignar a cada cruce los aportes realizados por la Alameda el Porvenir los cuales se muestran en la **Tabla 19** luego de las respectivas proyecciones y ajustes por los porcentajes mostrados en la **Tabla 14**.

Vol. Peat. Atraído Alameda 2019 Cruce N	14
Vol. Peat. Atraído Alameda 2019 Cruce S	0
Vol. Peat. Atraído Alameda 2019 Cruce W	19
Vol. Peat. Atraído Alameda 2019 Cruce E	2
Vol. Peat. Atraído Alameda 2023 Cruce N	15
Vol. Peat. Atraído Alameda 2023 Cruce S	0
Vol. Peat. Atraído Alameda 2023 Cruce W	20
Vol. Peat. Atraído Alameda 2023 Cruce E	2

Tabla 19. Aportes de la Alameda El porvenir a cada cruce para los años 2019 y 2023.
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente se muestran a continuación:

ESCENARIO AÑO 2019 CON APORTES ALAMEDA EL PORVENIR									
CRUCE	HMD		Vol. HMD (Peat)	qmáx HMD (Peat)	FHP	Ancho Efectivo (m)	Vp (Peat/min/m)	V/C	Nivel Servicio
NORTE	06:30	07:30	152	56	0.68	2	2.00	0.03	A
SUR	18:00	19:00	602	180	0.84	2	6.00	0.08	A
OCCIDENTE	09:00	10:00	198	59	0.84	2	2.00	0.03	A
ORIENTE	16:15	17:15	84	32	0.66	2	2.00	0.03	A
TOTAL	18:00	19:00	1036	326	0.79	2	11.00	0.15	A

ESCENARIO AÑO 2023 CON APORTES ALAMEDA EL PORVENIR									
CRUCE	HMD		Vol. HMD (Peat)	qmáx HMD (Peat)	FHP	Ancho Efectivo (m)	Vp (Peat/min/m)	V/C	Nivel Servicio
NORTE	06:30	07:30	220	81	0.68	2	3.00	0.04	A
SUR	18:00	19:00	832	248	0.84	2	9.00	0.12	A
OCCIDENTE	09:00	10:00	287	86	0.83	2	3.00	0.04	A
ORIENTE	16:15	17:15	118	45	0.66	2	2.00	0.03	A
TOTAL	18:00	19:00	1457	536	0.68	2	18.00	0.24	A

Tabla 20. Condiciones de operación de la intersección entre la Tv. 129 y la Dg. 77B para los años 2019 y 2023 con aportes de la Alameda El Porvenir. Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior se puede concluir que aunque se tubo variaciones en los parámetros calculados para los flujos peatonales en cada acceso de la intersección, el Nivel de Servicio en cada uno de estos se mantuvo en “A” a lo largo del análisis, lo que indica, tal y como se mencionó anteriormente, que las velocidades de marcha de los peatones son elegidas libremente y los conflictos entre los mismos son improbables.

Por lo anterior no se considera necesaria la implantación de una intersección semaforizada en la intersección de la Tv. 129 por Dg. 77B. Por el contrario se recomienda la implantación de una solución de tráfico calmado compuesta por señalización vertical y horizontal reforzada con resaltos portátiles y bandas de agregados para garantizar la reducción de velocidades de los vehículos que se aproximan a la intersección de forma tal que se permita el cruce a riesgo de los peatones.

No obstante lo anterior, por solicitud de la SDM, la solución a implantar será una intersección semaforizada, por tal razón, las propuestas de señalización y demás estudios que se presenten en el siguiente documento estarán basadas en este tipo de intersección.

4 DISEÑO GEOMETRICO – ANÁLISIS EN PLANTA

En este capítulo se resumen los criterios de diseño adoptados en la geometría en planta de las vías pertenecientes al proyecto **Ciudadela Parque Central de Occidente**. Este análisis se ejecutó con base en los planos entregados por el grupo AR Construcciones S.A, en los cuales se encuentra la implantación del proyecto en coordenadas reales y el levantamiento de las vías y lotes vecinos al mismo.

Las alternativas que se presentan buscan lograr la adopción de la totalidad de los criterios del manual de diseño geométrico del INVIAS (2008). No obstante lo anterior, debido a las importantes limitaciones de espacio que se tienen por la existencia de urbanizaciones próximas a las intersecciones objeto de análisis y a los significativos problemas que presentan en cuanto a la continuidad y seguridad vial de las vías que forman las intersecciones en estudio, el planteamiento de las soluciones mostradas en el presente informe, se han basado en el texto: **Recomendaciones sobre glorietas de la Dirección General de Carreteras de Madrid (España) del año 1999**. En este documento se dan recomendaciones de geometrías alternas a las comúnmente usadas, que pueden brindar alternativas seguras y eficientes en casos con restricciones tales como las que se tienen en el proyecto **Ciudadela Parque Central de Occidente**.

4.1 Descripción General

Es importante resaltar, que no todas las vías pertenecientes al proyecto y aledañas a este se encuentran construidas o conectadas entre sí, tal como puede verse en la **Ilustración 13**. No obstante, el presente diseño se concentrará en las intersecciones formadas por la Diagonal 77B con la Transversal 129 y Transversal 130, las cuales se encuentran encerradas en un círculo de color azul en la misma Ilustración.



Ilustración 13. Estado actual de las vías aledañas al proyecto. Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se pueden ver estas vías de forma panorámica.



Foto 27. Vista panorámica de las vías mostradas en la **Ilustración 13.**

4.2 Alcance

El alcance del presente estudio incluye, entre otros, el análisis geométrico de las intersecciones sobre la Diagonal 77B a la altura de las Transversales 129 y 130, así como las modificaciones viales a que haya lugar sobre los ejes de dichas vías, requeridas para el correcto funcionamiento de la solución planteada para cada caso.

A continuación se muestran algunas fotografías de los puntos a analizar, tomadas el día 08 de Octubre de 2014, durante la visita de campo al sitio del proyecto.

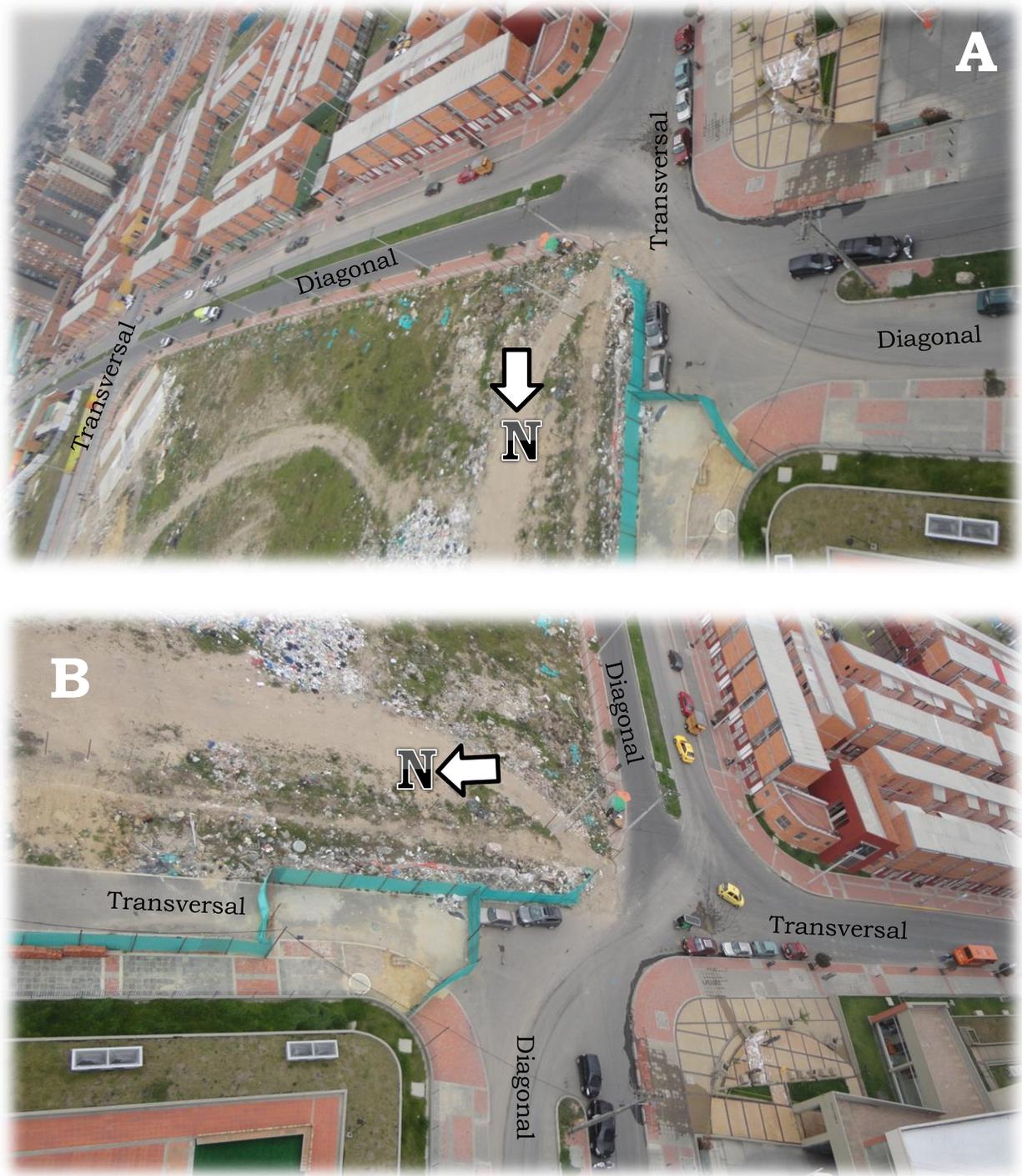


Foto 28. Intersección a intervenir entre la Diagonal 77B y la Transversal 129. Fuente: Archivo Propio.

4.3 Metodología de Diseño

El análisis geométrico del proyecto objeto del presente estudio, se realizó basado no solo en las recomendaciones de la AASHTO, y el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS

(2008), sino también en el texto Recomendaciones sobre glorietas de la Dirección General de Carreteras de Madrid (España) del año 1999.

Como hipótesis de diseño, se trabajó bajo el supuesto de que el vehículo más grande que va a transitar por la intersección de la Dg 77 B con Transversal 129 corresponde a un vehículo tipo “Padrón” el cual circulará una vez se pongan en circulación las rutas alimentadoras del sistema Transmilenio, con dimensiones iguales a las que se muestran en la **Ilustración 14**.

Es de importancia tener en cuenta que las maniobras de retornos en esta intersección (al versen restringidas por el separador) deben ejecutarse haciendo uso de la glorietta planteada al occidente de esta intersección (en la Transversal 130) o bien haciendo uso de las vías aledañas que, por su avance en ejecución actual, se supone prestarán conexión en el corto plazo. Dado el caso que se presenten vehículos de mayores dimensiones a las del vehículo de diseño, estos deberán valerse de vías alternas como la Dg. 78B, la Calle 77 y las trasversales 120, 123A, entre otras, que aunque generan recorridos más largos, permitirían a este tipo de vehículos llegar a cualquier lugar del sector que lo requieran.

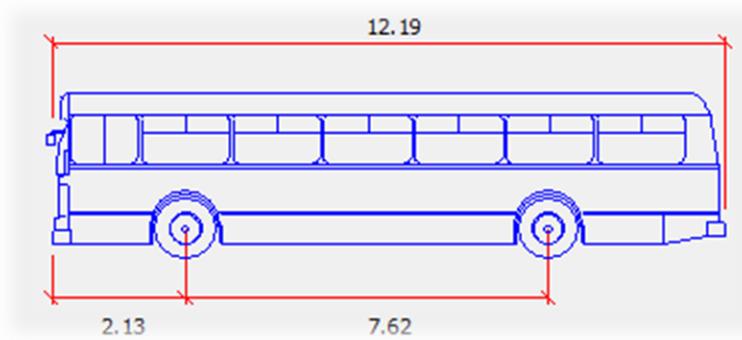


Ilustración 14. Vehículo de diseño tipo “Padrón” (Dimensiones en metros).

Ahora bien, sabiendo que la intersección que tiene mayor complejidad de solución es la ubicada en la Dg 77 B a la altura de la Transversal 129, debido a las limitaciones de espacio y el desfase entre los ejes de la vía principal aguas arriba y aguas abajo de la Tv. 129, se han analizado diferentes tipos de intersecciones, con el fin de buscar aquella que se adapte mejor a las condiciones del sector.

4.4 Alternativas de diseño

A continuación se pueden observar los planteamientos realizados luego del análisis geométrico al proyecto, para la modificación del Plan Parcial El Porvenir, el cual se busca tenga una conformación como la que se muestra en la **Ilustración 15**.

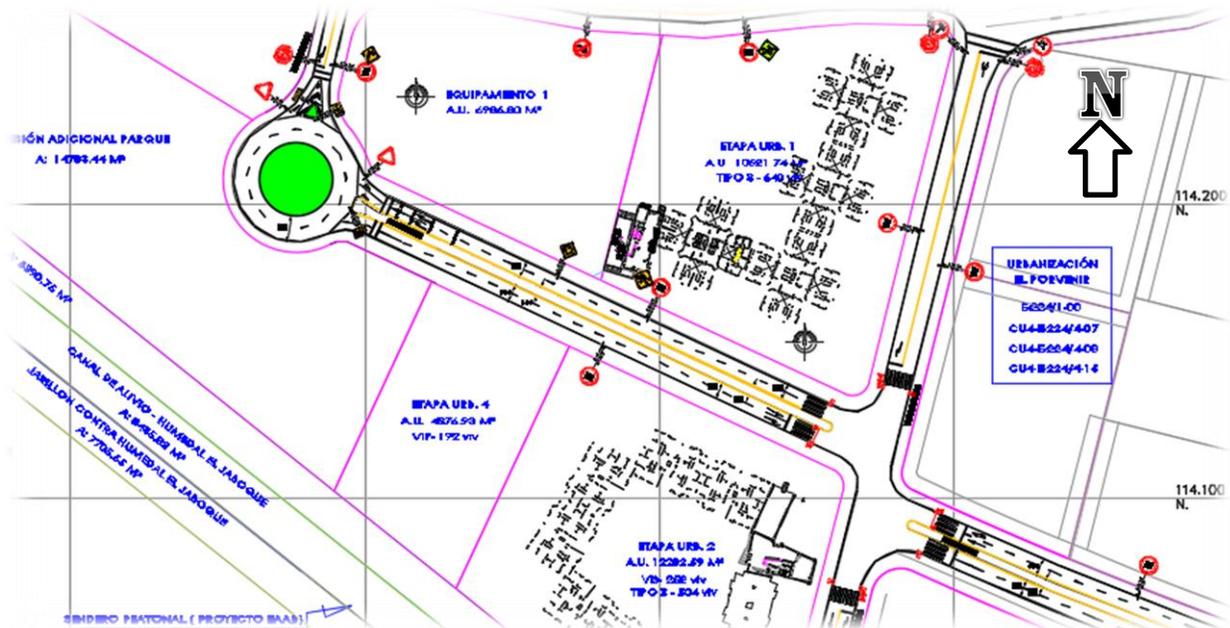


Ilustración 15. Planteamiento inicial para la modificación del Plan Parcial El Porvenir.
Fuente: Elaboración propia.

4.4.1 Turboglorieta

La turboglorieta es un diseño que surge en Holanda, con el objetivo de separar los tráficos según el destino desde que el vehículo se introduce en la rotonda para evitar las colisiones laterales. Es decir, se trata de rotondas que presentan una isleta central de forma no circular, y que canalizan el tráfico en las entradas y a lo largo de la calzada anular según el destino. Una de sus novedades es que no cuenta con carril exterior, causante de muchos problemas en las rotondas tradicionales, y que por tanto el propio carril guía al conductor desde la entrada hasta la salida.

Debido a que, como se dijo anteriormente, estos elementos son básicamente rotondas que presentan una isleta central de forma no circular, y que canalizan el tráfico en las entradas y a lo largo de la calzada anular según el destino, los criterios de diseños para ambos tipos de elementos son los mismos, dentro de los cuales uno de los más importantes consiste en hacer que los ejes de las vías que confluyen en el elemento giratorio coincidan en el eje del círculo de la isleta central.

Por lo anterior, y con el fin de poder diseñar un elemento que cumpla con los parámetros geométricos que exige la normatividad vigente, se requeriría la modificación del eje de la Diagonal 77B, de forma tal que se elimine el desfase que existe hoy en día, para lograr que dicho eje aguas arriba y aguas debajo de la transversal 129, confluyan en un mismo punto, el cual correspondería al centro del círculo que conforma la isleta central de la intersección giratoria. Teniendo en cuenta esto, la implantación de este tipo de

elementos requeriría una afectación de similar magnitud a la que se muestra a continuación:

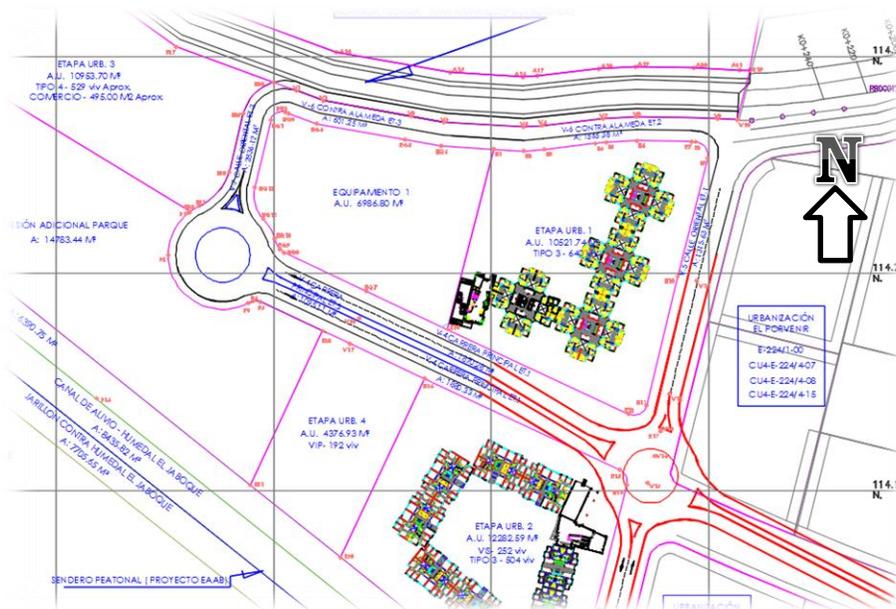


Ilustración 16. Afectación por implementación de una intersección giratoria. Fuente: Elaboración propia.

Téngase en cuenta que la ilustración anterior, solo contempla la modificación del trazado del eje de la diagonal 77B para cumplir con el criterio explicado al inicio del documento, no obstante lo anterior, habría la necesidad de verificar otra serie de criterios tales como los radios de entrada y salida de los ramales del elemento, las entretangencias, entre otros, para compararlos con los establecidos por la norma, lo que podría dar como resultado, la necesidad de modificar también el eje de la transversal 129 o el aumento en el diámetro de la glorieta, lo que repercutiría en un área de afectación mayor a la mostrada en la imagen preliminar.

Lo anterior, se suma a otra serie de desventajas que poseen estos elementos (Turboglorieta) las cuales se concluyeron en el **IX Congreso de Ingeniería del transporte**, llevado a cabo en Madrid (España), entre las cuales están:

- Necesidad de mayor señalización específica
- Aumento en la velocidad de los flujos (Se anota que el proyecto se encuentra ubicado en una zona netamente residencial, donde las velocidades no deberían superar los 30-35Km/h)
- Salvo por problemas de capacidad, no es aconsejable usarla en entornos urbanos.
- Dificultad para disponer pasos de peatones, sobre todo, en los carriles de acceso que canalizan los flujos de entrada a la intersección, en los que hay que tomar una decisión.

Adicional a lo anterior, se concluye la necesidad de utilizar un área considerable se afectación predial, lo que se traduce en mayores costos de implementación.

Por lo expuesto anteriormente, dadas las condiciones particulares del proyecto, **no se recomienda el diseño o implantación de uno de estos elementos giratorios en el cruce de la Diagonal 77B con la Transversal 129.**

4.4.2 *Glorieta doble con tramo de unión*

Corresponde a un elemento de uso poco común en América Latina, pero que sin embargo en países de Europa como España ha sido muy bien acogida, debido a que brinda soluciones eficientes y seguras en intersecciones asimétricas o de planta muy esviada, en las que una intersección convencional requeriría un amplio desvío de los ejes de las vías de acceso y una glorieta normal (o Turboglorieta) una excesiva ocupación y afectación predial en áreas consolidadas.

Este tipo de intersección llamada **Glorieta Doble con Tramo de Unión**¹ es comúnmente usada en intersecciones con 4 o más ramales, el uso de este tipo de elementos consigue una mayor capacidad y seguridad vial y un uso más eficiente del espacio, a diferencia de las glorietas normales, que son grandes y producen elevadas velocidades, con la consiguiente pérdida de capacidad y seguridad. A continuación, en la **Ilustración 17**, puede verse el planteamiento realizado para el proyecto Ciudadela Parque Central de Occidente, en la intersección formada por la Diagonal 77B y la Transversal 129.

¹ Extraído del texto “**Recomendaciones sobre glorietas de la Dirección General de Carreteras de Madrid (España) del año 1999**”.

Nótese que en el sector de la intersección entre la Diagonal 77B y la Transversal 129, se tienen dos zonas de afectación del espacio público existente y construido, la primera es el andén de la esquina Sur-Occidental de la intersección encerrado en verde dentro de la **Ilustración 18** y la segunda es el andén de la esquina Nor-Oriental encerrada en color rojo en la misma ilustración. No obstante lo anterior, a pesar de que en el costado Sur-Occidental existe una plazoleta peatonal, por lo que no se considera que dicha disminución del espacio público existente afecte la movilidad peatonal del sector en la esquina Nor-Oriental de esta intersección se aprecia una afectación del espacio público construido como cesión de un privado (diferente al Grupo AR) que imposibilita la implantación de este tipo de intersección con la geometría necesaria para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro de la misma..

En la siguiente ilustración, se puede observar lo expuesto anteriormente.



Ilustración 19. Zona de afectación de andén en intersección entre Dg. 77B y Tv. 129.
Fuente: Elaboración propia.

Por lo expuesto anteriormente, y teniendo en cuenta que la afectación existente sobre la zona encerrada en color rojo en la **Ilustración 19** no es propiedad del **Grupo AR**, **no se recomienda la implantación de este tipo de solución en el cruce de la Diagonal 77B con la Transversal 129.**

4.4.1 Separador Central Continuo

Debido al alto grado de desfase que presenta el eje de la Diagonal 77B aguas arriba y aguas debajo de la Transversal 129, el cual se ha convertido en el mayor problema que

presenta esta intersección, se ha analizado la posibilidad de generar un separador continuo en la Diagonal 77B a lo largo de la intersección. Lo anterior debido a los altos problemas de seguridad vial que se general al permitir la operación de esta intersección como lo viene haciendo el día de hoy, en un futuro cercano con la entrada en operación de todas las unidades de vivienda que se tienen proyectadas en el sector. El planteamiento expuesto puede verse en la **Ilustración 20**.

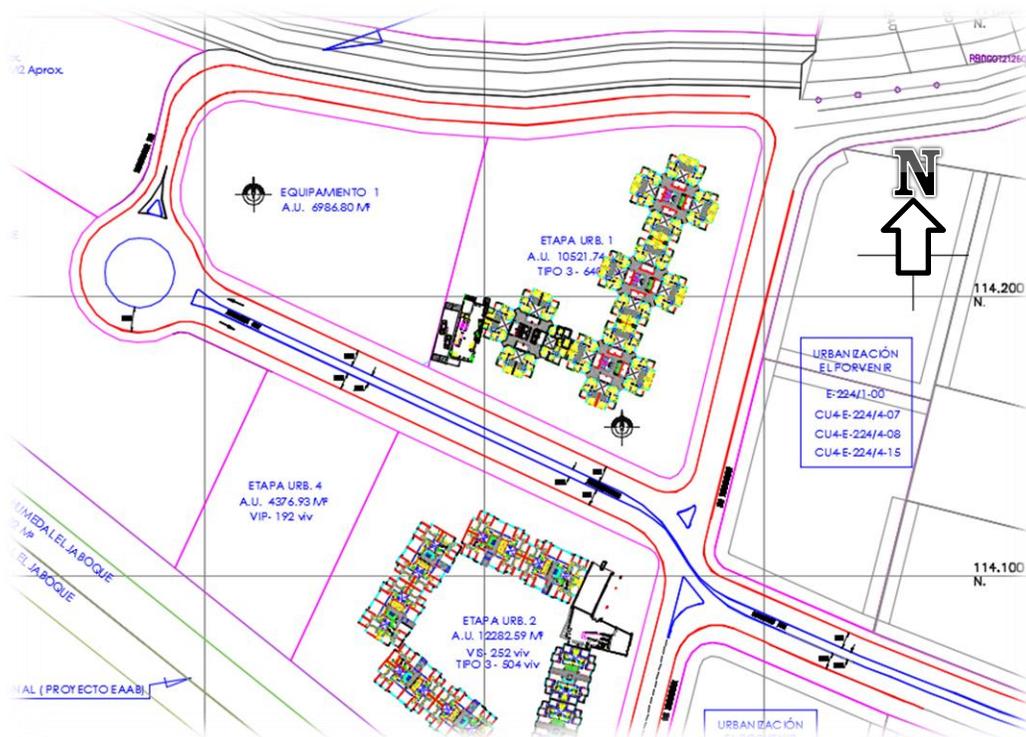


Ilustración 20. Afectación por implementación de una intersección separador central continuo.
Fuente: Elaboración propia.

Luego de analizar en profundidad este tipo de solución, se pudo evidenciar dos aspectos importantes:

- Un aumento en la seguridad de los diferentes actores de la vía gracias a la restricción de giros izquierdos que genera, no obstante lo anterior, vale la pena aclarar que dicha imposibilidad de efectuar cualquier giro izquierdo en la intersección hace indispensable el uso de la glorieta proyectada en la Dg. 77B con Tv. 130, con el fin de generar (aunque en recorridos más largos) la posibilidad de que los vehículos puedan tener acceso a todos los puntos del sector sin importar donde se encuentren.
- Baja afectación predial en la zona del proyecto.

Por lo expuesto anteriormente, dadas las condiciones particulares del proyecto, **se recomienda la implantación de este tipo de solución en el cruce de la Diagonal 77B con la Transversal 129.**

4.4.1 Intersección semaforizada

Dada la solicitud de la SDM para la implementación de este tipo de intersección con el fin de obligar a los vehículos a detenerse por completo en la intersección dadas las fases que se establezcan para el semáforo, se adopta esta como la solución definitiva y a implementar en la intersección en estudio.

4.5 Modelaciones de Giro en las Intersecciones Seleccionadas para el Proyecto

➤ *Intersección Diagonal 77B con Transversal 130*

Para la solución que se presenta en la **Ilustración 15** se pudo verificar que su geometría cumple con los parámetros de diseño establecidos por el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS de 2008.

Aunque es bien sabido que las intersecciones giratorias tipo glorietas son aplicables a intersecciones en las que preferiblemente se tiene la unión de tres (03) o más ramales, cabe aclarar que en la intersección entre la Tv. 130 y Dg. 77B se hace fundamental la implantación de esta rotonda, debido a la necesidad de poder generar maniobras de retorno para los vehículos tipo Padrón que entren a la zona de influencia.

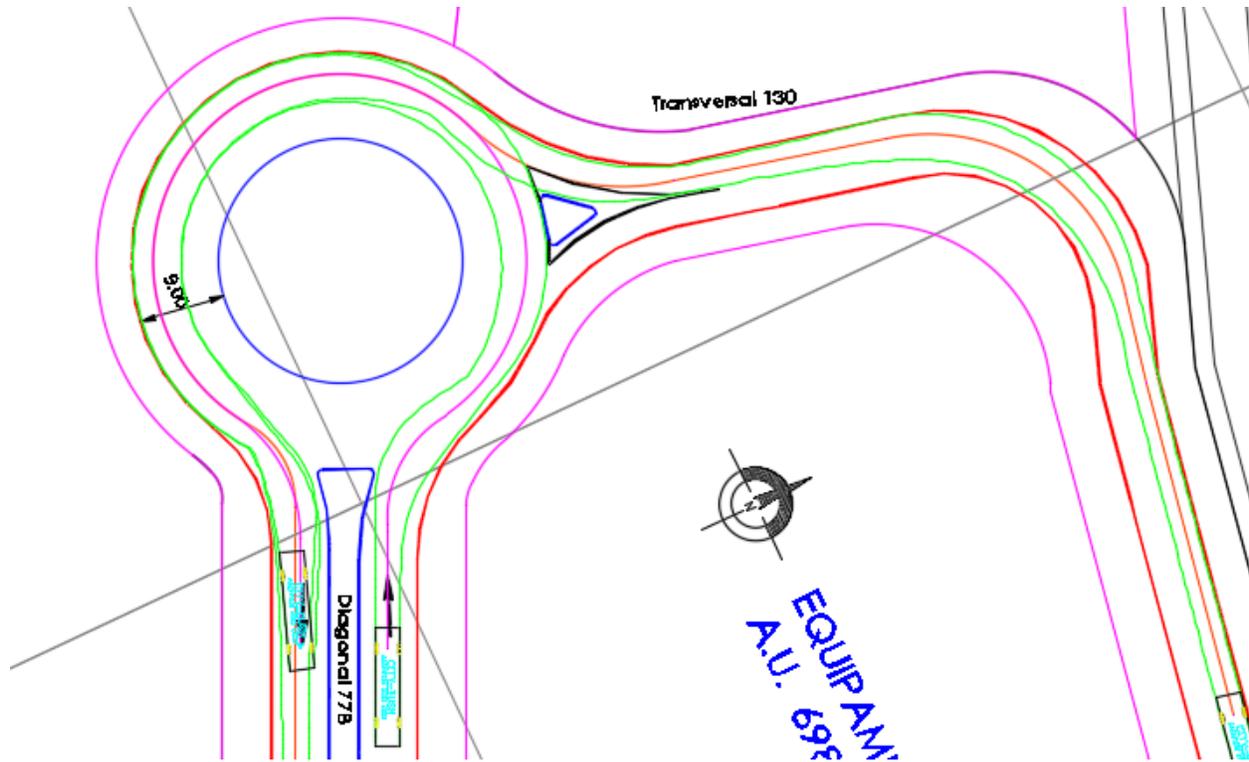


Ilustración 21. Modelación de maniobras con el vehículo de diseño tipo “Padrón” en intersección de la Dg. 77B con Tv. 130. Fuente: Elaboración propia.

4.6 Parámetros de Diseño

El análisis geométrico acá presentado, se realizó con base en la disposición vial mostrada en el numeral anterior 4.5.

A continuación se muestran los parámetros de diseño adoptados para las vías a diseñar. Téngase en cuenta, que muchos de los parámetros mostrados en la **Tabla 21**, **Tabla 22** y **Tabla 23** no aplican al diseño presentado en el presente estudio, debido a que dicho diseño será únicamente en planta en un terreno predominantemente plano.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
Velocidad de Diseño	Km/h	30
Clase de Terreno	N.A	Pavimento Asfáltico
Ancho de Calzada	m	6
Pendiente Longitudinal Máxima	%	No Aplica
Pendiente Longitudinal Mínima	%	No Aplica
Radio Mínimo Calculado	m	15
Peralte Máximo	%	No Aplica
Bombeo Normal	%	2
Deflexión Máxima para PQ Vertical	%	No Aplica
Deflexión Máxima para PQ Horizontal	Grados	No Aplica
Longitud Mínima de Curva Vertical	m	No Aplica
$K_{mínimo}$ - Cóncavas	Adimensional	No Aplica
$K_{mínimo}$ - Convexas	Adimensional	No Aplica

Tabla 21. Parámetros de Análisis Dg 77 B. Fuente: Elaboración Propia.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
<i>Velocidad de Diseño</i>	Km/h	30
<i>Clase de Terreno</i>	N.A	Pavimento Asfáltico
<i>Ancho de Calzada</i>	m	Variable 9 - 10
<i>Pendiente Longitudinal Máxima</i>	%	No Aplica
<i>Pendiente Longitudinal Mínima</i>	%	No Aplica
<i>Radio Mínimo Calculado</i>	m	15
<i>Peralte Máximo</i>	%	No Aplica
<i>Bombeo Normal</i>	%	No Aplica
<i>Deflexion Máxima para PQ Vertical</i>	%	No Aplica
<i>Deflexion Máxima para PQ Horizontal</i>	Grados	No Aplica
<i>Longitud Mínima de Curva Vertical</i>	m	No Aplica
<i>K_{mínimo} - Cóncavas</i>	Adimensional	No Aplica
<i>K_{mínimo} - Convexas</i>	Adimensional	No Aplica

Tabla 22. Parámetros de Análisis Tv 129. Fuente: Elaboración Propia.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
<i>Velocidad de Diseño</i>	Km/h	30
<i>Clase de Terreno</i>	N.A	Terreno Natural
<i>Ancho de Calzada</i>	m	Variable 9 - 10
<i>Pendiente Longitudinal Máxima</i>	%	No Aplica
<i>Pendiente Longitudinal Mínima</i>	%	No Aplica
<i>Radio Mínimo Calculado</i>	m	15
<i>Peralte Máximo</i>	%	No Aplica
<i>Bombeo Normal</i>	%	No Aplica
<i>Deflexion Máxima para PQ Vertical</i>	%	No Aplica
<i>Deflexion Máxima para PQ Horizontal</i>	Grados	No Aplica
<i>Longitud Mínima de Curva Vertical</i>	m	No Aplica
<i>K_{mínimo} - Cóncavas</i>	Adimensional	No Aplica
<i>K_{mínimo} - Convexas</i>	Adimensional	No Aplica

Tabla 23. Parámetros de Análisis Tv 130. Fuente: Elaboración Propia.

Nótese que en las tablas anteriores la velocidad de diseño está estipulada en 30Km/h, velocidad que se adoptó, luego de varias mesas de trabajo con la Secretaria Distrital de Movilidad en proyectos similares, donde se analizaron aspectos tales como: la topografía de la zona, la categoría de las vías diseñadas y la consolidación del desarrollo urbanístico que se tiene en el sector de estudio. Esto con el fin de brindar a los diferentes usuarios de la infraestructura a desarrollar condiciones seguras de movilidad.

5 DISEÑO DE SEÑALIZACION VIAL

En el **ANEXO 6** se presenta la propuesta del diseño de señalización vial para las vías pertenecientes al proyecto Ciudadela Parque Central de Occidente, de acuerdo con las obligaciones urbanísticas del Plano CU3-E227/4-28 del 02 de Diciembre de 2011.

La señalización que se presenta obedece a la solución a implantar para las intersecciones de la Dg 77B a las altura de la Tv 129 (Semáforo) y 130 (Glorieta) y cumple con los requerimientos establecidos por Secretaría Distrital de Movilidad para este tipo de proyectos.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mediante el presente documento se hace la segunda entrega del estudio de movilidad de las vías pertenecientes al Proyecto Ciudadela Parque Central de Occidente, así como de las de su área aferente, ubicado en la Diagonal 77B con Transversal 129 de la ciudad de Bogotá D.C.

La toma de información de campo (aforos) se realizó en las siguientes fechas:

- Aforos Vehiculares: Un día típico (Jueves 09 de Octubre de 2014) y uno atípico (Sábado 11 de Octubre de 2014).
- Aforos Peatonales: Un día atípico (Sábado 31 de Octubre de 2015).

Los escenarios analizados a lo largo del presente documento fueron:

- *Vehiculares*: Escenario 2014 (Fecha en que se hizo la toma de información en campo); 2015 (funcionamiento actual), 2019 y 2023 (Fecha final de entrega del proyecto desarrollado por Grupo AR, esto puede verse en la **Tabla 8** del presente informe). En todos los escenarios analizados se tuvo un nivel de servicio A para la intersección de la Tv. 129 con Dg. 77B (Ver **Ilustración 9** e **Ilustración 10**)
- *Peatonales*: Escenario 2015 (Fecha de toma de información), 2019 y 2023 (Fecha final de entrega del proyecto desarrollado por Grupo AR, esto puede verse en la **Tabla 8** del presente informe). En todos los escenarios analizados se tuvo un nivel de servicio A para la intersección de la Tv. 129 con Dg. 77B (Ver **Tabla 15** a **Tabla 20**)

Dentro de los análisis de tránsito con los datos provenientes de los aforos realizados en campo, se tuvo en cuenta el tránsito aportado por la implementación de rutas del SITP o alimentadoras, existentes y proyectadas por la empresa Transmilenio S.A.

Dentro de los análisis realizados tanto para el tránsito vehicular como peatonal se tuvo en cuenta no solo los aportes realizados por la entrada en operación del proyecto Urbanístico del Grupo AR (Tráfico generado), sino también el tráfico atraído al sector debido a esta misma situación. Adicional a esto, para el tránsito peatonal se tuvo en cuenta un aporte realizado por la alameda El Porvenir correspondiente al 30% de los datos aforados en este punto.

Dados los Niveles de Servicio obtenidos luego del análisis y modelación de los datos correspondientes al tránsito vehicular y peatonal del sector y específicamente de la intersección de la Tv. 129 por Dg. 77B, no se considera necesaria la implantación de una intersección semaforizada en dicha intersección. Por el contrario se recomienda la implantación de una solución de tráfico calmado compuesta por señalización vertical y horizontal reforzada con resaltos portátiles y bandas de agregados para garantizar la reducción de velocidades de los vehículos que se aproximan a la intersección de forma tal que se permita el cruce a riesgo de los peatones.

Dada la solicitud realizada por la SDM en las diferentes reuniones sostenidas donde se realizó la socialización de los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del presente estudio, la solución a implantar en la intersección de la Tv. 129 por Dg. 77B será una intersección semaforizada.

Los niveles de servicio de la intersección entre la Tv. 129 y Dg. 77B para los diferentes escenarios analizados, desde el punto de vista peatonal, fue **A**.

Dada la solicitud de la SDM se definió como solución definitiva a implantar sobre la intersección de la Tv. 129 con Dg. 77B una intersección de tipo semaforizada.

Si bien el desarrollo de las vías presentadas en este estudio permitirá el flujo de vehículos dentro de la zona de influencia del proyecto, se considera importante que, para evitar la saturación de estas vías en horas pico, en el corto o mediano plazo el Distrito garantice una conexión del sector bien sea con la Autopista Medellín (Calle 80) o con la Avenida Carrera 114. Lo anterior debido a que actualmente en la intersección de la Av. Cra. 114 con Calle 79 se presenta la confluencia de la gran mayoría de los flujos de este sector (tanto los vehículos que entran como los que salen) provocando saturación en horas pico.

Luego de la modelación del área de influencia del proyecto, se pudo evidenciar que actualmente las vías se encuentran trabajando en un nivel de servicio A y C, lo cual es aceptable para la hora de máxima demanda, no obstante, se considera indispensable la terminación y entrada en funcionamiento de la Diagonal 78 y la Calle 77 entre Transversal 129 y Carrera 116, con el fin de brindar a los usuarios del sector, vías alternas a la Diagonal 77B para su desplazamiento.

Desde el punto de vista geométrico se analizaron tres alternativas para solucionar los problemas de seguridad vial que se puedan llegar a presentar en la intersección que se tiene entre la Dg 77B y la Tv 129, dichas alternativa fueron:

- **Turboglorieta:** Al tratarse, geoméricamente hablando, de una glorieta convencional, el espacio que requieren este tipo de intersecciones para su correcta implantación es considerablemente mayor al que se tiene disponible para el proyecto, por lo que su aplicación implicaría gran afectación a los predios existentes y por consiguiente, elevadas inversiones económicas.
- **Glorieta doble con tramo de unión:** Este tipo de alternativa, se usa normalmente como solución en intersecciones cuyas vías poseen un desvío considerable en el trazado de su eje, debido a las condiciones de eficiencia y seguridad que brinda a los usuarios de las vías y al poco espacio que requiere para su implantación.
- **Separador central continuo:** Este tipo intersección, aunque brinda una gran seguridad a los diferentes actores de la vía al disminuir los conflictos entre estos, restringe la totalidad de giros izquierdos, lo que hace indispensable contar con la totalidad de vías aledañas a esta intersección, con el fin de que los conductores

puedan generar circuitos que les permitan ir de cualquier punto A, a cualquier punto B dentro de la zona de influencia del proyecto.

- **Intersección SemafORIZADA:** Será la solución a implementar dada la solicitud de la SDM.

En la intersección de la Dg 77B con Tv 130 se evidenció una deficiencia, desde el punto de seguridad vial por altas velocidades, de la glorieta planteada inicialmente por el Grupo AR, razón por la cual se presenta una propuesta de mejoramiento geométrico del elemento que permita solucionar dicha falencia.

En el **ANEXO 5** del presente informe, se puede encontrar la totalidad de planos referentes al proyecto Ciudadela Parque Central de Occidente, resultado del análisis geométrico realizado a las vías el proyecto, así como también, la propuesta de Diseño de Señalización vial realizada para la zona de influencia del proyecto.

7 BIBLIOGRAFIA

- Recomendaciones sobre glorietas, Dirección General de Carreteras de Madrid (España), 1999.
- Manual de Diseño Geométrico del INVIAS.

Atento a sus comentarios,

CAMILO ALBERTO ALFARO A.
T.P: 25202097222 CND
MsC en Infraestructura Vial
Especialista en Tránsito Diseño y Seguridad Vial

Elaboró: Ing. Jorge Eliecer Aponte Ramírez