



ESTUDIO DE TRÁNSITO

DIRECCIÓN DE PROGRAMACIÓN DE OBRA,
ESTUDIOS Y PROYECTOS

DIRECCIÓN GENERAL DE OBRA PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE
GUANAJUATO

Realizó



Revisó


Ing. Berenice Picón Rodríguez
Directora de la Dirección de Programación
de Obra, Estudios y Proyectos


Ing. María Guadalupe Quiroz
Directora General de Obra Pública

PRESIDENCIA MUNICIPAL
DIRECCIÓN GENERAL DE
OBRA PÚBLICA MUNICIPAL
GUANAJUATO, GTO.

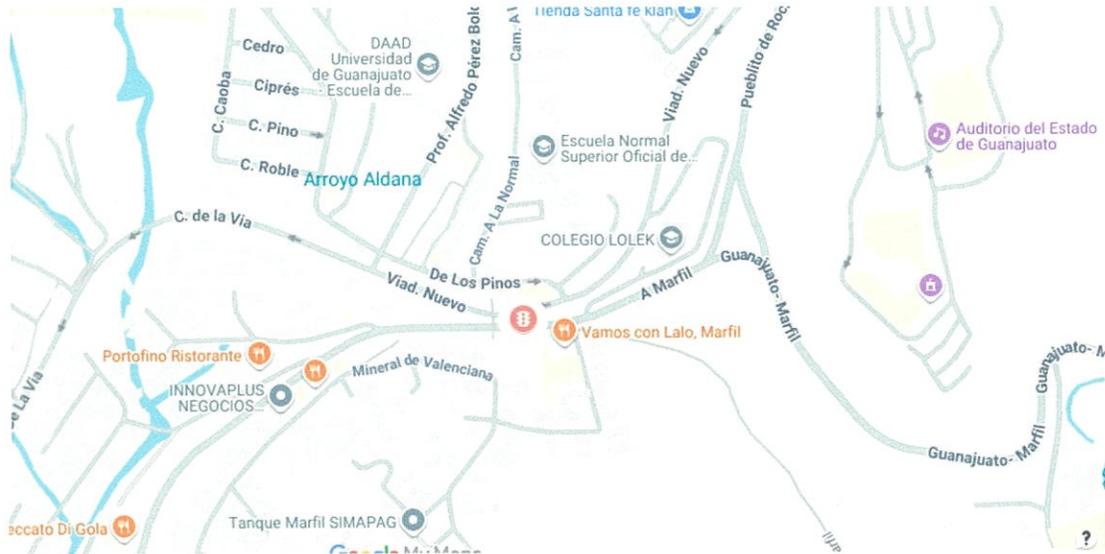
JUNIO 2025

CONTENIDO.....	1
1. INFORME METODOLOGICO	2
1.2.- Identificación de puntos conflictivos en el municipio.....	2
1.3.- Descripción de las actividades a desarrollar.....	6
1.3.1. Aforos vehiculares direccionales en intersecciones.	8
1.3.2 Estudio de volúmenes de tránsito peatonal.....	20
1.3.3.- Estudios de tiempos de recorrido y demoras.	30
1.3.4. Aforos vehiculares 24 hrs. en sitios estratégicos de la red vial.	30
1.3.5.- Análisis de capacidad y nivel de servicio, situación actual.....	30
1.3.6.- Proceso de optimización y generación de estrategias de control.	30
2. ESTUDIOS E INGENIERÍA DE TRÁNSITO	31
2.1.- Aforos vehiculares direccionales.....	31
2.4.- Aforos vehiculares 24 horas.....	35
3. ANÁLISIS Y RESULTADOS	45
3.1.- Introducción.....	45
3.2. Análisis de capacidad y nivel de servicio, situación actual (SYNCHRO 6)	45
3.3.- Análisis de capacidad y nivel de servicio, situación optimizada (SYNCHRO 6)	47
3.4.- Indicadores de mejora, (COMPARATIVA).....	49
3.5.- Criterio general para la colocación de semáforos general para vehículos.	49
3.6.- Cabezales por entronque.....	51
3.7.- Conclusión	52

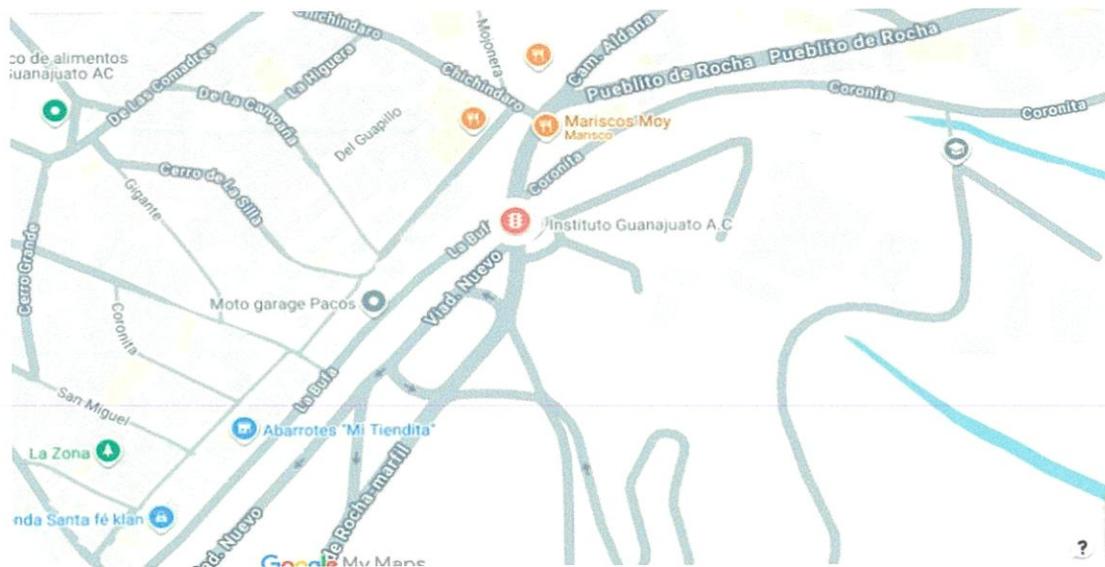
1.2.- Identificación de puntos conflictivos en el municipio.

Derivado de las necesidades detectadas por parte de la Subsecretaría de Tránsito, Movilidad y Transporte Municipal en 8 puntos de conflicto vial, en los cuales se identifican accidentes viales.

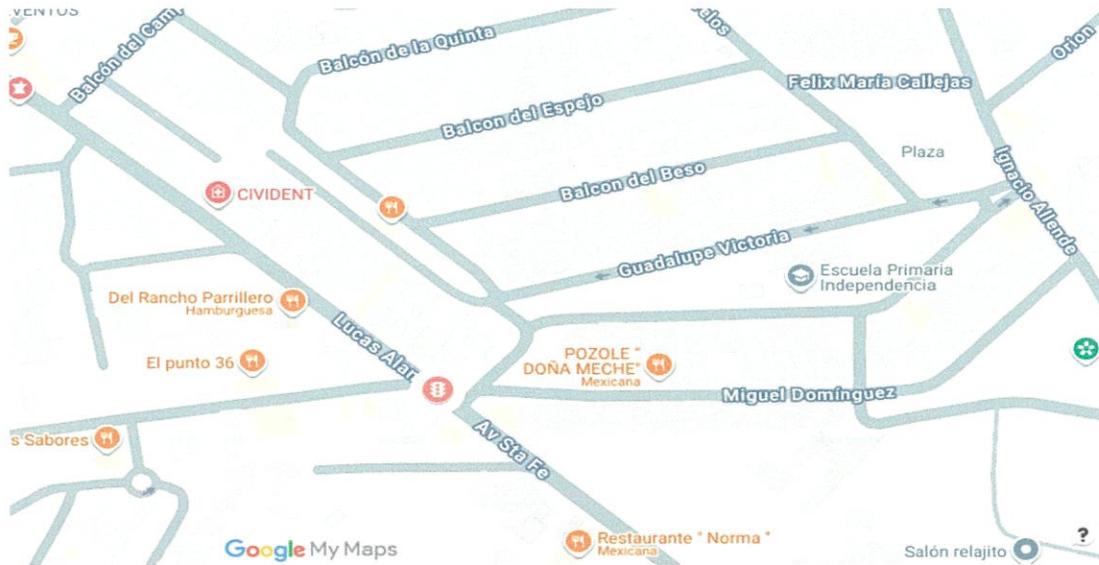
1. Carretera Marfil – Viaducto Nuevo.



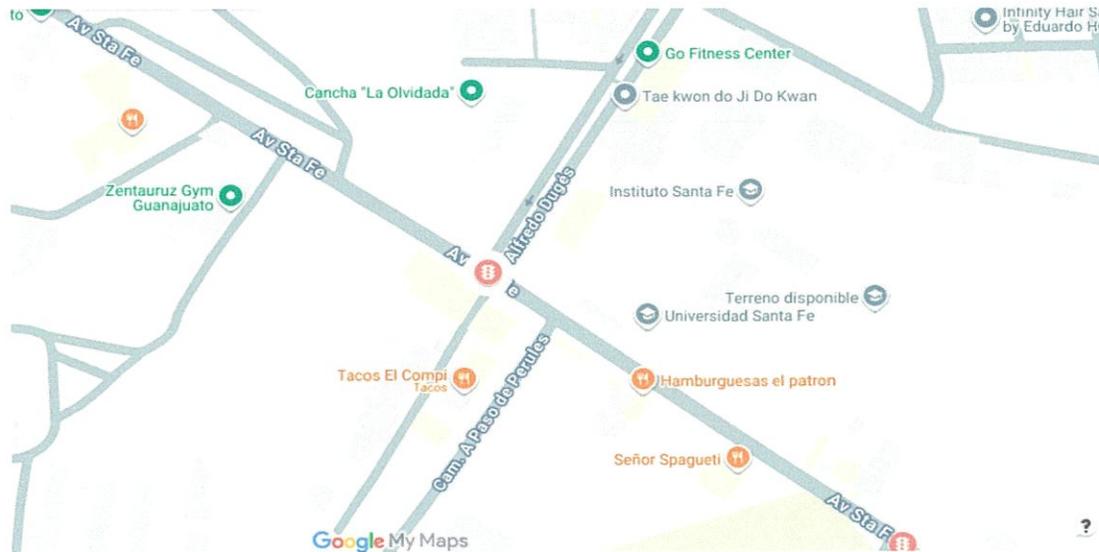
2. Carretera Guanajuato – Silao salida a Las Teresas (La Bufa)



3. Av. Santa Fe – Camino a San José de Cervera.



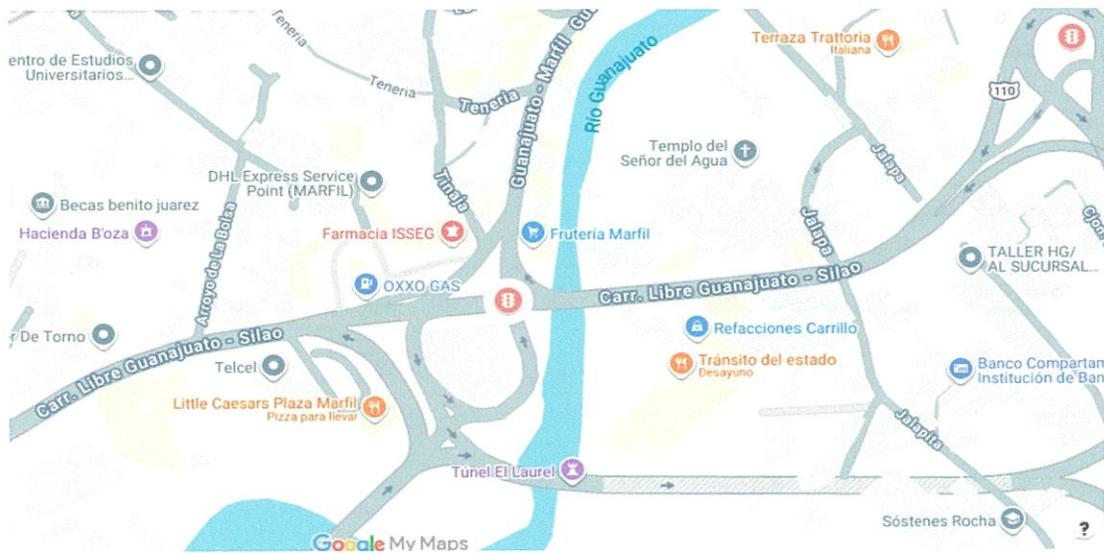
4. Av. Santa Fe – Calle Alfredo Dugés



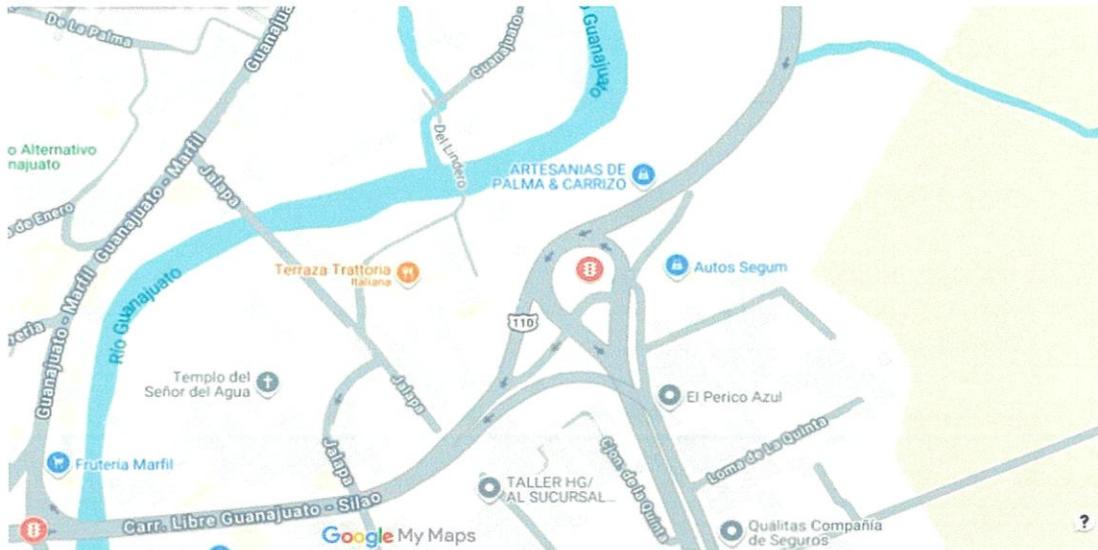
5. Av. Santa Fe – Avenida Manantial (puerta 1)



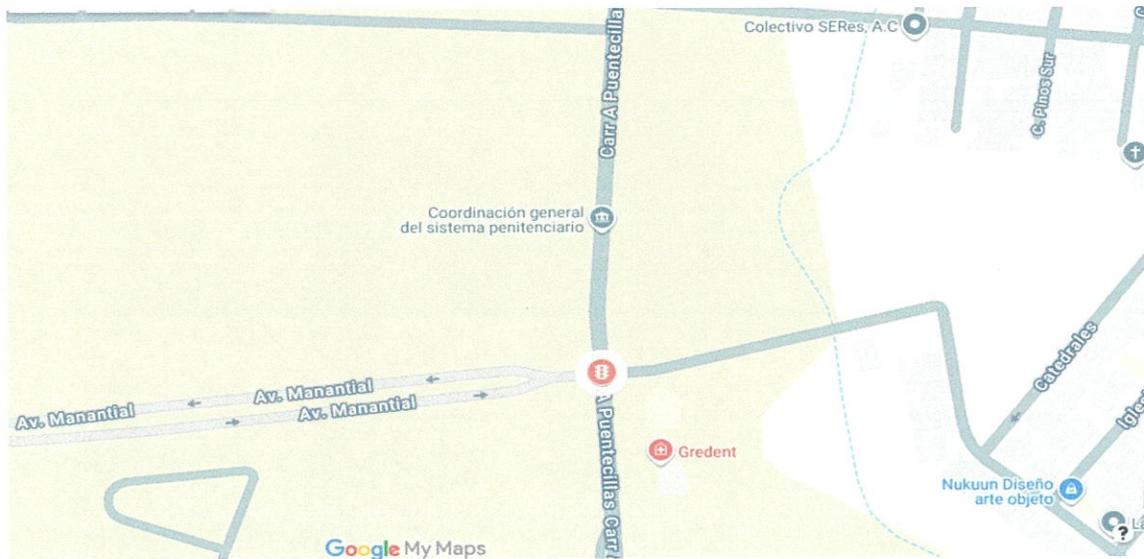
6. Glorieta Marfil – Carretera Guanajuato Silao.



7. Glorieta Juventino Rosas – Silao



8. Carretera Puentecillas – Avenida Manantial



1.3.- Descripción de las actividades a desarrollar.

Se analiza la atención prioritaria de 8 intersecciones, las cuales quedan clasificadas como puntos de conflicto conforme lo indicado en "Manual de procedimiento para el programa nacional de atención a puntos de conflicto de la red carretera federal libre" y conforme al parámetro de Número de Accidentes Equivalentes (**NAE**).

Núm.	Intersección	NAE	Observación
1	Carr. Marfil – Viaducto Nuevo	48	Las intersecciones cumplen con 2 criterios para clasificarla como punto de conflicto. Con el parámetro NAE se determina el índice de peligrosidad en el tramo carretero.
2	Carr. Guanajuato - Silao	57	
3	Av. Santa Fe – Alfredo Duges	60	
4	Av. Santa Fe – Av. Manantial	60	
5	Carr. Puentecillas – Av. Manantial	126	
6	Camino a San José de Cervera	55	
7	Glorieta Juventino Rosas - Silao	69	
8	Glorieta Marfil – Carr. Guanajuato-Silao	63	

Para lo cual se realiza el Estudio de Ingeniería de tránsito necesaria para determinar los niveles de eficiencia operacional de la estructura vial en la movilidad de la población, así como para definir las condiciones físicas y para coadyuvar a que las acciones a implementar en materia de vialidad sean acordes con el desarrollo urbano de la ciudad, mismas que garanticen la eficiencia, seguridad y el ordenamiento de la movilidad en las actividades de la población. En la Ilustración No.01, 02, 03 y 04 se muestra la zona de estudio.

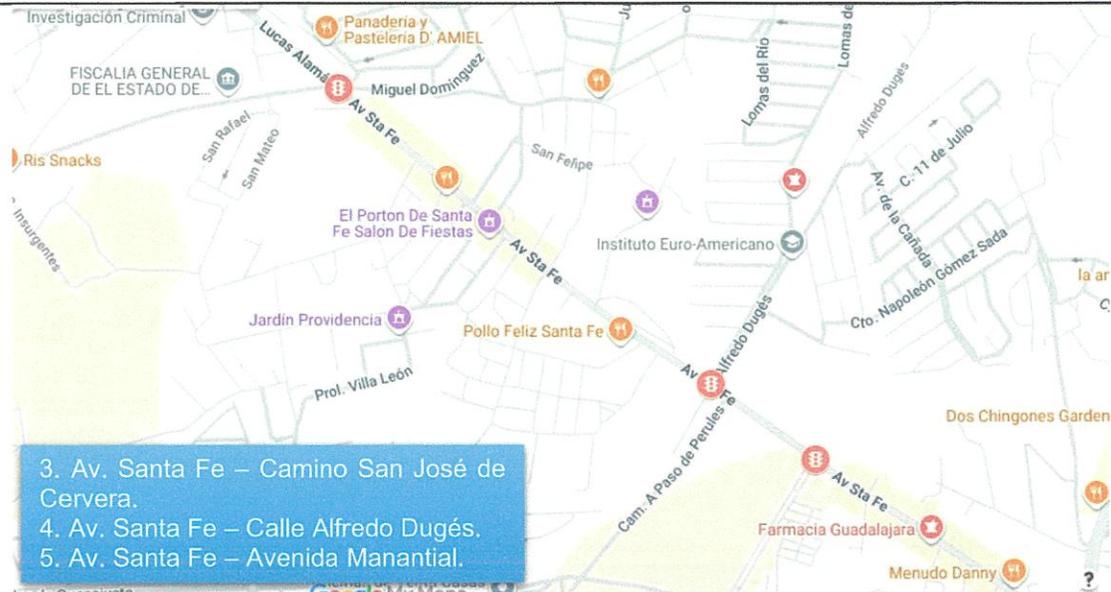


Ilustración 04 Vialidades Analizadas en jurisdicción municipal, Fuente: Elaboración propia.

Entre los estudios de campo que se llevaron a cabo, se encuentran los siguientes:

1.3.1. Aforos vehiculares direccionales en intersecciones.

Se realizaron aforos direccionales vehiculares y ciclistas sobre las 8 intersecciones identificadas como punto de conflicto y las cuales se priorizan para su intervención, dichos aforos fueron de forma manual y en un día representativo de las actividades de la población, en tres periodos, mañana (7:00-10:00 am), mediodía (12:00-15:00 pm) y tarde (17:00-20:00). La principal información recopilada en este estudio fue: Volumen de la hora de máxima demanda, movimientos direccionales y clasificación vehicular:

- Vehículos Tipo "A" (Vehículos ligeros autos, vagonetas, camionetas pick up)
- Vehículos Tipo "B" (Vehículos de servicio público, autobuses, microbuses, escolares)
- Vehículos Tipo "C" (Camiones de carga, tolvas, repartidores, camionetas 3 ½ toneladas, tráiler, vehículos de tracción animal, etc.).

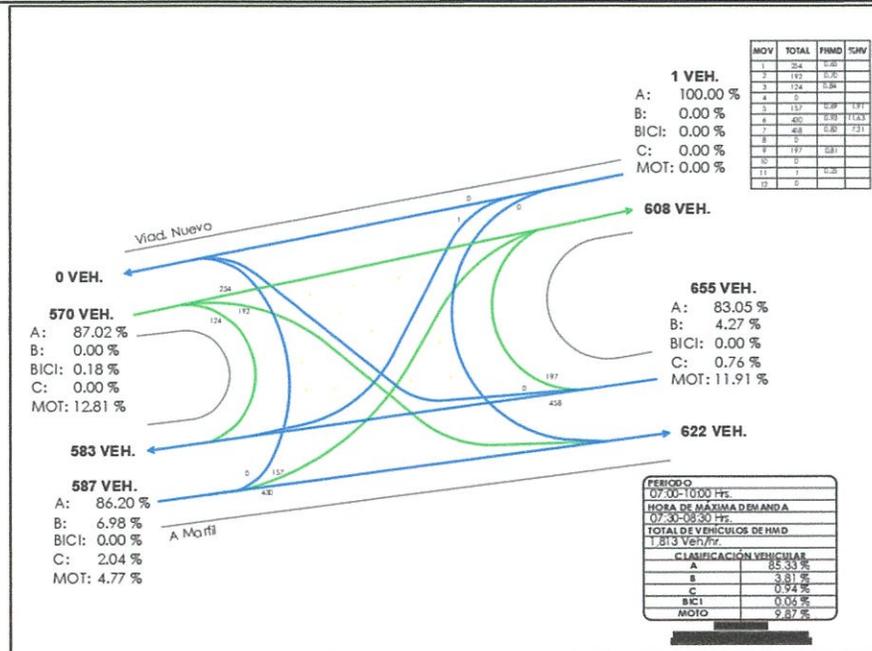


Ilustración 05 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Carr. Marfil – Viaducto nuevo (turno mañana)

Fuente: Elaboración propia

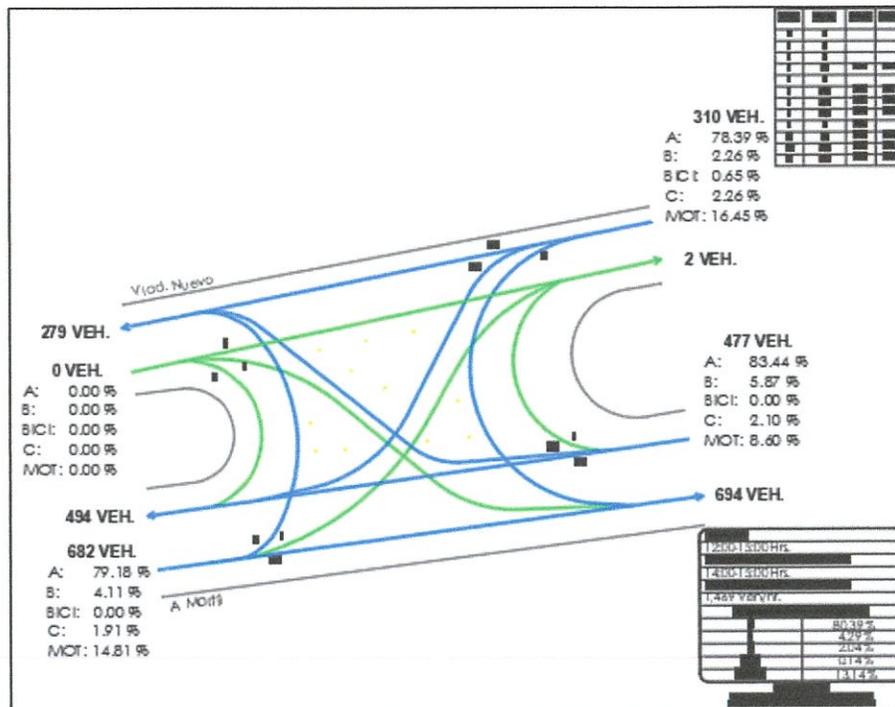


Ilustración 06 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Carr. Marfil – Viaducto nuevo (turno medio día)

Fuente: Elaboración propia

6
MA

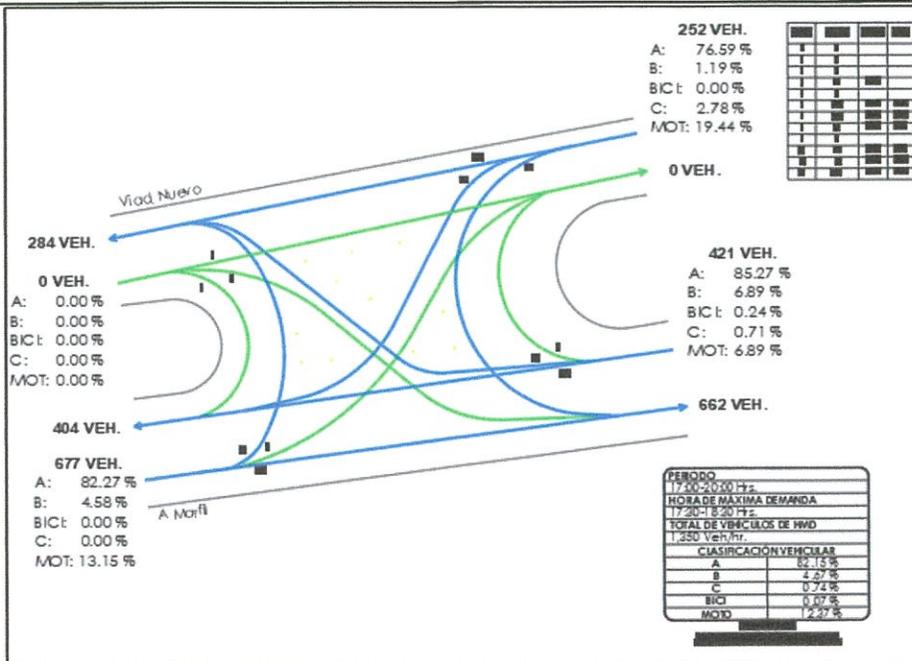


Ilustración 07 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Carr. Marfil – Viaducto nuevo (turno tarde)

Fuente: Elaboración propia

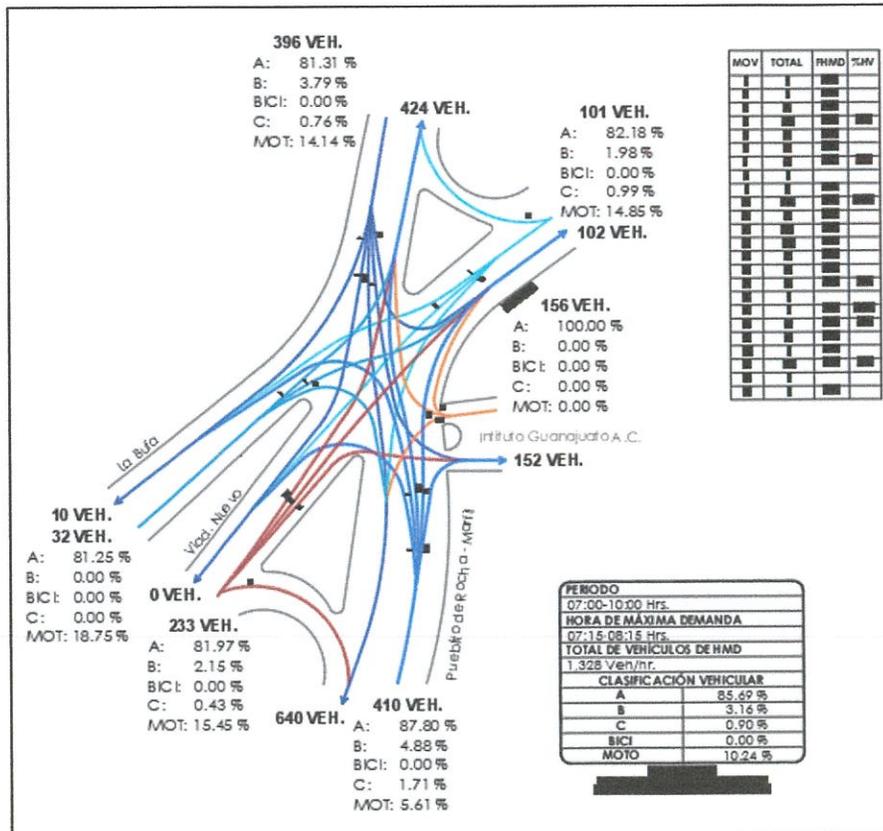


Ilustración 08 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Carr. Marfil – calle La Bufa (turno mañana)

Fuente: Elaboración propia

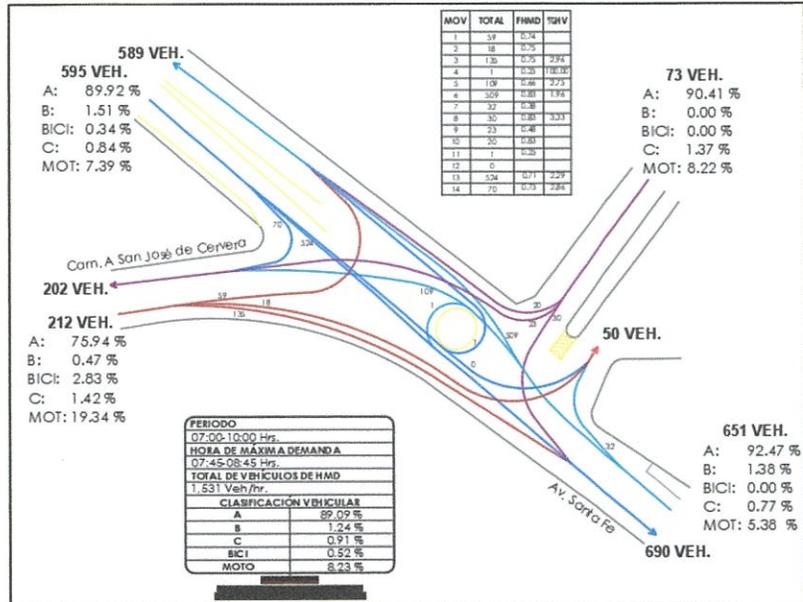


Ilustración 11 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Av. Santa Fe – Camino a Cervera (turno mañana)

Fuente: Elaboración propia

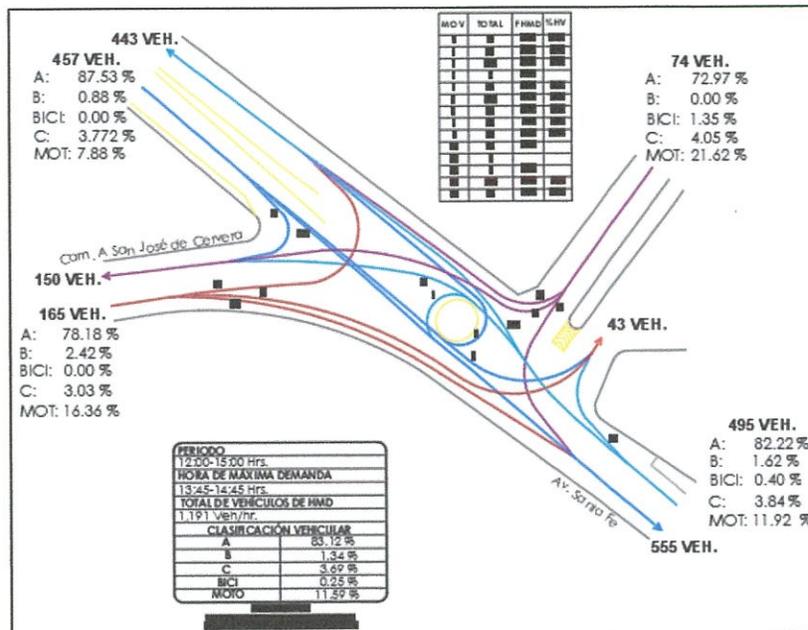


Ilustración 12 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Av. Santa Fe – Camino a Cervera (turno medio día)

Fuente: Elaboración propia

Handwritten signatures and initials in blue ink.

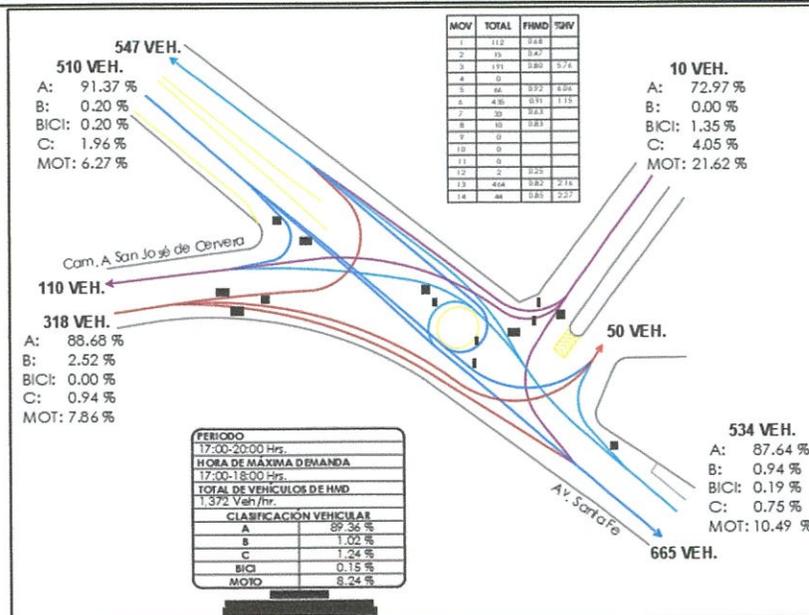


Ilustración 13 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Av. Santa Fe – Camino a Cervera (turno tarde)

Fuente: Elaboración propia

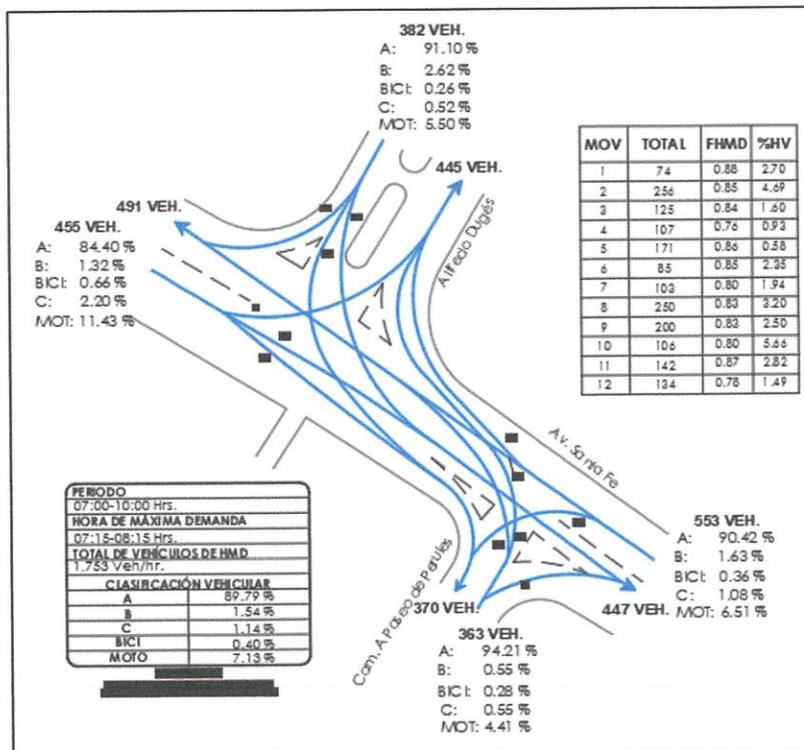


Ilustración 14 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Av. Santa Fe – Calle Alfredo Dugés (turno mañana)

Fuente: Elaboración propia

Handwritten signature and initials

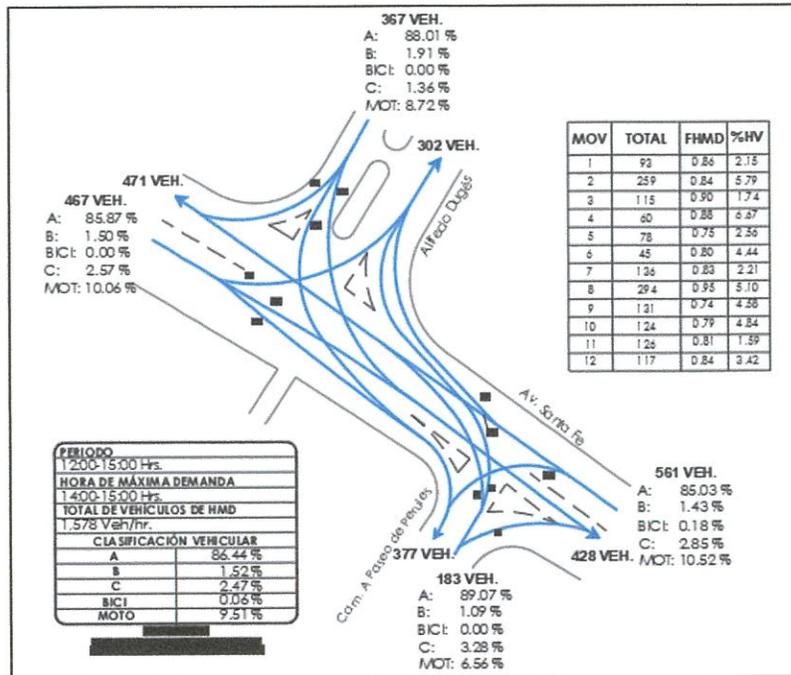


Ilustración 15 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Av. Santa Fe – Calle Alfredo Dugés (turno medio día)
Fuente: Elaboración propia

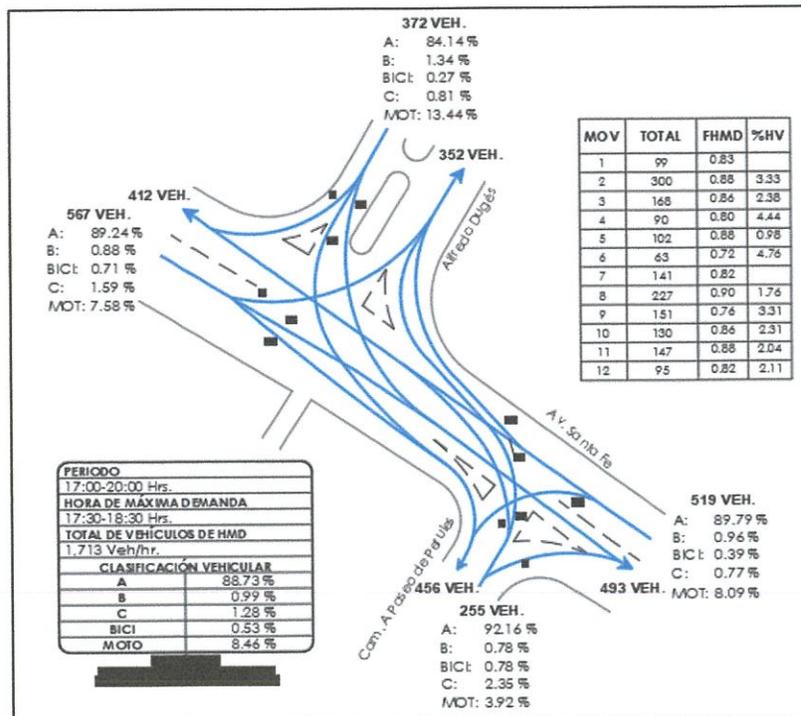


Ilustración 16 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Av. Santa Fe – Alfredo Dugés (turno tarde)
Fuente: Elaboración propia

Handwritten signature and initials

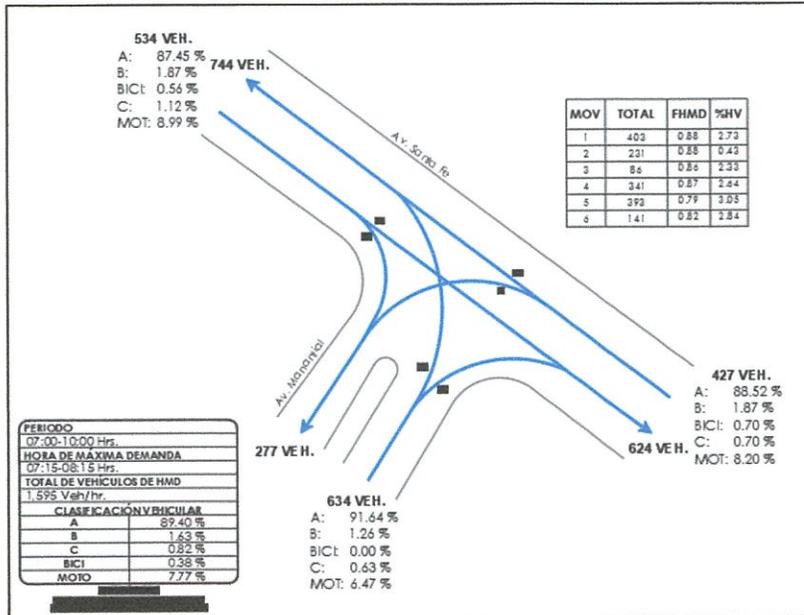


Ilustración 17 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Av. Santa Fe – Manantial (turno mañana)

Fuente: Elaboración propia

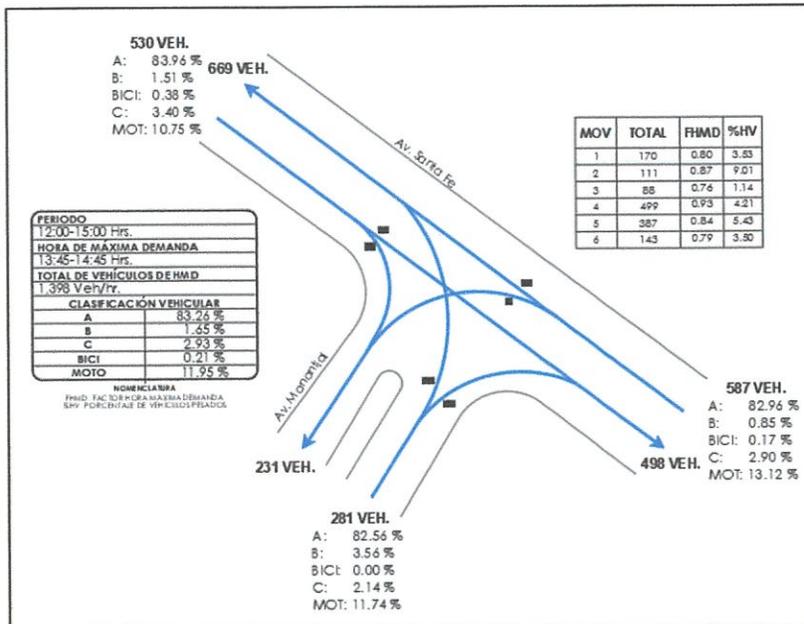


Ilustración 18 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Av. Santa Fe – Manantial (turno medio día)

Fuente: Elaboración propia

B



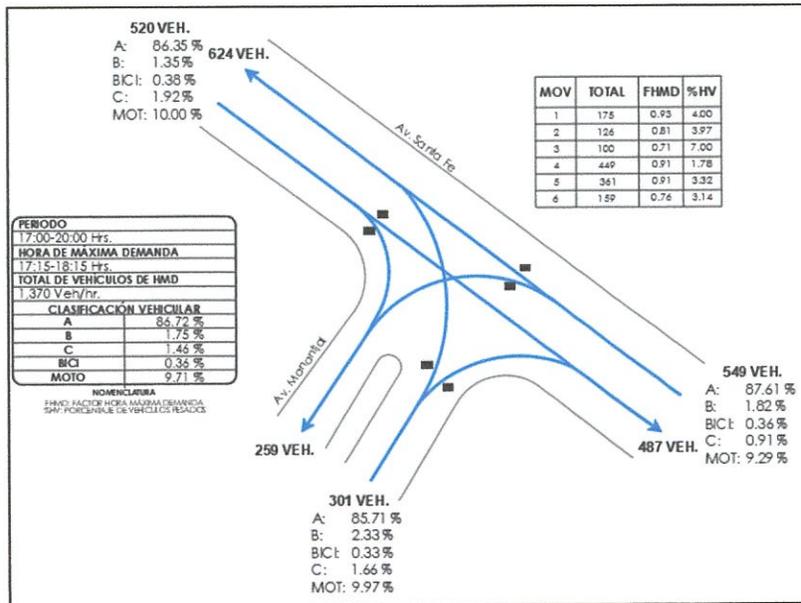


Ilustración 19 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Av. Santa Fe – Manantial (turno tarde)

Fuente: Elaboración propia

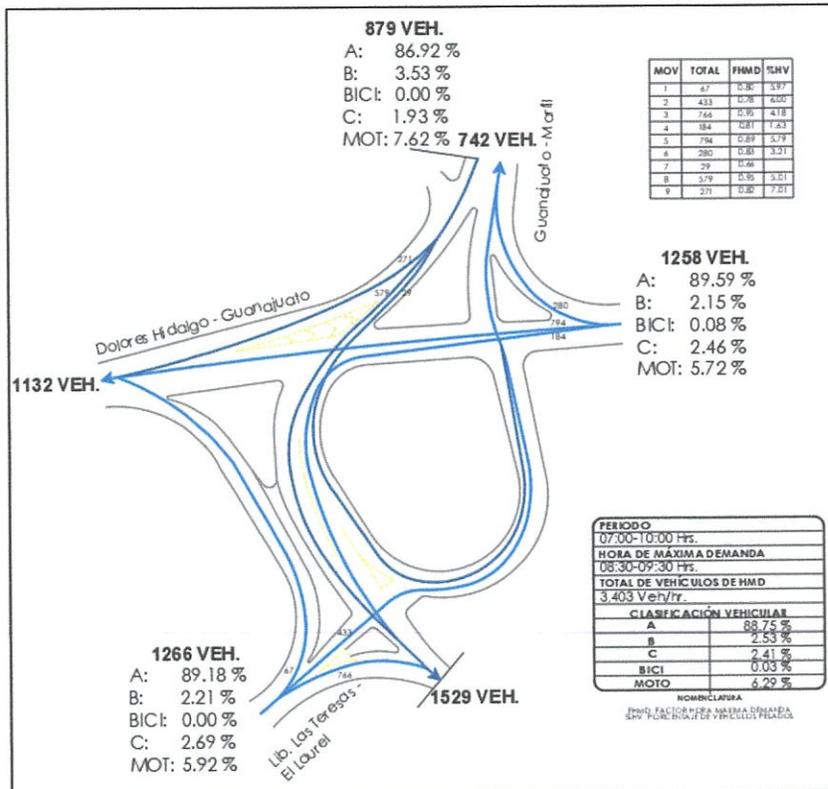


Ilustración 20 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Glorieta Marfil – Carr. Guanajuato - Silao (turno mañana)

Fuente: Elaboración propia

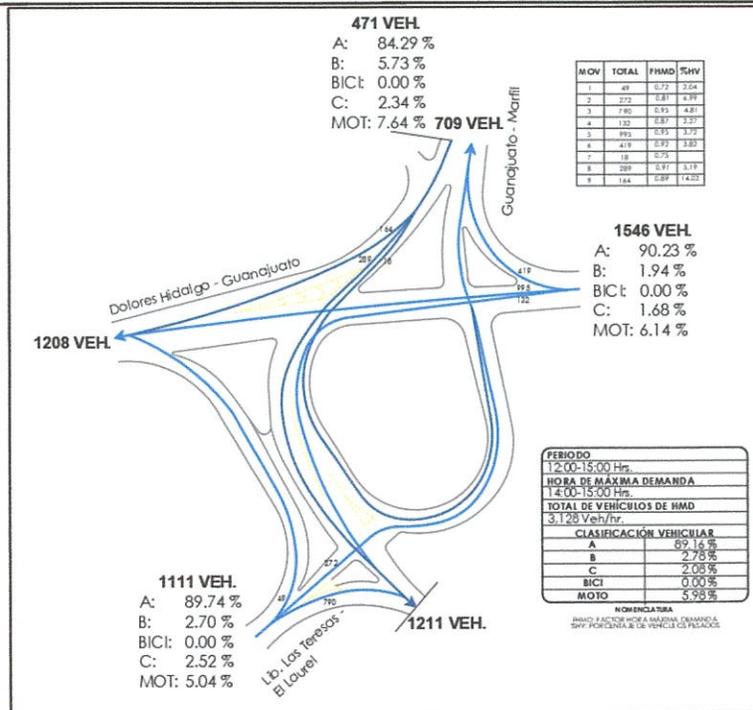


Ilustración 21 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Glorieta Marfil – Carr. Guanajuato – Silao (turno medio día)
Fuente: Elaboración propia

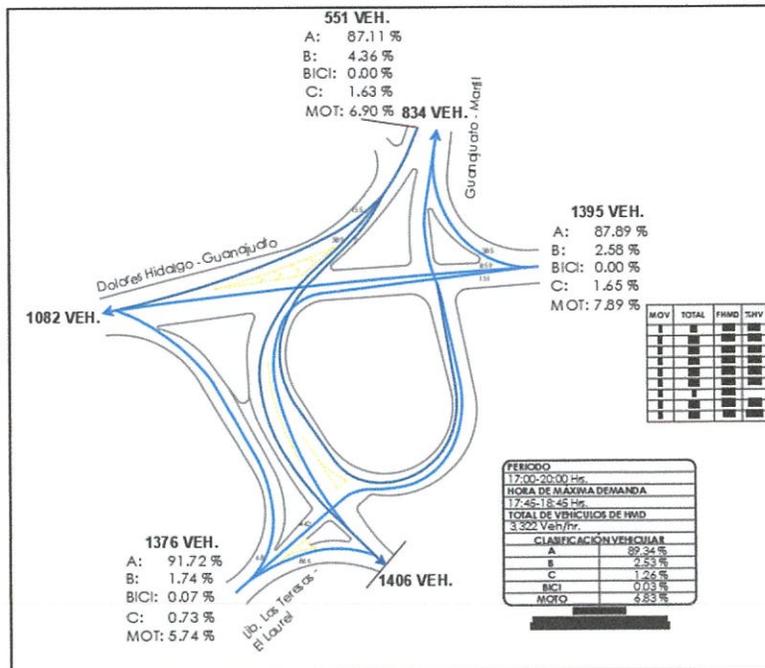


Ilustración 22 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Glorieta Marfil – Carr. Guanajuato - Silao (turno tarde)
Fuente: Elaboración propia

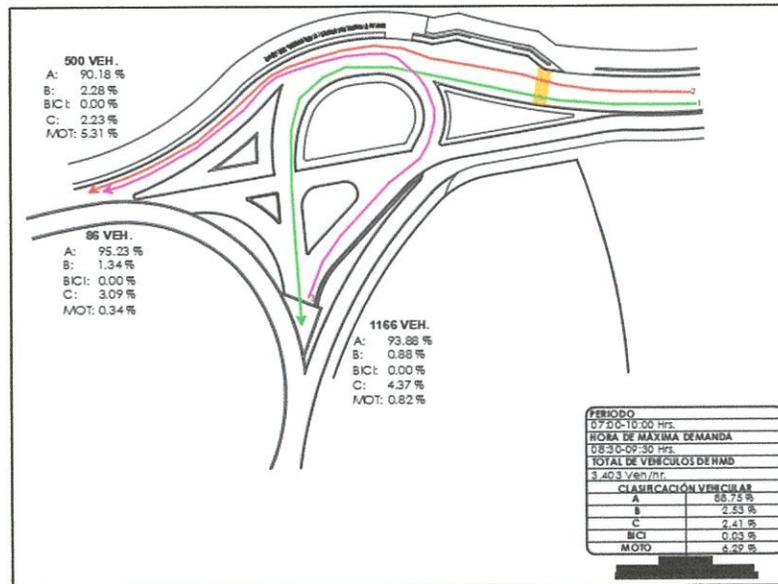


Ilustración 23 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Carretera Guanajuato – Juventino Rosas (curvas peligrosas) (turno mañana)
Fuente: Elaboración propia

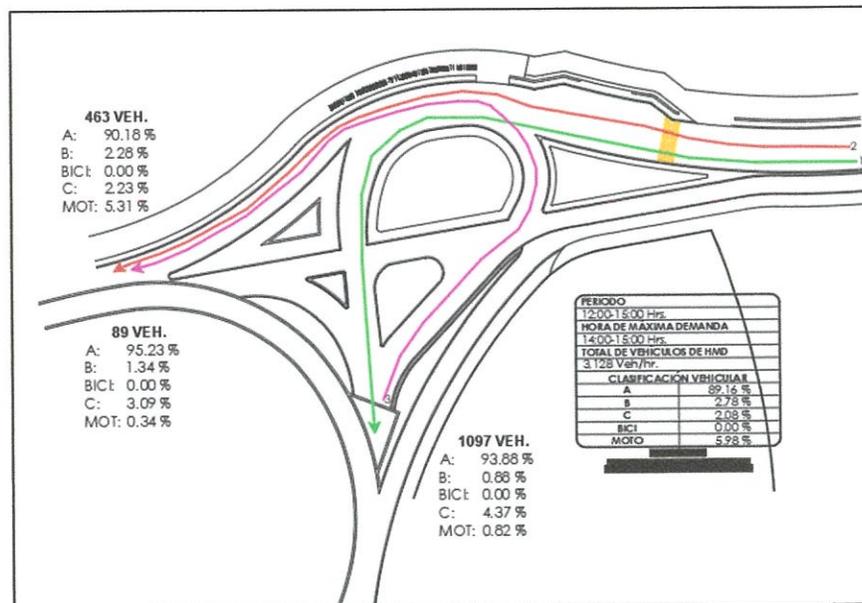


Ilustración 24 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Carretera Guanajuato – Juventino Rosas (curvas peligrosas) (turno medio día)
Fuente: Elaboración propia

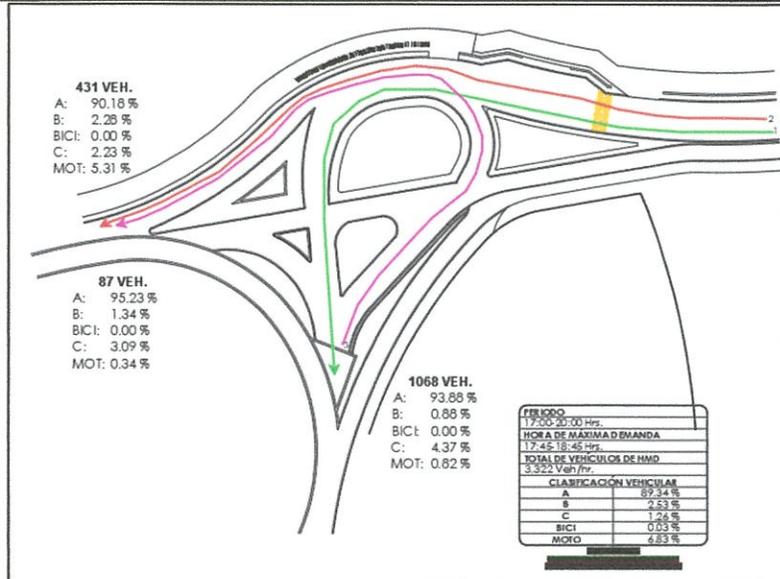


Ilustración 25 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Carretera Guanajuato – Juventino Rosas (curvas peligrosas) (turno tarde)

Fuente: Elaboración propia

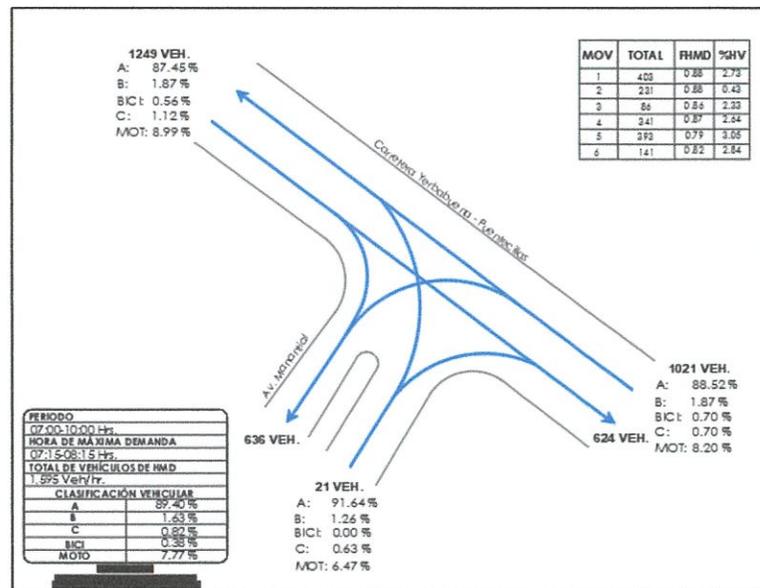


Ilustración 25 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Carr. puentecillas - Manantial (turno mañana)

Fuente: Elaboración propia

6



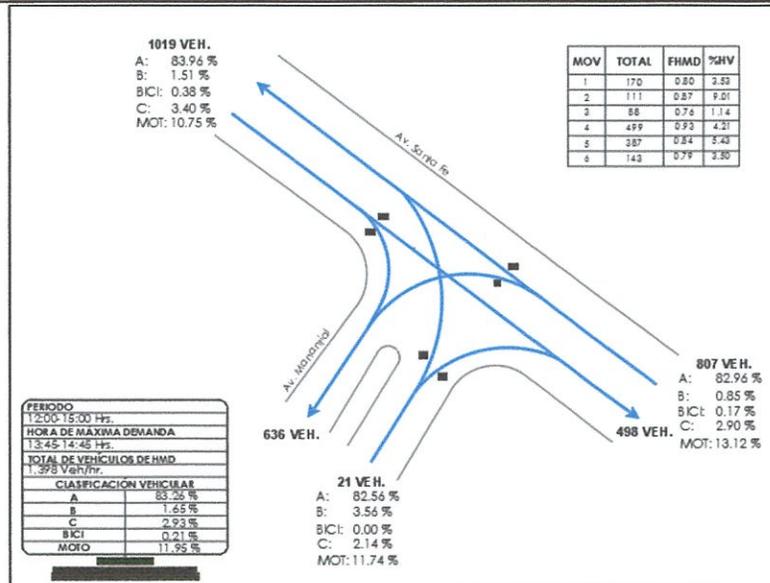


Ilustración 25 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Carr. puentecillas - Manantial (turno medio día)

Fuente: Elaboración propia

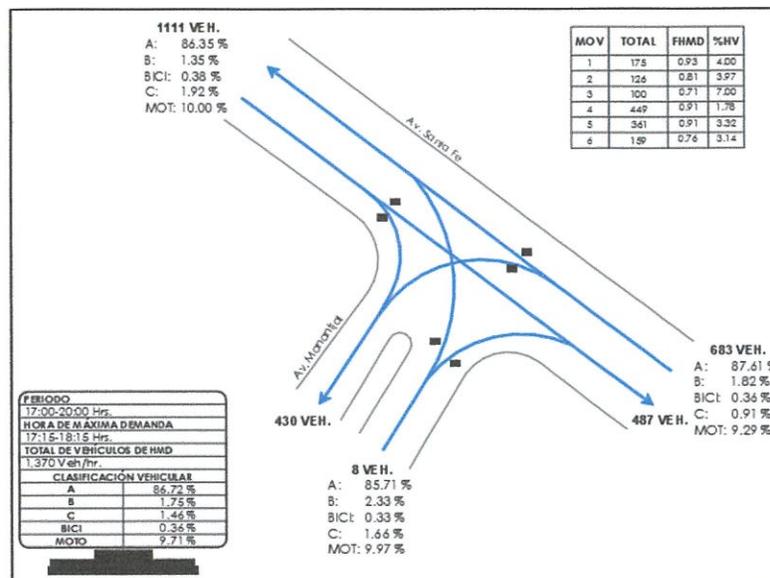


Ilustración 25 Volúmenes de tránsito vehicular y ciclista Carr. puentecillas - Manantial (turno tarde)

Fuente: Elaboración propia

1.3.2 Estudio de volúmenes de tránsito peatonal

Así también se realizaron aforos peatonales en las mismas intersecciones de forma manual y en un día representativo de las actividades de la población entre semana, durante dos horas y media en tres periodos del día, mañana mediodía y tarde.

Handwritten signatures and initials in blue ink.

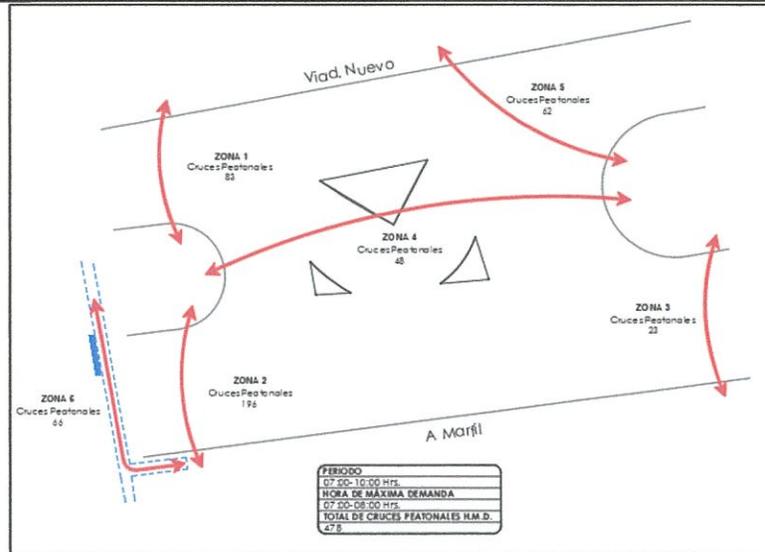


Ilustración 26 Volúmenes peatonales Carr. Marfil – Viaducto Nuevo (turno mañana)
Fuente: Elaboración propia

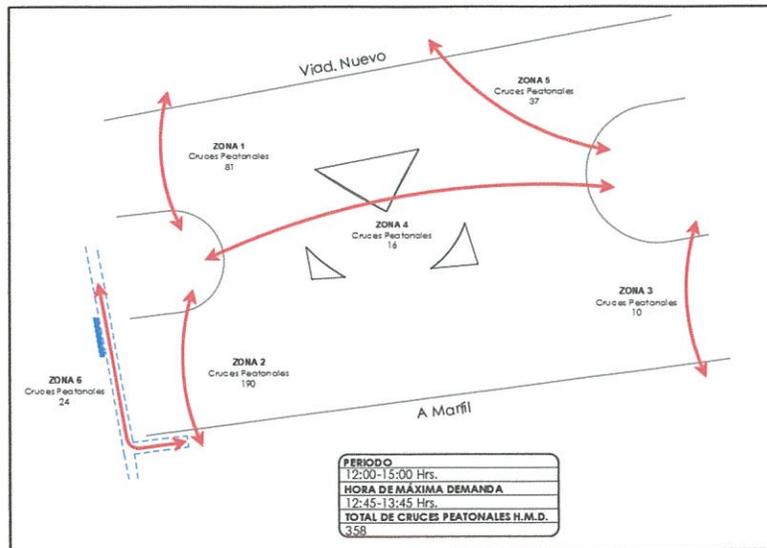


Ilustración 27 Volúmenes peatonales Carr. Marfil – Viaducto Nuevo (turno medio día)
Fuente: Elaboración propia

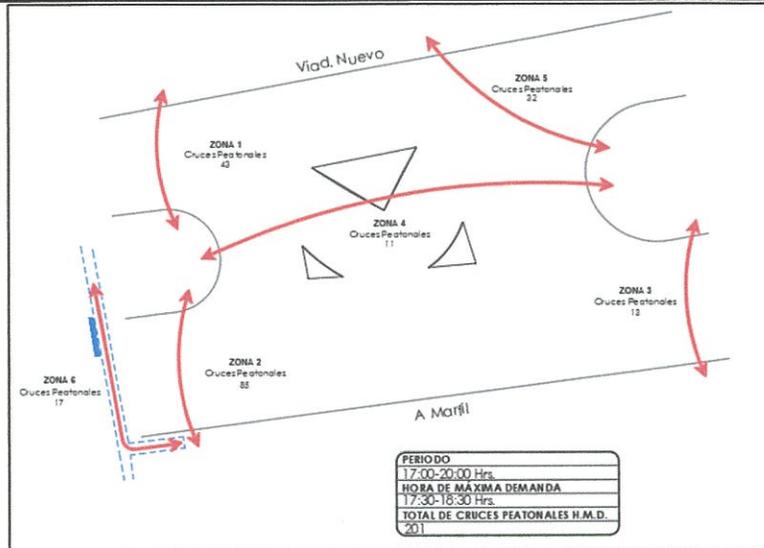


Ilustración 28 Volúmenes peatonales Carr. Marfil – Viaducto Nuevo (turno tarde)
Fuente: Elaboración propia

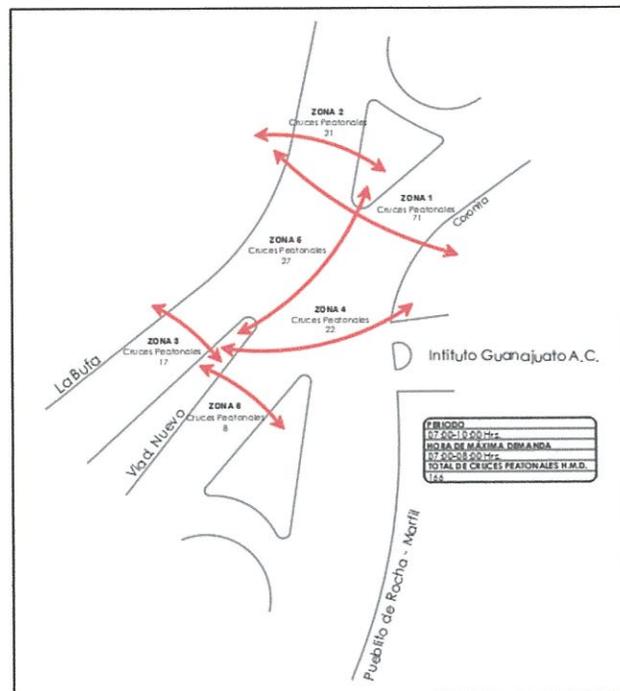


Ilustración 29 Volúmenes peatonales Carr. Marfil – Calle La Bufa (turno mañana)
Fuente: Elaboración propia

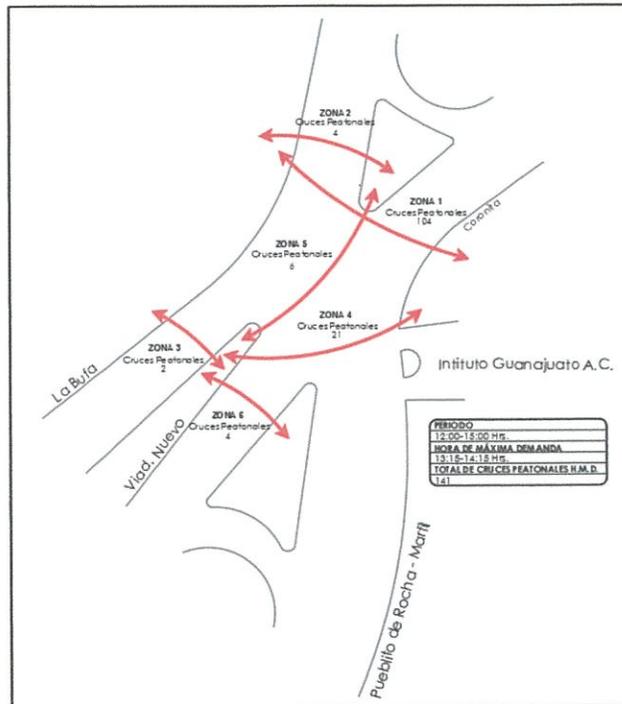


Ilustración 30 Volúmenes peatonales Carr. Marfil – Calle La Bufa (turno medio día)
Fuente: Elaboración propia

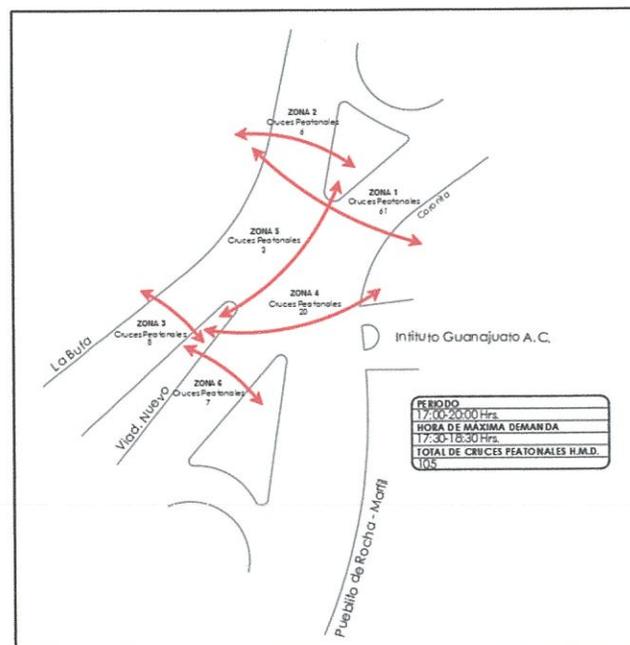


Ilustración 31 Volúmenes peatonales Carr. Marfil – Calle La Bufa (turno tarde)
Fuente: Elaboración propia

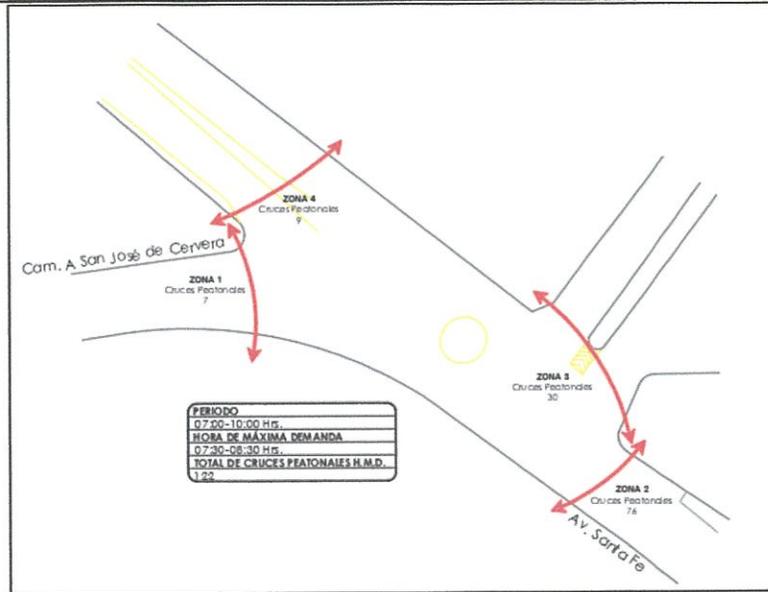


Ilustración 31 Volúmenes peatonales Avenida Santa Fe – Camino a Cervera (turno mañana)
Fuente: Elaboración propia

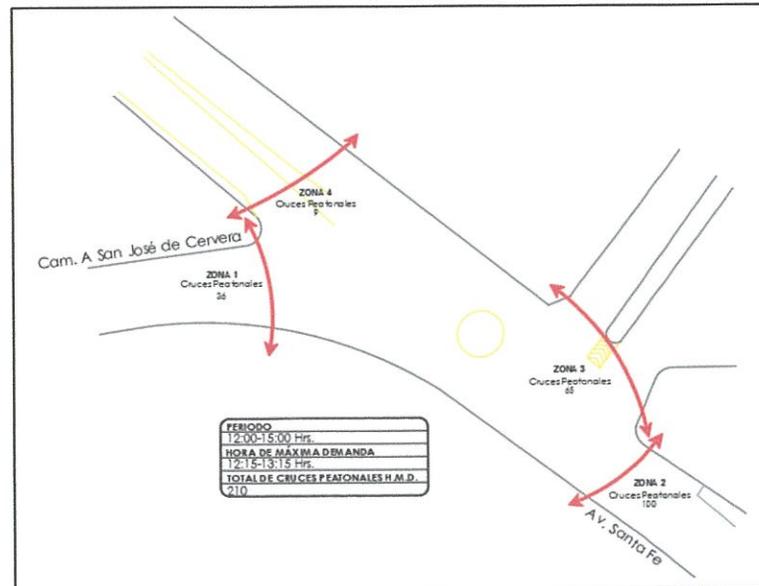


Ilustración 32 Volúmenes peatonales Avenida Santa Fe – Camino a Cervera (turno medio día)
Fuente: Elaboración propia

Handwritten initials/signature

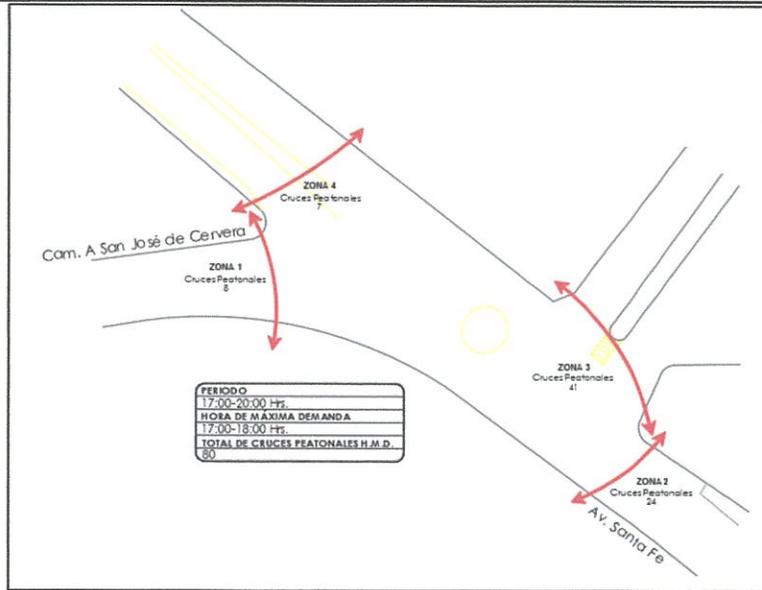


Ilustración 33 Volúmenes peatonales Avenida Santa Fe – Camino a Cervera (turno tarde)

Fuente: Elaboración propia

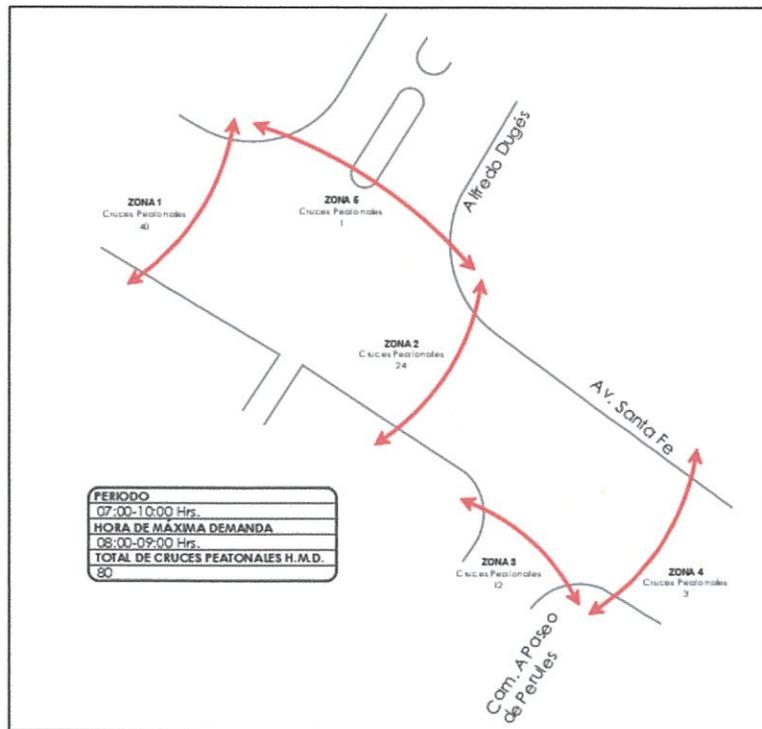


Ilustración 34 Volúmenes peatonales Avenida Santa Fe – calle Alfredo Dugés (turno mañana)

Fuente: Elaboración propia

6 

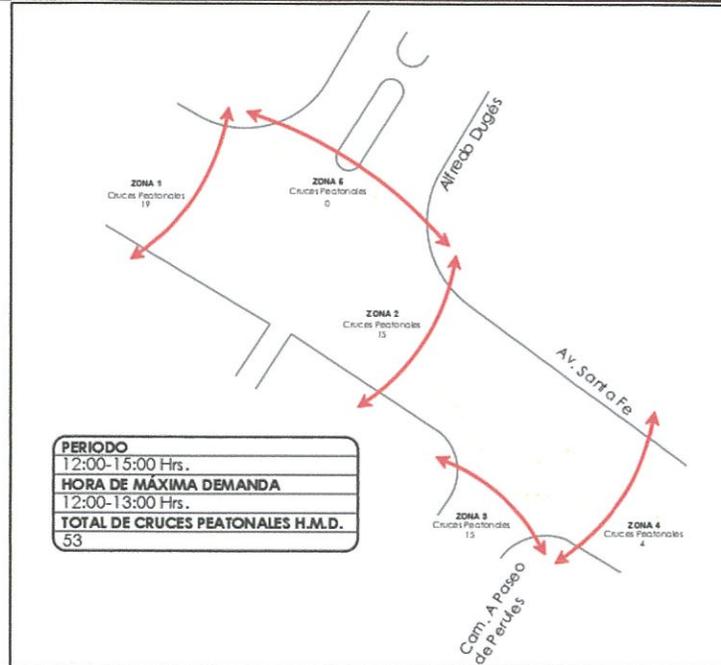


Ilustración 35 Volúmenes peatonales Avenida Santa Fe – calle Alfredo Dugés (turno medio día)

Fuente: Elaboración propia

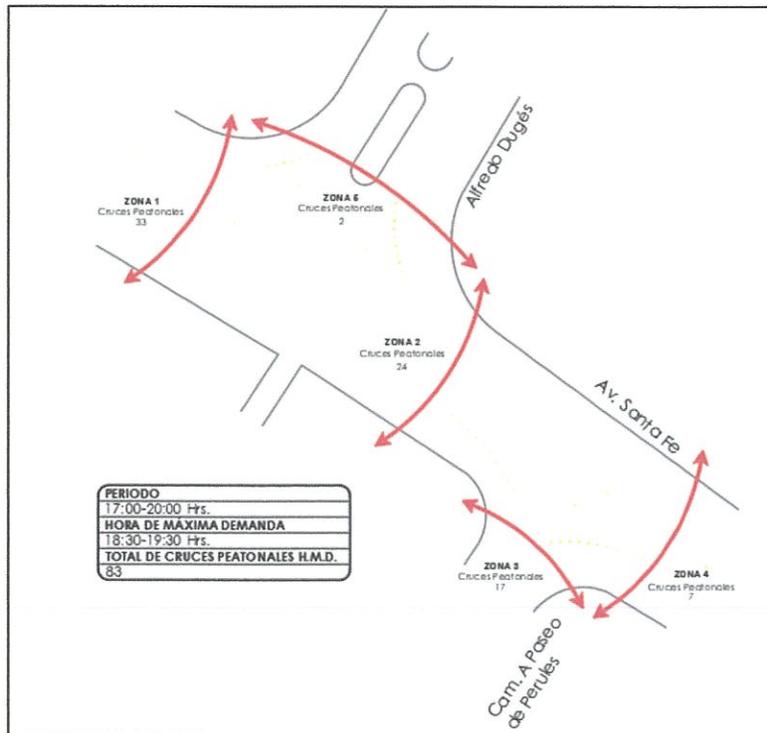


Ilustración 36 Volúmenes peatonales Avenida Santa Fe – calle Alfredo Dugés (turno tarde)

Fuente: Elaboración propia

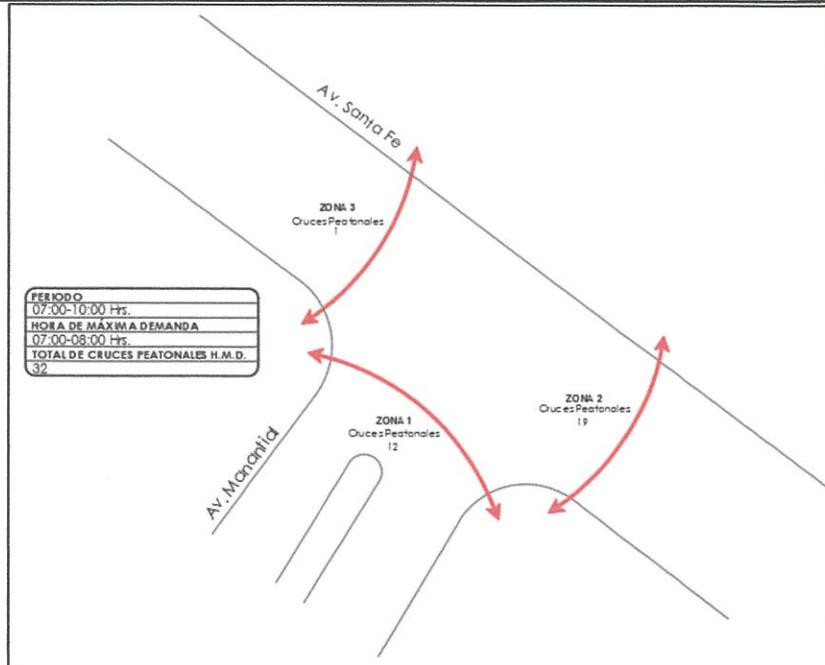


Ilustración 37 Volúmenes peatonales Avenida Santa Fe – Avenida Manantial (turno mañana)

Fuente: Elaboración propia

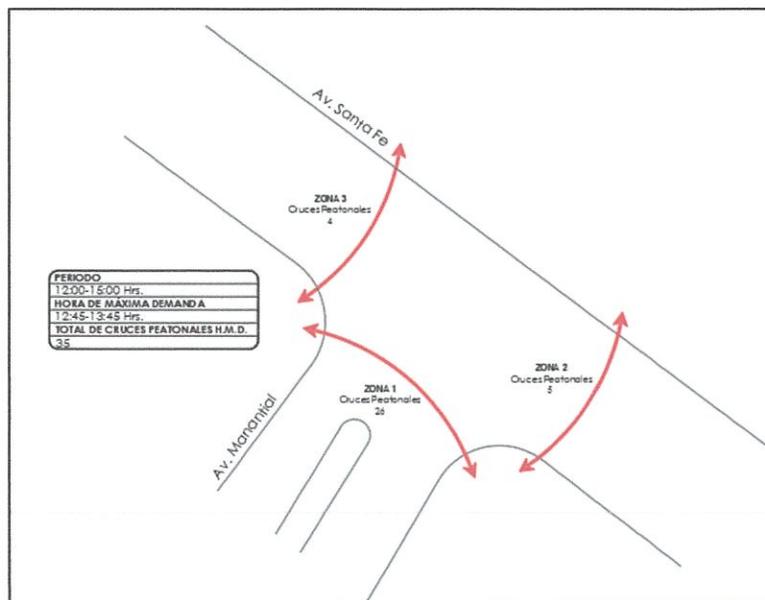


Ilustración 38 Volúmenes peatonales Avenida Santa Fe – Avenida Manantial (turno medio día)

Fuente: Elaboración propia

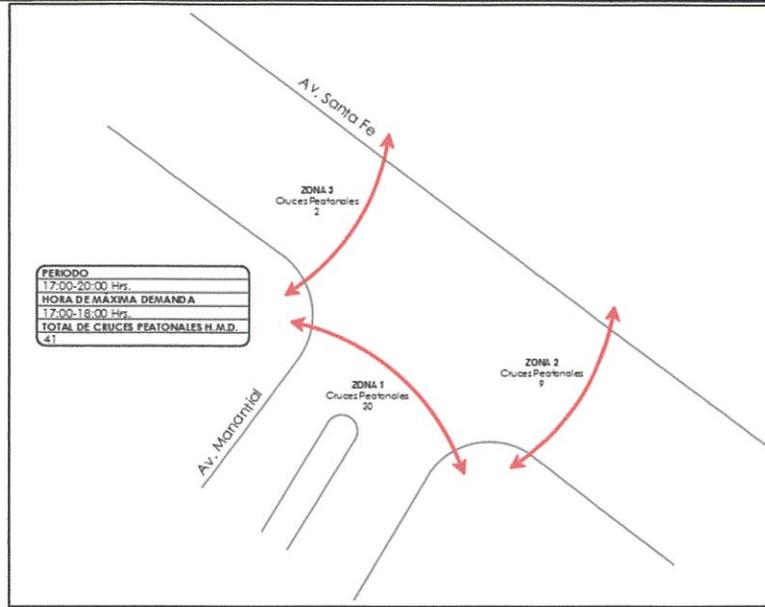


Ilustración 39 Volúmenes peatonales Avenida Santa Fe – Avenida Manantial (turno tardes)

Fuente: Elaboración propia

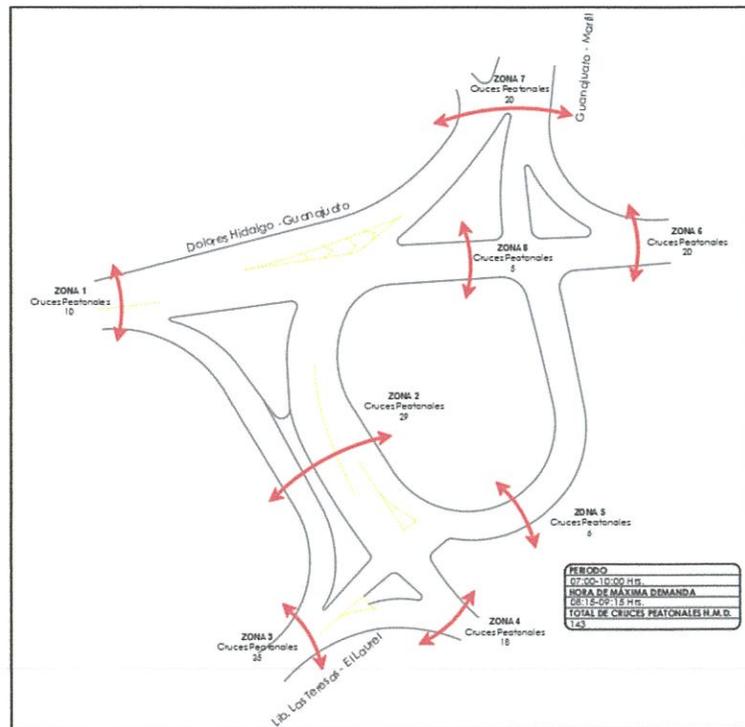


Ilustración 40 Volúmenes peatonales Glorieta Marfil – Carr. Guanajuato Silao (turno mañana)

Fuente: Elaboración propia

6



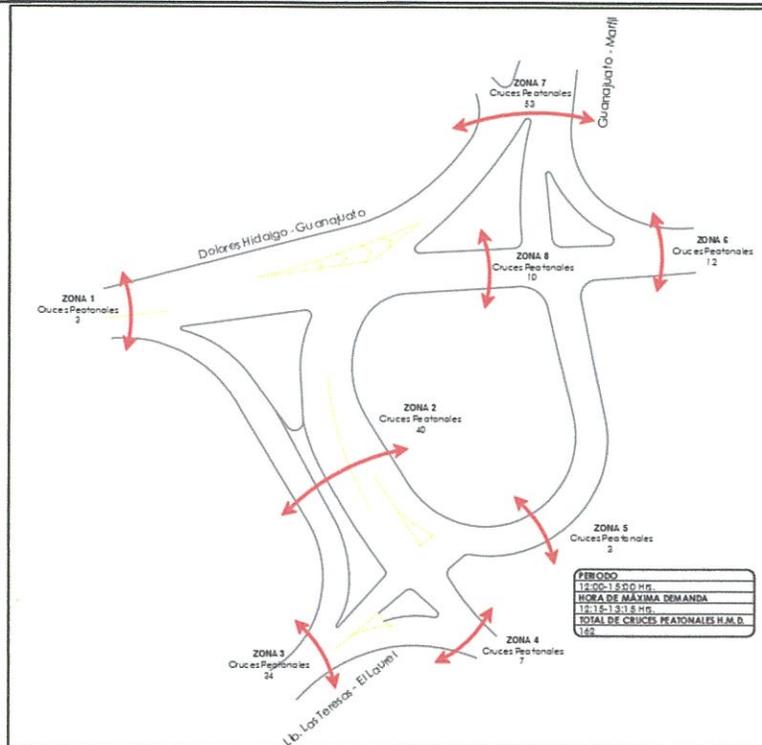


Ilustración 41 Volúmenes peatonales Glorieta Marfil – Carr. Guanajuato Silao (turno medio día)

Fuente: Elaboración propia

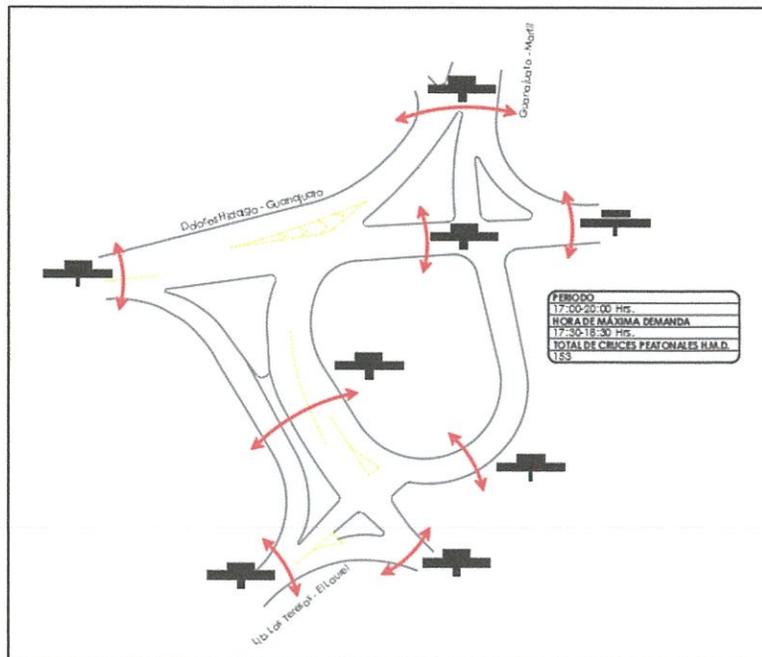


Ilustración 42 Volúmenes peatonales Glorieta Marfil – Carr. Guanajuato Silao (turno tarde)

Fuente: Elaboración propia

6



1.3.3.- Estudios de tiempos de recorrido y demoras.

Se realizaron 2 recorridos del flujo vehicular para determinar los tiempos de duración y las demoras de los viajes, sobre 2 trayectorias conformadas por los 2 corredores, con la finalidad de determinar la eficiencia antes y después de la implementación del sistema centralizado adaptativo, como resultado de los análisis de operación y movilidad. El método utilizado fue el del "vehículo flotante", mismo que consiste en realizar los recorridos entre los pelotones de vehículos que circulan por las vialidades de estudio. Los periodos de estudios fueron en las horas de máxima demanda de los tres periodos del día (mañana, mediodía y tarde)

Con dicho estudio se determinaron la velocidad global, media y de circulación, así como los motivos y causas de las pérdidas de tiempo de los viajes.

1.3.4. Aforos vehiculares 24 hrs. en sitios estratégicos de la red vial.

Los aforos vehiculares 24 hrs. se realizaron en estaciones maestras mediante contadores electrónicos, dicho aforo fue en 1 punto estratégico sobre una de las vialidades principales de la estructura vial y durante una semana (7 días), con dicha información se obtuvo el comportamiento de los flujos vehiculares horarios. La información sirve además para el cálculo del Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS), así como para determinar el volumen horario de proyecto de vialidades.

Se realizaron en Excel las gráficas de variación horaria de cada una de las estaciones maestras, por sentidos de circulación.

1.3.5.- Análisis de capacidad y nivel de servicio, situación actual.

Cálculo del nivel de servicio operacional (eficiencia) de la red vial principal. Con los resultados de los aforos vehiculares y las características físicas, geométricas y operacionales de las 4 intersecciones analizadas, se calcula el nivel de servicio operacional (eficiencia) de la red vial y se determina la problemática actual (diagnóstico).

1.3.6.- Proceso de optimización y generación de estrategias de control.

Con los resultados de los aforos vehiculares, y las características físicas, geométricas y operacionales de las intersecciones de la red vial analizada, se procedió a optimizar y generar los diferentes escenarios de programaciones, esto a través del software SYNCHRO, para lo cual se desarrollaron las programaciones las cuales comprenden los tres periodos de máxima demanda del día.

2. ESTUDIOS E INGENIERÍA DE TRÁNSITO

2.1.- Aforos vehiculares direccionales.

Los aforos vehiculares direccionales, nos permiten conocer el volumen vehicular que circula por una intersección, especificando el número de vehículos que van de frente, dan vuelta a la derecha e izquierda, cuando estas se permiten. Además, se registra la composición vehicular de los mismos, es decir:

- Vehículos Tipo "A" (Vehículos ligeros autos, vagonetas, camionetas pick up)
- Vehículos Tipo "B" (Vehículos de servicio público, autobuses, microbuses, escolares)
- Vehículos Tipo "C" (Camiones de carga, tolvas, repartidores, camionetas 3 ½ toneladas, tráiler, vehículos de tracción animal, etc.)

Las intersecciones en donde se realizaron los aforos direccionales son las 8 intersecciones del proyecto. Se presenta un resumen del total de la información de los volúmenes en las horas de máxima demanda en Tabla No. 01, el croquis de volúmenes direccionales para cada periodo se presenta en los anexos, así como, la información detallada de cada movimiento (volumen por periodos de cada 15 minutos y su clasificación vehicular).

Tabla 1 Resumen intersecciones de volúmenes vehiculares direccionales por hora, para cada intersección en los diferentes periodos de máxima demanda. Entre semana.

Fuente: Elaboración propia

ID	Intersección	Acceso	Vol. HMD-M	Total	Vol.	Total	Vol. HMD-T	Total
			(veh/hr)	Intersección	HMD-MD	Intersección	(veh/hr)	Intersección
			(veh/hr)	(veh/hr)	(veh/hr)	(veh/hr)	(veh/hr)	(veh/hr)
1	Carretera Guanajuato – Marfil con Viaducto Nuevo	E Marfil	587	1813	682	1469	677	1350
		W Marfil	655		477		421	
		E Viaducto	570		0		0	
		W Viaducto	1		310		252	
2	Carretera Guanajuato – Marfil con La Bufo	N Pueblito de Rocha	396	1328	93	1093	117	982
		S Pueblito de Rocha	410		503		481	
		SP V. Nuevo	233		4		0	
		NP La Bufo	101		464		372	
		SP La bufo	32		14		12	
		Winst.	156		15		0	
3	Av. Santa fe - Cam. A San José de Cervera	NE	595	1531	457	1191	510	1372
		NW	73		74		10	
		SW	651		495		534	
		E	212		165		318	
4	Av. Santa fe - Cam. A Paseo de Perules con Alfredo Dugés	N	382	1753	367	1578	372	1713
		S	363		183		255	
		NE	455		467		567	
		SW	553		561		519	
5	Av. Santa fe - Av. Manantial	S	634	1595	281	1398	301	1370
		NE	534		530		520	
		SW	427		587		549	
6	Carretera Guanajuato Dolores Hidalgo con El Laurel (rotonda)	N Marfil	879	3403	471	3128	551	3322
		SP El Laurel	1266		1111		1376	
		E Carretera Dolores - Guanajuato	1258		1546		1395	
7	Carretera puentecillas – Av. Manantial	S Puentecillas	1249	2927	1019	2245	1111	2232
		N Puentecillas	1021		807		683	
		EN Manantial	636		412		430	
		ES Manantial	21		7		8	
8	"Guanajuato - Juventino Rosas (Curvas Peligrosas)	N	1166	1752	1097	1649	1068	1586
		S	86		89		87	
		E	500		463		431	

HMD- (Hora de máxima demanda – M (mañana), MD (medio día) y T (tarde).

B



2.2. Aforo Peatonal

Estos datos nos proporcionan información específica del comportamiento del flujo Peatonal y los cruces que se realizan dentro de la intersección.

Las intersecciones en donde se realizaron los aforos peatonales son 20 intersecciones del proyecto. Se presenta un resumen del total de la información de los volúmenes en las horas de máxima demanda en Tabla No. 2, los croquis de volúmenes peatonales para cada periodo se presentan en los anexos, así como la información detallada de cada cruce peatonal.

Tabla No.2 Resumen de intersecciones de volúmenes Peatonales por hora, para cada intersección en los diferentes periodos de máxima demanda. Fuente: Elaboración propia

Intersección	Cruce	Vol. HMD-M	Total	Vol.	Total	Vol.	Total
		HMD-M	Intersección	HMD-MD	Intersección	HMD-MD	Intersección
		(peat/hr)	(peat/hr)	(peat/hr)	(peat/hr)	(peat/hr)	(peat/hr)
Carretera Guanajuato – Marfil con Viaducto Nuevo	1	83	478	81	358	43	201
	2	196		190		85	
	3	23		10		13	
	4	48		16		11	
	5	62		37		32	
	6	66		24		17	
Carretera Guanajuato – Marfil con La Bufa	1	71	166	104	141	61	105
	2	21		4		6	
	3	17		2		8	
	4	22		21		20	
	5	27		6		3	
	6	8		4		7	
Av. Santa fe - Cam. A San José de Cervera	1	7	122	36	210	8	80
	2	76		100		24	
	3	30		65		41	
	4	9		9		7	
Av. Santa fe - Cam. A Paseo de Perules con Alfredo Dugés	1	40	80	19	53	33	83
	2	24		15		24	
	3	12		15		17	
	4	3		4		7	
	5	1		0		2	
Av. Santa fe - Av. Manantial	1	12	32	26	36	30	41
	2	19		5		9	
	3	1		4		2	
Carretera Guanajuato Dolores Hidalgo con El Laurel (rotonda)	1	10	143	3	162	5	153
	2	29		40		20	
	3	35		34		49	
	4	18		7		23	
	5	6		3		0	
	6	20		12		5	
	7	20		53		42	
	8	5		10		10	
Carretera puentecillas – Av. Manantial	1	7	122	36	210	8	80
	2	76		100		24	
	3	30		65		41	
	4	9		9		7	

HMD- (Hora de máxima demanda – M (mañana), MD (medio día) y T (tarde).

2.3.- Estudios de tiempos de recorrido y demoras.

Los propósitos del estudio de velocidades de tiempos de recorrido y demoras son evaluar la calidad del movimiento vehicular a lo largo de una ruta o trayectoria y determinar la ubicación, tipo y magnitud de las demoras del tránsito. La calidad del flujo se mide por las velocidades de recorrido y de marcha a la que opera la vialidad.

El estudio de velocidades de recorrido fue realizado sobre Carretera Guanajuato - Marfil, que por su importancia incide en la movilidad urbana de la ciudad, con el fin de conocer los tiempos empleados actualmente por los usuarios para circular por la ciudad. En este rubro se identificaron las principales causas físicas y operativas que generan las demoras y los sitios en donde se presentan.

La metodología utilizada para el estudio, como ya fue mencionado con anterioridad, es la conocida como el método del "vehículo flotante", el cual consiste en medir la velocidad de operación vehicular directamente en la corriente del tránsito, por medio de un automóvil que circula a la misma velocidad del pelotón de autos que circulan por la vía en estudio. Esta acción es realizada por un chofer experimentado, que, por así decirlo, "flota" en la corriente vehicular, sin adelantarse o atrasarse al grueso del pelotón de autos; adicionalmente dentro del vehículo se encuentran dos técnicos especializados, que complementarán el estudio. La labor de los técnicos consiste en que uno de ellos anota el lugar, causa y duración de la demora, y el segundo técnico, registra los tiempos realizados al pasar por los puntos de control de la vialidad (previamente establecidos en recorridos de reconocimiento). Para cada vialidad son ubicados puntos de control en tramos donde pudiese variar la velocidad a fin de tener tramos con comportamientos homogéneos.

Para obtener el promedio de las velocidades de operación del tránsito vehicular sobre la vialidad de estudio se realizaron 2 recorridos en el transcurso de los periodos de máxima demanda durante el día.

La descripción de las vialidades por donde se trazaron las trayectorias, tanto de ida como de regreso, se describen a continuación y gráficamente en la ilustración 45.

Descripción de trayectorias del estudio de tiempos de recorrido y demoras.

Recorrido sobre Carretera Guanajuato - Marfil IDA

Sobre Carretera Guanajuato – Marfil, inicia bajo puente peatonal antes de Viaducto Nuevo, sigue hacia el oriente hasta cruce con Guanajuato - Marfil y luego hacia el norte hasta Calle Coronita.

Recorrido sobre Carretera Guanajuato - Marfil REGRESO

Sobre Pueblito de Rocha - Cam. Aldana antes de Coronita, sigue hacia el sur hasta cruce con Guanajuato - Marfil y luego hacia el poniente hasta Viaducto Nuevo.

Ilustración 45 Recorrido IDA Fuente: Elaboración propia

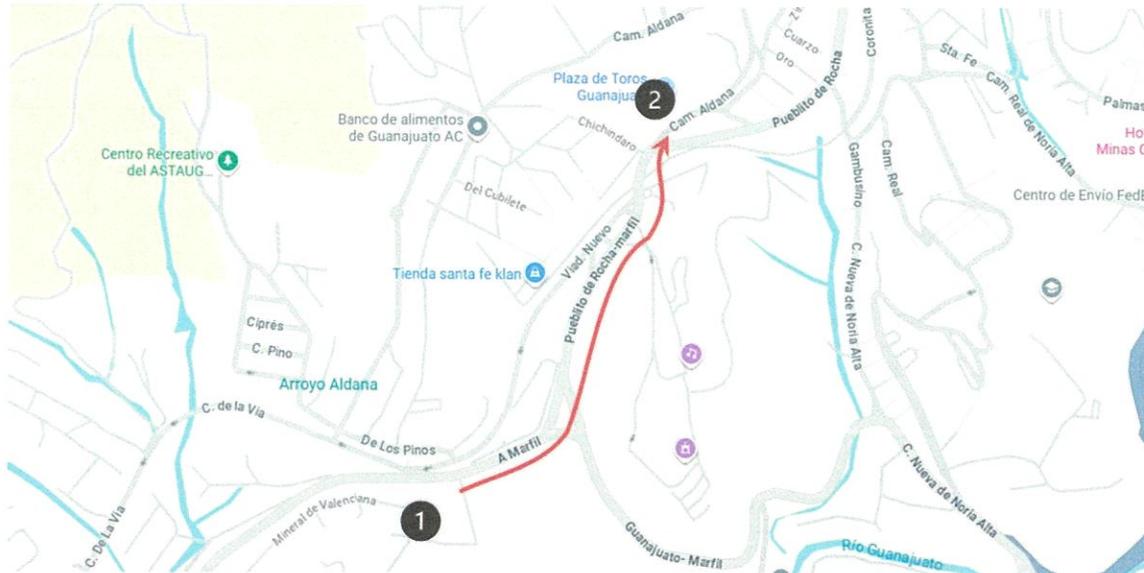
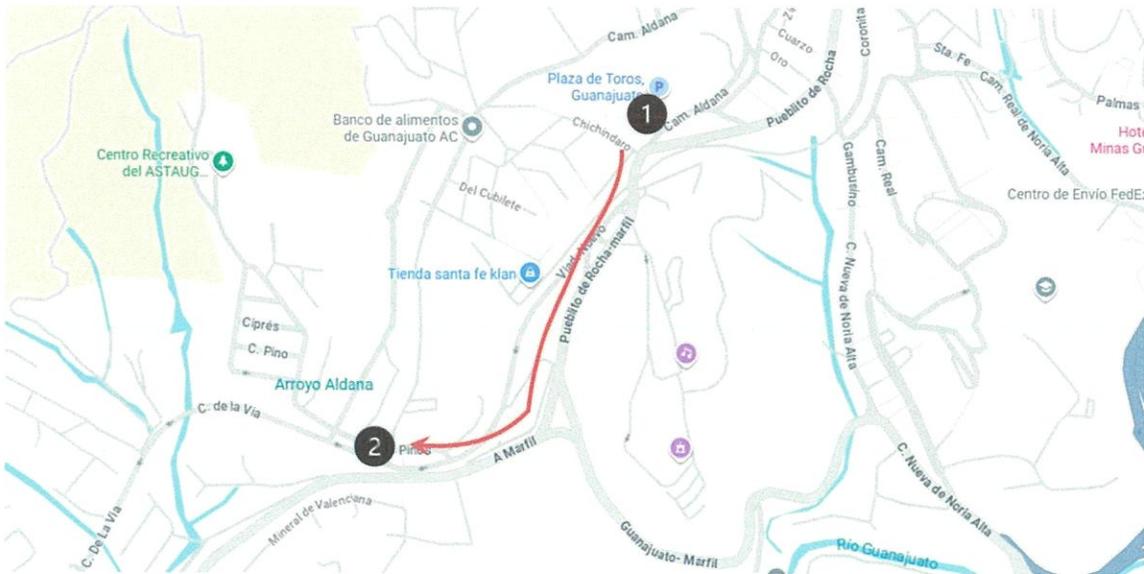


Ilustración 46 Recorrido Circuito 2 Fuente: Elaboración



En las Tablas 3 y 4 se muestran los resultados obtenidos de los estudios de tiempos de recorridos y demoras antes de la implementación.

Tabla 3 Recorrido IDA

Periodo	Tiempo total Promedio hh:mm:ss	Demora total Promedio hh:mm:ss	Velocidad global Promedio km/hr
Mañana	00:01:30	00:00:02	26.43
Mediodía	00:01:46	00:00:00	22.93
Tarde	00:01:19	00:00:00	30.08

Tabla 4 Recorrido REGRESO

Periodo	Tiempo total Promedio hh:mm:ss	Demora total Promedio hh:mm:ss	Velocidad global Promedio km/hr
Mañana	00:01:25	00:00:00	28.64
Mediodía	00:01:26	00:00:00	28.47
Tarde	00:01:33	00:00:00	26.33

Considerando ambos sentidos de circulación, se concluye que los periodos de mayor congestión vehicular ocurren al mediodía y en la tarde, siendo la tarde el más crítico en general, ya que en ese momento se observan los tiempos de recorrido más altos y las velocidades globales más bajas en conjunto, lo que refleja un flujo vehicular más lento y mayor nivel de congestión.

2.4.- Aforos vehiculares 24 horas.

El aforo vehicular de 24 horas, como ya fue descrito, se realizó mediante aparatos electrónicos ubicado en 1 punto de la avenida seleccionada, durante un periodo de 7 días de la semana.

Tabla 5 Puntos sobre la avenida para el Aforo Vehicular 24 horas, por medio de aparatos electrónicos. Fuente: Elaboración propia

Estación	Avenida	Entre Calles
1	Av. Santa Fe	Entre Fray Servando Teresa de Mier y Cañada del Río
2	Carretera Libre Guanajuato - Silao	Entre Calle Jalapa y "Guanajuato - Marfil"



Dirección de Programación de Obra, Estudios y Proyectos

MUNICIPIO Guanajuato, Guanajuato
AVENIDA Av. Santa Fe
Entre Fray Servando Teresa de Mier y
TRAMO Cañada del Río
SENTIDO Ote-Pte **PAVIMENTO** Regular y
Secco
FECHA DE INICIO 03/09/2025

HORA	Miércoles 03/09/2025	Jueves 04/09/2025	Viernes 05/09/2025	Sábado 06/09/2025	Domingo 07/09/2025	Lunes 08/09/2025	Martes 09/09/2025
00:00	10	12	12	60	36	16	10
00:15	14	11	12	44	23	8	8
00:30	7	9	6	32	31	9	10
00:45	4	6	8	26	21	14	5
01:00	7	10	5	37	15	10	6
01:15	9	5	9	21	20	7	5
01:30	3	6	6	29	10	5	5
01:45	2	5	10	19	13	2	4
02:00	1	4	7	12	22	4	1
02:15	7	2	4	19	11	6	1
02:30	1	4	8	15	10	6	3
02:45	2	4	6	14	8	2	3
03:00	1	3	3	17	12	1	1
03:15	2	3	10	18	10	4	4
03:30	2	3	6	19	6	6	8
03:45	7	5	3	12	10	6	2
04:00	4	9	8	16	12	4	4
04:15	9	4	4	12	9	9	7
04:30	10	9	11	18	10	9	10
04:45	12	13	26	24	12	11	10
05:00	16	19	19	38	10	20	11
05:15	29	24	47	29	15	31	20
05:30	35	53	55	57	16	45	45
05:45	38	59	40	35	15	36	39
06:00	39	70	107	56	21	47	42
06:15	70	94	132	75	13	80	69
06:30	110	91	122	93	35	114	108
06:45	122	101	132	135	30	144	128
07:00	172	195	177	97	41	176	166
07:15	165	192	186	128	30	169	161
07:30	171	191	113	125	42	181	165
07:45	168	184	174	147	37	169	182
08:00	163	171	173	188	63	151	155

08:15	171	124	127	188	48	153	163
08:30	139	172	181	121	56	151	142
08:45	149	137	149	128	73	159	147
09:00	132	147	150	110	86	180	146
09:15	119	109	118	110	85	109	100
09:30	124	118	161	106	85	93	89
09:45	94	78	167	127	88	96	71
10:00	67	79	93	91	92	96	57
10:15	67	81	92	81	88	85	76
10:30	74	71	98	93	89	85	84
10:45	84	89	82	86	88	72	99
11:00	88	89	70	90	93	80	98
11:15	79	91	66	89	100	94	100
11:30	81	99	84	98	94	90	87
11:45	78	80	70	123	121	87	88
12:00	96	82	94	129	118	85	77
12:15	115	92	114	124	84	94	94
12:30	105	106	101	124	94	116	105
12:45	130	140	123	108	91	125	104
13:00	107	115	129	144	87	87	121
13:15	104	92	115	140	110	113	102
13:30	99	84	116	130	111	88	97
13:45	107	114	127	149	111	104	91
14:00	82	116	101	134	109	110	99
14:15	134	138	144	114	129	96	110
14:30	117	127	119	137	121	109	113
14:45	130	94	125	134	121	111	128
15:00	96	94	101	108	109	135	116
15:15	99	97	109	104	97	110	112
15:30	104	99	96	107	99	101	106
15:45	102	104	89	101	113	111	110
16:00	105	104	92	104	101	107	131
16:15	104	102	93	1027	104	128	145
16:30	102	82	87	114	95	128	110
16:45	103	119	97	108	94	130	114
17:00	121	150	157	117	92	130	129
17:15	132	144	141	115	93	134	133
17:30	141	124	191	105	89	122	97
17:45	118	116	180	100	105	110	124
18:00	130	114	195	103	84	113	120
18:15	125	141	200	103	86	118	141
18:30	103	95	96	91	88	111	126
18:45	76	115	117	82	76	110	93
19:00	112	121	105	95	87	105	115
19:15	116	102	106	81	91	113	101
19:30	127	113	109	93	94	97	95
19:45	107	90	98	80	114	95	101



Dirección de Programación de Obra, Estudios y Proyectos

20:00	134	85	97	82	106	97	96
20:15	105	95	86	73	90	77	89
20:30	112	89	82	77	90	85	64
20:45	82	73	128	100	72	66	59
21:00	72	53	64	73	70	50	66
21:15	76	59	61	78	67	50	50
21:30	50	55	52	71	61	49	56
21:45	53	57	42	75	52	46	49
22:00	52	60	62	60	48	38	50
22:15	49	61	66	61	46	37	35
22:30	33	43	78	51	40	27	37
22:45	35	40	95	54	30	20	30
23:00	39	34	61	56	28	20	22
23:15	22	22	69	49	25	20	21
23:30	18	18	72	40	18	20	28
23:45	27	30	56	49	16	11	11

TOTAL	7466	7535	8387	8862	6011	7391	7268
-------	------	------	------	------	------	------	------

TPDS 7560

b



Dirección de Programación de Obra, Estudios y Proyectos

MUNICIPIO Guanajuato, Guanajuato
AVENIDA Av. Santa Fe
Entre Fray Servando Teresa de Mier y
TRAMO Cañada del Río
SENTIDO Pte-Ote **PAVIMENTO** Regular y
Seco
FECHA DE INICIO 03/09/2025

HORA	Miércoles 03/09/2025	Jueves 04/09/2025	Viernes 05/09/2025	Sábado 06/09/2025	Domingo 07/09/2025	Lunes 08/09/2025	Martes 09/09/2025
00:00	11	18	24	9	19	13	12
00:15	18	10	12	7	23	15	8
00:30	4	19	11	27	15	12	7
00:45	7	9	7	8	21	16	4
01:00	8	5	13	1	24	8	4
01:15	2	4	9	7	19	10	2
01:30	8	12	12	10	14	8	5
01:45	3	8	4	20	15	2	1
02:00	5	4	10	7	19	2	4
02:15	3	3	8	9	14	4	1
02:30	3	4	5	5	15	4	0
02:45	0	2	5	15	8	4	4
03:00	4	1	9	18	10	5	5
03:15	2	2	0	1	10	4	1
03:30	1	4	8	7	13	4	1
03:45	0	0	15	1	12	1	1
04:00	2	2	7	11	2	3	5
04:15	7	7	8	9	14	9	9
04:30	12	9	8	3	11	9	9
04:45	5	5	0	21	4	4	7
05:00	12	2	13	36	11	13	4
05:15	13	45	7	16	5	10	14
05:30	19	71	25	18	14	12	19
05:45	19	64	11	12	9	16	11
06:00	25	82	94	55	9	19	26
06:15	29	15	147	10	13	42	32
06:30	52	89	70	53	14	60	88
06:45	68	95	92	48	21	80	55
07:00	103	106	104	45	36	108	102
07:15	107	117	108	54	20	116	114
07:30	109	121	121	44	31	117	124
07:45	112	127	126	73	41	116	126
08:00	204	238	193	57	51	209	210
08:15	163	159	153	57	46	155	166
08:30	162	166	172	42	55	168	156



Dirección de Programación de Obra, Estudios y Proyectos

08:45	123	117	119	58	42	117	129
09:00	133	133	158	100	60	121	119
09:15	121	137	162	104	56	103	116
09:30	98	88	87	103	75	90	93
09:45	78	88	97	110	71	98	91
10:00	82	79	95	76	77	74	72
10:15	94	78	98	79	74	104	80
10:30	106	99	82	66	72	90	96
10:45	67	96	99	75	82	77	78
11:00	81	84	84	94	96	98	93
11:15	80	86	97	94	76	74	89
11:30	82	90	86	88	94	69	96
11:45	87	84	93	81	92	98	94
12:00	88	78	121	83	97	107	105
12:15	95	99	182	126	98	116	105
12:30	106	109	114	103	79	108	102
12:45	101	105	104	101	93	103	108
13:00	101	116	128	106	80	106	109
13:15	104	117	122	104	83	106	99
13:30	121	125	148	138	110	115	114
13:45	117	125	123	97	76	120	118
14:00	112	139	117	136	86	119	109
14:15	135	139	101	130	90	129	124
14:30	120	152	153	135	110	101	110
14:45	117	130	157	136	108	92	124
15:00	104	116	113	141	96	105	113
15:15	117	106	97	114	115	103	101
15:30	88	109	99	112	109	97	121
15:45	124	103	96	102	79	123	116
16:00	97	101	109	106	114	100	101
16:15	113	117	100	108	101	102	101
16:30	128	122	123	126	97	101	117
16:45	112	109	116	102	108	100	116
17:00	115	165	128	120	122	113	136
17:15	139	157	197	126	83	115	145
17:30	146	179	157	101	89	133	126
17:45	117	164	144	104	89	132	139
18:00	135	151	114	114	85	133	131
18:15	125	171	117	96	92	120	128
18:30	120	166	198	98	78	126	128
18:45	101	158	141	76	77	137	135
19:00	82	164	128	85	114	116	108
19:15	102	154	141	92	89	114	121
19:30	114	126	112	103	115	117	105
19:45	120	127	160	108	96	92	101
20:00	93	80	92	94	88	75	106
20:15	95	89	96	90	113	91	89

e
M



Dirección de Programación de Obra, Estudios y Proyectos

20:30	97	83	103	80	93	72	91
20:45	88	70	90	98	87	80	60
21:00	88	89	91	87	72	61	66
21:15	64	80	64	76	61	58	77
21:30	35	57	44	72	65	56	57
21:45	63	44	52	53	64	37	56
22:00	42	52	71	74	61	44	37
22:15	42	43	33	55	45	31	30
22:30	40	27	42	44	36	40	27
22:45	33	29	22	54	46	26	29
23:00	23	27	32	47	29	21	25
23:15	20	31	36	45	24	13	20
23:30	19	21	26	54	30	13	22
23:45	26	25	25	34	22	19	15

TOTAL	7018	7930	8047	6530	5619	6929	7106
-------	------	------	------	------	------	------	------

TPDS 7025

B *MA*



Dirección de Programación de Obra, Estudios y Proyectos

MUNICIPIO	Guanajuato, Guanajuato	
AVENIDA	Carr. Libre Guanajuato - Silao	
TRAMO	Entre Calle Jalapa y "Guanajuato - Marfil"	
SENTIDO	Ote-Pte	PAVIMENTO Regular y Seco
FECHA DE INICIO	03/09/2025	

HORA	Miércoles 03/09/2025	Jueves 04/09/2025	Viernes 05/09/2025	Sábado 06/09/2025	Domingo 07/09/2025	Lunes 08/09/2025	Martes 09/09/2025
00:00	55	38	57	100	100	53	46
00:15	43	49	57	104	136	61	40
00:30	38	29	43	79	90	37	35
00:45	35	26	37	70	97	35	27
01:00	22	15	22	75	60	26	23
01:15	19	16	39	58	74	42	12
01:30	17	23	34	56	73	38	17
01:45	16	22	23	45	68	24	9
02:00	16	11	31	32	58	15	14
02:15	8	15	17	38	38	14	12
02:30	18	20	25	40	38	22	13
02:45	10	13	15	48	54	17	11
03:00	14	14	23	28	44	16	11
03:15	10	13	20	23	27	10	5
03:30	17	13	14	17	37	8	11
03:45	5	10	17	37	37	10	8
04:00	11	8	14	31	38	17	9
04:15	11	11	32	45	33	14	11
04:30	16	20	26	35	39	19	15
04:45	40	33	52	45	41	33	34
05:00	32	39	48	48	44	46	40
05:15	42	47	57	40	42	51	39
05:30	52	48	62	55	47	62	45
05:45	89	95	77	67	47	91	70
06:00	109	95	102	63	45	104	109
06:15	114	106	124	71	70	146	125
06:30	166	150	150	94	74	172	151
06:45	200	205	198	134	82	246	222
07:00	297	286	272	157	97	291	304
07:15	328	323	322	156	104	331	300
07:30	321	340	326	160	89	312	330
07:45	333	339	395	194	132	370	382
08:00	380	398	369	230	150	402	397

6



Dirección de Programación de Obra, Estudios y Proyectos

08:15	366	378	383	230	138	370	403
08:30	351	368	351	233	132	390	369
08:45	308	355	369	244	161	367	368
09:00	340	302	354	261	176	328	339
09:15	313	321	355	291	162	307	302
09:30	290	254	296	239	194	260	285
09:45	244	283	274	271	182	290	293
10:00	299	276	303	274	204	301	264
10:15	301	304	278	280	220	282	269
10:30	257	242	315	287	232	303	250
10:45	291	283	323	309	232	290	294
11:00	277	269	301	309	272	301	265
11:15	281	272	271	344	264	287	275
11:30	280	279	332	285	223	293	286
11:45	301	288	321	302	256	268	301
12:00	290	289	348	321	258	315	283
12:15	260	280	300	355	232	339	331
12:30	266	270	324	353	248	274	301
12:45	277	319	319	333	273	326	294
13:00	271	311	384	366	339	313	352
13:15	315	386	330	358	267	323	371
13:30	390	335	372	333	266	331	357
13:45	350	364	387	347	284	365	353
14:00	333	353	396	360	298	355	361
14:15	346	362	427	446	289	358	344
14:30	354	351	426	388	289	350	355
14:45	390	371	410	364	340	358	343
15:00	340	366	407	371	309	404	379
15:15	332	382	423	341	314	409	430
15:30	381	364	421	341	282	371	359
15:45	350	356	387	376	285	359	354
16:00	416	419	409	360	301	439	401
16:15	471	468	458	390	313	422	475
16:30	408	443	426	317	282	371	375
16:45	397	384	412	288	264	401	399
17:00	374	358	372	283	257	443	355
17:15	376	344	357	274	319	412	348
17:30	358	392	330	284	297	379	347
17:45	354	388	323	307	256	338	347
18:00	337	369	343	295	286	384	385
18:15	378	375	322	262	300	346	356
18:30	356	353	339	281	321	352	332
18:45	239	319	344	241	347	290	290
19:00	294	318	384	250	309	348	346
19:15	333	323	369	286	314	375	372
19:30	309	353	343	246	305	307	288
19:45	321	300	301	247	335	259	302

6

M



Dirección de Programación de Obra, Estudios y Proyectos

20:00	299	302	301	272	272	280	295
20:15	270	330	341	286	285	268	284
20:30	250	290	355	268	274	274	269
20:45	274	227	298	268	261	253	234
21:00	212	241	269	255	245	247	213
21:15	230	219	299	241	254	205	244
21:30	208	211	243	236	219	177	180
21:45	172	205	236	213	200	129	169
22:00	148	162	234	198	155	147	141
22:15	139	141	198	210	152	147	145
22:30	111	130	186	167	106	103	120
22:45	91	110	155	159	111	85	102
23:00	83	96	165	159	131	104	88
23:15	86	82	141	141	99	85	88
23:30	56	83	126	151	93	54	59
23:45	54	66	120	129	59	54	60

TOTAL	21032	21604	23486	20351	17548	21800	21416
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

TPDS 21033

6
AM

3.1.- Introducción.

El cálculo de la eficiencia de la red vial se inicia con un análisis a través de una visión global del área de estudio, describiéndose las condiciones de la estructura vial, en las cuales se incluyen tanto los elementos del tránsito como son los vehículos, peatones y la vialidad, así como los dispositivos para el control del tránsito.

3.2. Análisis de capacidad y nivel de servicio, situación actual (SYNCHRO 6)

Este análisis consiste en calcular la capacidad vial y el nivel de servicio (Ns) a la cual están operando actualmente cada uno de los accesos de las intersecciones en la hora de máxima demanda, así como la intersección en general. Para ello se utiliza la metodología empleada en el Manual de Capacidad para Carreteras "HCM 2010"

Nivel de Servicio, El Nivel de Servicio de una vía o intersección, es una medida cualitativa que se refiere a la calidad con la que se efectúa la movilidad vehicular, con respecto a la máxima capacidad que puede soportar la misma.

Los niveles de servicio se clasifican desde el "A" como muy bueno, hasta el "F" como nivel de saturación de la avenida o intersección, y éstos dependen de la geometría, número de carriles, condiciones físicas (distancias de obstáculos laterales, pavimento, clima, etc.) y sistemas de control para el tránsito, entre otros.

Nivel de servicio "A", corresponde a una condición de flujo libre, con volúmenes de tránsito bajos y velocidades altas. La densidad es baja, y la velocidad depende del deseo de los conductores dentro de los límites impuestos y bajo las condiciones físicas de las vías.

Nivel de servicio "B", corresponde a la zona de flujo estable, con velocidades de operación que empiezan a restringirse por las condiciones del tránsito. Los conductores tienen una libertad razonable para elegir sus velocidades y el carril de operación.

Nivel de servicio "C", Se encuentra en la zona de flujo estable, pero las velocidades y posibilidades de maniobras están más estrechamente controladas por los altos volúmenes de tránsito.

Nivel de servicio "D", se aproxima al flujo inestable con velocidades de operación aún satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación. Las variaciones en el volumen de tránsito y las restricciones momentáneas al flujo pueden causar un descenso importante en las velocidades de operación.

Nivel de servicio "E", no puede describirse solamente por la velocidad, pero representa la operación a velocidades aún más bajas que el nivel "D", con volúmenes de tránsito correspondientes a la capacidad.

Nivel de servicio "F", corresponde a circulación forzada, las velocidades son bajas, las cuales en casos extremos llegan a ser cero, y los volúmenes de tránsito que permiten pasar son inferiores a la capacidad. En estas condiciones generalmente se producen colas de vehículos a partir del lugar en que se produce la restricción.

Los análisis de capacidad vial y niveles de servicio se realizan mediante normas y criterios obtenidos del Manual de Capacidad Vial y los modelos de simulación de redes, y se determinan con relación al tiempo en segundos de demora por vehículo, para cada acceso de una intersección, de acuerdo con la siguiente relación:

Nivel de servicio	Demora en seg. /vehículo
Nivel de Servicio "A"	0 a 5
Nivel de Servicio "B"	5 a 15
Nivel de Servicio "C"	15 a 25
Nivel de Servicio "D"	25 a 40
Nivel de Servicio "E"	40 a 60
Nivel de Servicio "F"	60 o más.

El Nivel de servicio para una intersección se determina en función de la ponderación del volumen vehicular de cada acceso por la demora, es decir, la sumatoria del volumen de cada acceso por la demora de esta y dividido entre la sumatoria de los volúmenes de toda la intersección.

Para el análisis de la operación de las 8 intersecciones en estudio, se tomaron en cuenta los siguientes elementos.

- Volumen direccional del tránsito vehicular en la hora de máxima demanda.
- Composición vehicular por movimiento direccional.
- Factores de hora máxima demanda por acceso.
- Número de carriles.
- Tiempo de fases y duración del ciclo en la hora de máxima demanda (para el caso de intersecciones semaforizadas).
- Prioridad de circulación y tipo de señalamiento de control (para el caso de intersecciones no semaforizadas).

A continuación, se presentan los niveles de servicio obtenidos de la situación actual de las 8 intersecciones.

Tabla 6 Resumen de niveles de servicio en situación actual. Entre semana Fuente: Elaboración propia

ID	Intersección	Demora (s/v) o ICU (%)	Nivel de servicio	Demora (s/v) o ICU (%)	Nivel de servicio	Demora (s/v) o ICU (%)	Nivel de servicio
		HMD M	LOS e ICU HMD M	HMD MD	LOS e ICU HMD MD	HMD T	LOS e ICU HMD T
1	Carretera Guanajuato Marfil con Viaducto Nuevo	76.00%	D	51.00%	A	47.00%	A
2	Carretera Guanajuato Marfil con La Bufa	69.00%	C	54.00%	A	52.00%	A
3	Av. Santa Fe - Cam. A San José de Cervera	61.80%	B	50.00%	A	59.70%	A
4	Av. Santa Fe - Cam. A Paseo de Perules con alfredo Dugés	79.70	F	13.50	B	45.5	E
		65.10%	C	56.20%	B	61.70%	B
5	Av. Santa Fe - Av. Manantial	88.90	F	36.60	D	23.5	C
		78.80%	D	79.60%	D	75.40%	D
6	Carretera Guanajuato Dolores Hidalgo con El Laurel	3023.00	F	1790.10	F	2851.4	F
		132.00%	H	154.00%	H	112.00%	H
7	Carretera Puenteillas - El Manantial	20.40	B	11.80	B	10.30	B
		89.00%	E	82.00%	D	64.00%	C
8	Carretera Guanajuato Juventino Rosas (curvas peligrosas)	3023.00	F	1790.10	F	2851.4	F
		132.00%	H	154.00%	H	112.00%	H

HMD- (Hora de máxima demanda – M (mañana), MD (medio día) y T (tarde). LOS= Nivel de servicio intersecciones semaforizadas, ICU (índice de ocupación) intersecciones no semaforizadas. s/v= segundos/vehículo

3.3.- Análisis de capacidad y nivel de servicio, situación optimizada (SYNCHRO 6)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos posterior a la implementación de las programaciones propuestas para la optimización de las intersecciones analizadas.

Tabla 7 Resumen de niveles de servicio en situación optimizada. Entre semana Fuente: Elaboración propia HMD- (Hora de máxima demanda – M (mañana), MD (medio día) y T (tarde). LOS= Nivel de servicio intersecciones semaforizadas, ICU (índice de ocupación) intersecciones no semaforizadas. s/v= segundos/vehículo

Intersección	Demora (s/v) o ICU (%) HMD M	Nivel de servicio LOS e ICU HMD M	Demora (s/v) o ICU (%) HMD MD	Nivel de servicio LOS e ICU HMD MD	Demora (s/v) o ICU (%) HMD T	Nivel de servicio LOS e ICU HMD T
Carretera Guanajuato – Marfil con Viaducto Nuevo	25.00	C	26.9	C	19.6	B
	53.00%	A	51.00%	A	47.00%	A
Carretera Guanajuato – Marfil con La Bufa	52.1	D	32.4	C	23	C
	58.00%	B	54.00%	A	52.00%	A
Av. Santa Fe - Cam. A San José de Cervera	50.60	D	25.90	C	41.20	D
	61.80%	B	50.00%	A	59.70%	B
Av. Santa Fe - Cam. A Paseo con Alfredo Dugés	32.80	C	22.30	C	28.50	C
	65%	C	56.20%	B	61.70%	B
Av. Santa Fe - Av. Manantial	21.70	C	19.10	A	19	A
	60.80%	B	53.40%	A	53.90%	A
Carretera Guanajuato Dolores Hidalgo con El Laurel (rotonda)	124.50	F	68.40	D	41.3	D
	138.30%	H	130.00%	H	75.40%	D
Carretera Puente de Cillas - El Manantial	29.40	C	26.30	C	16.80	B
	81.00%	D	69.00%	C	64.20%	C
Carretera Guanajuato Juventino Rosas (CURVAS PELIGROSAS)	124.50	F	68.40	D	41.3	D
	128.30%	H	130.00%	H	75.40%	D

HMD- (Hora de máxima demanda – M (mañana), MD (medio día) y T (tarde). LOS= Nivel de servicio intersecciones semaforizadas, ICU (índice de ocupación) intersecciones no semaforizadas. s/v= segundos/vehículo

3.4.- Indicadores de mejora, (COMPARATIVA)

En la tabla No. 8 se presenta la comparativa de los niveles de servicio de los 3 periodos considerando la situación actual y la optimizada.

Tabla 8 Comparativa de niveles de servicio y demora entre situación actual y optimizada, Fuente: Elaboración Propia

ID	Intersección	Demora (s/v) o ICU (%) HMD	Nivel de servicio LOS e ICU	Demora (s/v) o ICU (%) HMD	Nivel de servicio LOS e ICU	Demora (s/v) o ICU (%) HMD	Nivel de servicio LOS e ICU	Demora (s/v) o ICU (%) HMD	Nivel de servicio LOS e ICU	Demora (s/v) o ICU (%) HMD	Nivel de servicio LOS e ICU	Demora (s/v) o ICU (%) HMD	Nivel de servicio LOS e ICU
		M	HMD	M	HMD	MD	HMD	MD	HMD	T	HMD	T	HMD
		ACTUAL	ACTUAL	OPTIMIZADO	OPTIMIZADO	ACTUAL	ACTUAL	OPTIMIZADO	OPTIMIZADO	ACTUAL	ACTUAL	OPTIMIZADO	OPTIMIZADO
1	Carretera Guanajuato Marfil con Viaducto Nuevo	76.00%	D	25.00	C			26.9	C			19.6	B
		53.00%	A	51.00%	A	51.00%	A	47.00%	A	47.00%	A		
2	Carretera Guanajuato Marfil con La Bufa	69.00%	C	52.1	D			32.4	C	0.00%		23	C
		58.00%	B	54.00%	A	54.00%	A	52.00%	A	52.00%	A		
3	Av. Santa Fe - Cam. A San José de Cervera	61.80%	B	50.60	D			25.90	C			41.20	D
		61.80%	B	50.00%	A	50.00%	A	59.70%	A	59.70%	B		
4	Av. Santa Fe - Cam. A Paseo de Perules con Alfredo Dugés	79.70	F	32.80	C	13.50	B	22.30	C	45.5	E	28.50	C
		65.10%	C	65%	C	56.20%	B	56.20%	B	61.70%	B	61.70%	B
5	Av. Santa Fe - Av. Manantial	88.90	F	21.70	C	36.60	D	19.10	A	23.5	C	19	A
		78.80%	D	60.80%	B	79.60%	D	53.40%	A	75.40%	D	53.90%	A
6	Carretera Guanajuato Dolores Hidalgo con El Laurel	3023.00	F	124.50	F	1790.10	F	68.40	D	2851.4	F	41.3	D
		132.00%	H	138.30%	H	154.00%	H	130.00%	H	112.00%	H	75.40%	D
7	Carretera Puenteillas - El Manantial	20.40	B	29.40	C	11.80	B	26.30	C	10.30	B	16.80	B
		89.00%	E	81.00%	D	82.00%	D	69.00%	C	64.00%	C	64.20%	C
8	Carretera Guanajuato Juventino Rosas (curvas peligrosas)	3023.00	F	124.50	F	1790.10	F	68.40	D	2851.4	F	41.3	D
		132.00%	H	128.30%	H	154.00%	H	130.00%	H	112.00%	H	75.40%	D

3.5.- Criterio general para la colocación de semáforos general para vehículos.

Un semáforo regula el tránsito de vehículos por medio de indicaciones luminosas, estableciendo el derecho de paso. Con respecto a su ubicación longitudinal, se debe instalar por lo menos una cabezal como señal baja en posición vertical y otra, en señal elevada en posición vertical antes de la intersección, a 2 m después de la raya de alto o del área de espera para vehículos no motorizados y motocicletas; la disposición horizontal sólo se emplea cuando se coloca en el brazo superior de una unidad de soporte múltiple o cuando se justifique por restricciones de espacio vertical, como se observa en la Figura VI.5-10 .

Se pueden colocar cabezas adicionales dependiendo de las condiciones locales específicas como el número de carriles, el requerimiento de indicaciones direccionales, la configuración de la intersección, las islas de canalización, entre otros, cuando se justifique mediante un estudio de ingeniería de tránsito que concluya que las cabezas son necesarias para lograr una visibilidad anticipada e inmediata a la intersección, considerando el eje y cono de visión de cualquier

conductor que se aproxime. Las señales luminosas deben ser roja, ámbar y verde, dispuestas en ese orden de arriba hacia abajo en semáforos verticales, o de izquierda a derecha en horizontales. Bajo ningún concepto los semáforos vehiculares deben tener contador ni las señales pueden ser de otro color.

La secuencia de activación de las señales luminosas debe ser roja-verde-ámbar-roja, para señalar:

- Señal luminosa roja: señala a los conductores de vehículos que deben detenerse antes de la raya de alto o del área de espera para vehículos no motorizados y motocicletas;
- Señal luminosa verde: indica a los usuarios que pueden continuar su trayectoria;
- y
- Señal luminosa ámbar: advierte a los conductores que el periodo de verde asignado a un flujo vehicular de vuelta ha terminado y está por iniciar el periodo de rojo; por lo tanto, deben disminuir la velocidad para detenerse si se encuentran antes de la intersección. En ningún caso las señales pueden ser de otro color.

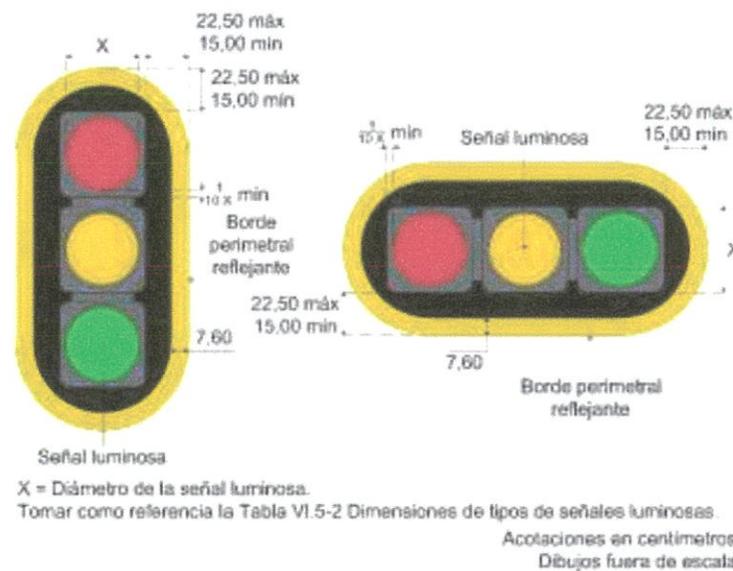
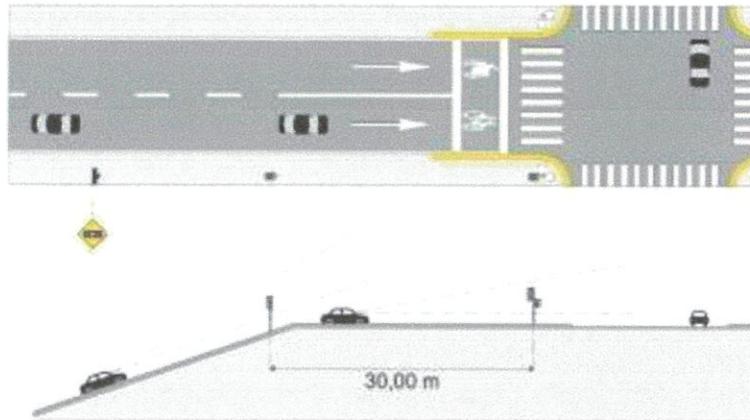


Figura VI.5-10 Semáforo general vertical y horizontal para vehículos

En las pendientes ascendentes que se tornan planas 30 m antes de la marca M-6 Raya de alto, es posible que el semáforo no cumpla con las condiciones de distancia mínima de visibilidad. En estos casos, se comprobará que la elevación sea la apropiada; de lo contrario, se instalará un semáforo previo como se muestra en la Figura VI.5-11 y colocar la señal SP-37 Semáforo.

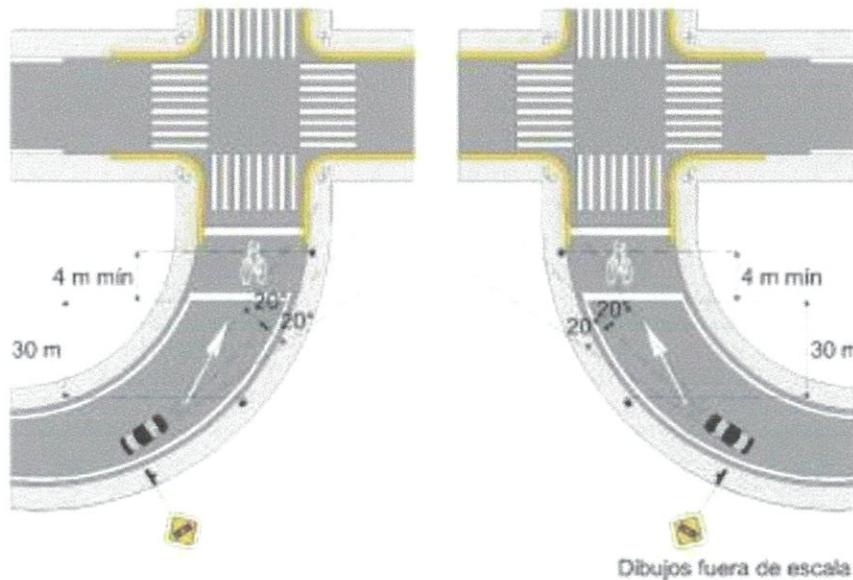
6 *MA*



Dibujos fuera de escala

Figura VI.5-11 Ubicación de semáforos en pendientes

En curvas horizontales previas a una intersección semaforizada, se deberá orientar la cara de tal forma que sea visible al menos 30 m antes de la marca M-6 Raya de alto, como se muestra en la Figura VI.5-12. Además, se instalará la señal SP-37 Semáforo.



Dibujos fuera de escala

Figura VI.5-12 Ubicación de semáforo en curva horizontal

3.6.- Cabezales por entronque.

Con el criterio técnico antes mencionado (apartado 3.5) y con el fin de priorizar el paso peatonal seguro y el orden vial en los 8 cruces de interés, se contemplaron

en el presente estudio de tránsito los siguientes números de semáforos, tanto peatonales como vehiculares por cruce, como se muestra en la tabla 9.

		01 Carretera Marfil con Viaducto Nuevo	02 Carretera Guanajuato Silao - Salida a las Teresas (calle La Bufo)	04 Carretera Marfil Guanajuato-Silao Glorieta	05 Lucas Aleman con Camino a San José de cervera	Carretera Puenteceillas - Av. Manantial	07 Av. Santa Fe con Av. Manantial	08 Av. Sant Fe con Alfredo Dugues	Glorieta Guanajuato - Juventino Rosas	TOTAL
Semáforo vehicular de 4 luces.	pza	1	2	2	2	.	1			8.00
Semáforo vehicular de 3 luces. RAV	pza	6	20	14	4	8	4	8	2	66.00
Semáforo vehicular de 3 luces. FR FA FV									1	1.00
Semáforo peatonal de 2 luces.	pza	4	6	16	8	6	6	10	2	58.00
Semáforo auditivo.	pza	4	5	9	4	4	3	5	1	35.00
Total	pza	15	33	41	18	18	14	23	5	167.00

Tabla 9 Tabla de cabezales por intersección. Elaboración propia.

3.7.- Conclusión

El proyecto de ingeniería no solo demuestra que la optimización del control del tránsito mejora la eficiencia vial, sino que también permite reorientar el sistema de movilidad bajo el enfoque de la pirámide de movilidad, donde el peatón ocupa el nivel prioritario. La implementación de semáforos y la reorganización de intersecciones no deben entenderse únicamente como una estrategia para reducir tiempos de demora vehicular, sino como una herramienta para garantizar cruces seguros, accesibles y ordenados para quienes se desplazan a pie.

Al reducir los conflictos en los puntos críticos y establecer fases semafóricas claras, se otorga al peatón un espacio definido y protegido dentro de la infraestructura vial, disminuyendo riesgos de accidentes y promoviendo una ciudad más inclusiva. Si bien los tiempos de viaje vehicular tienen una mejoría (ver tabla no. 8), el verdadero valor del proyecto radica en equilibrar la movilidad urbana, priorizando primero la seguridad y comodidad de los usuarios más vulnerables.

De esta manera, la infraestructura vial deja de centrarse exclusivamente en la fluidez de los automóviles y se transforma en un sistema integral que responde a principios de seguridad, sostenibilidad y equidad. Al privilegiar el paso peatonal, se fomenta una movilidad más humana, se incentivan desplazamientos no motorizados

sino que alinean la gestión vial con un modelo de ciudad más segura, eficiente y centrada en las personas.

