VOLUMEN I. ESTUDIO DE TRANSITO

CONTRATANTE:
ALCALDÍA MUNICIPAL DE AGUACHICA

CONTRATISTA:
AIBM INGENIERIA LTDA

OBJETO:
ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA GLORIETA Y AVENIDA VICTOR ROQUEME QUIÑONEZ EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA

CALLE 5 CON CARRERA 40

NOVIEMBRE DE 2025

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA GLORIETA Y AVENIDA VICTOR ROQUEME QUIÑONEZ EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA

VOLUMEN I. ESTUDIO DE TRANSITO

ESTUDIO REALIZADO POR:
ING. JOSE LUIS PÉREZ ARÉVALO
ESP. EN VÍAS TERRESTRES

NOVIEMBRE DE 2025

Alcaldía de Aguachica

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 8
2. OBJETIVOS 9
2.1 Objetivos Generales 9
2.2 Objetivos Específicos 9
3. METODOLOGÍA 10
3.1 Recopilación de la información 10
3.1.1 Descripción del área de influencia 10
3.1.2 Descripción de la red vial 10
3.1.3 Estimación de los volúmenes de tráfico 10
4. TRABAJOS DE CAMPO 11
4.1 Aforos de tráfico 11
4.2 Programa de conteos de tráfico 11
4.3 Diseño del formulario de conteo de vehículos 11
4.4 Periodo de Aforo 12
4.5 Procedimiento de Campo para el Aforo Manual de Vehículos 12
4.6 Procesamiento 13
5. DESARROLLO DEL ESTUDIO DE TRANSITO 14
5.1 Área de Influencia 14
5.2 Descripción del Área de Influencia Directa 14
5.3 Localización 14
5.4 Población 15
5.5 Descripción de las Vías a Intervenir 15
5.5.1 Situación actual 15
5.5.2 Situación futura 15
5.6 Estimación de Volúmenes de Transito 16
5.7 Estimación del Transito Promedio Diario Semanal 17
5.8 Determinación del Factor de Ajuste Diario 18
5.9 Pronostico del Volumen de Tránsito Futuro 19
5.10 Proyección del Tráfico a 20 años (TF) 19
5.11 Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes 21
6. CONCLUSIONES 25
7. ANEXO 1. Aforos calle 1 26-29

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Formato de aforos 11
Tabla 2. Consolidado de aforos barrio Nueva Colombia 15
Tabla 3. Tránsito Promedio Diario barrio Nueva Colombia..... 15
Tabla 4. Consolidado de aforos barrio Tierra Linda ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 5. Tránsito Promedio Diario barrio Tierra Linda..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 6. Factores de Ajuste Diario de Acuerdo al Conteo 17
Tabla 7. Composición Vehicular 22
Tabla 8. Resumen de tráfico promedio diario futuro 25
Tabla 9. Cálculo de ejes equivalentes a 8.2 ton ..... **¡Error! Marcador no definido.**

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Localización General del Proyecto Nueva Colombia-Tierra Linda..... 14
Imagen 2. Tipo de Vehículos en Colombia 21
Imagen 3. Esquema Concepto Equivalencia de Carga 22
Imagen 4. Esquema Configuraciones de Ejes 22

Alcaldía de Aguachica

ESTADO DE REVISIÓN

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN MODIFICACIÓN	FOLIOS
1	3/11/2025	Documento Inicial	46

ESTADO DE APROBACIÓN

Título Documento		-GENERAL / INFORME DE DISEÑO GEOMÉTRICO-	
APROBACIÓN	Responsables por elaboración ALCALDÍA MUNICIPAL DE AGUACHICA	ESPECIALISTA	Jose Luis Pérez Arévalo
		MP	54202216077 NTS
		FIRMA	
		FECHA	3/11/2025
		DIRECTOR DE OBRA	
		MP	
		FIRMA	
		FECHA	3/11/2025
	Responsable por revisión y aprobación INTERVENTORÍA	ESPECIALISTA	
		MP	
		FIRMA	
		FECHA	3/11/2025
		DIRECTOR DE INTERVENTORÍA	
		MP	
		FIRMA	
		FECHA	3/11/2025

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la solicitud presentada por la ALCALDÍA MUNICIPAL DE AGUACHICA, se realizó el estudio de Tránsito para el proyecto denominado "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA GLORIETA Y AVENIDA VICTOR ROQUEME QUIÑONEZ EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA", las vías se encuentran en buen estado; sin embargo, se ve la necesidad de realizar la alternativa tipo Glorieta que conecte con el predio adyacente del municipio con el fin de conectar con la troncal (variante principal), ya que es una zona con alto crecimiento comercial, de tal forma que permita la transitabilidad por el sector de manera cómoda y segura con el fin de evitar accidentes.

Con el presente proyecto se busca mejorar las condiciones de vida de los habitantes del municipio y la movilidad del sector.

El proyecto pretende dinamizar procesos de desarrollo económico y social, lograr la integración territorial, facilitar la comercialización y ampliar el mercado regional.

Con este estudio se cuantificará los vehículos que transitan por el sector, de tal forma que permita la caracterización del tránsito y así poder llevar a cabo un buen diseño de la estructura de pavimento.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos Generales

Determinar la magnitud de los diferentes componentes del tránsito por efecto de la construcción y pavimentación de la vía a intervenir mediante el proyecto cuyo objeto es **"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA *CONSTRUCCIÓN DE LA GLORIETA Y AVENIDA VICTOR ROQUEME QUIÑONEZ EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA"*.**

2.2 Objetivos Específicos

- Recolectar información de campo que permita inferir el comportamiento del tráfico vehicular en el municipio.

- Realizar un análisis estadístico que permita calcular el tránsito actual y la proyección del tránsito en el periodo de diseño.

3. METODOLOGÍA.

El procedimiento a seguir para alcanzar los objetivos propuestos es:

3.1 Recopilación de la Información

Se debe recopilar toda la información necesaria para el proceso de análisis de tráfico, incluidas las características de la zona y sus condiciones topográficas.

3.2 Descripción del área de influencia.

Se presenta una breve descripción del área, que se considera afectada directamente por el proyecto.

3.3 Descripción de la Red Vial.

En esta etapa se identifica la situación actual del sector, y la situación futura.

3.4 Estimación de los Volúmenes de Tráfico.

Se definen los diferentes parámetros que indican el comportamiento presente y futuro del tráfico del corredor, información que debidamente procesada, da como resultado la predicción futura del tránsito sobre la vía objeto del presente estudio.

4. TRABAJOS DE CAMPO

Se realiza la inspección visual y reconocimiento de la vía y vías aledañas que permitió ver el estado actual de los alineamientos horizontal y vertical.

Se observa que la vía objeto de este proyecto se encuentra pavimentada; sin embargo, el proyecto pretende dinamizar procesos de desarrollo económico y social, lograr la integración territorial, facilitar la comercialización y ampliar el mercado regional.

se busca facilitar la movilidad tanto del parque automotor como de los peatones hacia la nueva vía que conectará con la troncal (variante).

4.1 Aforos de Tráfico.

Con la finalidad de calcular el tránsito promedio diario y así poder analizar el comportamiento del mismo y las características de operación en las vías a intervenir, se determinó la proyección de transito futuro con los aforos históricos del INVIAS Ruta 45 (Te de Aguachica – La Mata).

Para la proyección del tránsito, se tuvo en cuenta la serie histórica del INVIAS Ruta 45 (Te de Aguachica – La Mata), el cual representa el tráfico vehicular de la vía principal a intervenir donde se construirá la intersección a nivel tipo Glorieta, ya que esta intersección conectará a diferentes barrios, algunos de los cuales en la actualidad se encuentran en proceso de desarrollo urbanístico. Estas vías se convierten en el acceso y salida desde y hacia dichos barrios. Razón por la cual se optó por tomar dicho dato histórico, el cual coincide con la intersección a nivel y con los accesos a tan importante sector.

4.2 Programa de Conteos de Tráfico

Para el proyecto en mención se basó en los aforos históricos realizados por el INVIAS.

4.3 Diseño del Formulario de Conteo de Vehículos.

Los datos recogidos son: Nombre de la estación, día y fecha, hora de inicio, hora final, sentido, responsable y recolección de la información.

Tabla 1. Formato de aforos

CONTEO DE TRÁFICO DIA - 1

VIA: ***FECHA CONTEO:***

EST _____ ***SENTIDO*** _____ ***AFORADOR:*** _____

Hora	Vehículos Livianos			Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga						MIXTOS
	Autos	*Jeep*	Camionetas PicK UPs	Colectivo Pequeño	Colectivo Grande	*Buses*	*C2 P*	*C2 G*	*C3*	*C4*	*C5*	*>C5*	
8 - 9 a.m.													
9 - 10 a.m.													
10 - 11 a.m.													
11 - 12 a.m.													
2 - 3 p.m.													
3 - 4 p.m.													
4 - 5 p.m.													
5 - 6 p.m.													

Fuente: Propia

4.4 Periodo de Aforo

Para el proyecto en estudio se toma la serie histórica en el último año realizada por el INVIAS en la Ruta 45 (Te de Aguachica – La Mata) en el 2018.

4.5 Procedimiento de Campo para el Aforo histórico de Vehículos

Con los aforos históricos del INVIAS se procede a la proyección a 10 años del tránsito. Lo anterior, con el fin de realizar un buen diseño de la estructura de pavimento flexible.

4.6 Procesamiento

Una vez recolectada la información se proceda a realizar la proyección del tránsito futuro de ejes equivalentes a 8.2 ton.

La información obtenida de los conteos realizados para los movimientos aforados se procesa obteniendo volúmenes de cada hora, los cuales se presentan en los anexos.

5. DESARROLLO DEL ESTUDIO DE TRANSITO.

5.1 Área de Influencia

El proyecto *"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA GLORIETA Y AVENIDA VICTOR ROQUEME QUIÑONEZ EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA"*, permite mejorar la comunicación, el comercio y la calidad de vida de los habitantes del municipio, siendo el área de influencia directa la Calle 5 con Carrera 40 y los barrios aledaños que conforma el municipio.

5.2 Descripción del Área de Influencia Directa.

A continuación, se presenta una breve descripción con los aspectos más relevantes del área de influencia directa.

5.3 Localización

El Sector en estudio se encuentra ubicada en Calle 5 con Carrera 40 del Municipio de Aguachica, está ubicado en la zona nororiente del casco urbano, en dicho sector se construirá una intersección a nivel tipo Glorieta con sus respectivos accesos de entrada y salida, de la cual se desprenden diferentes vías que intercomunicara la Calle 5 con Carrera 40 con la nueva vía que conecta a la troncal (variante). Su acceso se hace a través de barrios tradicionales del municipio, para su comunicación con el sector céntrico de la ciudad. Aguachica es un municipio del departamento de Cesar, Colombia, ubicado entre el valle interandino del Magdalena Medio y la Serranía de los Motilones. Es el segundo municipio más poblado del departamento e importante centro ganadero y comercial del suroriente del Caribe colombiano. En cuanto a infraestructura de transporte, su posición geográficamente estratégica, conecta al Caribe colombiano con los Santanderes por medio de la Ruta del Sol, de igual forma es punto clave de comunicación de la región del Catatumbo por la Ruta Nacional 70. Contando además con transporte aéreo por el Aeropuerto Hacaritama, sistema férreo y en forma paralela con la vía fluvial del río Magdalena a través del puerto de Gamarra.

Imagen 1. Localización General del Proyecto Intersección a Nivel Calle 5 con Carrera 40



Fuente: Wikipedia – Google Earth

5.4 Población

Es importante mencionar que para estas zonas donde la accidentalidad es alta con la construcción de la intersección a nivel tipo Glorieta la accidentalidad bajará considerablemente mejorando la transitabilidad vehicular.

5.5 Descripción de la vía a intervenir

5.5.1 Situación actual

El proyecto se desarrollará en Calle 5 con Carrera 40 en la zona urbana del municipio de Aguachica, la cual se proyecta con construcción de una vía que conectará con la variante ruta 45, siendo esta situación uno de los principales factores para construir la intersección a nivel tipo Glorieta en estructura de pavimento flexible.

5.5.2 Situación futura

Con la pavimentación de la nueva vía se mejora la comodidad y seguridad en el

desplazamiento de los habitantes de los barrios adyacentes a la intersección, y se fortalece el desarrollo de la misma.

Con la pavimentación y construcción de la intersección a nivel tipo glorieta se mejorará el acceso de la comunidad al tramo vial nuevo y barrios aledaños con mayor seguridad al transitar por dicha intersección, se disminuirán los tiempos de viaje y los costos de operación, con lo que se beneficia en gran parte, la comunidad ya que les facilita su transitabilidad.

5.6 Estimación de Volúmenes de Tránsito

El tramo se diseñará teniendo en cuenta los aforos históricos realizados por el INVIAS en ruta 45 (Te de Aguachica – La Mata).

Tabla 2. Consolidado de aforos Intersección Calle 5 con Carrera 40

MOVIMIENTO	DIAS	A	COLECTIVOS		Buses	CAMIONES						Mixtos
			CP	CG		C2 P	C2 G	C3	C4	C5	>C5	
1	LUNES	124	0	0	37	138	139	24	26	49	80	617
	MARTES	122	0	0	19	62	120	26	28	53	95	525
	MIERCOLES	126	0	0	18	117	119	31	27	44	101	583
	JUEVES	250	0	0	26	149	86	73	66	63	86	799
	VIERNES	532	0	0	38	151	140	93	89	92	166	1301
	SABADO	293	0	0	85	191	122	98	105	100	154	1148
	DOMINGO	290	0	0	44	167	111	79	86	83	127	987
PROMEDIO		**248**	**0**	**0**	**38**	**139**	**120**	**61**	**61**	**69**	**116**	**851**

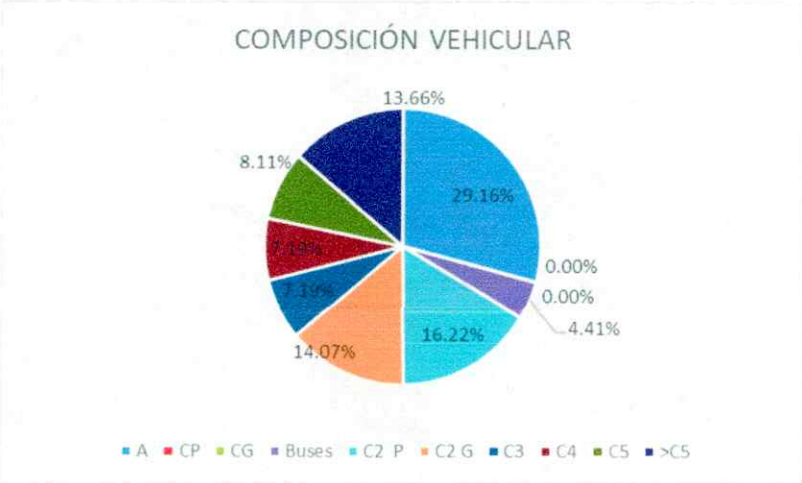
Fuente: Propia

Tabla 3. Tránsito Promedio Diario Intersección Calle 5 con Carrera 40

AFOROS	A	COLECTIVOS		Buses	CAMIONES						Mixtos
		CP	CG		C2 P	C2 G	C3	C4	C5	>C5	
TPDS (24 h)	284	0	0	43	158	137	70	70	79	133	974
COMPOSICIÓN	29.16%	0.00%	0.00%	4.41%	16.22%	14.07%	7.19%	7.19%	8.11%	13.66%	

Fuente: Propia

Gráfica 1. Distribución Porcentual del Tránsito Diario intersección Calle 5 con Carrera 40



Fuente: Propia

5.7 Estimación del Tránsito Promedio Diario Semanal:

Para el cálculo del tránsito promedio diario semanal a partir de los aforos realizados, tenemos la siguiente expresión:

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

Donde

TPDS: Tránsito promedio diario semanal (veh/día)

TS: Transito semanal (veh.)

Haciendo la operación tenemos:

TPDS= 5960 veh./7dias = **851 veh./día**

5.8 Determinación del Factor de Ajuste Diario

Para el cálculo del factor diario Fd, utilizaremos los volúmenes totales diarios para la

semana del lunes 27 de octubre al domingo 02 de noviembre de 2025, considerando que:

$$F_d = \frac{TPDS}{TD_d}$$

Fd = 851veh/dia/1301veh/dia = 0.654

En este caso se usa el registro más alto de vehículos por día, el cual se presenta el viernes 31 de octubre de 2025.

Tabla 4. Factores de Ajuste Diario de Acuerdo al Conteo

Día	Lunes	Martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	promedio
Fd	1.379	1.621	1.460	1.065	0.654	0.741	0.862	1.112

Fuente: Propia

Entonces el factor diario (Fd) durante los días de conteo será 1.112

Por lo tanto, el TPDA se obtiene mediante la siguiente relación:

TPDA = TPDS*(Fm)*(Fd); donde el Fm es el factor de ajuste mensual.

Asumiendo un Fm de 1.029, obtenemos el valor de TPDA, así:

TPDA = 851veh/dia*1.029*1.112

TPDA existente = 974 Veh/Dia

5.9 Pronostico del Volumen de Tránsito Futuro:

El pronóstico del volumen de tráfico futuro, deberá basarse no solamente en los volúmenes normales actuales, sino también en los incrementos del tránsito que se espera utilicen la nueva carretera o la existente. Para la proyección del tráfico futuro previamente se debe obtener el valor del tráfico asignado, según la siguiente expresión:

$$TF = (TE+TAt) +(CNT+TG+TD)$$

Tránsito Existente (TE) = Volumen de tránsito que actualmente hacen uso de la vía.

Transito Atraído (TAt) = Además del flujo normal que se desarrolla en la vía estudiada existen otras posibilidades de atraer los vehículos debido a que el estado actual de la vía no es aceptable. Valor que según la teoría oscila entre un 10 y un 15 por ciento del tránsito existente.

Incremento del Tránsito (IT) = Es el volumen de tránsito que se espera use la nueva vía en el año futuro seleccionado como proyecto. El incremento es debido al Crecimiento Normal del Tránsito (CNT), más el tránsito generado (TG para el actual proyecto se considera un 8%, el cual incluye transito desarrollado y transito inducido).
Tránsito Trasladado = se considera del 5% del TE, el cual se generaría por las mejores condiciones físicas de la vía, las cuales incentivarán la atracción del sector turístico y comercial presentando un crecimiento lógico debido a los nuevos escenarios.

Crecimiento normal del tránsito (CNT) = El crecimiento normal del tránsito (CNT), se obtiene a partir de la determinación de un índice tal que permita proyectar a futuro el tránsito actual, considerando que las condiciones socioeconómicas actuales permanecen constantes, la siguiente expresión permite calcular CNT.

$$CNT = TA * (1+r)^n$$

Donde,

CNT: Crecimiento normal del tránsito

TA: Tránsito actual.
r: Tasa de crecimiento anual

n: Número de años entre el año base y el año proyectado.

Actualmente la vía en estudio pertenece a la red vial primaria de Colombia, por lo tanto, se cuenta con un registro histórico amplio que permite estimar una tasa de crecimiento del flujo vehicular. Con base en la metodología recomendada por el Invías, la vía se clasifica como una vía NT3-T5, es decir, con un numero de ejes equivalentes de 80 kN, durante el periodo de diseño y en el carril de diseño, mayor a 2.000.000.

Se recomienda utilizar una tasa de crecimiento anual del 6.09% considerando que el incremento vehicular en la zona es relativamente alto, haciendo referencia a que es una zona de expansión urbana.

El tránsito generado (TG), es el tránsito de viajes totalmente nuevos y viajes que antes se

hacían por otro medio de transporte, es el que se obtiene en forma adicional, como resultado de aquel que se va estableciendo como consecuencia de la rehabilitación y política de mantenimiento que se imponga. Este tráfico, en forma proyectada es el que conjuntamente con el existente, queda establecido, como consecuencia de la aplicación de variables socioeconómicas representadas por los factores y tasas empleadas en las proyecciones. Al tránsito generado se le asignan tasas de incremento entre el 5% y el 25% del tránsito actual, con un período de generación de uno o dos años después de que la carretera ha sido abierta al servicio.

TG = 5% TPDA existente.

TAt.= 15% TPDA existente.

Con los datos establecidos T.P.D.A. existente, el tráfico generado y el trafico atraído, podemos calcular el Tráfico Asignado con el cual se realizará la proyección a 10 años.

T Asignado = TPDA. existente + TG +TAt.

Tabla 5. Cálculo de transito atraído y transito generado

3G DIS PAV v1.5 - Reporte Número de Ejes Equivalentes de 8.2 Toneladas

Exportar

#	AÑO	TPD	Autos	Buses	C2P	C2G	C3-C4	C3S2	C3S3	MOTO	M-CARRO	Ejes Equiv.	E.E. Corr.	T. Exist.	T. Atra.	T. Act.	CNT	T. Cons.	T. Gen.	E.E Diseño
1	2024	487	142	21	79	69	70	39	67	0	0	198,652	230,478	230,478	34,572	265,050	0	0	11,524	507,052
2	2025	1004	293	44	163	141	144	81	137	0	0	408,731	473,737	230,478	71,061	301,539	243,259	0	23,687	1,042,222
3	2026	1550	452	68	251	218	223	126	212	0	0	632,850	733,501	230,478	110,025	340,503	503,023	0	36,675	1,613,702
4	2027	2126	620	94	345	299	306	172	290	0	0	866,895	1,004,770	230,478	150,716	381,194	774,292	0	50,238	2,210,494
5	2028	2732	797	120	443	384	393	222	373	0	0	1,114,714	1,292,003	230,478	193,800	424,278	1,061,525	0	64,600	2,842,406
6	2029	3367	982	148	546	474	484	273	460	0	0	1,373,725	1,592,208	230,478	238,831	469,309	1,361,730	0	79,610	3,502,857
7	2030	4032	1176	178	654	567	579	327	551	0	0	1,644,717	1,906,300	230,478	285,945	516,423	1,675,822	0	95,315	4,193,860
8	2031	4726	1378	208	767	665	679	383	646	0	0	1,928,107	2,234,761	230,478	335,214	565,692	2,004,283	0	111,738	4,916,474
9	2032	5451	1590	240	884	767	783	442	745	0	0	2,223,790	2,577,471	230,478	386,621	617,099	2,346,993	0	128,874	5,670,437
10	2033	6205	1809	274	1006	873	892	503	848	0	0	2,531,739	2,934,397	230,478	440,160	670,638	2,703,919	0	146,720	6,455,674
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				

M-CARRO = Motocarro
Ejes Equiv. = Ejes Equivalentes de 8.2 Ton.
E.E. Corr. = Ejes Equivalentes de 8.2 Ton. Corregidos
T. Exist. = Transito Existente
T. Atra. = Tránsito Atraido

T. Act. = Tránsito Actual
CNT = Crecimiento Normal del Tránsito
T. Cons. = Tránsito de Construcción
T. Gen = Tránsito Generado
E.E Diseño = Ejes Equievalentes de 8.2 Ton de diseño

Ejes Equivalentes de 8.2 Ton. de Diseño = 6,455,674

SALIR

Fuente: 3GDispav 1.5

5.10 Proyección del Tráfico a 10 años (TF)

Para las proyecciones del tráfico vehicular, se asume una tasa de crecimiento anual de 6.09% calculado con serie histórica del INVIAS mediante el software 3GDISPAV1.5, conforme al crecimiento del parque automotor. Teniendo esta tasa, se procedió a proyectar el TPDA asignado de la vía en estudio, desde el año 2025 para un período de 10 años, según la siguiente expresión:

$TF = T\ Asignado + CNT$

$TF = T_{Asignado} * (1 + i)^{n}$

TF = Tráfico futuro o proyectado

$T_{Asignado.}$ = Tráfico asignado

i = Tasa de crecimiento del tráfico

n = Período de proyección, expresado en años

Tabla 6. Cálculo de Ejes Equivalentes a 8.2 ton

3G DIS PAV v1.5 - Reporte Número de Ejes Equivalentes de 8.2 Toneladas

Exportar

#	AÑO	TPD	Autos	Buses	C2P	C2G	C3-C4	C3S2	C3S3	MOTO	M-CARRO	Ejes Equiv.	E.E. Corr.	T. Exist	T. Atra.	T. Act.	CNT	T. Cons.	T. Gen.	E.E Diseño
1	2024	487	142	21	79	69	70	39	67	0	0	198,852	230,478	230,478	34,572	265,050	0	0	11,524	507,052
2	2025	1004	293	44	163	141	144	81	137	0	0	408,731	473,737	230,478	71,081	301,539	243,259	0	23,687	1,042,222
3	2026	1550	452	68	251	218	223	126	212	0	0	632,850	733,501	230,478	110,025	340,503	503,023	0	36,675	1,613,702
4	2027	2126	620	94	345	299	306	172	290	0	0	866,895	1,004,770	230,478	150,716	381,194	774,292	0	50,238	2,210,494
5	2028	2732	797	120	443	384	393	222	373	0	0	1,114,714	1,292,003	230,478	193,800	424,278	1,061,525	0	64,600	2,842,406
6	2029	3387	982	148	546	474	484	273	460	0	0	1,373,725	1,592,208	230,478	238,831	469,309	1,361,730	0	79,610	3,502,857
7	2030	4032	1176	178	654	567	579	327	551	0	0	1,644,717	1,906,360	230,478	285,945	516,423	1,675,822	0	95,315	4,193,860
8	2031	4726	1378	208	767	665	679	383	646	0	0	1,928,107	2,234,761	230,478	335,214	565,692	2,004,283	0	111,738	4,916,474
9	2032	5451	1590	240	884	767	783	442	745	0	0	2,223,790	2,577,471	230,478	386,621	617,099	2,346,993	0	128,874	5,670,437
10	2033	6205	1809	274	1006	873	892	503	848	0	0	2,531,739	2,934,397	230,478	440,160	670,638	2,703,919	0	146,720	6,455,674

M-CARRO = Motocarro
Ejes Equiv. = Ejes Equivalentes de 8.2 Ton
E.E. Corr. = Ejes Equivalentes de 8.2 Ton. Corregidos
T. Exist. = Tránsito Existente
T. Atra. = Tránsito Atraído
T. Act. = Tránsito Actual
CNT = Crecimiento Normal del Tránsito
T. Cons. = Tránsito de Construcción
T. Gen = Tránsito Generado
E.E Diseño = Ejes Equivalentes de 8.2 Ton de diseño

Ejes Equivalentes de 8.2 Ton de Diseño = 6,455,674

SALIR

Fuente: 3GDispav 1.5

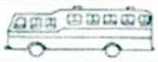
5.11 Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes

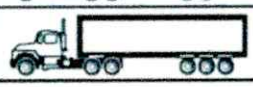
Para el diseño de pavimento, la demanda que corresponde al tráfico pesado de buses y camiones es la que preponderadamente tiene importancia.

El efecto del tránsito se mide en la unidad definida por la AASHTO, como ejes equivalentes (EE), acumulados durante el periodo de diseño tomado en el análisis (1 0años). AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargados con 8.2 Toneladas de peso con neumáticos a la presión de 80 lb/pulg2.

Los ejes equivalentes son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas por tipo de eje que conforman cada tipo de eje de cada tipo de vehículo pesado sobre la estructura del pavimento.

Imagen 2. Tipo de Vehículos en Colombia

TIPO DE VEHICULO		ESQUEMA
AUTOS		
BUSES	BUSETA	
	BUS	
	BUS METROPOLITANO	
C2-P	CAMION DE DOS EJES PEQUENO	
C2-G	CAMION DE DOS EJES GRANDE	

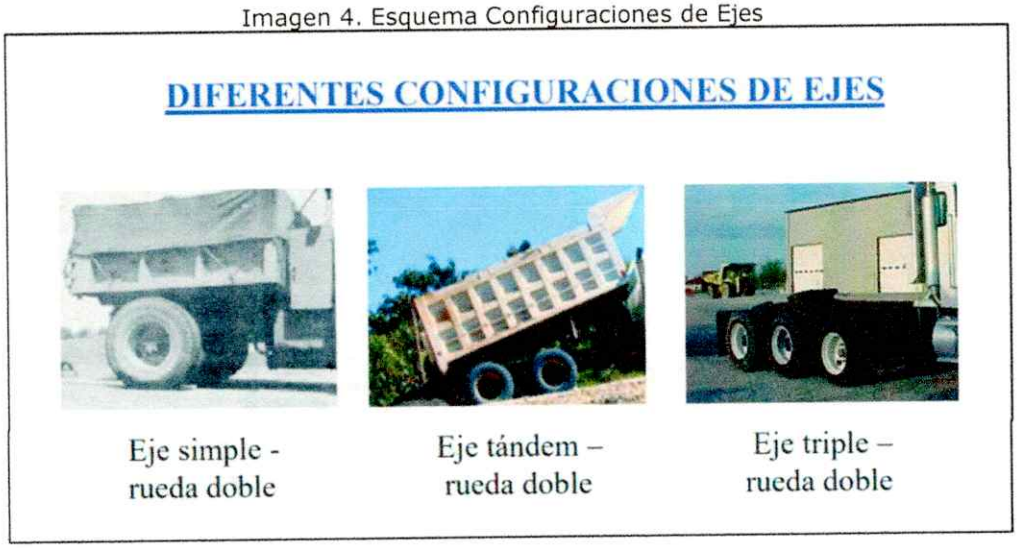
TIPO DE VEHICULO		ESQUEMA
C3 Y C4	CAMION C3	
	CAMION C4	
	TRACTO-CAMION C2-S1	
	TRACTO-CAMION C2-S2	
	TRACTO-CAMION C3-S1	
C5	TRACTO-CAMION C3-S2	
> C5	TRACTO-CAMION C3-S3	

Fuente: Propia

Imagen 3. Esquema Concepto Equivalencia de Carga



Imagen 4. Esquema Configuraciones de Ejes



De acuerdo a lo anterior se halla la equivalencia de eje de la siguiente manera

Tabla 7. Composición Vehicular

AFOROS	A	COLECTIVOS		Buses	CAMIONES						Mixtos
		CP	CG		C2 P	C2 G	C3	C4	C5	>C5	
TPDS (24 h)	284	0	0	43	158	137	70	70	79	133	974
COMPOSICIÓN	29.16%	0.00%	0.00%	4.41%	16.22%	14.07%	7.19%	7.19%	8.11%	13.66%	

Fuente: Propia

Gráfico 1. Porcentaje de Distribución Vehicular



Fuente: Propia

De la tabla anterior se toma para cálculo de ejes equivalentes el porcentaje Autos, buses, C2 pequeño, C2 grande, C3, C4, C5 y mayor a C5.

FACTOR DIRECCIONAL= 0.5

FACTOR CARRIL=1.0

Finalmente, el resultado del cálculo del tránsito para un periodo de diseño de 10 años, a partir del año 2025, fue expresado como el número de repeticiones de ejes sencillos y tándem y los resultados se indican a continuación.

Tabla 8. Modelos de Regresión

3G DIS PAV v1.5 - Modelos de Regresión

#	AÑO	# VEHICULOS
1	1997	2935
2	1998	3210
3	1999	2718
4	2000	2498
5	2001	2745
6	2002	2867
7	2003	2856
8	2004	3634
9	2005	3731
10	2006	4165
11	2007	4897
12	2008	4528
13	2010	4964
14	2011	7524
15	2013	6990
16	2014	8724
17	2015	5541
18	2016	7194
19	2017	8225
20	2018	7598
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

ECUACION MODELO LINEAL

$y = a+bx$

a = 1967.27

b = 285.29

Coef. de Determinación = 0.8371

ECUACION MODELO EXPONENCIAL

$y = a.b^{x}$

a = 2445.96

b = 1.0609

Coef. de Determinación = 0.8725

Tasa de Crecimiento Vehicular = 6.09 [%]

Modelo seleccionado = Exponencial

CALCULAR SALIR

Fuente: 3GDispav 1.5

Tabla 9. Cálculo del número de ejes equivalentes

3G DIS PAV v1.5 - Cálculo del número de ejes equivalentes

Reportes Datos

TIPO DE VEHICULO	DESIGNACION	# VEHÍCULOS
	AUTOS	284
	BUS	43
	Camión pequeño de dos ejes - C2P	158
	Camión grande de dos ejes - C2G	137
	C3-C4	140
	C5	79
	C6	133

Datos de Entrada

Año Inical =	2024
Años de Proyección =	10
Factor Distribución Direccional =	0.5
Factor Distribución por Carril =	1
Confiabilidad =	90 [%]
Tránsito Atraído =	15 [%]
Tránsito Generado =	5 [%]
Factores de Equivalencia de Carga =	Manual Pav. Asfáltico - INVIAS
Tasa de Crecimiento Vehicular =	6.09 [%]
Modelo de Regresión =	Exponencial

☑ Calcular la tasa de crecimiento vehicular a partir de una serie histórica

☐ Incluir el tránsito de construcción en la proyección

☐ Incluir motos y motocarros en el conteo vehicular

Ejes Equivalentes de 8.2 Ton. en el Carril de Diseño = 6.455.674

Categoría = NT3-T5

CALCULAR SALIR

Fuente: 3GDispav 1.5

Tabla 10. Resumen del cálculo de ejes equivalentes a 8.2 ton

3G DIS PAV v1.5 - Reporte Número de Ejes Equivalentes de 8.2 Toneladas

Exportar

#	AÑO	TPD	Autos	Buses	C2P	C2G	C3-C4	C3S2	C3S3	MOTO	M-CARRO	Ejes Equiv.	E.E. Corr.	T. Exist.	T. Atra.	T. Act.	CNT	T. Cons.	T. Gen.	E.E Diseño
1	2024	487	142	21	79	69	70	39	67	0	0	196,852	230,478	230,478	34,572	265,050	0	0	11,524	507,052
2	2025	1004	293	44	163	141	144	81	137	0	0	406,731	473,737	230,478	71,061	301,539	243,259	0	23,687	1,042,222
3	2026	1550	452	68	251	218	223	126	212	0	0	632,850	733,501	230,478	110,025	340,503	503,023	0	36,675	1,613,702
4	2027	2126	620	94	345	299	306	172	290	0	0	866,895	1,004,770	230,478	150,716	381,194	774,292	0	50,238	2,210,494
5	2028	2732	797	120	443	384	393	222	373	0	0	1,114,714	1,292,003	230,478	193,800	424,278	1,061,525	0	64,600	2,842,406
6	2029	3367	982	148	546	474	484	273	460	0	0	1,373,725	1,592,208	230,478	238,831	469,309	1,361,730	0	79,610	3,502,857
7	2030	4032	1176	178	654	567	579	327	551	0	0	1,644,717	1,906,300	230,478	285,945	516,423	1,675,822	0	95,315	4,193,860
8	2031	4726	1378	208	767	665	679	383	646	0	0	1,928,107	2,234,761	230,478	335,214	565,692	2,004,283	0	111,738	4,916,474
9	2032	5451	1590	240	884	767	783	442	745	0	0	2,223,790	2,577,471	230,478	386,621	617,099	2,348,993	0	128,874	5,670,437
10	2033	6205	1809	274	1006	873	892	503	848	0	0	2,531,739	2,934,397	230,478	440,160	670,638	2,703,919	0	146,720	6,455,674
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				

M-CARRO = Motocarro
Ejes Equiv. = Ejes Equivalentes de 8.2 Ton.
E.E. Corr. = Ejes Equivalentes de 8.2 Ton. Corregidos
T. Exist. = Tránsito Existente
T. Atra. = Tránsito Atraido

T. Act. = Tránsito Actual
CNT = Crecimiento Normal del Tránsito
T. Cons. = Tránsito de Construcción
T. Gen = Tránsito Generado
E.E Diseño = Ejes Equievalentes de 8.2 Ton de diseño

Ejes Equivalentes de 8.2 Ton. de Diseño = 6,455,674

SALIR

Fuente: Propia

6. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

En el análisis de capacidad y nivel de servicio surgen algunos condicionantes que es necesario reflejar a priori:

- No existe a este nivel de desarrollo del proyecto una referencia clara sobre su geometría.
- No existe en Colombia una metodología para realizar análisis de Capacidad y Niveles de Servicio en Carreteras Multicarriles o de Doble Calzada, por lo que se toma como referencia el Manual de Capacidad americando HCM para tal efecto.

- En lo que se refiere a vías de dos carriles, existe como referencia el" Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles" del Instituto Nacional de Vías de Colombia (INVIAS).

La capacidad de una vía es la estimación del máximo número de vehículos a los que una infraestructura puede dar servicio en un determinado punto o tramo uniforme dentro de un periodo de tiempo.
Por el contrario, el concepto de nivel de servicio evalúa de forma cualitativa las condiciones de operación de un flujo de vehículo y de su percepción por los conductores o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones a la circulación, la comodidad, las conveniencias y la seguridad vial.

El objetivo básico del análisis de capacidad y nivel de servicio es evaluar si, en algún momento dado a lo largo de la vida útil del proyecto, el flujo existente en la vía excede unos determinados rangos que lo hacen ser considerados como no tolerables desde el punto de vista del conductor o pasajero. Es *por ello que, el análisis de capacidad y nivel de servicio sobre la nueva infraestructura desde el* momento de su entrada en servicio hasta el final de la vida útil del proyecto en periodos de 5 en 5 años para conocer la gradualidad de la infraestructura.

Para ello, el proyecto se ha dividido en diferentes tramos de estudio comprendidos entre los distintos accesos a la glorieta. En este caso, el análisis de capacidad y nivel de servicio se realiza para los siguientes accesos.

Tabla 11.Tramificación inicial del Proyecto para la estimación de ejes equivalentes

SEGMENTO	***TRAMO***
1	*Acceso Norte - Oeste*
2	*Acceso Oeste - Sur*
3	*Acceso Sur - Este*
4	*Acceso Este - Norte*

Fuente: Propia

El Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles del Instituto Nacional de

Vías de Colombia (INVIAS) considera como medida del nivel de servicio de un tramo de carretera la Velocidad Media de Recorrido, mientras que el Manual de Capacidad Americano (Highway Capacity Manual – HCM) utiliza como indicadores del Nivel de Servicio tanto la velocidad media como el porcentaje del tiempo que un vehículo viaja siguiendo a otros.

Tabla 12. Medidas de eficacia principales para la definición del Nivel de Servicio

TIPO DE ESTRUCTURA	MEDIDA DE EFICACIA
Autopistas	Densidad (vl/km./c) Demora en veh-h Velocidad (Km/h) Tiempo de viaje (sg)
Carreteras multicarril	Densidad (v/h) Velocidad Media de recorrido (km/h) Relación (v/c)
Carreteras de dos carriles (HCM)	Demora en tiempo de seguimiento (porcentaje) Velocidad media de recorrido (Km/h)
Carreteras de dos carriles (MÉTODO COLOMBIANO)	Velocidad media de recorrido (Km/h)

Fuente: Propia

Sin embargo, en lo referente al HCM, existe una limitación metodológica en la aplicación de los procedimientos y criterios de estimación de la capacidad y el nivel de servicio en vías de 2 carriles como es el factor topográfico. Vías en las que existen pendientes mayores del 4% en longitudes prolongadas quedan fuera del procedimiento general. Es por ello que se ha realizado el análisis mediante el Manual de Capacidad Colombiano con factores y parámetros específicos para este tipo de vías en las condiciones y características de trazado del país.

✓ CAPACIDAD VIARIA

La capacidad máxima viene condicionada por circunstancias imperantes en la vía (características geométricas, tipo de sección, pendientes, dimensiones de carriles, bermas, etc.), del control (dispositivos de control de tránsito como semáforos, señales, movimientos permitidos), y del tránsito (composición vehicular, velocidad, características del flujo vehicular).

Para la estimación de la capacidad viaria se parte de una capacidad ideal a la cual se la corrige teniendo en cuenta las condiciones prevalecientes de la vía y difieran de las definidas como estándar o ideales.

Las condiciones ideales de una vía de dos carriles son las siguientes:

- Velocidad de proyecto, igual o mayor de 90 k/h
- Carriles de 3,65 m de ancho
- Bermas de 1,8m o más
- Inexistencia de tramos con prohibición de adelantamiento

- No existencia de vehículos pesados
- Distribución direccional 50/50
- Ninguna restricción al tránsito principal debido a algún tipo de control o vehículos que giren
- Terreno Plano

Según el manual de capacidad de carreteras (HCM) la capacidad de las carreteras de dos carriles en estas condiciones ideales es de 3200 vl/h sumando ambos carriles. A esta capacidad ideal, y para adecuarla a las condiciones del proyecto, se consideran los siguientes factores todos ellos obtenidos del Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles del INVIAS.

- Pendientes (fpe).

Para los tramos considerados, se ha tomado como fpe

Tabla 13. Capacidad por pendiente fpe

SEGMENTO	*TRAMO*	f_{pe}
1	*Acceso Norte – Oeste*	*0.98*
2	*Acceso Oeste - Sur*	*0.98*
3	*Acceso Sur – Este*	*0.98*
4	*Acceso Este - Norte*	*0.99*

Tabla 14. Factores de correlación a la capacidad por pendiente fpe

PENDIENTE ASCENDENTE	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)					
%	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
2	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97
3	0.98	0.97	0.96	0.96	0.95	0.95
4	0.98	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94
5	0.98	0.95	0.94	0.92	0.92	0.92
6	0.97	0.95	0.92	0.91	0.91	0.90
7	0.96	0.93	0.91	0.89	0.89	0.87
8	0.96	0.92	0.89	0.97	0.86	0.85
9	0.94	0.89	0.85	0.83	0.82	0.81
10	0.92	0.85	0.81	0.79	0.78	0.77
11	0.90	0.81	0.76	0.73	0.72	0.71
12	0.87	0.76	0.71	0.68	0.67	0.64

Fuente: Manual de Capacidad y niveles de servicio.

- Distribución de tránsito por sentidos (fd)

Se considera un fd = 1 correspondiente a una distribución 50/50

Tabla 15. Factores de correlación a la capacidad por distribución por sentidos (fd)

DITRIBUCION POR SENTIDO A/D	PORCENTAJE DE ZONAS DE NO REBASE					
	0	20	40	60	80	100
50/50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
60/40	0.90	0.89	0.87	0.86	0.85	0.83
70/30	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74	0.71
80/20	0.75	0.72	0.70	0.67	0.65	0.63
90/10	0.69	0.66	0.64	0.61	0.58	0.56
100/0	0.64	0.61	0.58	0.56	0.53	0.50

Fuente: Manual de Capacidad y niveles de servicio

- Ancho de carril y berma utilizable (fcb)

fcb = 0.97 correspondiente a un ancho de carril de 3,65 m sin berma.

Tabla 16. Factores de correlación a la capacidad por efecto combinado de ancho de carril y berma (fcb)

ANCHO UTILIZABLE DE LA BERMA EN METROS	ANCHO EL CARRIL (m)				
	3.65	3.50	3.30	3.00	2.70
1.80	1.00	0.99	0.98	0.96	0.92
1.50	0.99	0.99	0.98	0.95	0.91
1.20	0.99	0.98	0.97	0.95	0.91
1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.90
0.50	0.98	0.97	0.96	0.93	0.89
0.00	0.97	0.96	0.95	0.92	0.88

Fuente: Manual de Capacidad y niveles de servicio

- Presencia de vehículos pesados (fp)

Se han considerado, atendiendo a los perfiles longitudinales de la vía y el % de vehículos pesados, los siguientes factores de fp

Tabla 17. Factores de correlación a la capacidad por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascentes (fp)

PENDIENTE ASCENDENTE EN POR CENTO	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS					
		10	20	30	40	50	60
0	TODAS	0.95	0.90	0.87	0.84	0.81	0.79
1	0.5	0.95	0.90	0.87	0.84	0.81	0.79
	1.0	0.93	0.89	0.86	0.83	0.80	0.77
	1.5	0.93	0.89	0.86	0.82	0.80	0.77
	2.0	0.92	0.87	0.85	0.82	0.79	0.76
	3.0	0.91	0.87	0.84	0.82	0.79	0.76
	4.0	0.91	0.87	0.84	0.81	0.78	0.76
	≥5.0	0.90	0.87	0.83	0.81	0.78	0.76
2	0.5	0.94	0.90	0.86	0.83	0.80	0.77
	1.0	0.93	0.89	0.85	0.82	0.79	0.76
	1.5	0.92	0.89	0.84	0.81	0.78	0.76
	2.0	0.90	0.85	0.83	0.80	0.78	0.75
	3.0	0.89	0.85	0.82	0.79	0.76	0.73
	4.0	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75	0.72
	≥5.0	0.86	0.83	0.80	0.77	0.74	0.72
3	0.5	0.94	0.89	0.84	0.81	0.78	0.76
	1.0	0.92	0.87	0.83	0.80	0.77	0.75
	1.5	0.89	0.86	0.81	0.78	0.76	0.73
	2.0	0.87	0.83	0.80	0.77	0.74	0.71
	3.0	0.86	0.82	0.79	0.76	0.73	0.70
	4.0	0.85	0.81	0.78	0.76	0.73	0.70
	≥5.0	0.84	0.80	0.78	0.76	0.73	0.69
4	0.5	0.93	0.88	0.83	0.80	0.78	0.74
	1.0	0.89	0.85	0.80	0.77	0.74	0.71
	1.5	0.88	0.81	0.77	0.74	0.72	0.69
	2.0	0.83	0.79	0.76	0.73	0.70	0.68
	3.0	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	0.66
	4.0	0.81	0.77	0.74	0.71	0.68	0.65
	≥5.0	0.80	0.77	0.73	0.70	0.67	0.64
5	0.5	0.92	0.86	0.82	0.78	0.75	0.73
	1.0	0.85	0.80	0.77	0.74	0.71	0.69
	1.5	0.82	0.79	0.75	0.71	0.69	0.66
	2.0	0.80	0.77	0.73	0.70	0.67	0.63
	3.0	0.79	0.76	0.72	0.69	0.66	0.63
	4.0	0.78	0.74	0.71	0.68	0.65	0.62
	≥5.0	0.77	0.74	0.70	0.67	0.64	0.62
6	0.5	0.90	0.84	0.79	0.76	0.73	0.70
	1.0	0.81	0.77	0.73	0.70	0.67	0.65
	1.5	0.79	0.75	0.71	0.68	0.65	0.63
	2.0	0.77	0.74	0.70	0.67	0.64	0.62
	3.0	0.76	0.72	0.69	0.66	0.63	0.61
7	0.5	0.89	0.82	0.78	0.74	0.71	0.69
	1.0	0.79	0.74	0.71	0.67	0.64	0.61
	1.5	0.76	0.72	0.69	0.66	0.63	0.59
	2.0	0.74	0.70	0.67	0.63	0.60	0.57
	3.0	0.72	0.68	0.67	0.61	0.58	0.56
	4.0	0.71	0.67	0.64	0.60	0.57	0.55
	≥5.0	0.71	0.67	0.63	0.60	0.57	0.54
8	0.5	0.87	0.81	0.76	0.73	0.70	0.67
	1.0	0.76	0.72	0.68	0.65	0.62	0.59
	1.5	0.73	0.69	0.66	0.63	0.60	0.58
	2.0	0.71	0.67	0.63	0.60	0.57	0.55
	3.0	0.69	0.65	0.61	0.59	0.55	0.53
	4.0	0.68	0.64	0.60	0.57	0.54	0.52
	≥5.0	0.67	0.63	0.60	0.56	0.53	0.51
9	0.5	0.85	0.79	0.74	0.71	0.68	0.65
	1.0	0.74	0.70	0.67	0.64	0.60	0.58
	1.5	0.71	0.67	0.64	0.60	0.57	0.55
	2.0	0.70	0.65	0.62	0.59	0.56	0.53
	3.0	0.68	0.64	0.60	0.57	0.54	0.51
	4.0	0.67	0.63	0.60	0.56	0.53	0.50
	≥5.0	0.66	0.62	0.58	0.56	0.52	0.50
10	0.5	0.83	0.76	0.72	0.68	0.65	0.62
	1.0	0.70	0.66	0.63	0.59	0.56	0.52
	1.5	0.69	0.64	0.61	0.58	0.55	0.50
	2.0	0.66	0.62	0.58	0.55	0.52	0.48
	3.0	0.65	0.61	0.57	0.54	0.51	0.47
	4.0	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.46
	≥5.0	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.45
11	0.5	0.72	0.72	0.68	0.66	0.62	0.59
	1.0	0.69	0.65	0.61	0.59	0.55	0.52
	1.5	0.66	0.62	0.58	0.56	0.52	0.50
	2.0	0.64	0.60	0.57	0.54	0.51	0.48
	3.0	0.63	0.59	0.55	0.52	0.49	0.47
	4.0	0.62	0.59	0.54	0.51	0.48	0.46
	≥5.0	0.61	0.57	0.53	0.50	0.47	0.45
12	0.5	0.77	0.69	0.65	0.62	0.59	0.56
	1.0	0.66	0.62	0.59	0.55	0.52	0.50
	1.5	0.64	0.60	0.56	0.53	0.50	0.48
	2.0	0.62	0.58	0.55	0.52	0.49	0.46
	3.0	0.61	0.57	0.53	0.50	0.47	0.45
	4.0	0.60	0.56	0.53	0.49	0.47	0.44
	≥5.0	0.59	0.55	0.52	0.49	0.46	0.43

Fuente: Manual de Capacidad y niveles de servicio

Tabla 18. fp segun tramificación del proyecto

SEGMENTO	TRAMO	f_{pe}
1	Acceso Norte – Oeste	0.79
2	Acceso Oeste - Sur	0.79
3	Acceso Sur – Este	0.60
4	Acceso Este - Norte	0.77

- Factor de pico horario o de variaciones aleatorias (fhp)

fhp = 0.74

Tabla 19. Factor hora pico. fhp

VOLUMEN HORARIO TOTAL veh/h (C60)	FACTOR DE PICO HORARIO	VOLUMEN HORARIO TOTAL veh/h (C60)	FACTOR DE PICO HORARIO
100	0.68	1600	0.90
200	0.70	1800	0.92
300	0.72	2000	0.93
400	0.74	2200	0.95
600	0.78	2400	0.95
800	0.81	2600	0.96
1000	0.84	2800	0.97
1200	0.86	≥3000	0.97
1400	0.89		

Fuente: Manual de capacidad y niveles de servicio

El valor de capacidad de vehículos míxtos horario sin considerar variaciones aleatorias C60 sería C60 =Ci x fpe x fd x fcb x fp

Si se consideran variaciones de flujo aleatorias para periodos de 5 minutos, la capacidad queda reducida por el factor pico de hora

C5=C60 x fhp

Atendiendo a todos estos factores, las capacidades (veh/h) de la infraestructura en los diferentes tramos considerados quedan expresadas en la siguiente tabla adjunta:

Tabla 20. Capacidad de la infraestructura según tramos

CARRETERA	SECCIÓN	Ci (veh/h)	f_{pe}	f_d	f_{cb}	f_p	C60	FPH	C5
NORTE – OESTE	1	3200	0.98	1	0.97	0.79	2403	0.74	1778
OESTE – SUR	2	3200	0.98	1	0.97	0.79	2403	0.74	1778
SUR – ESTE	3	3200	0.98	1	0.97	0.60	1825	0.74	1351
ESTE - NORTE	4	3200	0.99	1	0.97	0.77	2366	0.74	1751

Fuente: Propia

- ✓ **NIVELES DE SERVICIO**

El nivel de servicio de una infraestructura viene definido por 6 niveles de servicio a los que se les otorga una letra desde la A hasta la F siendo el nivel de servicio (NS) A el que representa las mejores condiciones operativas, y el NS F, las peores.

Nivel de Servicio A Representa una circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación es excelente.

Nivel de Servicio B Está dentro del rango del flujo estable, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas, sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra en relación con la del nivel de servicio A. El nivel de comodidad y conveniencia es algo inferior a los del nivel de servicio A, porque la presencia de otros comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

Nivel de Servicio C Pertenece al rango del flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

Nivel de Servicio D Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Los pequeños incrementos del flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento.

Nivel de Servicio E El funcionamiento está en o cerca del límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a un vehículo o peatón a "ceder el paso". Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores o peatones. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

Como se ha mencionado anteriormente, el Manual INVIAS toma la velocidad media como variable para estimar el nivel de servicio de la vía.

- Para ello parte de una velocidad idea a flujo libre,Vi, en pendientes ascendentes para una pendiente dada y una longitud caracterizada.

Se toma como Vi 70 kms/h

Tabla 21. Velocidad media ideal de automóviles a flujo libre en pendiente ascendente (Vi)

PEND. ASC.	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)											
%	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
0	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
1	88	86	86	86	85	85	85	85	85	85	85	85
2	86	82	81	81	80	80	80	80	80	80	80	80
3	83	79	77	76	75	75	75	75	75	75	75	75
4	82	77	74	72	70	70	69	69	69	69	68	68
5	81	74	70	68	66	66	65	65	64	64	64	64
6	80	73	67	65	63	62	61	61	60	60	60	60
7	85	69	63	60	59	56	55	55	54	54	54	54
8	76	66	60	55	54	52	51	51	50	50	49	49
9	70	59	52	49	48	46	44	44	43	43	43	43
10	56	52	46	42	41	40	39	38	38	37	37	37
11	51	46	39	38	35	34	33	31	31	30	30	30
12	55	39	34	30	29	27	27	26	26	25	25	25

Fuente. Manual de capacidad y niveles de servicio

Esta velocidad ideal es corregida por factores como:

- Factor de utilización de la capacidad (fu).

El factor de utilización varía según la intensidad en cada año de operación

Tabla 22. Factores de correlación al Nivel de Servicio por efecto de la utilización de la capacidad (fu)

RELACIÓN VOLUMEN/CAPACIDAD Q/C60	FACTOR DE CORRECCIÓN
0.1	0.99
0.2	0.98
0.3	0.96
0.4	0.92
0.5	0.87
0.6	0.82
0.7	0.75
0.8	0.68
0.9	0.59
1.0	0.50

Fuente. Manual de capacidad y niveles de servicio

- Factor de superficie de rodadura (fsr)

Se considera un factor por el estado de la rodadura de 1.0

Tabla 23.Factores de correlación al Nivel de Servicio por el estado de la superficie de rodadura (fsr)

VELOCIDAD (km/h) V_t	IRI > 6 mm/m ÁREA AFECTADA Mayor del 30 % Nivel Funcional 2	IRI 4 a 6 mm/m ÁREA AFECTADA Del 15 al 30 % Nivel Funcional 3	IRI 2 a 4 mm/m ÁREA AFECTADA Menor del 15 % Nivel Funcional 4 ó 5
20	1.00	1.00	1.00
30	0.99	0.99	1.00
40	0.97	0.98	1.00
50	0.93	0.95	1.00
60	0.88	0.92	0.98
70	0.81	0.87	0.97
80	0.73	0.82	0.96
90	0.63	0.75	0.94

Fuente: Manual de Capacidad y Niveles de servicio.

- Factor combinado del ancho de carril y berma (fcb)

fcb = 0.88 correspondiente a una ancho de carril de 3,65 m sin ancho de berma.

Ancho utilizable de la berma	ANCHO DEL CARRIL (m)				
(m)	3.65	3.50	3.30	3.00	2.70
1.80	1.00	0.97	0.93	0.85	0.73
1.50	0.98	0.95	0.91	0.83	0.71
1.20	0.96	0.93	0.89	0.81	0.7
1.00	0.95	0.92	0.88	0.80	0.69
0.50	0.91	0.88	0.84	0.76	0.66
0.00	0.88	0.85	0.81	0.73	0.63

Fuente: Manual de capacidad y niveles de servicio.

- Factor total por vehículos pesados fpt, a partir de los factores de corrección del nivel de servicio por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes fp1 x fp2 =fpt

Tabla 24. Factores de correlación al Nivel de Servicio por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes (fp1)

PENDIENTE ASCENDENTE %	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	VELOCIDAD MEDIA DE LOS AUTOMÓVILES EN km/h, (V)					
		≥ 90	80	70	60	50	≤ 40
0	Todas	0.85	0.90	0.92	0.97	1.00	1.00
1	0.5	0.94	0.96	0.97	0.99	1.00	1.00
	1.0	0.90	0.94	0.96	0.98	1.00	1.00
	1.5	0.86	0.92	0.95	0.98	1.00	1.00
	2.0	0.79	0.89	0.93	0.96	1.00	1.00
	2.5	0.75	0.87	0.92	0.95	1.00	1.00
	3.0	0.75	0.84	0.89	0.95	1.00	1.00
	≥3.5	0.76	0.81	0.88	0.95	1.00	1.00
2	0.5	-	0.90	0.91	0.95	1.00	1.00
	1.0	-	0.87	0.87	0.93	1.00	1.00
	1.5	-	0.82	0.85	0.92	0.99	1.00
	2.0	-	0.79	0.84	0.92	0.99	1.00
	2.5	-	0.79	0.84	0.92	0.98	1.00
	3.0	-	0.78	0.84	0.92	0.99	1.00
	≥3.5	-	0.77	0.84	0.92	0.99	1.00
3	0.5	-	0.84	0.86	0.92	0.99	1.00
	1.0	-	0.79	0.84	0.89	0.97	1.00
	1.5	-	0.75	0.80	0.87	0.95	1.00
	2.0	-	0.74	0.80	0.87	0.95	1.00
	2.5	-	0.73	0.79	0.87	0.95	1.00
	≥3.0	-	0.73	0.79	0.86	0.95	1.00
4	0.5	-	0.82	0.86	0.91	0.97	1.00
	1.0	-	0.77	0.81	0.87	0.96	1.00
	1.5	-	0.73	0.77	0.84	0.93	1.00
	2.0	-	0.72	0.77	0.83	0.92	1.00
	2.5	-	0.71	0.76	0.82	0.91	1.00
	3.0	-	0.71	0.75	0.82	0.91	1.00
	≥3.5	-	0.70	0.74	0.82	0.91	1.00

PENDIENTE ASCENDENTE %	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	VELOCIDAD MEDIA DE LOS AUTOMÓVILES EN km/h, (V)						
		≥ 70	60	50	40	30	20	≤ 10
6	0.5	0.65	0.70	0.75	0.83	0.95	1.00	1.00
	1.0	0.57	0.61	0.66	0.74	0.88	1.00	1.00
	1.5	0.56	0.59	0.64	0.72	0.83	1.00	1.00
	2.0	0.56	0.59	0.63	0.71	0.82	1.00	1.00
	2.5	0.55	0.58	0.63	0.70	0.81	1.00	1.00
	3.0	0.55	0.58	0.62	0.70	0.81	1.00	1.00
	3.5	0.55	0.58	0.62	0.69	0.81	1.00	1.00
	≥4.0	0.55	0.57	0.62	0.69	0.80	1.00	1.00
10	0.5	0.61	0.65	0.71	0.79	0.91	1.00	1.00
	1.0	0.55	0.58	0.62	0.69	0.80	1.00	1.00
	1.5	0.53	0.57	0.61	0.67	0.77	0.97	1.00
	2.0	0.52	0.55	0.59	0.65	0.76	0.95	1.00
	2.5	0.52	0.55	0.59	0.65	0.75	0.94	1.00
	3.0	0.52	0.55	0.59	0.64	0.74	0.93	1.00
	3.5	0.52	0.55	0.58	0.64	0.74	0.92	1.00
	≥4.0	0.51	0.54	0.58	0.63	0.73	0.92	1.00
11	0.5	-	0.60	0.65	0.73	0.85	1.00	1.00
	1.0	-	0.55	0.59	0.64	0.74	0.93	1.00
	1.5	-	0.53	0.57	0.62	0.71	0.89	1.00
	2.0	-	0.52	0.56	0.61	0.69	0.86	1.00
	2.5	-	0.52	0.55	0.60	0.68	0.85	1.00
	3.0	-	0.51	0.55	0.60	0.68	0.84	1.00
	3.5	-	0.51	0.55	0.59	0.67	0.84	1.00
	≥4.0	-	0.51	0.54	0.59	0.67	0.83	1.00
12	0.5	0.55	0.59	0.65	0.76	0.94	1.00	
	1.0	0.51	0.54	0.60	0.67	0.89	1.00	
	1.5	0.50	0.53	0.58	0.65	0.79	1.00	
	2.0	0.49	0.52	0.57	0.63	0.78	1.00	
	2.5	0.49	0.52	0.56	0.63	0.77	1.00	
	3.0	0.48	0.51	0.56	0.62	0.75	1.00	
	3.5	0.48	0.51	0.55	0.62	0.75	1.00	
	4.0	0.48	0.51	0.55	0.62	0.75	1.00	
	≥4.5	0.48	0.51	0.55	0.61	0.74	1.00	

PENDIENTE ASCENDENTE %	LONGITUD DE LA PENDIENTE (km)	VELOCIDAD MEDIA DE LOS AUTOMÓVILES EN km/h, (V)						
		≥ 80	70	60	50	40	30	≤ 20
5	0.5	0.91	0.95	0.98	0.99	1.00	1.00	1.00
	1.0	0.70	0.78	0.81	0.89	0.96	1.00	1.00
	1.5	0.68	0.73	0.78	0.87	0.97	1.00	1.00
	2.0	0.67	0.72	0.78	0.86	0.97	1.00	1.00
	2.5	0.66	0.71	0.77	0.85	0.96	1.00	1.00
	3.0	0.66	0.71	0.77	0.85	0.96	1.00	1.00
	≥3.5	0.66	0.70	0.76	0.85	0.95	1.00	1.00
8	0.5	0.75	0.79	0.84	0.90	0.98	1.00	1.00
	1.0	0.64	0.69	0.75	0.82	0.93	1.00	1.00
	1.5	0.63	0.67	0.73	0.80	0.90	1.00	1.00
	2.0	0.62	0.67	0.72	0.80	0.90	1.00	1.00
	2.5	0.62	0.66	0.71	0.79	0.90	1.00	1.00
	3.0	0.62	0.66	0.71	0.79	0.90	1.00	1.00
	≥3.5	0.61	0.66	0.71	0.78	0.89	1.00	1.00
7	0.5	0.72	0.76	0.81	0.88	0.94	1.00	1.00
	1.0	0.61	0.65	0.70	0.78	0.87	1.00	1.00
	1.5	0.60	0.63	0.68	0.76	0.86	0.99	1.00
	2.0	0.59	0.63	0.68	0.74	0.84	0.98	1.00
	2.5	0.59	0.62	0.67	0.73	0.83	0.97	1.00
	3.0	0.59	0.62	0.67	0.73	0.83	0.97	1.00
	3.5	0.59	0.62	0.67	0.73	0.83	0.97	1.00
	≥4.0	0.58	0.61	0.66	0.73	0.83	0.96	1.00
9	0.5	0.69	0.72	0.77	0.83	0.90	1.00	1.00
	1.0	0.58	0.61	0.66	0.73	0.80	0.95	1.00
	1.5	0.57	0.60	0.64	0.70	0.78	0.92	1.00
	2.0	0.56	0.59	0.63	0.69	0.77	0.91	1.00
	2.5	0.56	0.59	0.63	0.68	0.76	0.90	1.00
	3.0	0.56	0.58	0.62	0.68	0.76	0.90	1.00
	3.5	0.56	0.58	0.62	0.68	0.75	0.89	1.00
	4.0	0.56	0.58	0.62	0.67	0.75	0.89	1.00
	≥4.5	0.55	0.58	0.62	0.67	0.75	0.89	1.00

Esta tabla está basada en el trabajo de investigación realizado por Herrera. Se ha calculado suponiendo un volumen de 400 vehículos por hora en ambos sentidos y 30% de vehículos pesados. Los factores de corrección para otras condiciones se obtienen multiplicando estos valores por los factores de la tabla 11.

Significa que la pendiente y su longitud no permiten que se alcance la velocidad especificada.

Fuente: Manual de capacidad y niveles de servicio

Tabla 25. Factores de correlación al Nivel de Servicio por la presencia de vehículos pesados (fp2)

PORCENTAJE DE VEHÍCULOS PESADOS	VOLÚMENES EN AMBOS SENTIDOS (veh/h)								
	≤50	100	200	300	400	500	600	800	≥1000
0	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
10	1.07	1.07	1.07	1.07	1.06	1.05	1.04	1.02	1.00
20	1.04	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	0.99	0.97	0.96
30	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	0.98	0.97	0.96	0.95
40	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94
50	0.98	0.97	0.95	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
60	0.95	0.94	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
70	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
80	0.92	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
90	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
100	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88

* Basada en el trabajo de investigación realizado por Herrera

Fuente: Manual de capacidad y niveles de servicio

Se han considerado, atendiendo a la información sobre los perfiles longitudinales y el porcentaje de tránsito de vehículos pesados existente en los tramos viarios considerados, los siguientes parámetros de fp1 y fp2.

Tabla 26. Parámetros fp1 y fp2 considerados

CARRETERA	SECCIÓN	f_{p1}	f_{p2}	f_p
NORTE – OESTE	1	1.0	0.91	0.91
OESTE – SUR	2	1.0	0.91	0.91
SUR - ESTE	3	1.0	0.91	0.91
ESTE - NORTE	4	1.0	0.91	0.91

Con todo ello se estima la Velocidad de tránsito
V3 =

- Limitar la velocidad de paso por curva en tránsito mixto. Dado que el radio de curvatura mínimo establecido está en los 21 m aproximadamente, las velocidades máximas Vc serán del orden de los 42 kms/h en la intersección y en el tramo nuevo de 51 kms/h el radio de curvatura mínimo esta en 123 m reduciendo su velocidad al ingresar a la glorieta.

Tabla 27. Velocidad máxima que permite la curva más cerrada de sector (Vc)

RADIO DE CURVATURA (m)	VELOCIDAD MÁXIMA** (km/h)
20	37
40	48
60	51
80	54
100	57
150	62
200	66
300	71
400	74
500	77

* Se supone que la curva tiene peralte adecuado
** Valores basados en datos de campo tomados en carreteras colombianas
Fuente: Manual de capacidad y niveles de servicio

- Si V3 < Vc determinar la velocidad media V a partir de V3.
- Si V3 > Vc determinar la velocidad media V a partir de un procedimiento específico

El nivel de servicio se determina a partir de los rangos de velocidades que a parecen en la siguiente tabla del MANUAL INVIAS:

Tabla 28. Velocidades en Km/h que determinan los Niveles de Servicio por tipo de terreno (Vc)

Tipo de terreno	NIVELES DE SERVICIO					
(pendiente longitud)	A	B	C	D	E	F
Plano (<3%)	≥83	72-83	62-72	52-62	42-52	42
Ondulado(≥3-<6%)	≥68	59-68	51-59	43-51	34-43	34
Montañoso(≥6-<8)	≥52	45-52	39-45	33-39	26-33	26
Escarpado(≥8%)	≥36	31-36	27-31	23-27	18-23	18

Fuente: Manual de capacidad y niveles de servicio

El resultado obtenido es el siguiente, en periodos de 5 años y aplicando el criterio determinación del nivel de servicio de terreno ondulado.

Tabla 29. Niveles de servicio para el proyecto

AÑO	PERIODO	*Tramo Alto de Dolores - Puerto Berrío- Conexión Ruta del Sol*	*Tramo Vegachí – Alto de los Dolores*	*Tramo Remedios - Vegachí*
		LOS ATS	**LOS ATS**	**LOS ATS**
2024	- AÑOS	**B**	-	-
2029	5 AÑOS	**B**	**B**	**B**
2034	10 AÑOS	**B**	**B**	**B**

✓ **CAPACIDAD DE LA GLORIETA**

- Capacidad de acuerdo con la fórmula de WARDROP:

se presenta el esquema básico de una glorieta. Esta solución se caracteriza por que los accesos que a ella confluyen se comunican mediante un anillo en el cual la circulación se efectúa alrededor de una isleta central.

- Criterios básicos de diseño:

1) Estudios de Ingeniería de Tránsito

Para el diseño de esta solución se requiere la elaboración previa de los estudios de Ingeniería de Tránsito, de conformidad con la metodología sugerida en el numeral 6.3.2 Intersecciones a desnivel. En lo pertinente a la capacidad de la glorieta y específicamente en el dimensionamiento de las secciones de entrecruzamiento se puede atender al siguiente procedimiento:

- Se propone una longitud de la sección de entrecruzamiento compatible con la geometría de la solución.

- Se determina la capacidad de cada sección de entrecruzamiento propuesta.

- Se compara dicha capacidad con el volumen de demanda de entrecruzamiento.

Para el cálculo de la capacidad de la sección de entrecruzamiento, Qp, se utiliza la expresión propuesta por Wardrop:

$$Qp = [\ 160\ W\ (1 + e / W)\ ] / (1 + w / L)$$

$$e = (e_1 + e_2) / 2$$

Donde:

Qp: Capacidad de la sección de entrecruzamiento, como tránsito mixto, en vehículos / hora.

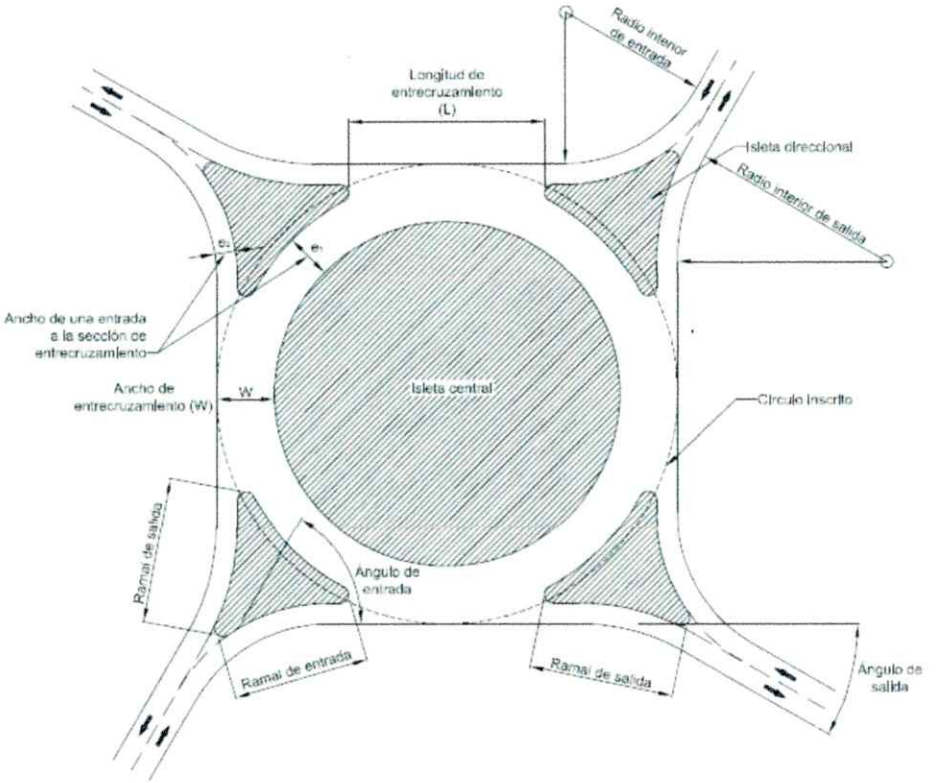
W: Ancho de la sección de entrecruzamiento, en metros.

e: Ancho promedio de las entradas a la sección de entrecruzamiento, en metros.

e1, e2: Ancho de cada entrada a la sección de entrecruzamiento, en metros.

L: Longitud de la sección de entrecruzamiento, en metros.

Imagen 5. Intersección a nivel tipo glorieta



Fuente: Manual de diseño geométrico 2008

2) Criterios geométricos

En la siguiente tabla se presentan los criterios de diseño geométrico aplicables a las glorietas.

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	MAGNITUD
Diámetro mínimo de la isleta central		m	25
Diámetro mínimo del círculo inscrito		m	50
Relación W/L (sección de entrecruzamiento)			Entre 0,25 y 0,40
Ancho sección de entrecruzamiento (W)		m	Máximo 15
Radio interior mínimo en los accesos	De entrada	m	30
	De salida	m	40
Ángulo ideal de entrada			60°
Ángulo ideal de salida			30°

3) Isletas direccionales

El dimensionamiento de las isletas direccionales será consecuencia de la geometría general de la solución. Sin embargo, se debe respetar el área mínima indicada para ellas en el numeral 6.3.1.2 Intersecciones a nivel canalizadas del manual de diseño geométrico 2008.

4) Ramales de entrada y salida

Se aplican los criterios consignados en la Tabla 6.3. Ancho de calzada en ramales de salida o de entrada en función del Radio interior. En el caso de las glorietas, el Radio interior mínimo es de treinta metros (30 m), como se indica en la Tabla anterior.

Para el presente proyecto se implementaron los siguientes parámetros:

Diametro isleta central = 25 m
Diametro circulo inscrito = > 50 m
Relación W/L (Sección de entrecruzamiento) = Nos encontramos entre 0.25 y 0.40 OK CUMPLE
Ancho sección entrecruzamiento = 10.95 m < 15 m OK CUMPLE
Radio mínimo de entrada en accesos = 30 m
Radio mínimo de salida en accesos = 40 m

$QP_{entrecruzamiento\ NORTE-OESTE}$ = 2361 Veh/hora
$QP_{entrecruzamiento\ OESTE-SUR}$ = 2273 Veh/hora

$QP_{entrecruzamiento\ SUR-ESTE}$ = 2369 Veh/hora
$QP_{entrecruzamiento\ ESTE-NORTE}$ = 2253 Veh/hora

Tramo	Flujo vehicular (veh/h)	Longitud de entrecruzamiento, L (m)	Ancho sección entrecruzamiento W (m)	e1	e2	e	Capacidad, Qp (veh/h)	Capacidad practica 0.85Qp	Reserva de capacidad, RC (%)
NORTE – OESTE	1301	48.34	10.95	10.95	3.65	7.30 7.30	2361	2007	54 > 15%
OESTE – SUR	1301	38.48	10.95	10.95	3.65	7.30	2273	1932	48 > 15%
SUR - NORTE	1301	47.03	10.95	10.95	3.65	7.30	2369	2014	55 > 15%
SUR - ESTE	1301	36.99	10.95	10.95	3.65	7.30	2253	1915	47 > 15%

$$RC = \frac{\text{Capacidad práctica} - \text{Flujo vehicular}}{\text{Flujo vehicular}} 100$$

Conclusión:

Las cifras de la última columna indican que, para el año de diseño, cada uno de los tramos de la glorieta tiene una reserva de capacidad, RC, superiores al 15%. Por lo tanto, la intersección, durante su vida de diseño, operará de manera adecuada como glorieta, y se puede proceder al diseño detallado de la misma, tanto en planta como en perfil.

7. CONCLUSIONES

Mediante conteos manuales de tránsito se recolectó la información de campo que permitió conocer el comportamiento del tráfico en la vía a intervenir para el proyecto "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA GLORIETA Y AVENIDA VICTOR ROQUEME QUIÑONEZ EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA" en Carrera 40 con Calle 5.

Usando el análisis estadístico se calculó el tráfico promedio futuro (10 años), la cual se obtuvo un número de ejes equivalentes a 8.2 ton de 6.455.674 considerándose como tráfico alto.

De acuerdo al estudio realizado se pudo determinar un TPDS de 974 vehículos, como se observa a continuación.

AFOROS	A	COLECTIVOS		Buses	CAMIONES						Mixtos
		CP	CG		C2 P	C2 G	C3	C4	C5	>C5	
TPDS (24 h)	284	0	0	43	158	137	70	70	79	133	974
COMPOSICIÓN	29.16%	0.00%	0.00%	4.41%	16.22%	14.07%	7.19%	7.19%	8.11%	13.66%	

Se observa, que el 29.16% transita en automóvil, el 4.41% buses y el 66.43% camiones de categoría C2P, C2G, C3, C4, C5 y mayores a C5.

ANEXO 1. Aforos Calle 5 con Carrera 40

CONTEO DE TRÁFICO DIA - 1

VIA: *INTERCCIÓN TIPO GLORIETA CALLE 5 CON CARRERA 40* *FECHA CONTEO:* LUNES 27 DE OCTUBRE DEL 2025

EST *ESTACION UNICA* *SENTIDO* _____ *AFORADOR:* LUIS ELIAS GUERRERO SEPULVEDA

Hora	Vehículos Livianos			Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga						MIXTOS
	Autos	Jeep	Camionetas PicK UPs	Colectivo Pequeño	Colectivo Grande	Buses	C2 P	C2 G	C3	C4	C5	>C5	
8 - 9 a.m.	15	0	0	0	0	3	19	18	3	3	7	11	79
9 - 10 a.m.	17	0	0	0	0	4	17	15	3	3	6	10	75
10 - 11 a.m.	11	0	0	0	0	5	15	17	3	3	3	10	67
11 - 12 a.m.	15	0	0	0	0	5	16	15	4	4	3	9	71
2 - 3 p.m.	16	0	0	0	0	6	16	17	3	3	5	10	76
3 - 4 p.m.	16	0	0	0	0	6	18	20	3	3	12	10	88
4 - 5 p.m.	18	0	0	0	0	4	20	14	3	3	8	9	79
5 - 6 p.m.	16	0	0	0	0	4	17	23	2	4	5	11	82
	124	0	0	0	0	37	138	139	24	26	49	80	**617**
	124												

CONTEO DE TRÁFICO DIA - 2

VIA: *INTERCCIÓN TIPO GLORIETA CALLE 5 CON CARRERA 40* *FECHA CONTEO:* MARTES 28 DE OCTUBRE DEL 2025

EST *ESTACION UNICA* *SENTIDO* _____ *AFORADOR:* LUIS ELIAS GUERRERO SEPULVEDA

Hora	Vehículos Livianos			Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga						MIXTOS
	Autos	Jeep	Camionetas PicK UPs	Colectivo Pequeño	Colectivo Grande	Buses	C2 P	C2 G	C3	C4	C5	>C5	
8 - 9 a.m.	15	0	0	0	0	2	9	15	3	3	8	30	85
9 - 10 a.m.	15	0	0	0	0	2	9	12	3	3	6	10	60
10 - 11 a.m.	15	0	0	0	0	2	7	15	3	3	5	9	59
11 - 12 a.m.	16	0	0	0	0	3	7	12	4	4	5	8	59
2 - 3 p.m.	16	0	0	0	0	3	7	15	3	3	4	9	60
3 - 4 p.m.	16	0	0	0	0	3	8	20	4	4	10	10	75
4 - 5 p.m.	15	0	0	0	0	2	8	11	3	4	9	10	62
5 - 6 p.m.	14	0	0	0	0	2	7	20	3	4	6	9	65
	122	0	0	0	0	19	62	120	26	28	53	95	**525**
	122												

CONTEO DE TRÁFICO DIA - 3

VIA: *INTERCCIÓN TIPO GLORIETA CALLE 5 CON CARRERA 40* **FECHA CONTEO:** MIERCOLES 29 DE OCTUBRE DEL 2025

EST *ESTACION UNICA* **SENTIDO** _____ **AFORADOR:** LUIS ELIAS GUERRERO SEPULVEDA

Hora	Vehiculos Livianos			Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga						MIXTOS
	Autos	Jeep	Camionetas PicK UPs	Colectivo Pequeño	Colectivo Grande	Buses	C2 P	C2 G	C3	C4	C5	>C5	
8 - 9 a.m.	13	0	0	0	0	2	12	15	6	2	6	25	81
9 - 10 a.m.	15	0	0	0	0	3	15	12	4	4	5	10	68
10 - 11 a.m.	15	0	0	0	0	3	15	15	3	3	3	10	67
11 - 12 a.m.	20	0	0	0	0	1	15	12	5	4	3	10	70
2 - 3 p.m.	15	0	0	0	0	2	15	15	4	3	5	11	70
3 - 4 p.m.	15	0	0	0	0	3	15	20	4	4	10	12	83
4 - 5 p.m.	16	0	0	0	0	2	16	10	3	2	7	12	68
5 - 6 p.m.	17	0	0	0	0	2	14	20	2	5	5	11	76
	126	0	0	0	0	18	117	119	31	27	44	101	583
	126												

CONTEO DE TRÁFICO DIA - 4

VIA: *INTERCCIÓN TIPO GLORIETA CALLE 5 CON CARRERA 40* **FECHA CONTEO:** JUEVES 30 DE OCTUBRE DE 2025

EST *ESTACION UNICA* **SENTIDO** _____ **AFORADOR:** LUIS ELIAS GUERRERO SEPULVEDA

Hora	Vehiculos Livianos			Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga						MIXTOS
	Autos	Jeep	Camionetas PicK UPs	Colectivo Pequeño	Colectivo Grande	Buses	C2 P	C2 G	C3	C4	C5	>C5	
8 - 9 a.m.	10	0	0	0	0	3	20	7	12	7	6	10	75
9 - 10 a.m.	35	0	0	0	0	3	17	6	10	8	5	11	95
10 - 11 a.m.	30	0	0	0	0	4	17	7	8	8	8	12	94
11 - 12 a.m.	40	0	0	0	0	3	17	12	10	8	8	10	108
2 - 3 p.m.	35	0	0	0	0	4	17	12	9	8	7	10	102
3 - 4 p.m.	32	0	0	0	0	3	20	17	9	10	12	12	115
4 - 5 p.m.	33	0	0	0	0	3	22	8	8	7	10	11	102
5 - 6 p.m.	35	0	0	0	0	3	19	17	7	10	7	10	108
	250	0	0	0	0	26	149	86	73	66	63	86	799
	250												

CONTEO DE TRÁFICO DIA - 5

VIA: *INTERCCIÓN TIPO GLORIETA CALLE 5 CON CARRERA 40* *FECHA CONTEO:* VIERNES 31 DE COTUBRE DEL 2025

EST ESTACION UNICA *SENTIDO* _____ *AFORADOR:* LUIS ELIAS GUERRERO SEPULVEDA

Hora	Vehiculos Livianos			Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga						MIXTOS
	Autos	Jeep	Camionetas PicK UPs	Colectivo Pequeño	Colectivo Grande	Buses	C2 P	C2 G	C3	C4	C5	>C5	
8 - 9 a.m.	15	0	0	0	0	4	33	17	14	10	9	27	129
9 - 10 a.m.	37	0	0	0	0	5	19	15	12	11	7	17	123
10 - 11 a.m.	305	0	0	0	0	6	15	17	11	11	10	17	392
11 - 12 a.m.	36	0	0	0	0	5	15	15	12	12	10	17	122
2 - 3 p.m.	38	0	0	0	0	5	18	17	12	11	12	17	130
3 - 4 p.m.	31	0	0	0	0	4	17	24	12	12	17	19	136
4 - 5 p.m.	35	0	0	0	0	4	17	13	10	10	15	19	123
5 - 6 p.m.	35	0	0	0	0	5	17	22	10	12	12	33	146
	532	0	0	0	0	38	151	140	93	89	92	166	**1301**
	532												

CONTEO DE TRÁFICO DIA - 6

VIA: *INTERCCIÓN TIPO GLORIETA CALLE 5 CON CARRERA 40* *FECHA CONTEO:* SÁBADO 01 DE NOVIEMBRE DEL 2025

EST ESTACION UNICA *SENTIDO* _____ *AFORADOR:* LUIS ELIAS GUERRERO SEPULVEDA

Hora	Vehiculos Livianos			Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga						MIXTOS
	Autos	Jeep	Camionetas PicK UPs	Colectivo Pequeño	Colectivo Grande	Buses	C2 P	C2 G	C3	C4	C5	>C5	
8 - 9 a.m.	16	0	0	0	0	10	25	15	15	12	10	27	130
9 - 10 a.m.	38	0	0	0	0	11	24	13	12	13	8	17	136
10 - 11 a.m.	38	0	0	0	0	12	22	16	11	12	11	17	139
11 - 12 a.m.	41	0	0	0	0	10	23	13	13	14	12	15	141
2 - 3 p.m.	41	0	0	0	0	10	24	15	12	13	13	20	148
3 - 4 p.m.	36	0	0	0	0	10	27	20	13	14	17	20	157
4 - 5 p.m.	41	0	0	0	0	11	23	10	11	12	16	20	144
5 - 6 p.m.	42	0	0	0	0	11	23	20	11	15	13	18	153
	293	0	0	0	0	85	191	122	98	105	100	154	**1148**
	293												

Alcaldía de Aguachica

CONTEO DE TRÁFICO DIA - 7

VIA: ***INTERCCIÓN TIPO GLORIETA CALLE 5 CON CARRERA 40*** ***FECHA CONTEO:*** DOMINGO 02 DE NOVIEMBRE DEL 2025

EST ***ESTACION UNICA*** ***SENTIDO*** _____ ***AFORADOR:*** LUIS ELIAS GUERRERO SEPULVEDA

Hora	Vehiculos Livianos			Pesados de Pasajeros			Pesados de Carga						MIXTOS
	Autos	Jeep	Camionetas PicK UPs	Colectivo Pequeño	Colectivo Grande	Buses	C2 P	C2 G	C3	C4	C5	>C5	
8 - 9 a.m.	25	0	0	0	0	5	22	15	12	10	7	25	121
9 - 10 a.m.	33	0	0	0	0	6	22	11	10	10	6	15	113
10 - 11 a.m.	36	0	0	0	0	7	20	15	9	10	9	15	121
11 - 12 a.m.	43	0	0	0	0	4	20	11	11	11	10	15	125
2 - 3 p.m.	40	0	0	0	0	5	22	14	10	11	11	17	130
3 - 4 p.m.	35	0	0	0	0	5	20	17	10	12	16	12	127
4 - 5 p.m.	41	0	0	0	0	6	21	10	8	10	13	12	121
5 - 6 p.m.	37	0	0	0	0	6	20	18	9	12	11	16	129
	290	0	0	0	0	44	167	111	79	86	83	127	**987**
	290												

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-4094473

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JOSE LUIS PEREZ AREVALO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1091657999, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 54202-216077 desde el 03 de Noviembre de 2011, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1730.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los uno (01) días del mes de *Diciembre del año dos mil veinticinco (2025).*

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

Ocaña, 3 de noviembre de 2025

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **JOSE LUIS PÉREZ ARÉVALO** , profesión Ingeniero Civil – Esp. En Vías Terrestres, Matrícula Profesional 54202216077NTS, identificado con cedula de ciudadanía No. 1.091.657.999 expedida en Ocaña Norte de Santander, por medio del presente documento hago constar que he realizado bajo mi responsabilidad el estudio de tránsito para el proyecto denominado **"CONSTRUCCIÓN DE LA GLORIETA Y AVENIDA VICTOR ROQUEME QUIÑONEZ EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA, DEPARTAMENTO DEL CESAR".**

Que en la elaboración del citado proyecto he utilizado los criterios y normas de ingeniería vigentes y generalmente aceptados para este tipo de proyectos y en particular, se ha tenido en cuenta lo pertinente al manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito, a las series históricas y categoría vehicular del INVIAS, el cual son de referencia al diseño de pavimentos, las cuales declaro conocer.

Es de anotar que los elementos diseñados y las proyecciones previstas en los documentos de diseño, funcionarán adecuadamente siempre y cuando en su proceso constructivo se empleen los materiales sugeridos y su implementación se rija estrictamente a las recomendaciones consignadas en los documentos de diseño.

Cualquier cambio que se requiera al diseño, a lo consignado, y durante su proceso constructivo que se encuentre por fuera de los parámetros descritos, será responsabilidad de la persona o entidad a cargo.

Para constancia se firma en Ocaña, a los 3 días del mes de noviembre de 2025.

Atentamente;

JOSE LUIS PÉREZ ARÉVALO
Ingeniero Civil
Esp. En Vías Terrestres
M.P. 54202216077NTS

Urb. Alejandría Ocaña - Norte de Santander / Colombia

Tel: 3123019000

jose.civil87@gmail.com



MATRICULA PROFESIONAL No.

5420221607 7NTS

INGENIERO CIVIL

DE FECHA **03/11/2011**

JOSE LUIS
PEREZ AREVALO
C.C. 1091657999
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE
PAULA SANTANDER-OCAÑA

PRESIDENTE DEL CONSEJO

Scanned with CamScanner