

 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macro proceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 1 de 20

ESTUDIO DE TRANSITO

PROYECTO

PAVIMENTACION MEDIANTE EL SISTEMA DE
 PLACA HUELLA EN LA RED TERCIARIA
 CLASIFICADA CRUCE RUTA 4505 -
 CASABOHEMIA-ALTO PIRAVANTE DEL
 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE HUILA

SEPTIEMBRE DEL 2025

 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macro proceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 2 de 20

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETIVOS.....	5
3. ESTUDIO DEL TRÁNSITO.....	6
3.1 VARIABLES ASOCIADAS A LA DETERMINACIÓN DEL TRANSITO.....	6
3.1.1 Configuración y cargas máximas legales de los vehículos comerciales	6
3.1.2 Clasificación de los vehículos	7
3.1.3 Factores de Equivalencia de Carga (FEC) y Factor de Daño Vehicular (FDV)	10
3.1.4 Distribución direccional y por carril de los vehículos comerciales.....	12
3.1.5 Transito Promedio Diario TPD.....	13
3.1.6 Periodo de diseño	16
3.2 PROYECCIÓN DEL TRANSITO	16
3.2.1 Tránsito Normal.....	16
3.2.2 Tránsito Atraído.....	16
3.2.3 Tránsito Generado.....	17
3.2.4 Estimación de la tasa de crecimiento (r).....	18
3.3 CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS.....	18
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	22
5. ANEXOS	23
6. BIBLIOGRAFIA.....	24

 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macro proceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 3 de 20

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tramos de intervención.....	4
Tabla 2. Cargas máximas por ejes.....	6
Tabla 3. Categoría 2 – Buses B.	7
Tabla 4. Categoría 3 y 4 – Camiones C2P y C2G.....	8
Tabla 5. Categoría 5 – Camiones C3-C4.....	8
Tabla 6. Categoría 6 – Camiones C5.....	9
Tabla 7. Categoría 7 – Camiones C6.....	10
Tabla 8. Expresiones matemáticas para la determinación del FEC para cada eje.....	11
Tabla 9. Factores de daño vehicular.....	11
Tabla 10. Factores de daño vehicular para cada categoría.....	12
Tabla 11. Factor de Distribución para el Carril de diseño.	12
Tabla 12. Distribución porcentual del tránsito Tramo 1.	15
Tabla 13. Distribución porcentual del tránsito Tramo 2.	15
Tabla 14. Porcentaje de tránsito generado como función del tránsito normal.....	17
Tabla 15. Tasas de crecimiento obtenidas en un muestreo de la red vial nacional.	18
Tabla 16. Ejes equivalentes de 8.2 ton para el tramo 1.....	19
Tabla 17. Ejes equivalentes de 8.2 ton para tramo 2.....	20

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las estaciones de aforo vehicular.	13
Figura 2. Formato de aforo vehicular.....	14
Figura 3. Volúmenes vehiculares Tramo 1.....	14
Figura 4. Volúmenes vehiculares Tramo 2.....	15

 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macro proceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 4 de 20

1. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el estudio de tránsito considerado para el diseño de las estructuras de pavimento (Placa Huella) para 2 tramos viales (Tabla 1) pertenecientes a la red terciaria del municipio de CAMPOALEGRE, departamento del Huila. Tramos que actualmente se encuentran sin estructura de pavimento y serán intervenidos mediante un mejoramiento mediante un sistema de pavimento tipo Placa Huella. Al tratarse de vías rurales, el análisis del tránsito se realizará con la ayuda del Manual de diseño de pavimentos para vías con bajos volúmenes de tránsito del INVIAS (2007).

ITEM	VEREDA	TRAMO				
		PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		LONGITUD ML
		REFERENCIA	COORDENADA	REFERENCIA	COORDENADA	
1.0	EL VISO	CRUCE RUTA 4505	2°42'37"N 75°18'56"W	CRUCE ALTO PIRAVANTE	2°41'49"N 75°18'01"W	2490

2. OBJETIVOS

Recopilar y analizar información primaria de tránsito necesaria para la elaboración del diseño de la estructura en Placa Huella de 2 tramos viales de la red terciaria pertenecientes al municipio de Campoalegre, departamento del Huila. el cual tiene por objeto “PAVIMENTACION MEDIANTE EL SISTEMA DE PLACA HUELLA EN LA RED TERCIARIA CLASIFICADA CRUCE RUTA 4505 - CASABOHEMIA-ALTO PIRAVANTE DEL MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE HUILA”

 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macro proceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 5 de 20

3. ESTUDIO DEL TRÁNSITO

Este capítulo contiene los parámetros necesarios para realizar el análisis de tránsito por medio del método de los ejes equivalentes (N) en el carril y periodo de diseño. El diseño contempló la construcción de estructuras tipo Placa Huella, dado que los tramos de intervención corresponden principalmente a vías rurales, donde se presentan bajos volúmenes de tránsito.

En este sentido, a fin de cuantificar la variable tránsito y establecer el (N), en principio se describen las variables asociadas al cálculo de los ejes equivalentes, tales como: tipos de ejes, cargas máximas por ejes, clasificación de los vehículos, factores de equivalencia de carga y de daño para cada vehículo, Transito Promedio Diario (TPD), periodo de diseño, proyección del tránsito, entre otras. Posteriormente, se presentan las definiciones del tránsito. Finalmente se presenta el cálculo de los ejes equivalentes para el diseño de la estructura de pavimento.

3.1 VARIABLES ASOCIADAS A LA DETERMINACIÓN DEL TRANSITO

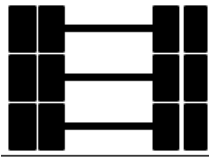
3.1.1 Configuración y cargas máximas legales de los vehículos comerciales

En la Tabla 2 se presentan los principales tipos de ejes y las respectivas cargas máximas de los vehículos comerciales contemplados en Colombia, asimismo se presenta una breve descripción en términos del número de ruedas que componen cada tipo de eje.

Tabla 2. Cargas máximas por ejes

Tipo de eje	Esquema	Carga máxima (toneladas)	Descripción
Eje Simple Rueda Simple ESRS		6.0	Eje compuesto por dos ruedas simples
Eje Simple Rueda Doble ESRD		11.0	Eje compuesto por cuatro ruedas simples
Eje Tandem		22.0	Dos ejes compuestos por cuatro ruedas simples cada uno

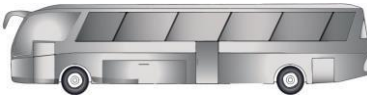
 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macro proceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 6 de 20

Eje Trídem		24.0	Tres ejes compuestos por cuatro ruedas simples cada uño
------------	---	------	---

3.1.2 Clasificación de los vehículos

De forma general, en la Ingeniería de pavimentos los vehículos se pueden clasificar en: Autos (A), Buses (B) y Camiones (C). Para el diseño de pavimentos solamente se consideran los vehículos comerciales correspondientes a B y C. Los porcentajes de A, B y C fueron obtenidos a partir de aforos en campo e información local, conforme se presenta en las siguientes secciones del capítulo. En las Tablas 3 a 7 se presenta una descripción de las categorías de los vehículos según INVIAS. Para los camiones, que son los vehículos que más interesan en la cuantificación del tránsito de diseño para el dimensionamiento de los pavimentos, el INVIAS ha publicado las resoluciones respectivas para su designación, descripción y configuración, extraída de las Resoluciones No. 4100 del 28 de diciembre de 2004 (Ministerio de Transporte, 2004) y No 1782 del 8 de mayo de 2009, (Ministerio de Transporte, 2009).

Tabla 3. Categoría 2 – Buses B.

Categoría	Tipo de Vehículo	Esquema	Peso total (Ton)	Descripción
B	Busetas (5.5-8.5 Toneladas)		8.5	Compuesta por un ESRS de 3 ton y un ESRD 5.5 ton
	Bus (8-11 Toneladas)		11	Compuesto por un ESRS de 3.5 ton y un ESRD 7.5 ton
	Bus intermunicipal (12-14.5 Toneladas)		14.5	Compuesto por un ESRS de 5 ton y un ESRD 9.5 ton
	Bus intermunicipal 3 ejes (17.5-20.5 Toneladas)		19.5	Compuesto por un ESRS de 7 ton y un Tándem 13.5 ton

 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macro proceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 7 de 20

Tabla 4. Categoría 3 y 4 – Camiones C2P y C2G

Categoría	Tipo de Vehículo	Esquema	Peso total (Ton)	Descripción
C2	C2P		8.5	Compuesto por un ESRS de 2.5 ton y un ESRD 6 ton
	C2G		17	Compuesto por un ESRS de 6.0 ton y un ESRD 11 ton

tabla 5. Categoría 5 – Camiones C3-C4.

Categoría	Tipo de Vehículo	Esquema	Peso total (Ton)	Descripción
C3-C4	C3		28	Compuesto por un ESRS de 6.0 ton y un tándem 22 ton
	C2S1		27	Se compone de un tracto camión con un ESRS de 6.0 ton y un ESRD de 10.5 ton y semi remolque con ESRD de 10.5 ton
	C2S2		32	Se compone de un tracto camión con un ESRS de 6.0 ton y un ESRS de 6.0 Ton y semirremolque con tándem de 20 ton
	C3S1		29	Se compone de un tracto camión con un ESRS de 6.0 ton y un

 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macro proceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 8 de 20

				tándem de 12 Ton y semirremolque con ESRD de 11 ton
--	--	--	--	---

tabla 6. Categoría 6 – Camiones C5.

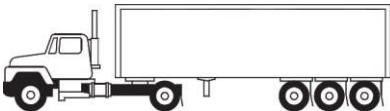
Categoría	Tipo de Vehículo	Esquema	Peso total (Ton)	Descripción
C5	C2S3		40.5	Se compone de un tracto camión con un ESRS de 5.5 ton y un ESRD de 11 Ton y semirremolque con trídem de 24 ton
	C3S2		48	Se compone de un tracto camión con un ESRS de 6.0 ton y un tándem 21 Ton y semirremolque con tándem de 21 ton

Tabla 7. Categoría 7 – Camiones C6

Categoría	Tipo de Vehículo	Esquema	Peso total (Ton)	Descripción
C6	C3S3		52	Se compone de un tracto camión con un ESRS de 6.0 ton y un tándem 22 Ton y semirremolque con trídem de 24 ton

3.1.3 Factores de Equivalencia de Carga (FEC) y Factor de Daño Vehicular (FDV)

 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macro proceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 9 de 20

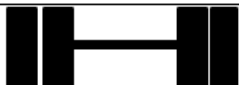
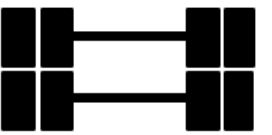
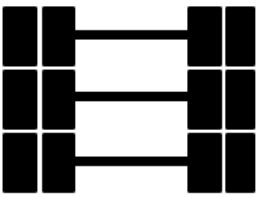
Un concepto desarrollado a partir de la información recolectada en el Ensayo Vial AASHO fue el de factor de equivalencia de carga (FEC), que determina el correspondiente daño proporcionado al pavimento a partir de la relación que existe entre el peso que ejerce un eje con una carga dada y un eje patrón. Se encontró en dicho ensayo que el daño que hacen los ejes en el pavimento no es linealmente proporcional a la carga, sino que es exponencial.

El cálculo de los FEC para cada tipo de eje se realizó siguiendo las recomendaciones del INVIAS por medio del método de la cuarta potencia descrito en las fórmulas matemáticas presentadas en la Tabla 8. Dichos procedimientos son descritos en el manual de diseño de pavimentos de concreto del INVIAS 2008. Donde, la carga P es la carga en kN para cada eje.

Por otro lado, el Factor Daño Vehicular (FDV) para cada vehículo comercial se determinó por medio de la sumatoria de los FEC de los ejes que componen el vehículo, por medio de la siguiente Ecuación.

$$FDV = \sum FEC \quad (1)$$

Tabla 8. Expresiones matemáticas para la determinación del FEC para cada eje

Tipo de eje	Esquema	Fórmulas para determinar el FEC
Eje Simple Rueda Simple ESRS		$FEC_{ESRS} = \left[\frac{P}{60.00} \right]^4$
Eje Simple Rueda Doble ESRD		$FEC_{ESRD} = \left[\frac{P}{81.81} \right]^{4.5}$
Eje Tándem		$FEC_{ESRD} = \left[\frac{P}{132.14} \right]^{4.2}$
Eje Trídem		$FEC_{ESRD} = \left[\frac{P}{184.00} \right]^{4.3}$

A partir de los vehículos de diseño contemplados en las Categorías 2 a 7 de INVIAS y a través de las expresiones matemáticas contempladas en la Tabla 8, se procedió a determinar los FDV para los diferentes vehículos considerando el 100% de la carga máxima, conforme se presenta en la Tabla 9.

<div><p>MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9</p></div>	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS			<div><p>modelo integrado de planeación y gestión</p></div>
	Macro proceso: Procesos de Apoyo			
	Proceso: Gestión Administrativa			
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos			
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL			
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 10 de 20	

Por otro lado, en la Tabla 9 se presentan los valores promedios de FDV para cada categoría. Es decir, para la categoría B, C3-C4 y C5 el FDV se promedió a partir de los valores reportados por los diferentes tipos de vehículos de cada categoría. Por ejemplo, para la categoría C3-C4 se consideró el valor promedio de los FDV de los camiones C3, C2S1, C2S2 y C3S1

Tabla 9. Factores de daño vehicular

Categoría	Tipo de Vehículo	FDV
B	Busetas	0.23
	Bus	0.79
	Bus intermunicipal 2 ejes	2.44
	Bus intermunicipal 3 ejes	2.95
C2	C2P	0.28
	C2G	4.79
C3-C4	C3	9.51
	C2S1	7.15
	C2S2	7.7
	C3S1	5.5
C5	C2S3	7.6
	C3S2	15.00
C6	C3S3	12.64

Tabla 10. Factores de daño vehicular para cada categoría

Categoría	FDV
B	1.60
C2-P	0.28
C2-G	4.79
C3-C4	7.45
C5	11.31
C6	12.64

3.1.4 Distribución direccional y por carril de los vehículos comerciales

En el presente estudio, la distribución direccional fue asumida de (FD=1.0), dado que los tramos de rurales de intervención serán con sistema de Placa Huella donde el paso de los vehículos es por la franja central. Por otro lado, el Factor de Distribución para el Carril de Diseño (FC) se determinó a partir de las recomendaciones descritas por el INVIAS, conforme se presenta en la Tabla 11. Para el caso de los tramos de estudio en el municipio de Íquira (H), por tener 1 carril en cada dirección, el FC adoptado corresponde a 1.0.

 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macro proceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 11 de 20

Tabla 11. Factor de Distribución para el Carril de diseño.

NÚMERO DE CARRILES EN CADA DIRECCIÓN	FACTOR DE DISTRIBUCIÓN PARA EL CARRIL DE DISEÑO (DC)	
	INVIAS	AASHTO 2002
1	1.0	1.0
2	0.90	0.9
3	0.75	0.6
4	Sin información	0.4

3.1.5 Transito Promedio Diario TPD

Para la determinación del TPD se procedió a la toma de información primaria, la cual consiste en información directa de campo mediante aforos vehiculares. El objetivo de estos es registrar el número de vehículos que pasan por un punto, clasificándolos por tipo de vehículo en Autos (A), Buses (B) y Camiones(C), de acuerdo con el sentido del flujo.

A fin de establecer el comportamiento del tránsito, se realizaron aforos en el inicio de cada tramo de intervención conforme se presenta en la Figura 1.

Para realizar una adecuada evaluación de la variable tránsito en vías con bajos volúmenes de tránsito, el INVIAS (2007) recomienda, como mínimo, realizar un conteo durante un período representativo de dos (2) días (uno en día normal y otro en día de mercado) presentando una duración de (18) horas por día entre las 5:00 am – 11:00 pm. El TPD se calcula entonces con la siguiente expresión:

$$TPD = TPD \text{ (día normal)} * \frac{6}{7} + TPD \text{ (día de mercado)} * \frac{1}{7}$$

Para la toma de información de campo se utilizaron formatos diseñados para intervalos de tiempo de conteo cada hora, discriminando en cada uno de ellos el tipo de vehículo (Ver Figura 2), este formato contiene la información general del proyecto. En el Anexo #1 Memoria de Tránsito, se presenta toda la información recopilada y procesada durante la toma de información de campo (información primaria) para las estaciones de aforo mencionadas anteriormente. Para los tramos de estudio

 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macro proceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 12 de 20

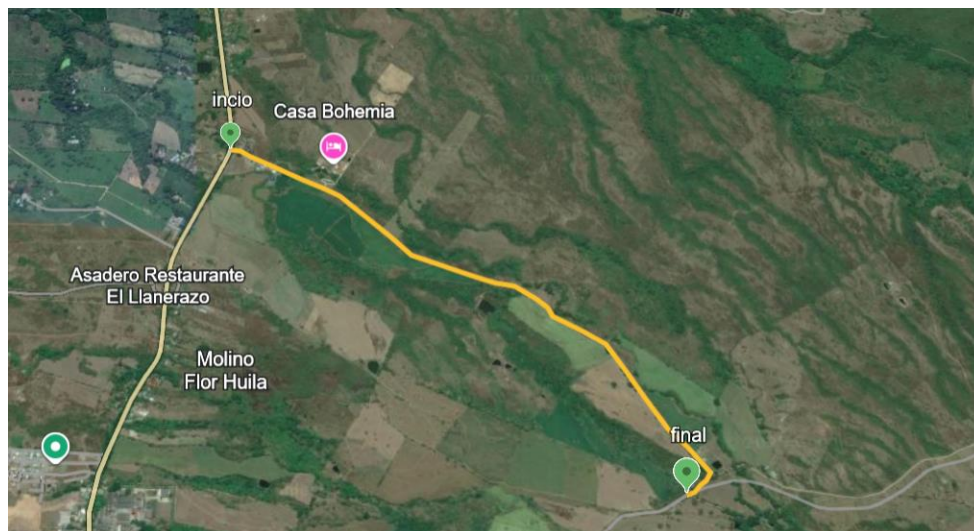
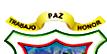


Figura 1. Ubicación de la estación de aforo vehicular

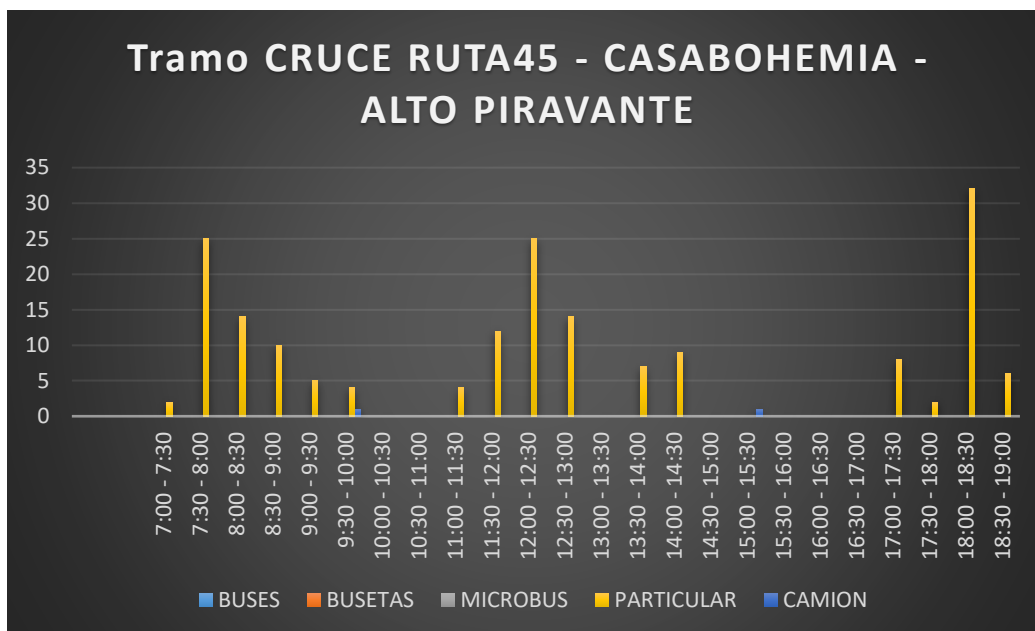
DEPARTAMENTO DEL HUILA					
MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE					
AFOROS Y CLASIFICACION VEHICULAR					
PROYECTO	PAVIMENTACION MEDIANTE EL SISTEMA DE PLACA HUELLA EN LA RED TERCIARIA CLASIFICADA CRUCE RUTA 4505 - CASABOHEMIA-ALTO PIRAVANTE DEL MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE HUILA				
PUNTO DE CONTROL	Cruce ruta 45				
LOCALIZACION	Casabohemia			FECHA	16/08/2025
SENTIDO	Ambos sentidos				
TOMA CADA 30 MINUTOS	BUSES	BUSETAS	MICROBUS	PARTICULAR	CAMION
					
7:00 - 7:30				2	
7:30 - 8:00				25	
8:00 - 8:30				14	
8:30 - 9:00				10	
9:00 - 9:30				5	
9:30 - 10:00				4	1
10:00 - 10:30				0	
10:30 - 11:00				0	

<div><p>MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9</p></div>	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS			<div><p>modelo integrado de planeación y gestión</p></div>
	Macro proceso: Procesos de Apoyo			
	Proceso: Gestión Administrativa			
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos			
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL			
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 13 de 20	

11:00 - 11:30				4	
11:30 - 12:00				12	
12:00 - 12:30				25	
12:30 - 13:00				14	
13:00 - 13:30				0	
13:30 - 14:00				7	
14:00 - 14:30				9	
14:30 - 15:00				0	
15:00 - 15:30				0	1
15:30 - 16:00				0	
16:00 - 16:30				0	
16:30 - 17:00				0	
17:00 - 17:30				8	
17:30 - 18:00				2	
18:00 - 18:30				32	
18:30 - 19:00				6	
TOTAL	0		0	179	2
TOTAL					181
OBSERVACIONES					

 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macro proceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 14 de 20

En las Figuras 3 y 4, las Tablas 12 y 13 se presentan los resultados referentes al TPD y la distribución porcentual del tránsito para cada una de las estaciones de aforo



Figuras 3. Volúmenes vehiculares por Tramo

Día	Autos	Buses	C2-P	C2-G	C3-C4	C5	>C5	Camiones	TPD
16/08/2025	179	0	2	0	0	0	0	2	181
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	89.5	0	1	0	0	0	0	1	90.5
Distribución porcentual (%)	99%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	100%

3.1.6 Periodo de diseño

Los pavimentos se diseñan para que duren un determinado número de años dependiendo de la tipología escogida y de algunas condiciones económicas. Por las características funcionales de los pavimentos con sistema Placa Huella, se recomienda que el período de diseño sea igual o superior a los 20 años. El cual bajo premisas teóricas debe coincidir como mínimo con la vida útil del pavimento, en el caso que exista una buena certidumbre en el análisis de las variables de diseño y su respectiva proyección.

<div> MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9</div>	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS			<div><div>modelo integrado de planeación y gestión</div></div>
	Macro proceso: Procesos de Apoyo			
	Proceso: Gestión Administrativa			
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos			
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL			
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 15 de 20	

3.2 PROYECCIÓN DEL TRANSITO

El tránsito de diseño, expresado en términos de ejes equivalentes, fue calculado teniendo en cuenta las recomendaciones del INVIAS y la información primaria tomada en campo. Adicionalmente, se consideró la incidencia del tránsito normal, tránsito atraído y tránsito generado, los cuales son descritos a continuación

3.2.1 Tránsito Normal

Es el que se produce en la zona de influencia del proyecto como consecuencia de la evolución previsible de sus parámetros característicos y coincide, por tanto, con el que circulará por la red si no se realizará el proyecto. Esta componente se determina a través del análisis de la serie histórica de tránsito, si esta existe, o de un conteo vehicular. Para este proyecto, el tránsito normal fue obtenido a partir de la información presentada en el capítulo 3.1.5.

3.2.2 Tránsito Atraído

El análisis de la componente de tránsito atraído es más dispendioso y requiere de herramientas más refinadas para su cuantificación. Para iniciar la discusión de este tipo de análisis, se debe estar seguro de que el proyecto vial si ocasionará cambios en el comportamiento de los usuarios. Es decir, se deben allegar argumentos o indicios que hagan pensar que usuarios de otras carreteras e incluso de otros modos de transporte si van a ser uso de la nueva opción. Entre las razones que podrían hacer cambiar al usuario de ruta, se tienen:

- Condiciones de operación más atractivas.
- Recorridos más cortos, y ahorros en tiempos de viaje. - Disminución en los costos globales de transporte.
- Mejoras en la seguridad de circulación.

Existen varios métodos para estimar el tránsito atraído, uno de ellos es el “Estudio de utilización del proyecto por usuarios potenciales”:

Este es el método más sencillo y utilizado. Se lleva a cabo a través de una encuesta a usuarios potenciales en la que se indaga si harían uso o no del nuevo proyecto. A partir de la respuesta de los usuarios se estimaría un porcentaje del tránsito normal como el correspondiente a la componente de tránsito atraído. Su cuantificación se podría realizar a través del análisis de las series de tránsito normal, en los términos señalados anteriormente, aplicando el porcentaje respectivo. Al respecto, y al no disponer de información más precisa, se puede aplicar el criterio del Instituto de Ingenieros de Estados Unidos que señala que el tránsito atraído se le asignan

<div><p>MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9</p></div>	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS			<div><p>modelo integrado de planeación y gestión</p></div>
	Macro proceso: Procesos de Apoyo			
	Proceso: Gestión Administrativa			
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos			
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL			
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 16 de 20	

porcentajes entre el cinco (5%) y el veinticinco por ciento (25%) del tránsito normal. Para el presente estudio se tomó un porcentaje del 10% como tránsito atraído.

3.2.3 Tránsito Generado

El tránsito generado es el que se origina por el proyecto mismo debido a mejores condiciones de oferta. Generalmente se refiere al tránsito nuevo por efecto del desarrollo del área de influencia. Este componente se determina a través del análisis socioeconómico. Este tránsito es el crecimiento que se presenta por el incremento que en la producción agrícola, pecuaria, minera, industrial, comercial o turística que se genera en una zona por la construcción de una nueva carretera o el mejoramiento y/o pavimentación de una vía existente. Al no disponer de información detallada, se hizo uso de los factores relacionados en la Tabla 2.16 del Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito, obtenidos del seguimiento a proyectos de pavimentación en vías del país, conforme se presenta en la Tabla 14.

Tabla 14. Porcentaje de tránsito generado como función del tránsito normal

Clasificación del área del proyecto	Población beneficiada, hab	Porcentaje de tránsito generado como función del tránsito normal
Área con potencial minero alto	Menos de 5000	3.0
	5000 o más	6.0
Área con potencial agrícola alto	Menos de 5000	2.5
	5000 o más	5.5
Área con potencial turístico alto	Menos de 5000	2.0
	5000 o más	3.5
Área de bajo potencial de desarrollo		1.5

Teniendo en cuenta que la zona de estudio se trata de una región rural en expansión regional y económica y la pavimentación de esta vía beneficiará a menos de 5000 habitantes, se escogió un factor del 2.5% para la estimación del tránsito generado.

3.2.4 Estimación de la tasa de crecimiento (r)

Se sugiere asumir la tasa de crecimiento del tránsito (r) con base en parámetros macroeconómicos tales como crecimiento del producto interno bruto, crecimiento del parque automotor, etc. Y analizando los parámetros de desarrollo de la región afectada por la vía. En la Tabla 15 se indican los rangos de valores de crecimiento de tránsito obtenidos del análisis de las series históricas del Instituto Nacional de Vías, en las carreteras con bajos volúmenes de tránsito durante el período 1996 a 2005. Para el presente proyecto se adoptó una tasa de crecimiento del 3.0% para el tramo de análisis.

 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macro proceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 17 de 20

Tabla 15. Tasas de crecimiento obtenidas en un muestreo de la red vial nacional.

Nivel de tránsito	Tasa de crecimiento
T1	2.0
T2	3.0

3.3 CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TONELADAS

El cálculo del Número de ejes equivalentes se realizó a partir del tránsito promedio diario (TPD) y la tasa de crecimiento (r) según la Ecuación (2). Donde: TPD_i es el Tránsito promedio diario, para cada tipo de vehículo, del periodo i . TPD_{i-1} es el Tránsito promedio diario, para cada tipo de vehículo del periodo $i-1$ y r es la tasa de crecimiento vehicular establecida según la información presentada en el capítulo 3.2.4.

$$TPD_i = TPD_{i-1} \cdot [1 + r] \quad (2)$$

El número de ejes equivalentes de 8,2 ton (N) en el carril de diseño para el periodo de análisis de 20 años se determinó mediante la Ecuación 3. Donde F_d y F_c corresponden a los factores de distribución direccional y por carril de los vehículos comerciales, respectivamente. C_1 es el Factor de equivalencia de carga por tipo de vehículo. Adicionalmente, se consideraron el N_a y N_g , los cuales corresponden a los ejes equivalentes atraídos de otras carreteras y los generados por el mejoramiento de las condiciones de la carretera, respectivamente.

$$N = 365 \cdot F_c \cdot F_d \cdot \Sigma(TPD \cdot c_1) \quad (3)$$

Finalmente, Una vez determinado el número de ejes equivalentes de 8.2 ton (N) en el período de diseño se realizó una corrección del tránsito proyectado para garantizar una confiabilidad mayor al 50 % en la determinación del N. Lo anterior, se realizó según el rango de variación de los valores de los errores estándar de diseño encontrados por la AASHTO (1993) y asumiendo una distribución normal para la diferencia entre el tránsito real y el estimado, por medio de la Ecuación 4. Donde:

N' : es el tránsito equivalente corregido para proporcionar un determinado nivel de confianza, Z_r es el valor del coeficiente correspondiente a una distribución normal y a la confiabilidad deseada. En este caso se utilizó una confiabilidad del 85%.

$$N' = 10^{0.05 Z_r} N \quad (4)$$

En las Tabla 16 y 17 se presentan los resultados del número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas durante el periodo de diseño de 20 años para los tramos respectivamente:

<div><p>MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9</p></div>	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS			<div><p>modelo integrado de planeación y gestión</p></div>
	Macro proceso: Procesos de Apoyo			
	Proceso: Gestión Administrativa			
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos			
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL			
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 18 de 20	

Año (calendario)	Año (n)	Autos	Buses	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	N	N'
2025	1	-	-	181	3689	-	-	-	3870	4051
2026	2	-	-	190	3689	-	-	-	3879	4241
2027	3	-	-	200	3689	-	-	-	3889	4441
2028	4	-	-	210	3689	-	-	-	3899	4650
2029	5	-	-	220	3689	-	-	-	3909	4870
2030	6	-	-	231	3689	-	-	-	3920	5101
2031	7	-	-	243	3689	-	-	-	3932	5344
2032	8	-	-	255	3689	-	-	-	3944	5599
2033	9	-	-	267	3689	-	-	-	3957	5866
2034	10	-	-	281	3689	-	-	-	3970	6147
2035	11	-	-	295	3689	-	-	-	3984	6442
2036	12	-	-	310	3689	-	-	-	3999	6751
2037	13	-	-	325	3689	-	-	-	4014	7076
2038	14	-	-	341	3689	-	-	-	4031	7418
2039	15	-	-	358	3689	-	-	-	4048	7776
2040	16	-	-	376	3689	-	-	-	4066	8152
2041	17	-	-	395	3689	-	-	-	4084	8547
2042	18	-	-	415	3689	-	-	-	4104	8962
2043	19	-	-	436	3689	-	-	-	4125	9398
2044	20	-	-	457	3689	-	-	-	4147	9855
Acumulado en 20 años		-	-	5985	73787	-	-	-	79772	159544

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente documento se presentó la información detallada de la estimación del tránsito necesaria para el diseño de las estructuras de pavimento tipo Placa Huella del tramo rural pertenecientes al municipio de CAMPOALEGRE, departamento del Huila. Con la información primaria del tránsito se estimaron los ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el período y carril de diseño siguiendo los lineamientos planteados por el Instituto Nacional de Vías.

Los registros de aforos vehiculares se presentan en el Anexo 1 de este informe.

 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macro proceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 19 de 20

5. ANEXOS

- Anexo 1. Memoria de tránsito

 MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE Nit. 891.118.119-9	MODELO DE OPERACIÓN POR PROCESOS		 modelo integrado de planeación y gestión
	Macro proceso: Procesos de Apoyo		
	Proceso: Gestión Administrativa		
	Subproceso: Gestión de Servicios Administrativos		
	FORMATO: COMUNICACIÓN OFICIAL		
Fecha: 05-01-2024	Versión: 02	Código: FOR-GSA-02	Página: 20 de 20

6. BIBLIOGRAFIA

AASHTO, "AASHTO guide for the design of pavement structures", Washington, 1993.

INVIAS. (2008). *Guía Metodológica para el Diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras*. Bogotá, Colombia: INVIAS.

INVIAS. (2015). *Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito*. Bogotá, Colombia: INVIAS.

Naranjo, C. L., & Pabón, A. A. (2008). *Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para vías con bajos, Medios y Altos Volúmenes de Tránsito*. INVIAS.

Realizo


JULIO CESAR VARGAS SANDOVAL
Ingeniero civil
 Consultor