MUNICIPIO DE SOPÓ

INFORME DE TRÁNSITO

El permiso de USO DE ZONA DE PERMISO DE USO DE ZONA DE VÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CICLORUTA Y SENDERO PEATONAL BRICEÑO SOPÓ EN EL DERECHO DE VÍA COSTADO NORTE DESDE EL PR 10+505 AL PR 14+500 DE LA VÍA 50CN03 SECTOR SOPÓ – CRUCE RUTA 55 (BRICEÑO) para garantizar a los peatones y ciclistas una mejora en su calidad de vida y un espacio exclusivo para su movilidad; en el sector se encuentran múltiples empresas en donde a diario el personal llega en cicla y la vía actualmente tiene un carril en dos sentidos, sin berma, lo que hace difícil el tránsito de las ciclas. La intervención del objeto del permiso es una ciclorruta con andén de ancho aproximado de 4 mts en la zona verde colindante con la calzada.

CONSULTORÍA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA VIA LONGITUDINAL POR LA DIANA, PUEBLO VIEJO, CENTRO ALTO A APOSENTOS Y CICLORUTA - SENDERO PEATONAL POR BRICEÑO-SOPÓ

SECTOR:

VÍA BRICEÑO – SOPÓ

REVISIÓN 0

Noviembre – 2020

CONSULTORIA ELABORO: ING. YULI ANDREA NIVIA	SUPERVISION REVISO: ING. PATRICIA PRIETO SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.Mapa localización general 5
Ilustración 2.Mapa localización 6
Ilustración 3.Formato para el conteo vehicular 8
Ilustración 4.Formato para el conteo peatonal y de Bici -usuarios. 9
Ilustración 5.Ubicación de estaciones de conteo 15
Ilustración 6.Categorías De Los Vehículos 16
Ilustración 7.Volumen Vehicular Estación 1 18
A partir de la información consignada en la ilustración 8. Basada en los datos de campo, en la se muestran los volúmenes horarios máximos registrados durante el periodo de conteo para la estación de aforo. 24
Ilustración 9.Estaciones De Conteos De La Territorial De Cundinamarca INVIAS 28

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1.Volumen Vehicular De La Estación de conteo 19
Grafica 2.Distribución Vehicular jueves 19
Grafica 3Distribución Vehicular viernes 20
Grafica 4.Distribución Vehicular sábado 20
Grafica 5.Distribución Vehicular lunes 21
Grafica 6.Distribución Vehicular martes 21
Grafica 7.Distribución Vehicular promedio 22
Grafica 8Factor Día para cada Estación 24
Grafica 9.Volumen de la hora de Máxima Demanda 25
Grafica 10.Tendencias Del TPDS De Las Estaciones Escogidas Para El Estudio 29
Grafica 11.Tendencia del TPDS en las estaciones cercanas a la vía en estudio 31

Grafica 12.Tendencia De Pib 32
Grafica 13Tendencia De Parque Automotor 33
Grafica 14.Tendencia del clima en la vía en estudio 45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.Niveles de tránsito. 12
Tabla 2.Tránsito Promedio Diario de vehículos comerciales año 2017 12
Tabla 3.Tránsito Promedio Diario de vehículos comerciales año 2021 13
Tabla 4.Factores de daño usado para el cálculo de EEq. De 8,2Ton. 13
Tabla 5.Factores de Distribución por Carril. 14
Tabla 6.Tránsito Promedio Diario Semanal Consolidado – Año 2021 27
Tabla 7.Estaciones de conteo Utilizadas 29
Tabla 8.TPDS De Estaciones Del INVIAS Sobre El Área De Influencia Y Calculo De Logaritmo Neperiano 30
Tabla 9Ecuaciones Lineales De La Tendencia De PIB Y Del Parque Automotor 33
Tabla 10. Volúmenes Vehiculares Hora Pico de la estación de conteo 35
Tabla 11.Volúmenes Vehiculares Hora Pico de la estación de conteo 37
Tabla 12. Características Físicas Existentes De La Vía 37
Tabla 13.Niveles de servicio por tramo 38
Tabla 14.Factores De Daño Del INVIAS 39
Tabla 15.Número De Ejes Equivalentes Sin Intervalo De Confianza Estación Dos 39
Tabla 16. Número De Ejes Equivalentes Estación Dos 40
Tabla 17.Velocidad Promedio peatonal para cada tramo. 41
Tabla 18.Volumen máximo horario por Tramo 42
Tabla 19. Volumen proyectado peatonal 42
Tabla 20. Velocidad Promedio por tramo 43
Tabla 21.Volumen máximo horario Ciclista 44

Tabla 22.Volumen de ciclistas proyectado 44
Tabla 23.Volumen de ciclistas proyectado 45

1. INTRODUCCIÓN

El municipio de Sopó, tiene dentro de su Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas, la adecuación de la vía longitudinal con el fin de comunicar la Ruta 50CN03 Sopó – Briceño y la Ruta 50CN06 Sopó- Tocancipá.

Por lo anterior, se presentan en el contenido de este documento las alternativas propuestas para la intervención del tramo vial objeto del estudio y dentro del mismo se describen la metodología empleada, el análisis geotécnico de los resultados de laboratorio y la modelación estructural.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar la evaluación del tránsito de bici – usuarios para el proyecto "Estudios y diseños para la implementación de una Cicloruta entre Briceño - Sopó Cundinamarca"

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

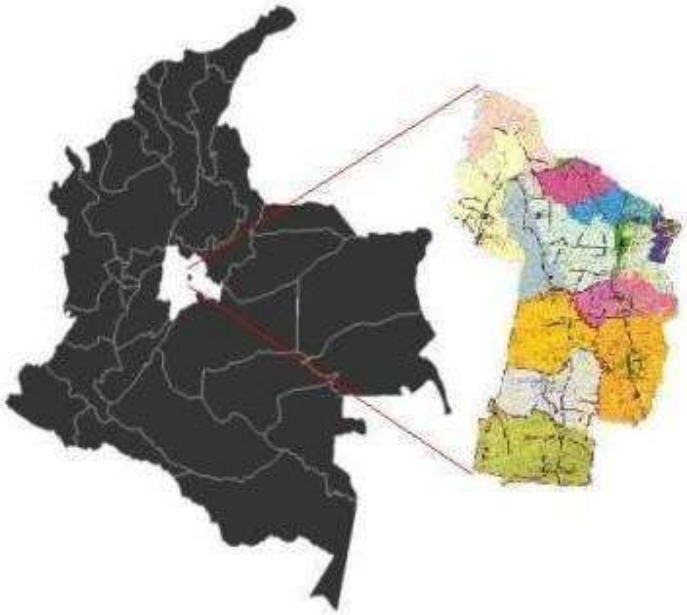
- Realizar aforo para identificación de volúmenes de bici - usuarios.
- Determinar el volumen diario de Bici -usuarios para el tramo.
- Identificar la tasa de crecimiento de Bici – usuarios para 10 y 20 años
- Proyectar el volumen diario promedio de Bici -usuarios para 10 y 20 años.

3. LOCALIZACION GENERAL

El área del proyecto se ubica el municipio de Sopó, Cundinamarca. La vía longitudinal objeto de estudio se encuentra entre las rutas ruta 50CN03 Sopó- Briceño por el oriente y Ruta 50CN06 Sopó-Tocancipá por el occidente.

3.1 LOCALIZACION DETALLADA

Ilustración 1.Mapa localización general



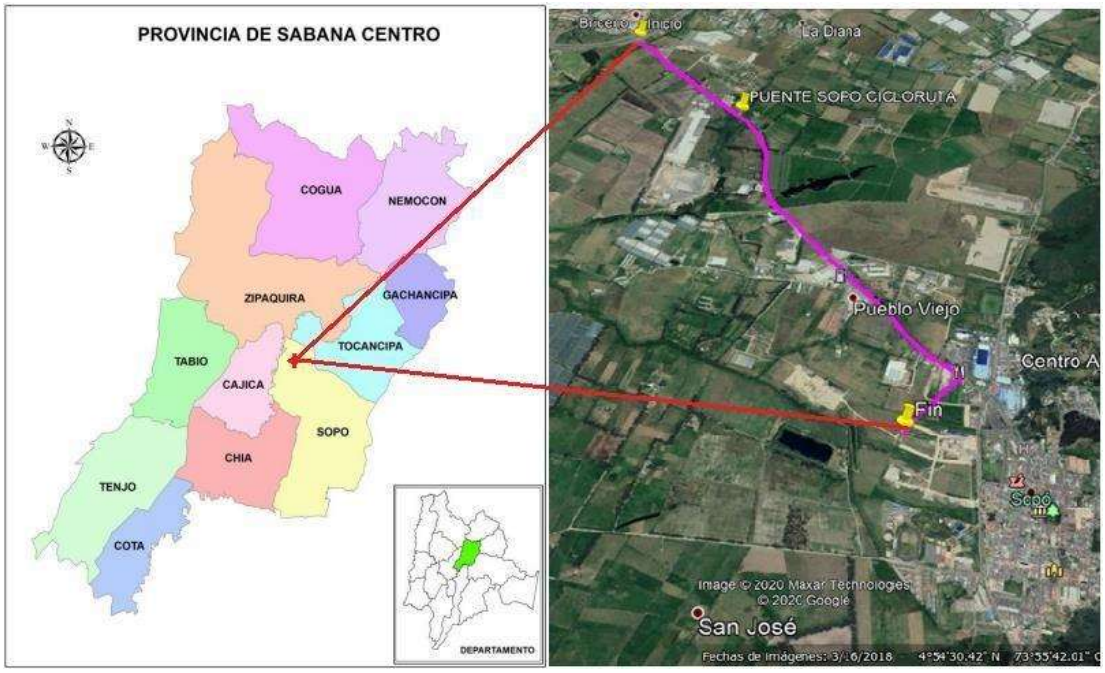
Fuente Galería de mapas Alcaldía de Sopó

El área del proyecto se ubica el municipio de Sopó, Cundinamarca. La vía longitudinal objeto de estudio se encuentra entre las rutas ruta 50CN03 Sopó- Briceño por el oriente y Ruta 50CN06 Sopó-Tocancipá por el occidente.

El segmento vial está definido en un tramo de vía para tráfico alto, debido a su localización geográfica y a que el sector es una zona de alto desarrollo industrial.

La vía a diseñar es una vía nueva, actualmente no presenta tránsito.

Ilustración 2.Mapa localización



Fuente Google Earth

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto contempla la construcción de 3.6 km, y se busca que cuente con su correspondiente cicloruta, y anden, actualmente se encuentra sin estructura de pavimento.

4.1 GENERALIDADES

La vía en estudio se encuentra ubicada en el Departamento de Cundinamarca, ubicado en la zona suburbana del municipio de Sopó, la vía en estudio presenta 3.68 km de distancia desde el paso de la Variante Bogotá- Tunja hasta el límite. No presenta cartillas de volúmenes de tránsito del INVIAS, la entidad no registra aforos de tránsito en este tramo directamente, pero se toma una vía de similares características en el país y algunas

estaciones que se encuentran ubicadas dentro de la zona de influencia, para este caso se toman como referencia las de estación que puedan presentar las mismas características de la vía en la actualidad y con ellas realizar un análisis del comportamiento del tránsito y determinar el crecimiento y proyectar los volúmenes aforados en campo y descritos en el siguiente capítulo.

Metodología para el estudio.

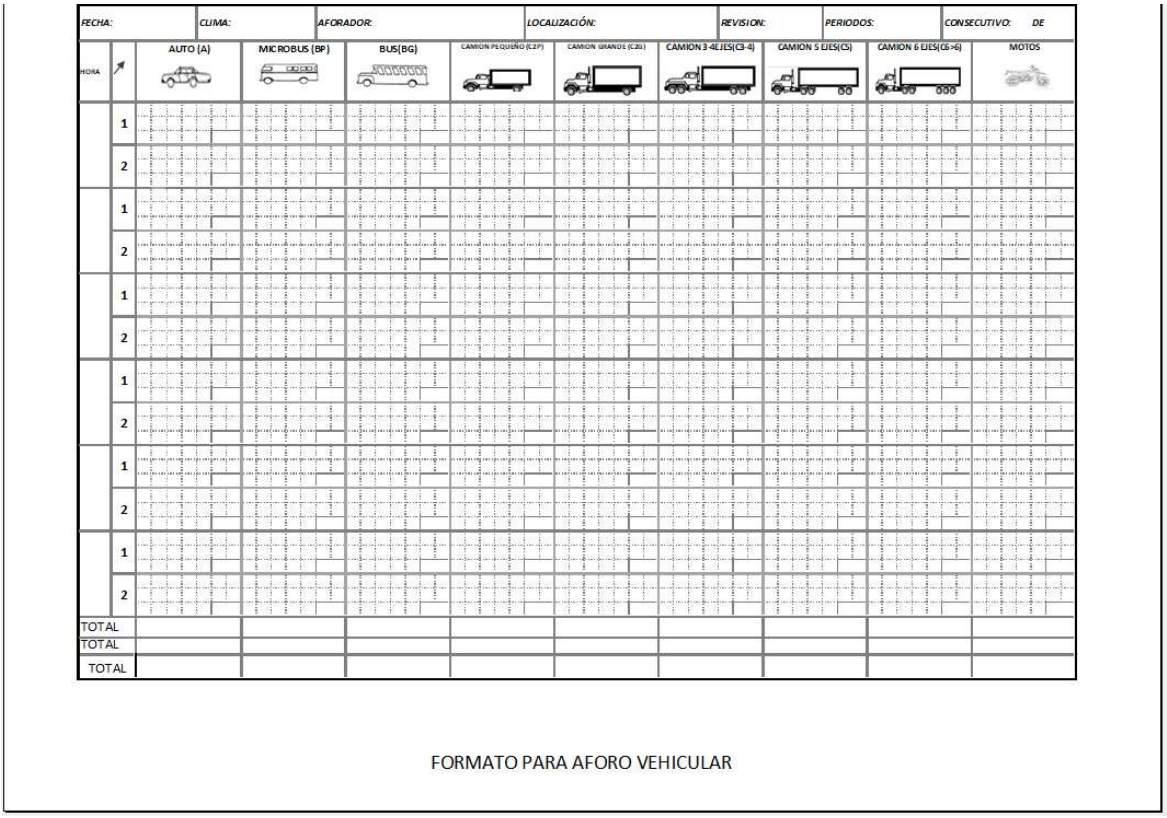
Durante el proceso de ejecución de este estudio de tránsito se realizó el siguiente procedimiento:

- Localización e Información General De La Zona Del Proyecto
- Se realizó la búsqueda de información secundaria que se pudiera encontrar de la vía en estudio. La cual fue realizada en entidades regionales y municipales
- Determinación del área de influencia y zonificación
- Esta es una de las etapas importantes del proyecto la cual consiste en la determinación de la zona de influencia, en la cual se determina de acuerdo con la identificación de las principales fuentes generadoras del tránsito, de la demanda del transporte y de los diferentes desarrollos del área a nivel social y económico.
- Una vez determinada la zona de influencia se realizará la zonificación de la misma, con base en las zonas de tránsito homogéneas, características socioeconómicas y uso del suelo.

5. AFORO DEL TRÁNSITO

El formato que se aplicó, incluye la información que se registrará en períodos de 15 minutos, de tal forma que permita determinar las tendencias de concentración del flujo vehicular y la categorización de vehículos:

Ilustración 3.Formato para el conteo vehicular

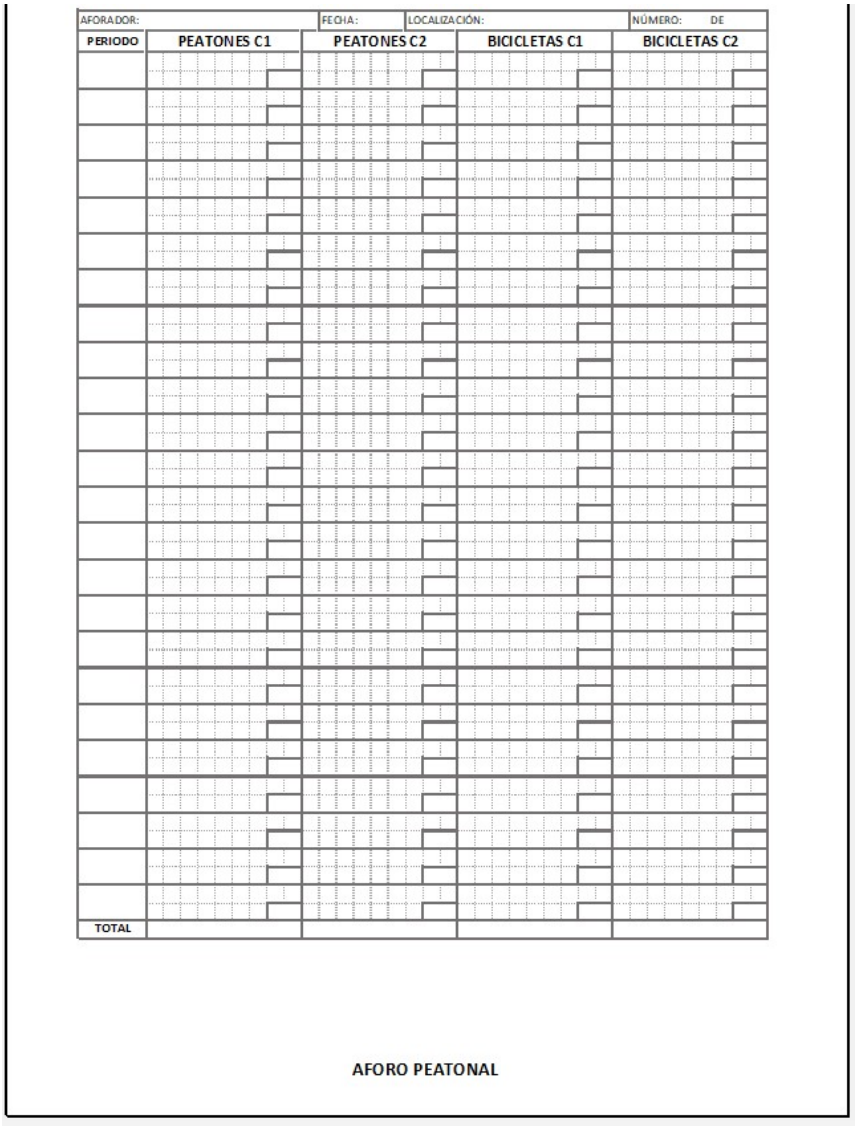


FECHA:	CLIMA:	AFORADOR:	LOCALIZACIÓN:	REVISION:	PERIODOS:	CONSECUTIVO: DE

HORA		AUTO (A)	MICROBUS (BP)	BUS(BG)	CAMION PEQUEÑO (C2P)	CAMION GRANDE (C2G)	CAMION 3-4EJES(C3-4)	CAMION 5 EJES(C5)	CAMION 6 EJES(C6>6)	MOTOS
	1									
	2									
	1									
	2									
	1									
	2									
	1									
	2									
	1									
	2									
	1									
	2									
TOTAL										
TOTAL										
TOTAL										

FORMATO PARA AFORO VEHICULAR

Ilustración 4.Formato para el conteo peatonal y de Bici -usuarios.



AFORADOR:		FECHA:	LOCALIZACIÓN:	NÚMERO: DE
PERIODO	PEATONES C1	PEATONES C2	BICICLETAS C1	BICICLETAS C2
TOTAL				

AFORO PEATONAL

5.1 Determinación Del Tránsito Futuro

Esta etapa del estudio consiste en la determinación del tránsito futuro con el funcionamiento actual de la red vial y las causas que motivan la circulación del tránsito. Para esto se tendrán en cuenta los siguientes aspectos fundamentales:

- La capacidad de las distintas zonas de terreno para generar y crear tránsitos.
- La distribución del tránsito generado entre esas zonas.
- Las variaciones en la generación y distribución del tránsito a los cambios demográficos, movilización, nivel económico, utilización de los medios de transporte y otros factores.
- La atracción relativa que ofrecen distintas vías que tienen orígenes y destinos comunes.

Para el desarrollo de los anteriores aspectos se utilizaron diferentes técnicas basadas en la investigación y aplicación de diferentes datos de la zona de influencia del proyecto, tales como: usos del suelo y estadísticas sobre población, estrato socioeconómico, número de vehículos, etc.

El pronóstico del tránsito futuro se basa no solamente en los volúmenes normales o actuales asignados (generados o atraídos), sino también en los volúmenes de tránsito futuros o incrementos del tránsito que se esperen utilicen las vías rehabilitadas.

Para definir el crecimiento del tráfico se relacionarán el crecimiento de los viajes de las zonas de transporte en las que se localiza cada tramo vial.

Se determinaron los componentes del tráfico asignado a los tramos del proyecto a partir del pronóstico de los volúmenes de tránsito que posiblemente circularán por la vía a intervenir una vez se lleve a cabo la implementación de las obras de construcción y/o mejoramiento y pavimentación.

Los volúmenes del tránsito futuro (TF), para efectos del proyecto se derivan a partir del Tránsito Actual (TA) y del Incremento del Tránsito (IT), esperado al final del periodo de diseño, de acuerdo con la siguiente expresión:

$TF = TA + IT$

Con base en los resultados de asignación del tráfico y a partir de la aplicación de la tasa de crecimiento vehicular se realizarán las proyecciones para la situación con proyecto, de acuerdo con la operatividad de la infraestructura vial futura planeada para la zona (disposiciones del Ministerio de Transporte - INVIAS); a partir del año base del proyecto (año 2020) hasta el año horizonte del proyecto a 10 años (2030).

Análisis De Capacidad Y Niveles De Servicio

De acuerdo con los pliegos de condiciones, la cartilla de volúmenes de tránsito del INVIAS, los aforos realizados, las vías corresponden a corredores con bajos volúmenes de tránsito, por lo tanto las vías no requieren análisis capacidad y Niveles de Servicio.

6. ESTIMACIÓN DEL TRANSITO

La cuantificación del número de ejes por tipo de carga que utilizará el pavimento durante su vida de diseño, es una de las variables más importantes para la definición del espesor de capas y las demás características de la estructura. Dependiendo del tipo de pavimento y del método de diseño empleado se determinará el número de ejes equivalentes a un eje patrón que circularán en el periodo de diseño o el número de repeticiones por carga que se presenten en este tiempo.

6.1 CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DEL PAVIMENTO

A partir de los conteos de tráfico se estimará el número de ejes equivalentes de 8,2 toneladas para el diseño de la estructura y/o refuerzo estructural, de acuerdo a las consideraciones y al procedimiento descrito en la "Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos- INVIAS".

6.2 EJES EQUIVALENTES

Para el presente estudio se adopta la categoría de transito determinada en el documento ESTUDIO DEL TRÁNSITO VÍA BRICEÑO-SOPÓ

"Especificaciones Generales de construcción de carreteras, Art. 100 INVIAS, tal y como aparece relacionado a continuación:

Tabla 1.Niveles de tránsito.

NIVEL DE TRANSITO	NUMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 80 KN EN EL CARRIL DE DISEÑO, N80KN, MILLONES
NT1	N80KN≤0,5
NT2	0,5<N80KN<5,0
NT3	N80KN>5,0

Fuente Art. 100 Especificaciones Generales de construcción de carreteras INVIAS

De acuerdo con la información extractada de la página del Ministerio de Transporte en la zona aledaña al proyecto se cuenta con los conteos realizados por el Ministerio de Transporte de la estación No. 7 BRICEÑO-SOPÓ. Se tiene que, de acuerdo con el tránsito en la zona del proyecto y las características del sector se establecieron los siguientes valores de Tránsito Promedio Diario (TPD) de vehículos comerciales para el año 2017:

Tabla 2.Tránsito Promedio Diario de vehículos comerciales año 2017

VÍA	TPD VEHICULOS COMERCIALES					
	BUSES	C3	C4	C5	>C5	TOTAL
BRICEÑO-SOPÓ	252	111	131	82	91	668

Fuente: Ministerio de Transporte - TPD Cundinamarca e historio Estación No. 1. Sector BRICEÑO-SOPÓ

De acuerdo con la información anterior, se realiza la proyección del Tránsito Promedio Diario (TPD) de vehículos comerciales para el 2021, año inicial del proyecto para una tasa de crecimiento del parque automotor de 2,6%:

Tabla 3.Tránsito Promedio Diario de vehículos comerciales año 2021

VÍA	TPD VEHICULOS COMERCIALES					
	BUSES	C3	C4	C5	>C5	TOTAL
BRICEÑO-SOPÓ	387	287	145	221	111	740

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a realizar el cálculo de Ejes Equivalentes (EEq), con el fin de definir el Número de Ejes Equivalentes necesarios para el diseño. Los factores de daño utilizados para dicho cálculo son los mostrados a continuación:

Tabla 4.Factores de daño usado para el cálculo de EEq. De 8,2Ton.

TIPO DE VEHICULO	F.D.
AUTOS	0,0001
BUSES	1
C2P	1,14
C2G	3,44
C3	3,76
C4	3.42
C5	4,4
<C5	4,72

Fuente: Universidad del Cauca.

Este cálculo de Ejes Equivalentes se realiza mediante la siguiente Ecuación, teniendo en cuenta la variación del factor de daño para cada tipo de vehículo:

$$N_{eq}8{,}2 = (365)(F.D)(F.D.C)$$

Nótese, que tal como se muestra en la Tabla No. 5, el valor del Factor de Distribución por Carril (F.D.C) tomará un valor igual a 1. Lo anterior debido a que la AASHTO establece que para este tipo de vías el valor típico a adoptar en Colombia es del 100% tal y como se muestra a continuación:

Tabla 5.Factores de Distribución por Carril.

Número de carriles en una sola dirección	LC[11]
1	1
2	0,80-1,00
3	0,60-0,80
4	0,50-0,75

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO 1993.

Lo anterior, debido a que se asume que los vehículos que transitan por este tipo de vías (un carril por sentido) deberán transitar en su totalidad por el único carril disponible para hacerlo.

Por tanto, si la distribución del tránsito de vehículos comerciales por carril depende del número de carriles que tenga la carretera en cada dirección, es evidente que cuando la vía tiene un carril por dirección, este acoge el 100% del tránsito circulante en dicha dirección (F.D.C = 1).

1.1 CALCULO DE EJES EQUIVALENTES:

A partir de las proyecciones del TPD de la tabla No. 10, y la siguiente expresión:

$$N_{eq}8{,}2 = (365)(F.D)(F.D.C)$$

$$N_{eq}8{,}2 = 697.035$$

Se puede obtener el número de Ejes Equivalentes de 8,2 Toneladas para los dos periodos de diseño (10 años y 20 años).

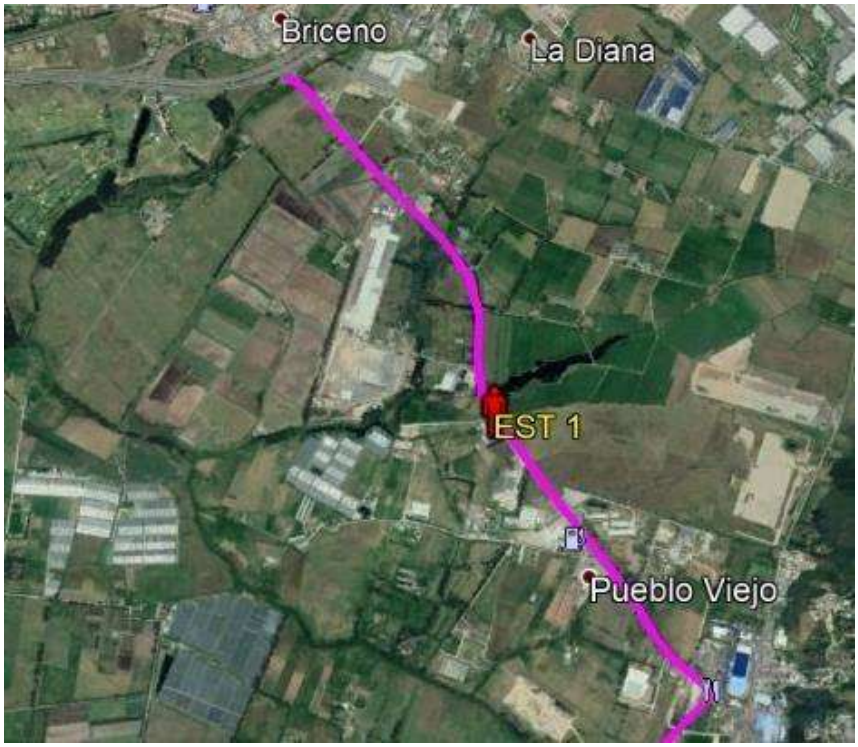
7. TRABAJO DE CAMPO

Para el desarrollo del estudio de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicio se realizaron las siguientes actividades:

7.1 Estaciones De Estudio

Se eligieron dos estaciones de conteos la cuales corresponde a las mencionadas anteriormente, la recolección de la información se llevó a cabo con personal de aforadores previamente capacitados. A cada aforador se le hizo entrega de los materiales necesarios para la ejecución del conteo (planillera, chaleco, esfero y el formato respectivo).

Ilustración 5.Ubicación de estaciones de conteo



Fuente: Google Earth

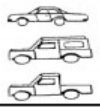
7.2 Periodos De Aforo

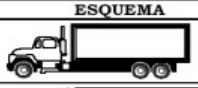
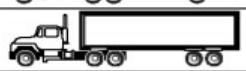
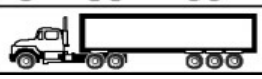
Los aforos se realizaron durante cinco días para cada una de las estaciones de conteo en el período de las 7:00 am a las 5 pm. La recolección de la información se programó para ser registrada en períodos de 15 minutos, tal que permitiera determinar las tendencias de concentración de flujo mediante el factor de hora pico.

Caracterización Del Tránsito

De acuerdo al siguiente gráfico, se presenta la conocida categorización de los vehículos.

Ilustración 6.Categorías De Los Vehículos

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	

7.3 Movimientos Del Flujo Vehicular

Teniendo presente los movimientos vehiculares para la realización de los aforos, se tuvieron en cuenta los diferentes movimientos que se presentaron en la estación de aforos, y se tiene que únicamente se registran movimientos directos.

8. RESULTADOS DE LOS CONTEOS VOLUMÉTRICOS DE TRÁNSITO

El sistema de transporte en este sector de la región se considera un sistema unimodal (único modo de transporte es el terrestre) en poca escala. Se pudo observar que el medio de transporte más utilizado por los usuarios como la del resto del país es el automóvil.

Los elementos del sistema de transporte se tienen las personas y las mercancías a ser transportadas en únicos medios terrestres.

En cuanto al transporte de pasajeros, este se realiza por vía terrestre con el uso de buses que comunican este la vereda Canavita con el casco Urbano de Tocancipá y con el municipio de Sopo, en cuanto a los Automóviles con el 83% del tránsito Promedio diario

es el vehículo que presenta mayor volumen en la vía.

Volúmenes De Transito

Se realizaron aforos de tránsito en la vía en estudió y se analizó los volúmenes y composición del tránsito de tres estación de aforo. Con el fin de obtener un indicativo del crecimiento de tránsito en la zona, utilizando las cartillas de conteo vehicular de las estaciones ubicadas en la zona de influencia del INVIAS.

Tipos De Vehículos

Para las categorías de los vehículos, se empleó la clasificación vehicular para conteos manuales de tránsito que se ilustra en los cuadros de factores de daño. Las categorías de los vehículos se discriminan en ligeros, buses y camiones de la siguiente manera:

- Autos
- Buses
- Camiones de dos ejes pequeños
- Camiones de dos ejes grandes
- Camiones C3 Y C4
- Camiones de cinco ejes C5
- Camiones mayor de cinco ejes >C5

8.1 Volúmenes En El Periodo De Conteo.

En la Tabla 6. Se presentan los volúmenes de transito tomados para los días aforados en le estación de Escuela Canavita en la cual se encuentran sumados los dos sentidos aforados para el cálculo del TPDS.

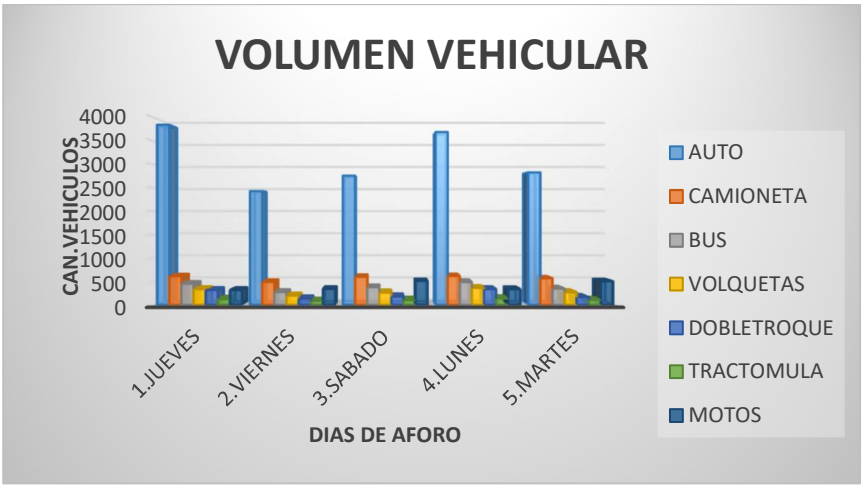
Ilustración 7.Volumen Vehicular Estación 1

ESTACION N°1								
DÍA	FECHA	AUTO	CAMIONETA	BUS	VOLQUETAS	DOBLETROQUE	TRACTOMULA	MOTOS
1.JUVES	11-02-21	3843	614	451	338	316	125	315
2. VIERNES	12-02-21	2428	490	272	196	135	83	339
3. SABADO	13-02-21	2759	601	376	264	178	104	508

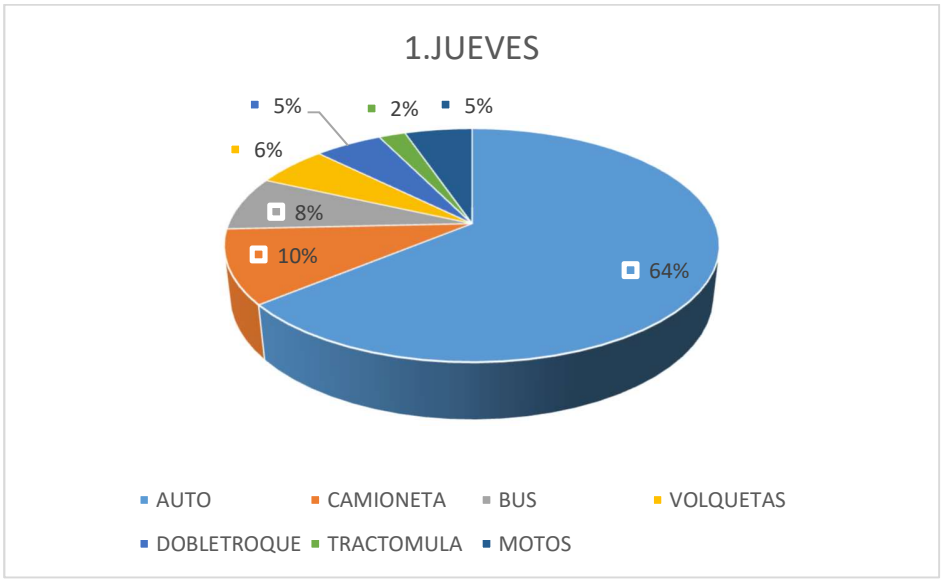
4. LUNES	15-02-21	3690	617	488	362	336	137	335
5. MARTES	16-02-21	2828	567	347	271	164	106	504
DESVIACION ESTANDAR	5.1%							

El tránsito TPDS resultante de la información de los aforos realizados para la estación 1- Tabla 7. Es de 367 vehículos mixtos para el año 2021, registrando la siguiente composición vehicular de un 86 % para Automóviles y camionetas (Vehículos livianos), 9.0% para busetas y buses, 5.0% para camiones y volquetas, 23% para doble troques y camines grandes, 15% para tractocamiones y un 5% para motocicletas.

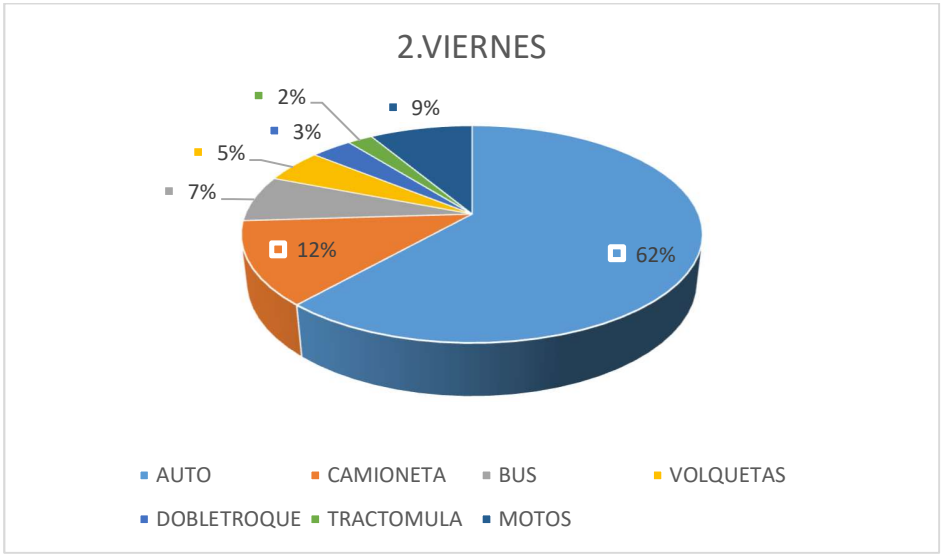
Grafica 1.Volumen Vehicular De La Estación de conteo



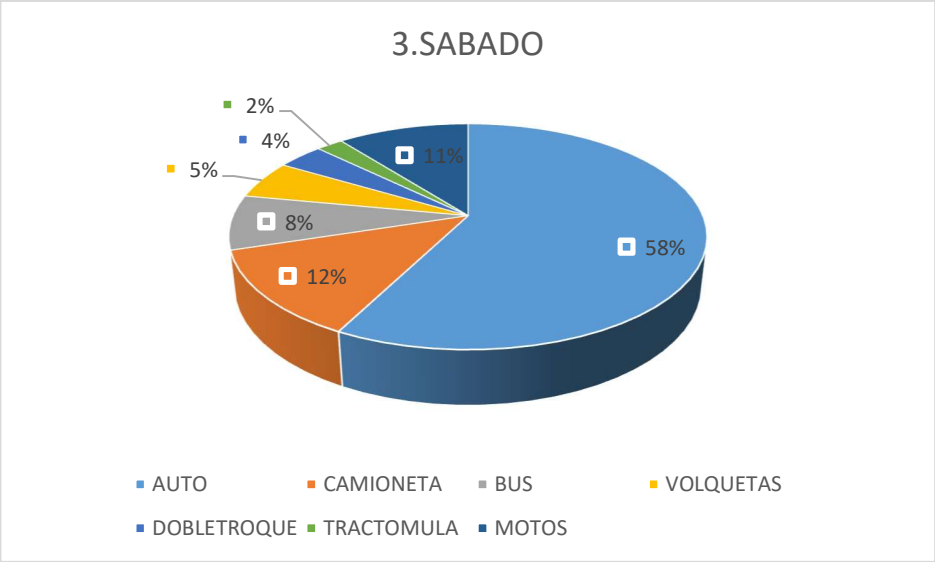
Grafica 2.Distribución Vehicular jueves



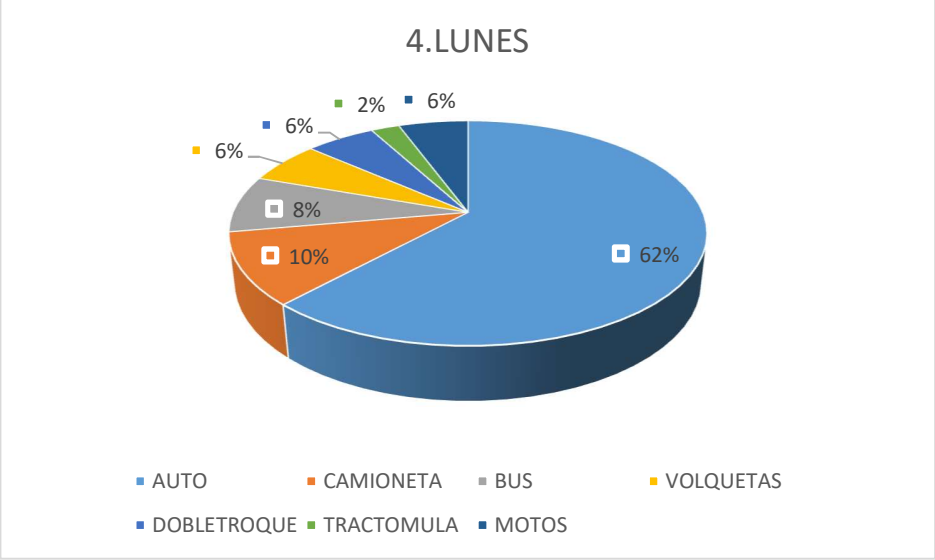
Grafica 3Distribución Vehicular viernes



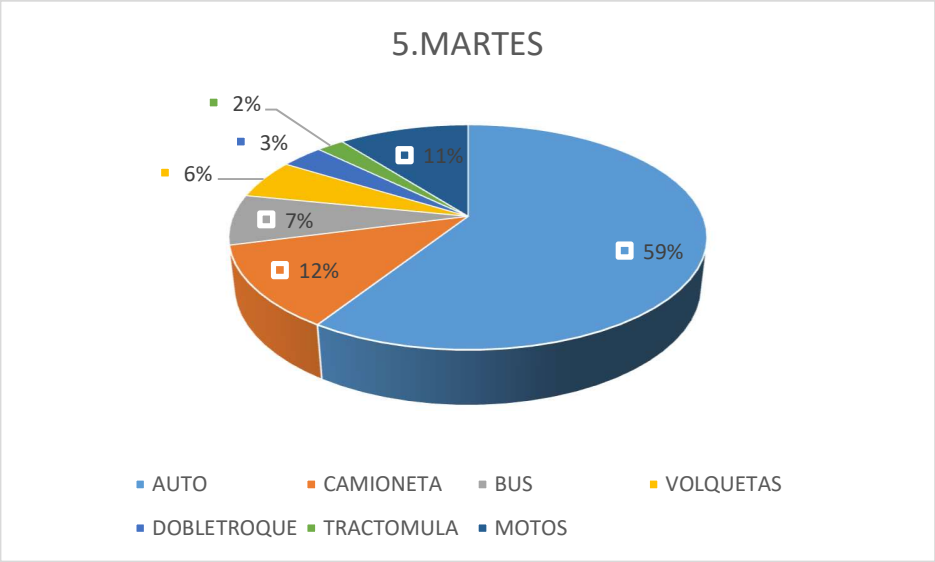
Grafica 4.Distribución Vehicular sábado



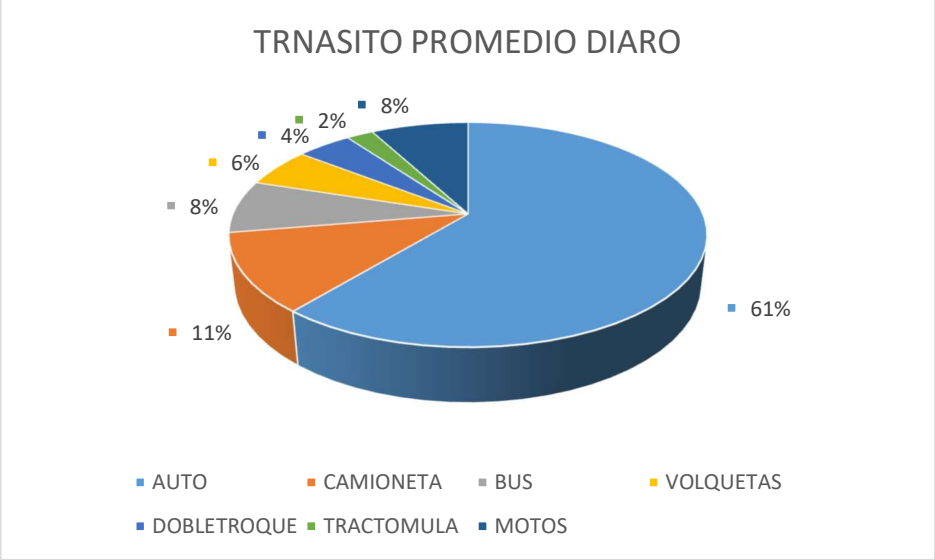
Grafica 5.Distribución Vehicular lunes



Grafica 6.Distribución Vehicular martes



Grafica 7.Distribución Vehicular promedio



8.2 Tránsito Incremento Más Desarrollado

Se tiene previsto en un escenario optimista que con la construcción de la vía el proyecto generará un incremento en el tránsito tanto de carga como de servicio público para pasajeros y aún en vehículos particulares teniendo presente que la vía forma parte de una red vial interna. De acuerdo al análisis realizado, se estimó que los volúmenes generados incrementarán en un 5.3% del Tránsito actual para cuando la vía en proyecto entre en operación totalmente pavimentada.

Factor de hora de máxima demanda. (FHMD)

EL valor del factor de hora de máxima demanda, se determinan a partir de la relación entre la suma de los dos períodos de 30 minutos de más alto tránsito en la hora (VHP) y dos veces la fracción de quince minutos de mayor valor.

$$FHMD \frac{VOLUMEN\ HORA\ PICO}{2 * (VOLUMEN\ DE\ 30\ MINUTOS\ DEL \frac{V}{H})}$$

El factor hora pico, es una medida del comportamiento del tránsito durante la hora punta, es por ello que la cuantificación mediante la anterior relación determina un valor que si llegare a resultar cercano a la unidad indica que el flujo se comporta de manera uniforme y valores menores a 0.85 indica que el flujo se comporta de manera contraria.

Se tiene que el período de la mañana, de acuerdo a los anteriores datos, es el que registra mayor demanda de volúmenes vehiculares, en el anexo aforos vehiculares a este informe, se presentan los totales por jornada mañana y tarde.

8.3 **Tránsito Promedio Diario Semanal Tpds**

El conocimiento del Tránsito promedio diario semanal, corresponde al volumen total de vehículos que son registrados en un punto o sección transversal, es necesario para identificar las variaciones y tendencias de los volúmenes en un periodo de una semana para el diseño del pavimento.

A partir de la información basada en los datos de campo donde se presentará el tránsito promedio diario semanal calculado para cada una de las estaciones.

Factores De Día

Estos factores son ajustes para la variación diaria de temporada de los volúmenes en la semana. La cual se calcula de la siguiente manera se toma los volúmenes totales diarios para los días de la semana del 11 de Febrero al 16 de Febrero.

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

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

Grafica 8Factor Día para cada Estación

ESTACION DE CONTEO					
DIA		FECHA	TD	TPDS	FD
1	JUEVES	11-02-21	6002	5097.4	0.849
2	VIERNES	12-02-21	3943		1.293
3	SABADO	13-02-21	4790		1.064
4	LUNES	15-02-21	5965		0.855
5	MARTES	16-02-21	4787		1.065

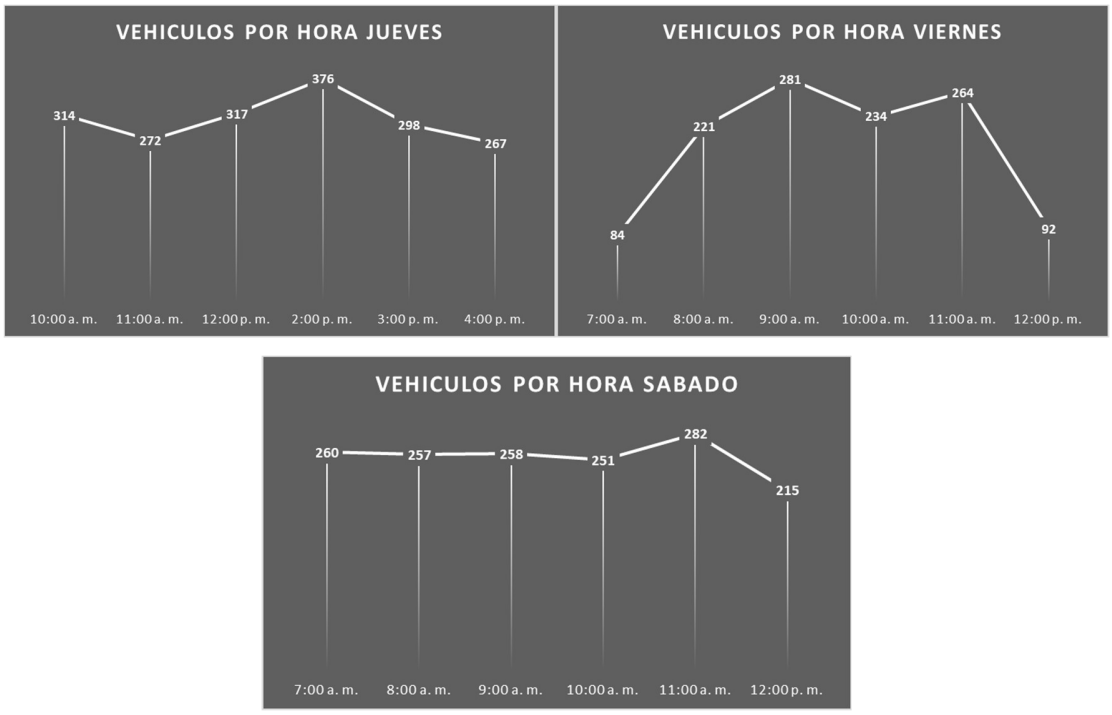
8.4 Análisis De La Variación Horaria

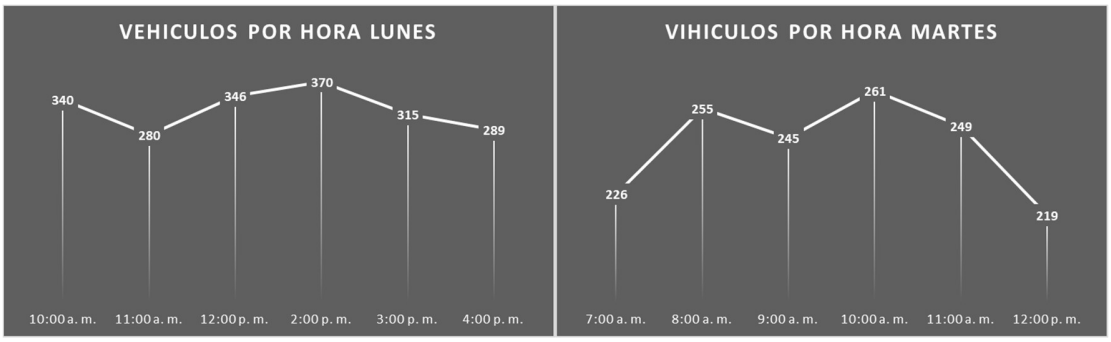
Se presentan tablas resumen de los volúmenes vehiculares registrados en campo, estos volúmenes se obtuvieron a partir de la tabulación y procesamiento de los mismos.

Volúmenes En La Hora De Máxima Demanda

A partir de la información consignada en la ilustración 8. Basada en los datos de campo, en la se muestran los volúmenes horarios máximos registrados durante el periodo de conteo para la estación de aforo.

Grafica 9.Volumen de la hora de Máxima Demanda





Observando las gráficas de distribución horaria par la Estación de conteo, se presentan tres periodos en los que el tráfico aumenta sustancialmente, estos lapsos son en las horas pico más común para una vía intermedia entre urbana y rural.

La hora pico se presenta entre las 02:00pm y las 03: 00pm con un volumen promedio vehículos mixtos de 373.

8.5 Proyecciones De Tránsito

En cuanto al período para las proyecciones del tránsito de diseño, se tomaron 10 años y en lo referente a la rata de crecimiento anual del tránsito futuro, se adoptó una tasa anual estimada de 4.20 % para un escenario optimista.

8.6 Crecimiento Normal De Tránsito

Se tiene previsto un escenario optimista, debido a la pavimentación de la vía, el incremento de usuarios, motivando el transporte de pasajeros y carga (víveres), además que la zona es potencialmente indicador de generador de viaje

En cuanto al período para las proyecciones del tránsito de diseño, se tomaron 10 años y

en lo referente a la tasa de crecimiento normal del tránsito, se adoptó una tasa anual de 4.20 % como ya se mencionó para un escenario optimista. Para la determinación de Tránsito Futuro se utilizó la siguiente metodología:

8.7 Tránsito Generado

El Tránsito Generado se ha determinado con base al desarrollo económico y social de la zona de influencia, y se estima que a partir del 2021, año en que se espera, se de apertura de la carretera mejorada, expresado como un porcentaje del volumen de tránsito correspondiente al tramo, se estima en un 30% de este volumen. Considerando que para proyectos de esta misma índole, la posibilidad de un incremento notable por la expansión de la zona urbana y comercial.

8.8 Tránsito Promedio Diario Semanal Consolidado

El tránsito promedio diario semanal consolidado Corresponde a la unión de los tránsitos inducidos más el desarrollado más el actual. Para este estudio se eligió la estación de conteo como la más representativa en términos de flujo que tránsito en la vía en estudio.

Tabla 6.Tránsito Promedio Diario Semanal Consolidado – Año 2021

TIPO	LIVIANOS	BUSES	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	TOTAL
F.D.	0	1	1.14	3.44	3.76	4.4	4.72	
Normal	883	69	39	242	3	11	23	1270
Generado	265	21	12	73	1	3	7	382
Consolidado	1148	90	51	315	4	14	30	1652

8.9 Estimación De La Tasa De Crecimiento

Considerando que el proyecto que se está estudiando corresponden a proyectos que

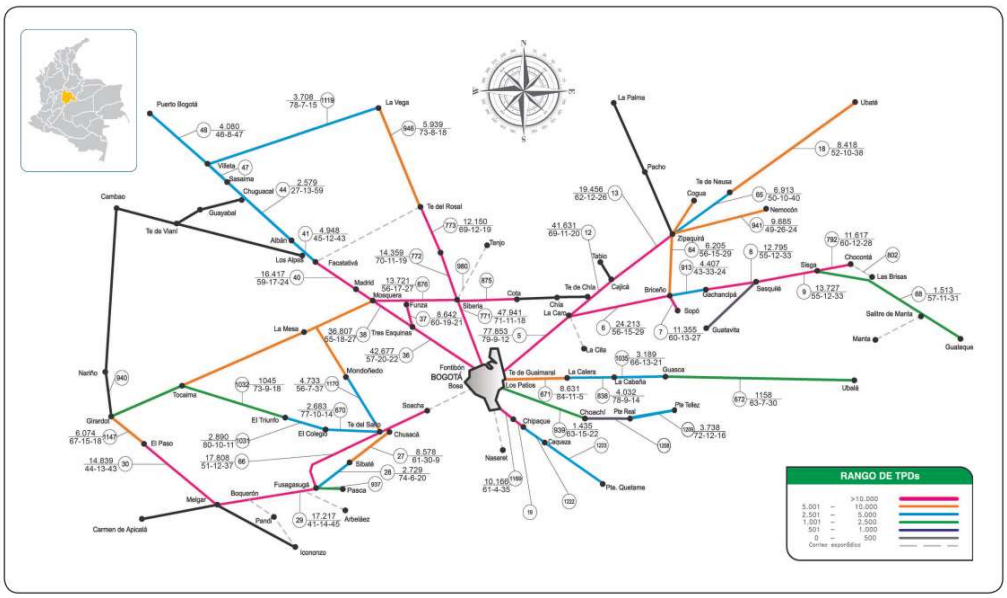
involucran varios municipios dentro del área de influencia, para efectos de establecer la tasa de crecimiento del tránsito se revisaron los siguientes parámetros de variación de vehículos circulantes en la red vial nacional, variación del parque automotor del país y crecimiento del flujo vehicular en estaciones de volúmenes del INVIAS.

De acuerdo con la búsqueda de información histórica del INVIAS que se realizó para determinar la tasa de crecimiento utilizando 3 de las estaciones cerca del área de influencia la cuales presentan valores razonables de la tendencia del crecimiento del tránsito en departamento de Cundinamarca.

Para las tasas de crecimiento se trabajó con tres estaciones del INVIAS las cuales están en el área de influencia de la vía en estudio de las cuales se tiene registros históricos del tránsito promedio diario semanal, se puede observar en la Figura 9 las estaciones que tienen en INVIAS en la territorial de Cundinamarca.

Ilustración 9.Estaciones De Conteos De La Territorial De Cundinamarca INVIAS[1]

[1] Fuente: www.invias.com- volúmenes de transito 2008



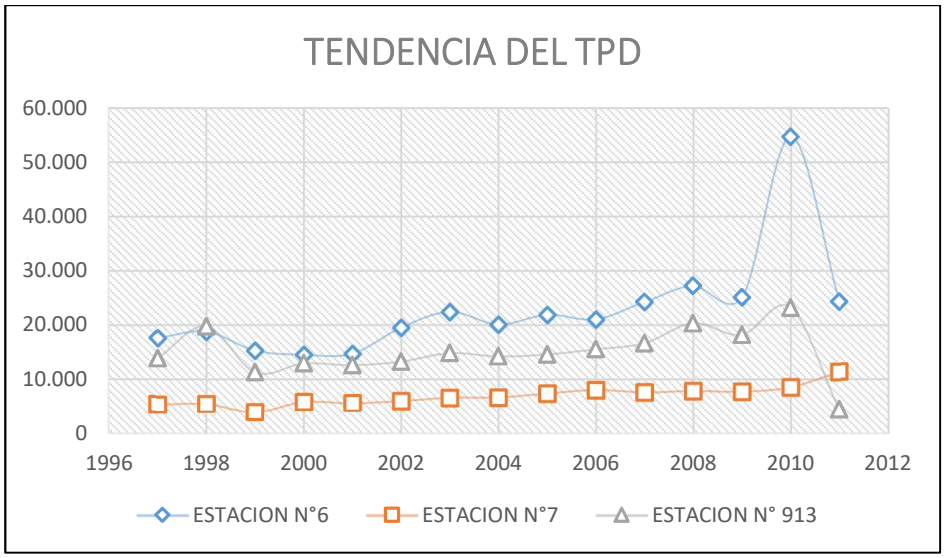
Para la proyección del tráfico del proyecto se llevó a cabo una revisión de las variables más significativas y vinculadas al transporte. Se obtuvieron registros históricos del producto interno bruto (PIB) y el transito promedio diarios semanales (TPDS), Las estaciones escogidas para determinar la tasa de crecimiento de la vía fueron:

Tabla 7.Estaciones de conteo Utilizadas

N° DE LA ESTACIÓN	SECTOR	LONGITUD(KM)
6	LA CARO – BRICEÑO	13
7	SALITRE-SOPO-BRICEÑO	15
913	BRICENO -GACHANCIPA	10

Se puede observar que los registros históricos son muy variados entre un año y otros ya que en algunos años son muy elevados y en otros son muy bajos. Se dispuso a realizar el cálculo de logaritmo neperiano de los datos, para así proseguir a realizar las rectas de regresión y calcular el coeficiente de correlación entre las variables.

Grafica 10.Tendencias Del TPDS De Las Estaciones Escogidas Para El Estudio



A continuación se presenta el cálculo realizado, de los logaritmos neperianos ver Tabla N° 8.

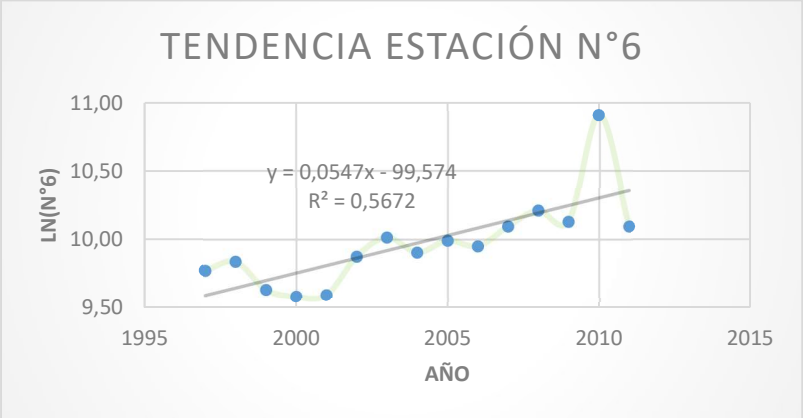
Tabla 8.TPDS De Estaciones Del INVIAS Sobre El Área De Influencia Y Calculo De Logaritmo Neperiano

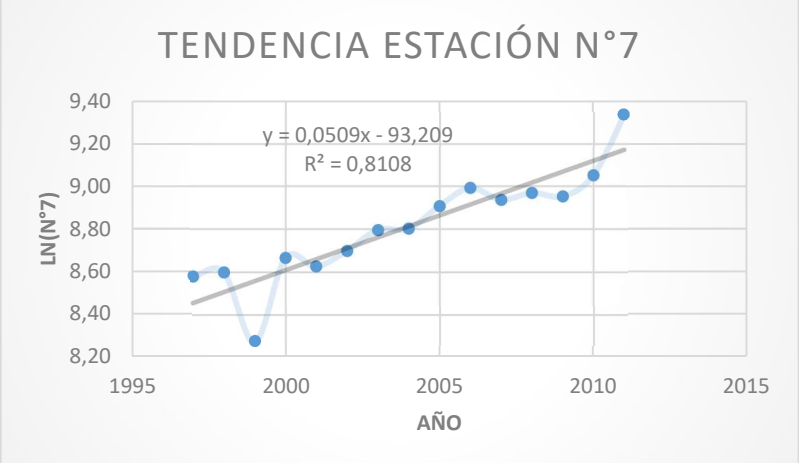
TPDS POR ESTACION						
AÑO	N°6	N°7	N°913	LN(6)	LN(7)	LN(913)
1997	17,538	5,318	13,803	9.77	8.58	9.53
1998	18731	5,422	19,693	9.84	8.60	9.89
1999	15246	3,907	11,232	9.63	8.27	9.33
2000	14498	5,800	12,888	9.58	8.67	9.46
2001	14677	5,571	12,566	9.59	8.63	9.44
2002	19444	5,992	13,215	9.88	8.70	9.49
2003	22348	6,603	14,777	10.01	8.80	9.60
2004	20012	6,643	14,172	9.90	8.80	9.56
2005	21820	7,379	14,534	9.99	8.91	9.58
2006	20973	8,030	15,489	9.95	8.99	9.65
2007	24179	7,594	16,587	10.09	8.94	9.72

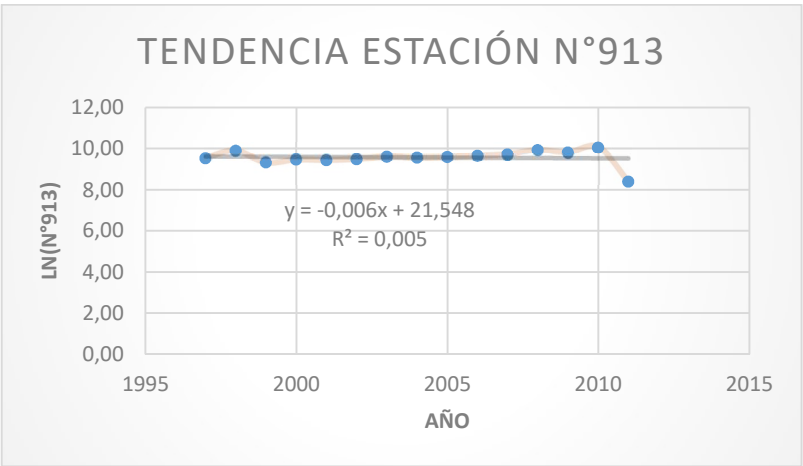
2008	27200	7,847	20,285	10.21	8.97	9.92
2009	25022	7,717	18,127	10.13	8.95	9.81
2010	54692	8,512	23,170	10.91	9.05	10.05
2011	24213	11,355	4,407	10.09	9.34	8.39

En primer lugar se revisa la correlación de cada una de las variables, así, en las siguientes gráficas se presentan las líneas de tendencia de las variables y su correlación.

Grafica 11.Tendencia del TPDS en las estaciones cercanas a la vía en estudio





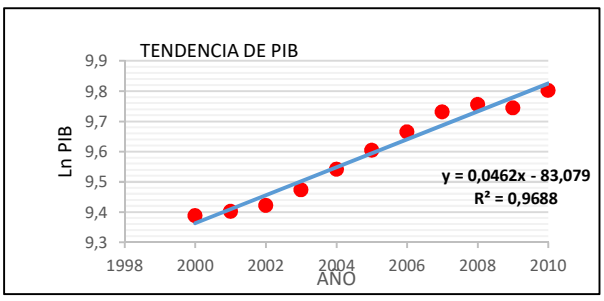


Al evaluar la correlación que cada estación tiene se puede decir que es muy variable va desde una correlación del 56.72% para la estación N°6 con una tasa de crecimiento 5.5 %, la estación N°7 presenta una correlación 81.08% y una tasa de crecimiento 5.1% ver, en la estación 913 tenemos una correlación 0.5% y una tasa de crecimiento anual del -0.6%, Presentándose que la estación 913 se ha mantenido estable desde 1996 y las estaciones 7 y 6 tienen una tasa de crecimiento mayor al 5.3%.

Estimación De La Tendencias Del Pib Y Del Parque Automotor

En la gráfica 11 se incluye la Tendencia PIB, sector transporte, en el periodo comprendido entre los años 2000 a 2010.

Grafica 12.Tendencia De Pib



En la gráfica 12 se incluye la variación del parque automotor del país, en el periodo

comprendido entre los años 1970 a 2010.

Gráfica 13 Tendencia De Parque Automotor

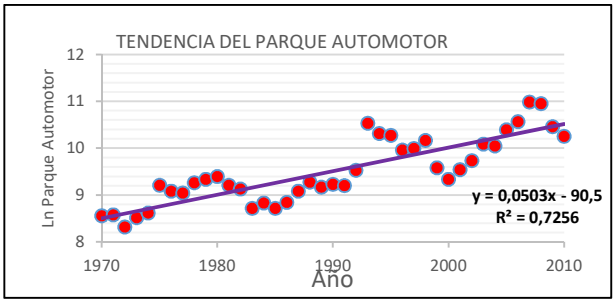


Tabla 9 Ecuaciones Lineales De La Tendencia De PIB Y Del Parque Automotor

ECUACUACIÓN DE PIB			T. DE CRECIMIENTO
X	Y	R2	4.62
0.0462	-83.079	0.9688	
ECUACIÓN PARQUE AUTOMOTOR			T. DE CRECIMIENTO
X	Y	R2	5.03
0.0503	-90.05	0.7526	

8.9.1 Selección De La Tasa De Crecimiento

Con base en la información presentada en el numeral anterior, para efectos del presente estudio se seleccionó una tasa de crecimiento del tránsito correspondiente al 5.3%.

Proyecciones Del Tránsito Promedio Diario Consolidado

A continuación se presenta el cálculo de las proyecciones de tránsito promedio diario consolidado para los tres tramos en los que fue consolidada la vía en estudio.

TG = Tránsito Generado: Teniendo en cuenta que la vía tendrá una finalidad de expansión Urbana y comercial, adicionalmente se intersecta con la variante Bogotá-Tunja, este valor corresponderá al 30%

Año Actual = 2021

Año fin de Construcción = 2021

Año de Proyección = 2031

TPD futuro = (TPD actual x i)+ TPD actual

Dónde:

TPD futuro = Tránsito proyectado

TPD actual = Tránsito actual (del año base ó año 0)

i = R = Rata de crecimiento anual de la población vehicular futura para la zona en estudio.

En lo referente al año de inicio de operación de la vía, se tiene que en el proceso de construcción de la vía, demoraría de 1 año, mediados del 2016 a mediados del 2017, por tal motivo las vías entrarían en operación en vía pavimentada a partir del año 2017, tomado como año 0 para los estimativos de proyecciones y como año frontera el 2027 para 10 años de proyección.

Con base en esta distribución, se estipula un nivel de servicio D, con una mayor velocidad de operación (40 km/h) que garantiza menor tiempo de viaje y mayor comodidad para el usuario, adicionalmente se toma como base el TPDS de la estación, que se adapta al requerimiento futuro de la vía.

Tabla 10. Volúmenes Vehiculares Hora Pico de la estación de conteo

TPD AÑO 2021	638	UNA CALZADA BIDIRECCIONAL
FACTOR DE DIRECCIONALIDAD	40%	
TPD EN CARRIL DE DISEÑO	319	

TASA DE CRECIMIENTO			5.30%					
TIPO	LIVIANOS	BUSES	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	TOTAL
F.D.	0	1	1.14	3.44	3.76	4.4	4.72	
Normal	883	69	39	242	3	11	23	1270
Generado	265	21	12	73	1	3	7	382
Consolidado	1148	90	51	315	4	14	30	1652
AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 - C4	C5	>C5	TOTAL
2016	1148	90	51	315	4	14	30	1652
2017	1209	95	54	332	4	15	32	1740
2018	1273	100	57	349	4	16	33	1832
2019	1340	105	60	368	5	17	35	1929
2020	1411	111	63	387	5	18	37	2031
2021	1486	117	66	408	5	19	39	2139
2022	1565	123	70	429	5	19	41	2253
2023	1648	130	73	452	6	21	43	2373
2024	1735	137	77	476	6	22	45	2498
2025	1827	144	81	501	6	23	48	2630
2026	1924	152	85	528	7	24	50	2770
2027	2026	160	90	556	7	25	53	2917
2028	2133	168	95	585	7	27	56	3071
2029	2246	177	100	616	8	28	59	3234
2030	2365	186	105	649	8	29	62	3405
2031	2490	196	111	683	8	31	65	3585
2032	2622	206	117	720	9	33	69	3774
2033	2761	217	123	758	9	34	72	3975
2034	2907	229	129	798	10	36	76	4185
2035	3061	241	136	840	10	38	80	4407
2036	3223	254	143	885	11	40	84	4641
2037	3394	267	151	932	12	42	89	4886
ACUMULADO 10 AÑOS	6.51E+06	5.12E+05	2.89E+05	1.79E+06	2.21E+04	8.11E+04	1.70E+05	9.37E+06
ACUMULADO 20 AÑOS	1.59E+07	1.25E+06	7.08E+05	4.38E+06	5.42E+04	1.99E+05	4.17E+05	2.29E+07

9. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

En esta sección se presenta el análisis de capacidad y niveles de servicio para la vía en estudio.

Volúmenes

A continuación se presenta el volumen horario de la estación dos el cual presenta el pico más crítico de la vía en estudio considerado, los cuales sirven como punto de partida para la estimación de la capacidad y el nivel de servicio de la vía.

Tabla 11.Volúmenes Vehiculares Hora Pico de la estación de conteo

DÍA	PERIODO	AUTOS	BUSES	CAMIONES					TOTAL MIX
				C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	
1 JUEVES	02:00PM – 03:00PM	728	117	112	0	48	72	27	149

9.1 Características Físicas

Tabla 12. Características Físicas Existentes De La Vía

VIA DISEÑADA			
VIA BRICEÑO-SOPÓ			
TRAMOS	LONGITUD	PENDIENTE	ANCHO
1	576	0.29%	7
2	698	-0.32%	7
3	780	0.32%	7
4	1569	-0.28%	7
PROMEDIOS	755.75	0.0025%	7
LONGITUD	3623		

Clasificación

En la Tabla N°13, se presentan la clasificación para el año 2021 y para la serviciabilidad final de la vía que se proyecta a 10años.

Tabla 13.Niveles de servicio por tramo

VÍA BRICEÑO-SOPÓ				
Año	Intensidad (1)	Estado	Velocidad diseño (2)	Nivel de Servicio
2016	56	Pavimentado	40	D
2026	78	Pavimentado	40	D
(1) Vehículos equivalentes por hora y por carril				
(2) Kilómetros por hora				
(3) Vehículos equivalentes por carril				

La vía se clasificó como "D" porque la vía es funcional pero se presenta la restricción por velocidad, porque le trayecto se diseñó para una velocidad de 40Km/h.

10. ESTIMACIÓN DE FACTORES DE DAÑO Y EJES EQUIVALENTES PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO

10.1 Estimativo De Factores De Daño

Para el estimativo de los factores de daño se escogieron los pesos por ejes de acuerdo al máximo peso vehicular autorizado en Colombia, según la resolución del Ministerio de Transporte.

Utilizando el anterior parámetro, se estimaron los factores de daño que los vehículos del proyecto causan al pavimento, adoptando la metodología AASHTO para pavimento rígido y flexible, y la metodología AASHTO con las fórmulas simplificadas para el cálculo del factor de equivalencia de carga por eje, utilizada por el Instituto Nacional de vías para pavimento flexible en el manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito

Tabla 14.Factores De Daño Del INVIAS[2]

Tipo de Vehículo	Factor de daño
Autos	0,00
Buses	1,00
C2P	1,14
40C2G	3,44
C3-C4	3,76
C5	4,40
>C5	4,72

Con estos factores de equivalencia y el cálculo del tránsito promedio diario acumulado en 10 y 20 años se obtiene el número de ejes equivalentes de 8.2 Ton para el periodo de diseño de 10 y 20 años, para el sentido más cargado, el cual representa el carril de diseño y se presentan en la Tabla N°15.

Tabla 15.Número De Ejes Equivalentes Sin Intervalo De Confianza Estación Dos

AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 - C4	C5	>C5	TOTAL
ACOMULADO 10 AÑOS	0.00E+00	5.12E+05	3.30E+05	6.15E+06	8.32E+04	3.57E+05	8.03E+05	8.23E+06
ACOMULADO 20 AÑOS	0.00E+00	1.25E+06	8.08E+05	1.51E+07	2.04E+05	8.74E+05	1.97E+06	2.02E+07

Una vez calculado el N, Numero de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño, se completó con un nivel de confianza requerido (del 90%). asumiendo una distribución normal para la diferencia entre el transito real y estimado.

$$N = 10^{0.05Zr} * N$$

Dónde:

N=Es el transito equivalente corregido para proporcionar un determinado nivel de

[2] Fuente : Instituto nacional de vías (INVIAS) – Universidad del Cauca

confianza.

Zr=El correspondiente a una distribución normal y a la confiabilidad deseada. Para el caso del 90% de confiabilidad el Zr es igual 1.282.

Tabla 16. Número De Ejes Equivalentes Estación Dos

AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3 - C4	C5	>C5	TOTAL	N-EQUIVALENTES
ACOMULADO 10 AÑOS	0.00E+00	5.12E+05	3.30E+05	6.15E+06	8.32E+04	3.57E+05	8.03E+05	8.23E+06	9.54E+06
ACOMULADO 20 AÑOS	0.00E+00	1.25E+06	8.08E+05	1.51E+07	2.04E+05	8.74E+05	1.97E+06	2.02E+07	2.3E+07

11. ANÁLISIS DE CAPACIDAD PEATONAL

El estudio peatonal se basa en la relación entre el volumen de transeúntes y las estructuras o espacios para transitar tales como aceras, andenes, puentes etc.; dentro de un periodo determinado.

En la vía Briceño- Sopó actualmente hay un flujo peatonal medio teniendo en cuenta que dicha vía tiene accesos a distintas empresas y casas.

Para el análisis peatonal se deben considerar los siguientes requerimientos:

11.1 VELOCIDAD PEATONAL

Es la velocidad de marcha peatonal media expresada en metros por segundo.

Tabla 17.Velocidad Promedio peatonal para cada tramo.

VELOCIDAD PEATONAL PROMEDIO		
TRAMO 1	m/s	1

Teniendo en cuenta que el tramos 1 se encuentra con la mayor velocidad promedio para un peatón, se puede deducir que las personas transitan más rápido por influencia de las empresas ubicadas en el sector.

11.2 VOLUMEN MÁXIMO HORARIO PEATONAL

El VMHP refleja la hora en el periodo de aforo en la cual se movilizan el mayor número de personas. Este dato es importante para determinar la capacidad que solicitan las aceras, andenes o puentes peatonales o para realizar un estudio de nivel de servicio de estructuras existentes de acceso peatonal.
A continuación se presentan los volúmenes de máxima demanda para cada tramo.

Tabla 18.Volumen máximo horario por Tramo

VOLUMEN MAXIMO HORARIO PEATONAL		
TRAMO 1	03:00pm – 04:00pm	80

Observando los resultados el tramo que presenta mayor volumen de personas es el tramo N°1, dato que puede ser inducido a las empresas que se encuentran en el sector.

11.3 PROYECCIÓN DEL VOLUMEN DIARIO DE PEATONES

Teniendo en cuenta la tasa de crecimiento de la evolución del tránsito, se acogen los mismos valores y se calcula el volumen proyectado para los 10 y 20 años utilizados en los diseños de la vía.

Tabla 19. Volumen proyectado peatonal

Año 2021														
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL	5.30%	INCREMENTO GENERADO ESPERADO POR LA OBRA	30%	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	37

TRAMO 1	190	200	211	222	234	246	259	273	287	302	318	535
TRAMO 2	52	55	58	61	64	67	71	75	79	83	87	146
TRAMO 3	244	257	271	285	300	316	333	351	370	390	411	689

11.3.1 Nivel de servicio

Actualmente en los tramos no se existen estructuras u Obras que faciliten el tránsito de peatones en la vía Canavita, solo en el tramo 1, se evidencia una ciclovía en la cual algunas personas transitan por ellas.

11.4 ANÁLISIS DE CAPACIDAD PARA CICLOVÍAS

Adicional a los estudios peatonales y de tránsito, se incluye en el presente informe el estudio relacionado con las ciclo-vías.

Actualmente en el tramo no hay una ciclovía en el en la vía.

Para el análisis peatonal se deben considerar los siguientes requerimientos:
Velocidad promedio

Es la velocidad de marcha peatonal media expresada en km/h.

Tabla 20. Velocidad Promedio por tramo

VELOCIDAD PEATONAL PROMEDIO		
TRAMO 1	m/s	16

Teniendo en cuenta que el alineamiento rectilíneo del tramo a intervenir, y por las industrias que se encuentran en el sector, es el tramo que presenta mayor velocidad.

11.5 VOLUMEN MÁXIMO HORARIO

El VMHP refleja la hora en el periodo de aforo en la cual se movilizan el mayor número de Ciclistas. Este dato es importante para determinar la capacidad que solicitan las ciclo-vías y proponer la capacidad futura de la misma.

A continuación se presentan los volúmenes de máxima demanda para cada tramo.

Tabla 21.Volumen máximo horario Ciclista

VOLUMEN MAXIMO HORARIO		
TRAMO 1	02:00AM - 03:00AM	80

Observando lo resultados el tramo que presenta mayor volumen de ciclistas es el tramo a intervenir, dato que puede ser inducido a las escuelas que se encuentran en el sector.

Proyección del volumen diario de ciclistas

Tabla 22.Volumen de ciclistas proyectado

Año 2017														
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL	5.30%	INCREMENTO GENERADO ESPERADO POR LA OBRA	30 %	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	37
TRAMO 1	179			188	198	208	219	231	243	256	270	284	299	504
TRAMO 2	141			148	156	164	173	182	192	202	213	224	236	396
TRAMO 3	360			379	399	420	442	465	490	516	543	572	602	1008

11.6 ESTADO DEL CLIMA DURANTE EL CONTEO

El clima es una variable que incide en el estudio de transito debido a que dependiendo del estado climatológico se presentan variaciones en los volúmenes vehiculares y

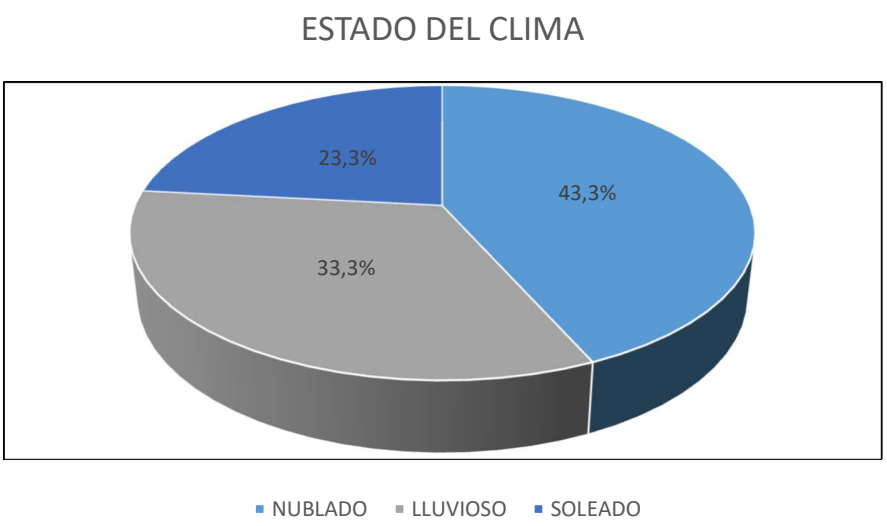
peatonales, ya que las motocicletas, las bicicletas y los peatones se abstienen a transitar por vías descubiertas cuando hay precipitaciones aumentando así el tránsito de Automóviles y de Buses.

A continuación se presenta el resumen del clima durante el aforo en cada una de las estaciones.

Tabla 23.Volumen de ciclistas proyectado

TRAMO	DIA 1 (11/02/21)		DIA 2 (12/02/21)		DIA 3 (15/02/21)		DIA 4 (15/02/21)		DIA 5 (16/02/21)	
	JUEVES		VIERNES		SABADO		LUNES		MARTES	
	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE
BRICEÑO- SOPÓ	NUBLADO	LLUVIOSO	NUBLADO	NUBLADO	NUBLADO	LLUVIOSO	LLUVIOSO	SOLEADO	LLUVIOSO	SOLEADO

Grafica 14.Tendencia del clima en la vía en estudio



La grafica nos presenta que en mayor proporción el clima se mantuvo Nublado y que solo en las tarde se presentó el 23.3% de clima soleado.

12. **CONCLUSIONES**

- Las proyecciones de tránsito para las vías proyectadas se establecen bajo un escenario de consolidación de todo el proyecto en el año 10, donde se incluyó el tránsito de construcción de los proyectos de infraestructura vial en los primeros diez años.

- Las proyecciones de tránsito para las vías existentes se establecen bajo tres escenarios; uno optimista que considera que los predios libres en la zona de influencia se desarrollarán por completo con el mismo tipo de usos; un escenario normal con un desarrollo solo del 50% de los predios libres y un escenario pesimista, donde se considera que solo funcionarán los usos actuales y que a futuro no se darán más desarrollos.

- De acuerdo a lo observado en el análisis de bici-usuarios los en la hora de 06:00 am a 07:00 am y entre 5:00 pm y 7:00 pm es donde se genera mayor volumen en cada uno de los sentidos, esto obedece al horario de entrada de las instituciones y empresas del sector.

- Los aforos peatonales presentan actualmente un volumen máximo horario de 83 peatones por hora, se podría llegar a duplicar la demanda horaria a futuro, es decir 160 peatones por hora y para una condición crítica se espera que el 50% de esta demanda se de en los quince minutos más críticos, es decir 80 peatones/15

min.