CONTRATO DE OBRA NO. ICCU-CTO-1569-2025

INFORME FINAL DE APROPIACIÓN Y/O AJUSTE Y COMPLEMENTACIÓN DE ESTUDIO DE TRÁNSITO – NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

TRAMO 1 MEDINA - SAN PEDRO JAGUA -MÁMBITA Y TRAMO 2 MÁMBITA – Y DE SANTA MARTA



Fuente: Velnec S.A

BOGOTÁ D.C. - CUNDINAMARCA

MAYO DE 2026

FORMATO DE CONTROL DE EDICIONES

PARTE A - CONTROL DE EDICIÓN

	Edición 0	Edición 1	Edición 2
ELABORACIÓN NOMBRE: FECHA: FIRMA:	FABIAN TAFUR Esp. En Tránsito Mayo de 2026 		
REVISIÓN NOMBRE: FECHA: FIRMA:	SANDRO PRIETO Esp. En Vías Mayo de 2026 		
APROBACIÓN NOMBRE: FECHA: FIRMA:			
APROBACIÓN NOMBRE: FECHA: FIRMA:			

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN: 7

2 OBJETIVO Y ALCANCE 9

2.1 OBJETIVO GENERAL 9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 9

3 METODOLOGÍA DE TRABAJO 10

4 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 11

5 ESTUDIO DE TRÁNSITO 12

5.1 AFOROS VEHICULARES 13
5.2 ESTACIONES MAESTRAS 14
Estaciones complementarias 17
5.3 *ENCUESTAS ORIGEN - DESTINO* 19
Estación Santa Marta 20
Estación Santa María 21

6 RESULTADOS TOMA DE INFORMACIÓN 22

6.1 *ESTACIONES MAESTRAS* 22
6.1.1 *Estación Ubalá* 22
6.1.2 *Estación Mámbita* 27
6.1.3 *Estación San Pedro de Jagua* 31
6.1 *ESTACIONES COMPLEMENTARIAS* 35
6.1.1 *Estación Santa Marta* 35
6.1.2 *Estación Santa María* 37
6.1 *ENCUESTAS ORIGEN- DESTINO* 38
6.1.1 *Estación Santa Marta* 39
6.1.2 *Estación Santa María* 40
6.2 *INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA* 45
6.1 *UBALÁ* 45
6.2 *GACHALÁ* 45
6.3 *MÁMBITA* 46
6.4 *SAN PEDRO JAGUA* 46
6.5 *MEDINA* 47
6.6 *POBLACIÓN* 47
6.7 *PIB REGIÓN* 48
6.8 *TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR* 49
6.1 *ESTACIÓN 672 GUASCA – UBALÁ* 50
6.2 *ESTACIÓN 782 SANTA MARÍA – EL SECRETO* 51
6.3 *ESTACIÓN 88 LAS JUNTAS - SANTA MARÍA* 51
6.1 *TASAS POR VOLÚMENES HISTÓRICOS* 53
6.2 *TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB* 54

6.3 TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL 54
6.4 *SELECCIÓN DE TASAS DE CRECIMIENTO* 55
6.4 *PROYECCIONES DE TRÁNSITO* 56
6.5 *TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO (TPD)* 58
6.5.1 Estación Ubalá 58
6.5.2 Estación Mambita 59
6.6 *TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO PROYECTADO MÁMBITA* 59
6.7 *TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO PROYECTADO SAN PEDRO JAGUA* 60
6.7.1 *Tránsito Promedio Diario proyectado Ubalá* 62

7 *NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES* 63

7.1 *ESTIMATIVO DE FACTORES DE DAÑO* 63

8 CONCLUSIONES 66

9 *BIBLIOGRAFIA* 69

10 APÉNDICES 70

10.1 ANEXOS 70
10.1.1 Datos geográficos de encuestas. (Elaborado por Velnec S.A) 70
10.1.2 Procesamiento de encuestas. (Elaborado por Velnec S.A) 70
10.1.3 Cálculos de TPD y NEE (Tramo 1 y Tramo 2). (Elaborado por Velnec S.A y ajustado por FS Proyectos de Ingeniería SAS) 70
10.1.4 Compilación de tasas de crecimiento de estaciones de conteo INVIAS. (Tramo 1 y Tramo 2). (Elaborado por Velnec S.A y ajustado por FS Proyectos de Ingeniería SAS) 70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1. Localización vía Tramo 1 - Medina - San Pedro Jagua - Mámbita....7
Figura 1-2. Localización vía Tramo 2 - Mámbita – Y de Santa Marta....8
Figura 3-1. Esquema Metodológico....10
Figura 4-1. Localización de la zona de estudio – Tramo 1....11
Figura 4-2. Localización de la zona de estudio– Tramo 2....11
Figura 5-1. Localización estaciones toma de información primaria....12
Figura 5-2. Formato aforo para volúmenes vehiculares....13
Figura 5-3. Esquema conteo Ubalá (Coordenadas 4.749091, -73.530391)....14
Figura 5-4. Esquema conteo Mámbita (Coordenadas 4.751503, -73.327752)....15
Figura 5-5. Esquema conteo San Pedro Jagua (4.646716, -73.325454)....16
Figura 5-6. Esquema conteo Santa Marta (Coordenadas 4.705490, -73.495576)....17
Figura 5-7. Esquema conteo Santa María (4.862986, -73.264389)....18
Figura 5-8. Formato Encuestas Origen-Destino....19
Figura 5-9. Estación Santa Marta....20
Figura 5-10. Estación Santa María....21
Figura 6-1. Localización y Montaje estación Ubalá....22
Figura 6-2. Histograma vehicular día Lunes-Ubalá....23
Figura 6-3. Histograma vehicular día Martes-Ubalá....23
Figura 6-4. Histograma vehicular día Miércoles -Ubalá....24
Figura 6-5. Histograma vehicular día Jueves -Ubalá....25
Figura 6-6. Histograma vehicular día Viernes -Ubalá....25
Figura 6-7. Histograma vehicular día Sábado -Ubalá....26
Figura 6-8. Histograma vehicular día Domingo -Ubalá....26
Figura 6-9. Localización y Montaje estación Mámbita....27
Figura 6-10. Histograma vehicular día Lunes-Mámbita....28
Figura 6-11. Histograma vehicular día Martes-Mámbita....28
Figura 6-12. Histograma vehicular día Miércoles-Mámbita....29
Figura 6-13. Histograma vehicular día Jueves-Mámbita....29
Figura 6-14. Histograma vehicular día Viernes-Mámbita....30
Figura 6-15. Histograma vehicular día Sábado-Mámbita....30
Figura 6-16. Histograma vehicular día Domingo-Mámbita....31
Figura 6-17. Localización y Montaje estación San Pedro Jagua....31
Figura 6-18. Histograma vehicular día Lunes-San Pedro de Jagua....32
Figura 6-19. Histograma vehicular día Martes-San Pedro de Jagua....32
Figura 6-20. Histograma vehicular día Miércoles-San Pedro de Jagua....33
Figura 6-21. Histograma vehicular día Jueves-San Pedro de Jagua....33
Figura 6-22. Histograma vehicular día Viernes-San Pedro de Jagua....34
Figura 6-23. Histograma vehicular día Sábado-San Pedro de Jagua....34
Figura 6-24. Histograma vehicular día Domingo-San Pedro de Jagua....35
Figura 6-25. Histograma vehicular día típico-Santa Marta....36
Figura 6-26. Histograma vehicular día Sábado-Santa Marta....36
Figura 6-27. Histograma vehicular día típico-Santa María....37
Figura 6-28. Histograma vehicular día Sábado-Santa María....37
Figura 6-29. Localización puntos de toma encuestas OD....39
Figura 6-30. Estación Santa Marta....40
Figura 6-31. Estación Santa María....41
Figura 6-32- Zonificación propuesta....42
Figura 6-33. Georreferenciación de las encuetas OD....43

FIGURA 6-34. CASCO URBANO UBALÁ - CUNDINAMARCA 45
FIGURA 6-35. CASCO URBANO GACHALÁ - CUNDINAMARCA 46
FIGURA 6-36. CASCO URBANO MAMBITA - CUNDINAMARCA 46
FIGURA 6-37. CASCO URBANO SAN PEDRO JAGUA- CUNDINAMARCA 47
FIGURA 6-38. CASCO URBANO MEDINA- CUNDINAMARCA 47
FIGURA 6-39. LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 672 INVIAS GUASCA -UBALÁ, ... 49
FIGURA 6-40. LOCALIZACIÓN ESTACIÓN 88 INVIAS LAS JUNTAS – SANTA MARÍA, 782 INVIAS SANTA MARÍA -UBALÁ 50
FIGURA 6-41. ESTRUCTURA TÍPICA DEL PAVIMENTO 57
FIGURA 8-1. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES - TRAMO 1 - MEDINA - SAN PEDRO JAGUA -MÁMBITA 67
FIGURA 8-2. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES – TRAMO 2 - MÁMBITA – Y DE SANTA MARTA 68

LISTA DE TABLAS

TABLA 6-1. HORARIO TOMA DE INFORMACIÓN ENCUESTAS OD 38
TABLA 6-2. RESUMEN GENERAL ENCUESTAS REALIZADAS 38
TABLA 6-3. RESUMEN GENERAL ENCUESTAS REALIZADAS SANTA MARTA 39
TABLA 6-4. RESUMEN GENERAL ENCUESTAS REALIZADAS SANTA MARÍA 41
TABLA 6-5. TOTAL DE VIAJES POR ZONA 44
TABLA 6-6. DISTRIBUCIÓN DE VIAJES 44
TABLA 6-7. DATOS HISTÓRICOS DE POBLACIÓN MUNICIPIOS ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 48
TABLA 6-8. DATOS HISTÓRICOS DE PIB. 49
TABLA 6-9. RESUMEN DE TASAS BASADAS EN VOLÚMENES HISTÓRICOS INVIAS 53
TABLA 6-10. TASAS DE CRECIMIENTO DEL PIB 54
TABLA 6-11. RESUMEN TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL 54
TABLA 6-12. DESIGNACIÓN DE VALORES PARA ANÁLISIS DE TASAS ESTIMADAS 55
TABLA 6-13. TASA ESTIMADA 56
TABLA 6-14. RESUMEN VOLÚMENES VEHICULARES Y TPD - UBALÁ 58
TABLA 6-15. RESUMEN VOLÚMENES VEHICULARES Y TPD - MAMBITA 59
TABLA 6-16. TPD PROYECTADO - MÁMBITA 60
TABLA 6-17. TPD PROYECTADO – SAN PEDRO JAGUA 61
TABLA 6-18. TPD PROYECTADO - UBALÁ 62
TABLA 7-1. FACTORES DE DAÑO 63
TABLA 7-2. PROYECCIÓN EJES EQUIVALENTES – TRAMO 1 64
TABLA 7-3. PROYECCIÓN EJES EQUIVALENTES TRAMO 2 65

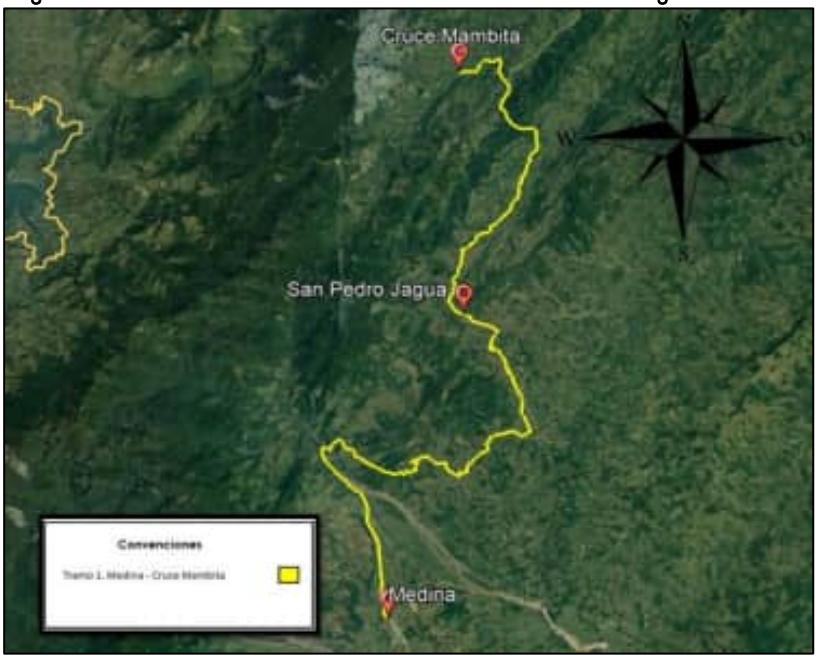
1 INTRODUCCIÓN:

Como parte de los trabajos a realizar en el desarrollo del Contrato De Obra ICCU-1569-2025 cuyo objeto es: "MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CORREDOR MÁMBITA, MÁMBITA 2, SOYA, SAN PEDRO DE JAGUA DEL MUNICIPIO DE UBALÁ, DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA", se vio la necesidad de adelantar la revisión y/o apropiación y/o actualización y/o complementación de los estudios de Consultoría No. 0356 de 2023,cuyo objeto es "ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MEDINA AL SECTOR DE SANTA MARTA UBICADO EN LA INSPECCIÓN PALOMAS DEL MUNICIPIO DE GACHALÁ Y DEL CASCO URBANO DE MAMBITA AL CRUCE DE MAMBITA DOS, PERTENECIENTES AL MUNICIPIO DE UBALÁ, DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA" el cual fue abordado previamente por la firma de consultoría VELNEC S.A, en el Volumen I .- Tramo 1 y Tramo 2, es necesario realizar el estudio de tránsito para obtener el Transito Promedio Diario (TPD) y Número de Ejes Equivalentes (NEE), y así poder realizar el respectivo diseño del pavimento de la vía Tramo 1 - Medina - San Pedro Jagua – Mámbita y Tramo 2 - Mámbita – Y de Santa Marta.

Dado que se tiene el precedente de la firma de consultoría VELNEC S.A, en cuanto a la toma de información primaria de volúmenes vehiculares y encuestas origen destino, y su previa aprobación metodológica por parte de la interventoría UNAL, la firma FS Proyectos de Ingeniería SAS contempla el proceso de apropiación de los componentes técnicos obtenidos por la firma de consultoría VELNEC S.A. Así mismo, el tratamiento de la información tanto primaria como secundaria propuestas en su momento por la anterior firma. De esta manera, es posible hacer el aprovechamiento, tanto en tiempo como en recursos de un trabajo en campo y oficina, que bajo la óptica de la firma FS Proyectos de Ingeniería SAS, tendrá sus respectivas modificaciones y ajustes en los resultados definitivos, dado el caso.

Adicionalmente, con el fin de identificar fácilmente, qué partes del informe de VELNEC S.A, han sido apropiados en el presente informe, éstas se presentarán en *LETRA CURSIVA,* dado el caso.

Figura 1-1. Localización vía Tramo 1 - Medina - San Pedro Jagua - Mámbita



Fuente: Velnec S.A

Figura 1-2. Localización vía Tramo 2 - Mámbita – Y de Santa Marta



Fuente: Velnec S.A

2 OBJETIVO Y ALCANCE

2.1 Objetivo general

Realizar la revisión y/o apropiación y/o actualización y/o complementación de los estudios de Consultoría No. 0356 de 2023, cuyo objeto es "ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MEDINA AL SECTOR DE SANTA MARTA UBICADO EN LA INSPECCIÓN PALOMAS DEL MUNICIPIO DE GACHALÁ Y DEL CASCO URBANO DE MAMBITA AL CRUCE DE MAMBITA DOS, PERTENECIENTES AL MUNICIPIO DE UBALÁ, DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA" realizado por la firma de consultoría VELNEC S.A para a partir de este obtener el TPD y NEE para diseñar el pavimento del tramo de estudio uno localizado en el departamento de Cundinamarca que va desde el municipio de Medina al cruce de la inspección Mámbita en el municipio de Ubalá.

2.2 Objetivos específicos

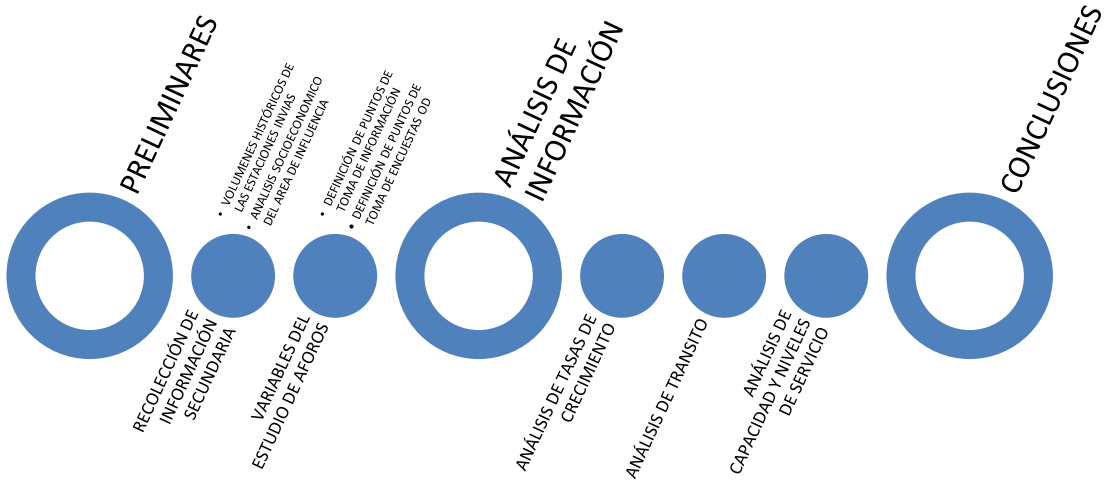
- Recolección de información primaria y secundaria relacionada con el proyecto.
- Calcular el Tránsito Promedio Diario mediante la evaluación y análisis de variables e indicadores que identifican el flujo vehicular de la zona, enfocado en el diseño de pavimentos a partir de los aforos realizados.
- Determinar las proyecciones de tránsito futuro, de acuerdo al comportamiento del parque automotor en el Municipio de Mámbita, Ubalá y San Pedro con base en las tasas de crecimiento estipulado por las estaciones de INVIAS.
- Estimar el Número de ejes Equivalentes – NEE de 8.2 toneladas para el diseño del pavimento, así como su proyección para el periodo de diseño.

3 METODOLOGÍA DE TRABAJO

A continuación, se presenta la metodología general empleada para la obtención del TPD y NEE para la vía de estudio, propuesta por VELNEC INGENIERÍA, la cual será **APROPIADA POR FS PROYECTOS DE INGENIERÍA SAS.**

- PRELIMINARES
  - RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA
    - Volúmenes Históricos De Las Estaciones Invias
    - Análisis Socioeconómico Del Area De Influencia
  - VARIABLES DEL ESTUDIO DE AFOROS
    - Definición De Puntos De Toma De Información
    - Definición De Puntos De Toma De Encuestas Od
- ANÁLISIS DE INFORMACIÓN
  - Análisis De Tasas De Crecimiento
  - Análisis De Transito
  - Análisis De Capacidad Y Niveles De Servicio
- CONCLUSIONES

Figura 3-1. Esquema Metodológico

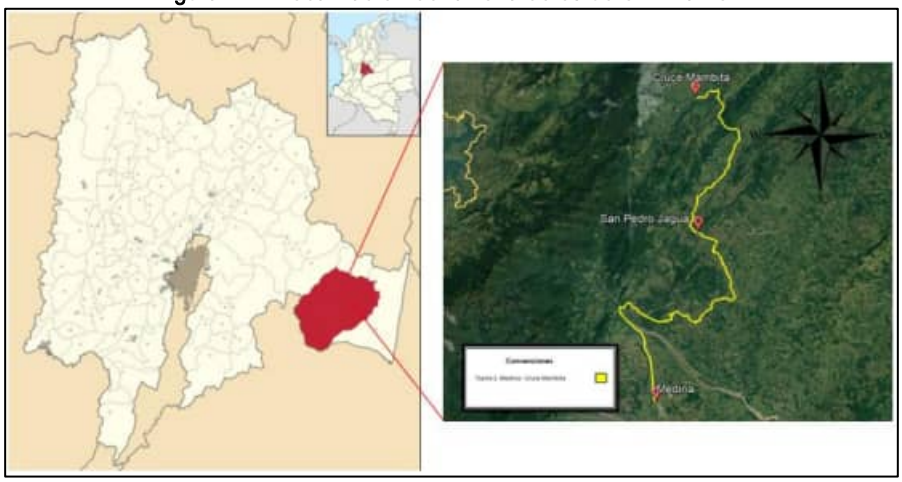


Fuente: VELNEC S.A.

4 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en el Departamento de Cundinamarca y comprende el tramo que va desde el municipio de Medina al cruce de Mámbita, inspección del municipio de Ubalá con una longitud de 51.1 kilómetros, y el tramo que va desde el municipio de Mámbita al cruce Y de Santa Marta, con una longitud de 34.9 kilómetros como se muestra en las siguientes imágenes.

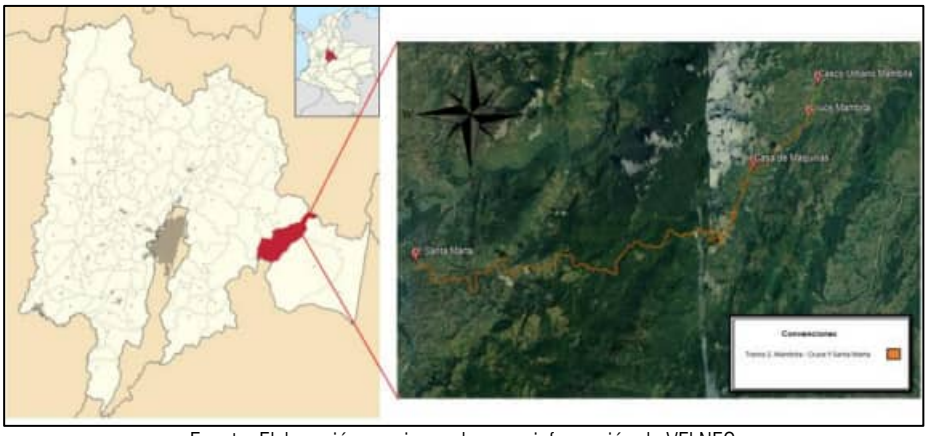
Figura 4-1. Localización de la zona de estudio – Tramo 1



Fuente: Elaboración propia con base en información de VELNEC S.A

El tramo uno (en amarillo), que corresponde a la vía que comunica al municipio de Medina con el cruce Mámbita, cruzando por la inspección del Sector Ubalá B, San Pedro de Jagua

Figura 4-2. Localización de la zona de estudio– Tramo 2



Fuente: Elaboración propia con base en información de VELNEC

Se presenta el tramo dos (en naranja), que corresponde a la vía que comunica la inspección de Mámbita con el cruce Y Santa Marta..

5 ESTUDIO DE TRÁNSITO

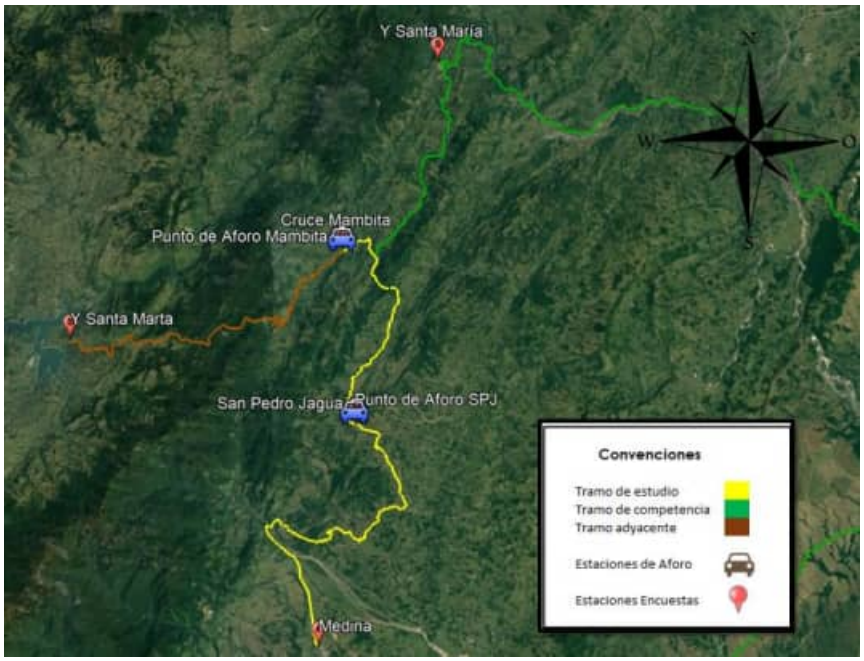
A continuación se muestra el desarrollo de la toma de información primaria propuesta pro VELNEC SA, la cual será APROPIADA POR FS PROYECTOS DE INGENIERÍA SAS:

La determinación de las alternativas de construcción de las estructuras de pavimento más adecuadas para los segmentos viales en estudio, depende, además de las condiciones geotécnicas, de la demanda de capacidad estructural ejercida por el paso de los vehículos.

En el presente capítulo se presenta la determinación del tránsito actual y el proyectado para el periodo de diseño, con base en la determinación del área de influencia del proyecto y a través de los modelos matemáticos y proyecciones estadísticas utilizadas con esta finalidad.

Para la obtención de información primaria, se estableció realizar una campaña de toma de información compuesta por dos estaciones de aforos vehiculares (estaciones maestras) y dos estaciones de aforos acompañadas de encuestas Origen Destino (estaciones complementarias) para establecer los tramos de competencia y principales generadores de tránsito atraído para el corredor de estudio.

Figura 5-1. Localización estaciones toma de información primaria



Fuente: Velnec S.A

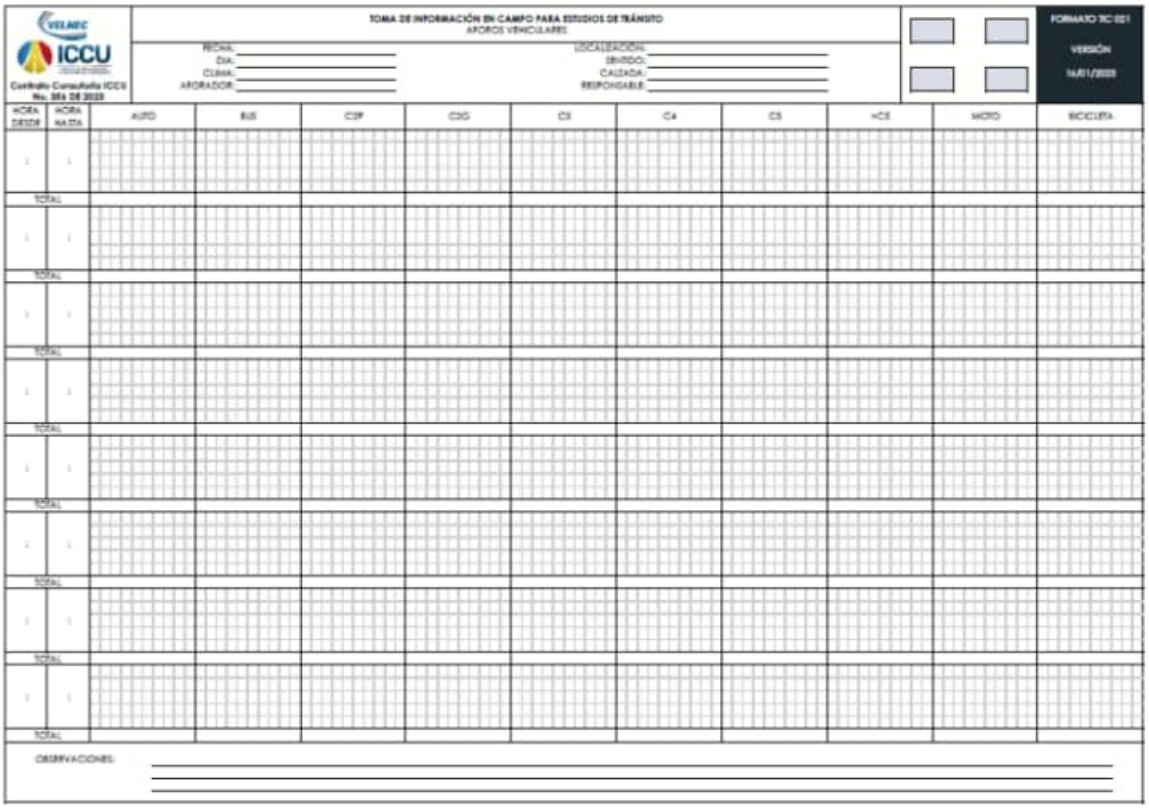
Como se puede observar, se tomó información de volúmenes vehiculares en las inspecciones San Pedro Jagua y Mámbita. Adicionalmente, se realizó la toma de información de Encuestas Origen – Destino en dos puntos: uno al

norte en el municipio de Santa María, Boyacá con el fin de establecer el comportamiento vehicular que viene desde el Oriente hacía el occidente (tramo color verde); el otro, al Occidente donde se presenta la conexión entre el casco urbano del municipio de Ubalá, la inspección Mámbita y el municipio de Gachalá, en el departamento de Cundinamarca.

5.1 Aforos vehiculares

Con el fin de establecer las condiciones del tránsito actual en la zona, la clasificación por tipología vehicular y los principales puntos y horas de máxima demanda, se realizó el aforo y clasificación vehicular tomando como referencia la siguiente clasificación vehicular.

Figura 5-2. Formato aforo para volúmenes vehiculares



Fuente: Velnec S.A

Una vez establecida la clasificación vehicular, se establecieron los esquemas de toma de información.

5.2 Estaciones maestras

Se presentan a continuación los esquemas de las estaciones maestras Ubalá, Mámbita y San Pedro Jagua.

- *Esquema Aforo Ubalá*

La estación maestra contempla un aforo durante siete días 24 horas, con los siguientes movimientos vehiculares

Figura 5-3. Esquema conteo Ubalá (Coordenadas 4.749091, -73.530391)



Fuente: VELNEC S.A

Se realizó el aforo discriminando Autos (todos los vehículos livianos), Buses, Camiones (discriminados por número de ejes), Motos y Bicicletas.

- *Esquema Aforo Mámbita*

La estación maestra contempla un aforo durante siete días 24 horas, con los siguientes movimientos vehiculares

Figura 5-4. Esquema conteo Mámbita (Coordenadas 4.751503, -73.327752)



Fuente: Velnec S.A

Se realizó el aforo discriminando Autos (todos los vehículos livianos), Buses, Camiones (discriminados por número de ejes), Motos y Bicicletas.

- *Esquema Aforo San Pedro Jagua*

Al igual que la estación Mámbita, contempla un aforo durante siete días 24 horas, con los siguientes movimientos vehiculares.

Figura 5-5. Esquema conteo San Pedro Jagua (4.646716, -73.325454)



Fuente: Velnec S.A

Se realizó el aforo discriminando Autos (todos los vehículos livianos), Buses, Camiones (discriminados por número de ejes), Motos y Bicicletas

Estaciones complementarias

- *Esquema Aforo Santa Marta*

La estación complementaria de Santa Marta, se implementó como soporte en un periodo de 8 horas para condiciones típicas y atípicas

Figura 5-6. Esquema conteo Santa Marta (Coordenadas 4.705490, -73.495576)



Fuente: Velnec S.A

Se realizó el aforo discriminando Autos (todos los vehículos livianos), Buses, Camiones (discriminados por número de ejes), Motos y Bicicletas.

- *Esquema Aforo Santa María*

La estación complementaria de Santa María, se implementó como soporte en un periodo de 8 horas para condiciones típicas y atípicas

Figura 5-7. Esquema conteo Santa María (4.862986, -73.264389)



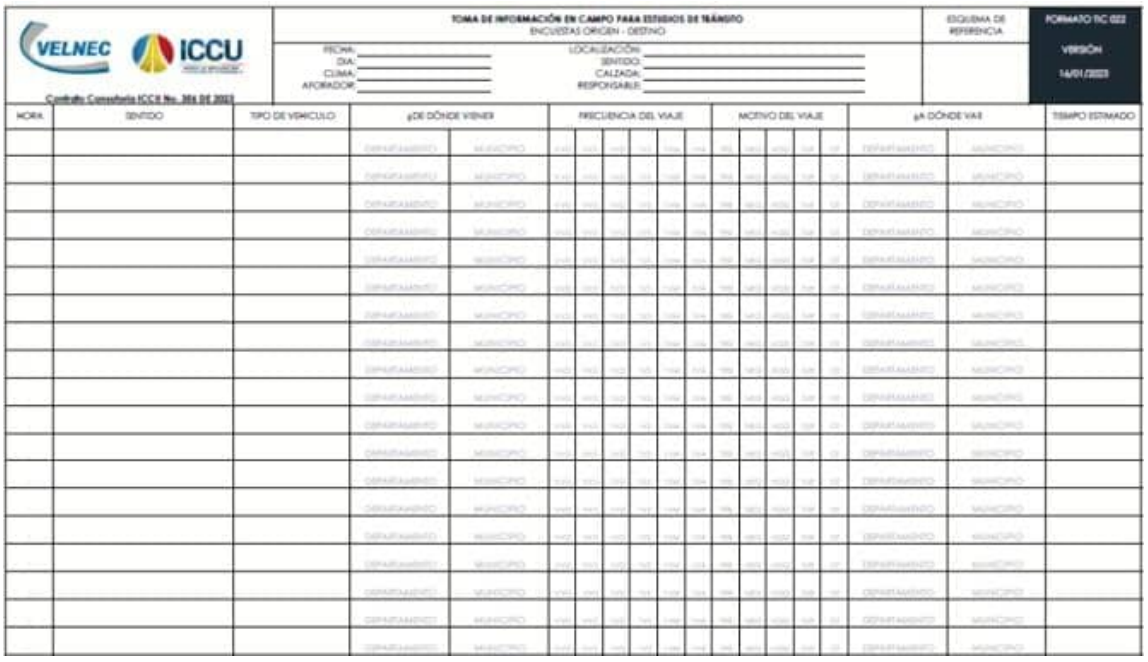
Fuente: Velnec S.A

Se realizó el aforo discriminando Autos (todos los vehículos livianos), Buses, Camiones (discriminados por número de ejes), Motos y Bicicletas.

5.3 *Encuestas Origen - destino*

Con el fin de establecer las condiciones de operación de los tramos en competencia, se tomaron encuestas origen destino en las estaciones complementarias presentadas en el numeral anterior bajo el siguiente formato

Figura 5-8. Formato Encuestas Origen-Destino



Fuente: Velnec S.A

Para la frecuencia de viaje, se presentan las siguientes opciones:

Varias veces al día, Varias veces a la semana, 1 vez al día, 1 vez a la semana, 1 vez al mes, 1 vez al año.
Respecto al motivo del viaje, se presentan las siguientes opciones:
Hogar, trabajo, negocios, turismo y otros (vueltas, citas médicas, compras)

Estación Santa Marta

La estación de Santa Marta complementó la red vehicular adyacente al proyecto al establecer las características de la movilidad en términos de trayectorias entre los municipios de Gachalá, Ubalá casco urbano y la inspección de Mámbita.

Figura 5-9. Estación Santa Marta



Fuente: Velnec S.A

Estación Santa María

La estación de Santa María complementó la red vehicular adyacente al proyecto al establecer las características de la movilidad en términos de trayectorias en la perimetral del Sisga que conecta al centro oriente del país con Cundinamarca y Boyacá. Este corredor se considera en competencia ya que es vía alternativa para los usuarios que vienen desde el Meta hacia Bogotá.

Figura 5-10. Estación Santa María



Fuente: Velnec S.A

6 RESULTADOS TOMA DE INFORMACIÓN

A continuación se muestra el desarrollo de la toma de información primaria propuesta pro VELNEC SA, la cual será APROPIADA POR FS PROYECTOS DE INGENIERÍA SAS:

Conforme a lo propuesto en la metodología, se presentan los resultados de la toma de información realizada para las estaciones Maestras y las estaciones complementarias; adicionalmente, se presentan los resultados obtenidos del estudio de Origen- Destino.

6.1 *Estaciones Maestras*

Se presentan a continuación, los resultados de las estaciones maestras Mámbita y San Pedro de Jagua, correspondientes al análisis del tránsito para el Tramo 1.

6.1.1 *Estación Ubalá*

La estación se localiza sobre la vía principal (al Occidente del municipio) que conecta con Gachalá y el cruce hacia Santa Marta como se muestra a continuación.

Figura 6-1. Localización y Montaje estación Ubalá

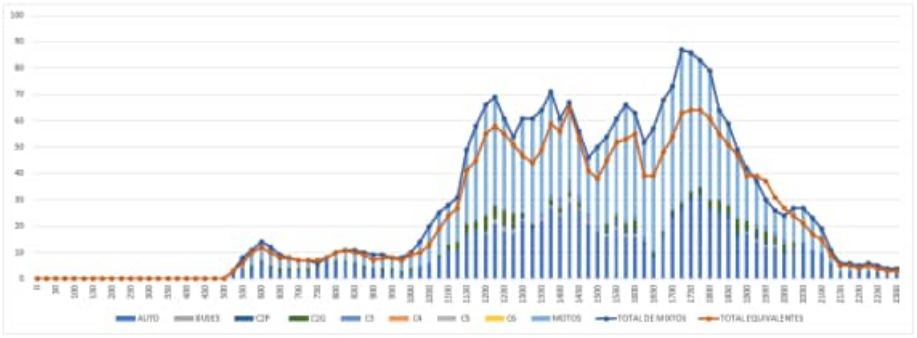


Fuente: VELNEC S.A

La estación fue instalada desde el día lunes 28 de agosto de 2023 (ver Anexo "REGISTRO FOTOGRÁFICO") y registró información hasta el día martes 5 de septiembre de 2023 Una vez realizado el desmonte de la cámara, se llevó el registro a oficina, donde se realizó el aforo manual. Este material puede ser consultado en el Anexo "FORMATOS DE AFORO"

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los aforos vehiculares para la Estación número uno, Ubalá

Figura 6-2. Histograma vehicular día Lunes-Ubalá



HMD AM		11:00	HMD PM	17:15
TOTAL MIXTOS		28	TOTAL MIXTOS	87
COMPOSICIÓN VEHICULAR GENERAL				
Autos: 35.4%	Buses: 1.0%	Camiones: 7.0%	Motos: 56.6%	Total: 100%
Fuente: VELNEC S.A				

Como se observa en la imagen, se presenta el día lunes un comportamiento Atípico, ya que el día lunes se considera día de descanso, esto se verifica con el volumen presentado en horas de la mañana. La Hora de Máxima Demanda es en la tarde sobre las 17:15 con un total de 87 vehículos Mixtos.

Para el día lunes, la composición vehicular corresponde a un 35.4% para autos, 1,0% para buses, 7,0% para camiones y un 56,6% para motos; en total, se presentaron 625 registros.

Figura 6-3. Histograma vehicular día Martes-Ubalá

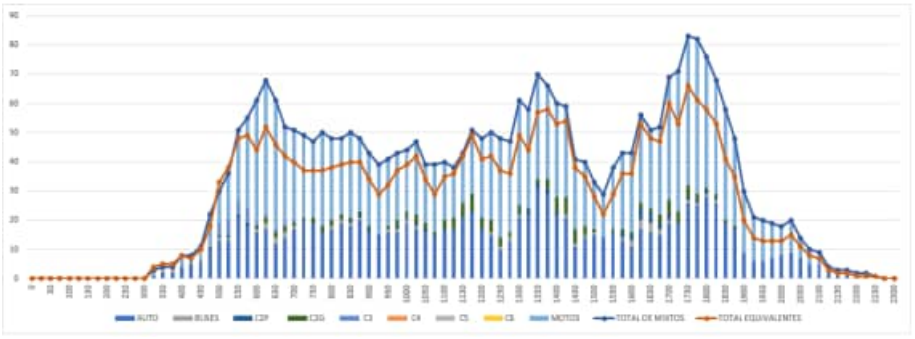


HMD AM		7:00	HMD PM	18:00
TOTAL MIXTOS		76	TOTAL MIXTOS	99
COMPOSICIÓN VEHICULAR GENERAL				
Autos: 36.2%	Buses: 1.1%	Camiones: 4.5%	Motos:58.2%	Total: 100%
Fuente: VELNEC SA				

El día martes presenta un comportamiento típico, ya que se reactivan las actividades locales, generando un pico en horas de la mañana, asociado al inicio de actividades laborales, desplazamientos hacia las instituciones educativas y en general, a la apertura del comercio; adicionalmente, se observa que se genera un pico sobre el medio día, esto obedece a que las personas se desplazan hacia su casa a la hora del almuerzo por la cercanía con su lugar de trabajo. Finalmente, se presenta el pico de la tarde, el cual verifica el comportamiento típico dentro del histograma ya que las personas se movilizan hacia sus casas.

La composición vehicular corresponde a un 36.2% para autos, 1,1% para buses, 4,5% para camiones y un 58,2% para motos; en total, se presentaron 832 registros.

Figura 6-4. Histograma vehicular día Miércoles -Ubalá

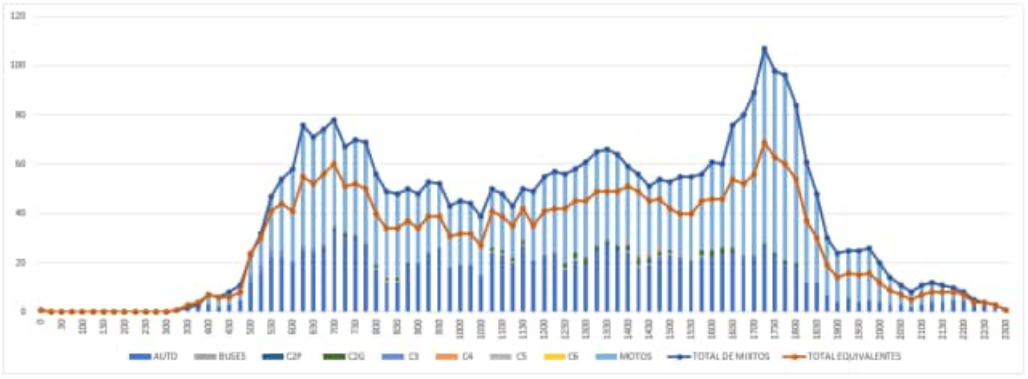


HMD AM		6:15	HMD PM	17:30
TOTAL MIXTOS		68	TOTAL MIXTOS	83
COMPOSICIÓN VEHICULAR GENERAL				
Autos: 35.4%	Buses: 1.6%	Camiones: 5.8%	Motos: 57.2%	Total: 100%
Fuente: VELNEC SA				

Como se puede observar, se presenta para el día miércoles un comportamiento nuevamente típico en la zona, con los picos en la mañana, sobre el medio día y en la tarde; la HMD es en la jornada PM con un total de 83 vehículos mixtos.

La composición vehicular corresponde a un 35.4% para autos, 1,6% para buses, 5.8% para camiones y un 57,2% para motos; en total, se presentaron 774 registros.

Figura 6-5. Histograma vehicular día Jueves -Ubalá

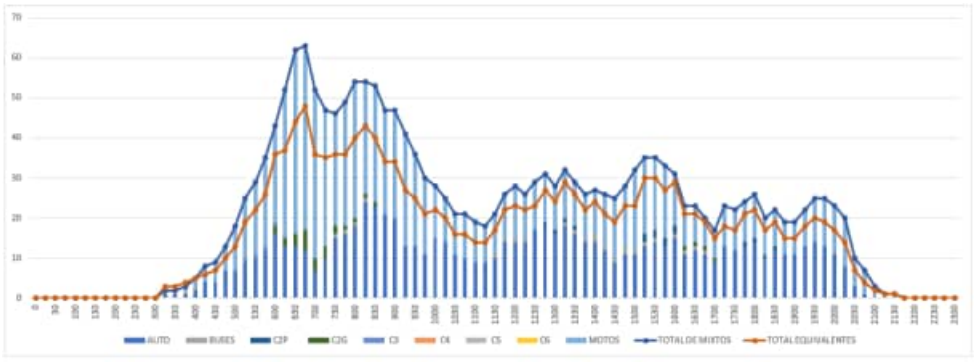


HMD AM		7:00	HMD PM	17:15
TOTAL MIXTOS		78	TOTAL MIXTOS	107
COMPOSICIÓN VEHICULAR GENERAL				
Autos: 35.8%	Buses: 0.7%	Camiones: 2.0%	Motos: 61.5%	Total: 100%
Fuente: VELNEC SA				

Se presenta un comportamiento nuevamente típico, con los picos en la jornada AM, medio día y PM; la HMD es en la jornada PM con un total de 107 vehículos mixtos

La composición vehicular corresponde a un 35.8% para autos, 0.7% para buses, 2.0% para camiones y un 61.5% para motos; en total, se presentaron 890 registros.

Figura 6-6. Histograma vehicular día Viernes -Ubalá



HMD AM		6:45	HMD PM	15:30
TOTAL MIXTOS		63	TOTAL MIXTOS	35
COMPOSICIÓN VEHICULAR GENERAL				
Autos: 41.8%	Buses: 1.4%	Camiones: 2.4%	Motos: 54.4%	Total: 100%
Fuente: VELNEC SA				

Se presenta para el día viernes un comportamiento atípico en la zona, con un solo pico en la mañana. Esto se debe a que el día viernes, generalmente las personas no retornan directamente, sino que generan un aplanamiento en el histograma, dejando la HMD en la jornada AM con un total de 63 vehículos mixtos. La composición vehicular corresponde a un 41.8% para autos, 1.4% para buses, 2.4% para camiones y un 54.4% para motos; en total, se presentaron 500 registros.

A continuación, se presentan los resultados para el día sábado.

Figura 6-7. Histograma vehicular día Sábado -Ubalá



HMD AM		10:15	HMD PM	16:00
TOTAL MIXTOS		50	TOTAL MIXTOS	37
COMPOSICIÓN VEHICULAR GENERAL				
Autos: 55.2%	Buses: 2.2%	Camiones: 5.5%	Motos: 37.1%	Total: 100%
Fuente: VELNEC SA				

Como se puede observar, se presenta para el día sábado un comportamiento atípico en la movilidad que generalmente es común ver los fines de semana o días no laborales; La imagen muestra un solo pico en la mañana. Para el periodo de la tarde, se evidencia un leve aumento a 37 vehículos mixtos, que regresan a sus sitios de descanso más temprano que el resto de la jornada típica. La composición vehicular corresponde a un 55.2% para autos, 2.2% para buses, 5.5% para camiones y un 37.1% para motos; en total, se presentaron 315 registros.

Figura 6-8. Histograma vehicular día Domingo -Ubalá



HMD AM		8:45	HMD PM	13:30
TOTAL MIXTOS		23	TOTAL MIXTOS	32
COMPOSICIÓN VEHICULAR GENERAL				
Autos: 49.8%	Buses: 3.1%	Camiones:5.2%	Motos: 41.9%	Total: 100%
Fuente: VELNEC SA				

Como se observa, el día domingo presenta una caída del total de vehículos mixtos con un pico en la jornada de la mañana de 23 vehículos mixtos; mientras que, en la tarde, se evidencia el pico sobre las 13:30 con un total de 32 vehículos mixtos.

La composición vehicular corresponde a un 49.8% para autos, 3.1% para buses, 5.2% para camiones y un 41.9% para motos; en total, se presentaron 227 registros.

6.1.2 *Estación Mámbita*

La estación se localiza sobre la intersección que comunica el casco urbano de Mámbita (Norte) con la vía Ubalá (Occidente)-San Pedro Jagua (Oriente) como se muestra a continuación.

Figura 6-9. Localización y Montaje estación Mámbita

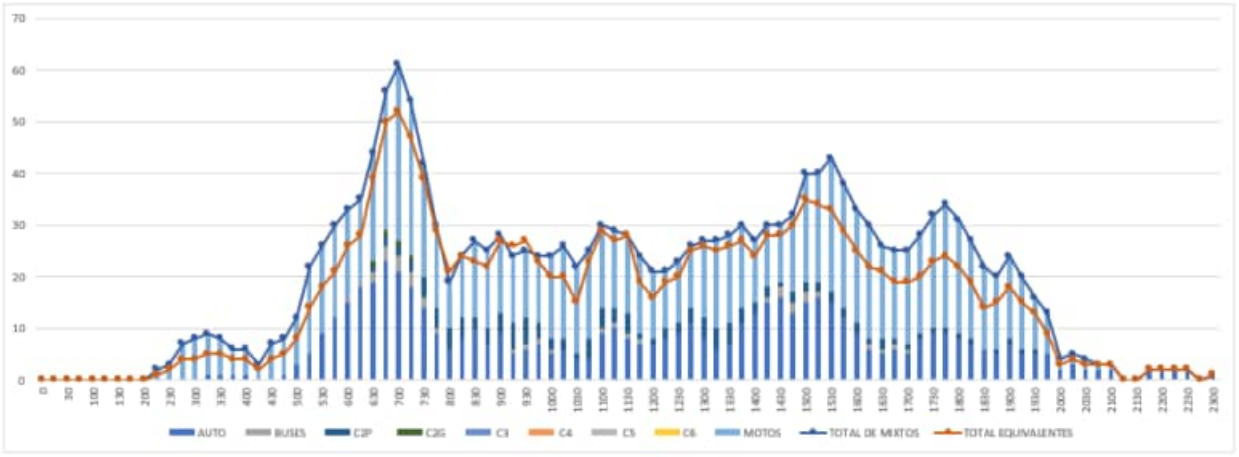


Fuente: Velnec S.A

La estación fue instalada desde el día martes 29 de agosto de 2023 (ver Anexo "REGISTRO FOTOGRÁFICO") y registró información hasta el día martes 5 de septiembre de 2023. Una vez realizado el desmonte de la cámara, se llevó el registro a oficina, donde se realizó el aforo manual. Este material puede ser consultado en el Anexo "FORMATOS DE AFORO"

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los aforos vehiculares para la Estación número tres, San Pedro de Jagua.

Figura 6-10. Histograma vehicular día Lunes-Mámbita



HMD AM	07:00	HMD PM	15:30
TOTAL MIXTOS	61	TOTAL MIXTOS	43
Fuente: Velnec S.A			

Se presenta el día lunes un comportamiento Típico, donde hay un pico en la jornada AM y en la jornada PM; esto permite ver la dinámica propia del punto que presenta un total de 61 vehículos Mixtos en la HMD sobre las 7:00.

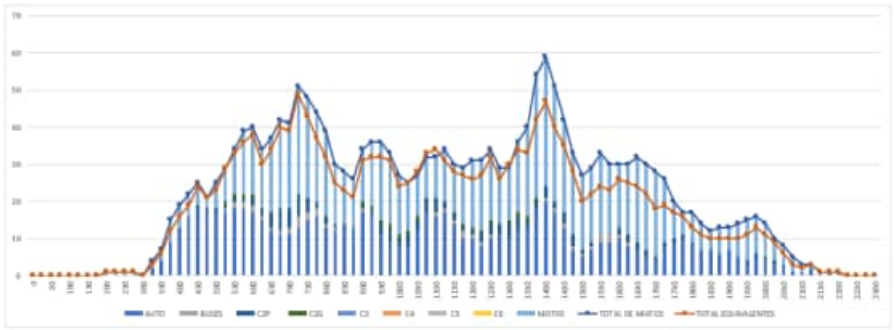
Figura 6-11. Histograma vehicular día Martes-Mámbita



HMD AM	6:45	HMD PM	14:15
TOTAL MIXTOS	56	TOTAL MIXTOS	37
Fuente: Velnec S.A			

Como se puede observar, se presenta el día martes un comportamiento típico en la zona, evidenciado por un pico en horas de la mañana, asociado al inicio de actividades laborales, desplazamientos hacia las instituciones educativas y en general, a la apertura del comercio; adicionalmente, se observa que se genera un pico sobre el medio día, esto obedece a que las personas se desplazan hacia su casa a la hora del almuerzo por la cercanía con su lugar de trabajo. Finalmente, se presenta el pico de la tarde, el cual verifica el comportamiento típico dentro del histograma ya que los modos motorizados regresan hacía sus viviendas.

Figura 6-12. Histograma vehicular día Miércoles-Mámbita

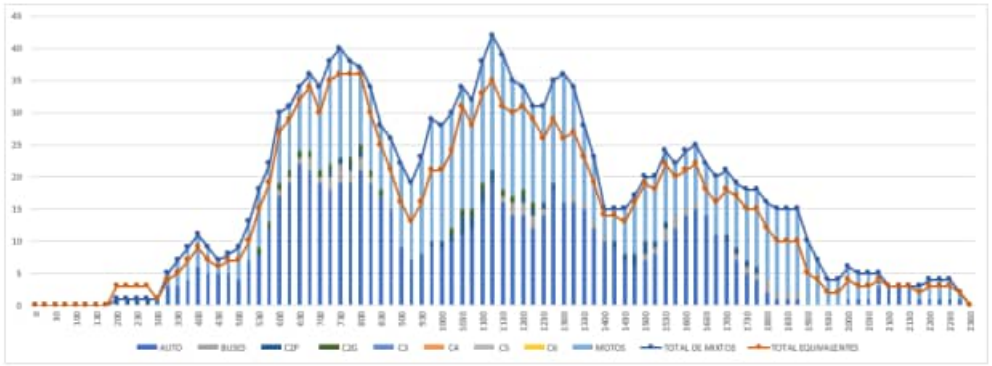


HMD AM	*7:15*	*HMD PM*	*14:00*
TOTAL MIXTOS	*51*	*TOTAL MIXTOS*	*59*
Fuente: Velnec S.A			

Como se puede observar, se presenta para el día miércoles un comportamiento nuevamente típico en la zona, con los habituales picos en la mañana y en la jornada de la tarde; a diferencia de otros días, el tránsito se comporta de manera uniforme, ya que no hay un pico marcado sobre el medio día. Para este día, la HMD es en la jornada PM con un total de 59 vehículos mixtos.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el día jueves, que se considera día típico.

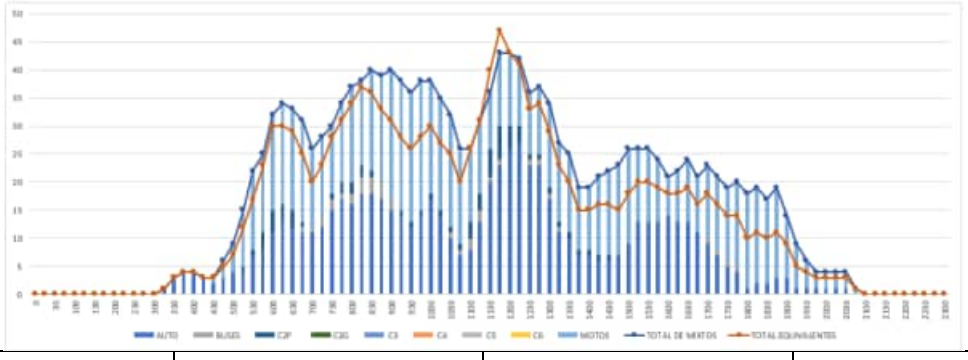
Figura 6-13. Histograma vehicular día Jueves-Mámbita



HMD AM	*7:30*	*HMD PM*	*13:00*
TOTAL MIXTOS	*40*	*TOTAL MIXTOS*	*36*
Fuente: VELNEC SA			

Se presenta un comportamiento atípico ya que el periodo del medio día presenta la HMD del día; a diferencia de los otros días considerados típicos, no se evidencia un pico en la jornada de la tarde, lo que muestra la HMD sobre las 7:30 con un total de 40 vehículos Mixtos.

Figura 6-14. Histograma vehicular día Viernes-Mámbita



HMD AM	*9:00*	*HMD PM*	*12:00*
TOTAL MIXTOS	*40*	*TOTAL MIXTOS*	*43*
Fuente: Velnec S.A			

Se presenta para el día viernes un comportamiento atípico en la zona, con un solo pico en la mañana. Esto se debe a que el día viernes, generalmente las personas no retornan directamente, sino que generan un aplanamiento en el histograma, dejando la HMD en la jornada PM con un total de 43 vehículos mixtos. A continuación, se presentan los resultados para el día sábado.

Figura 6-15. Histograma vehicular día Sábado-Mámbita

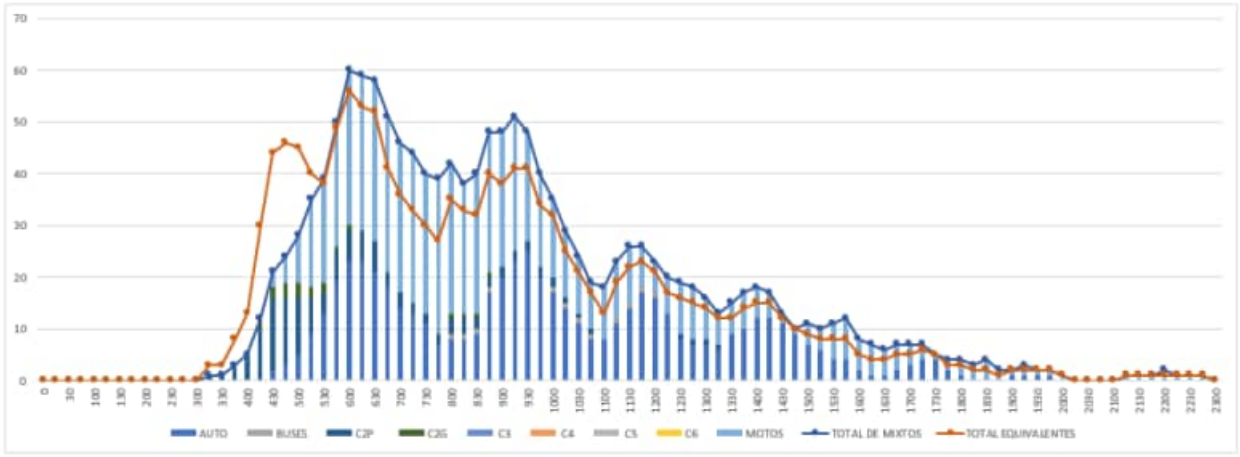


HMD AM	*11:00*	*HMD PM*	*13:30*
TOTAL MIXTOS	*35*	*TOTAL MIXTOS*	*58*
Fuente: Velnec S.A			

Como se puede observar, se presenta para el día sábado un comportamiento atípico en la movilidad que generalmente es común ver los fines de semana o días no laborales; La imagen muestra un solo pico sobre el medio día donde a las 13:30 se tienen un total de 58 vehículos Mixtos.

Finalmente, se presenta el histograma vehicular correspondiente al día Domingo, donde se evidencia nuevamente, un comportamiento propio del tránsito en los días festivos.

Figura 6-16. Histograma vehicular día Domingo-Mámbita



HMD AM	*6:00*	*HMD PM*	*12:00*
TOTAL MIXTOS	*60*	*TOTAL MIXTOS*	*23*

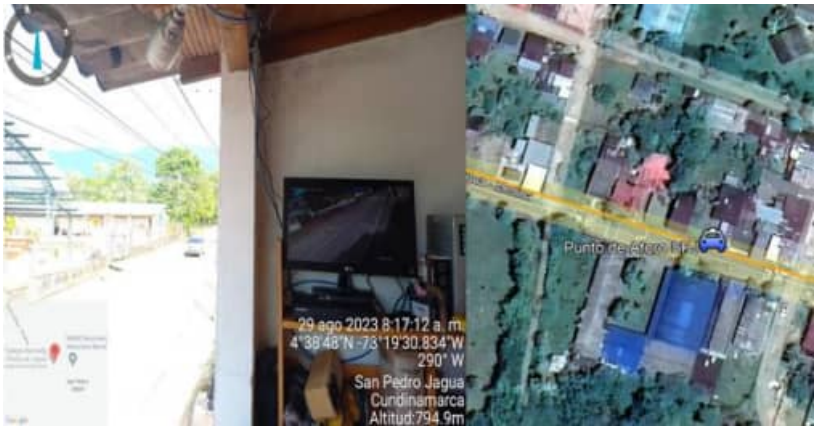
Fuente: Velnec S.A

Como se observa, el día domingo presenta un aumento para la jornada de la mañana de 60 vehículos Mixtos, esto obedece a que la zona contiene puntos de atractivo turístico, que visitan o transitan en la mañana. Para el periodo PM, se presentan solo 23 vehículos en la HMD.

6.1.3 *Estación San Pedro de Jagua*

La estación se localiza sobre la vía principal de la inspección y conecta con la inspección de Mámbita (al Occidente) y al municipio de Medina (al Oriente) como se muestra a continuación.

Figura 6-17. Localización y Montaje estación San Pedro Jagua

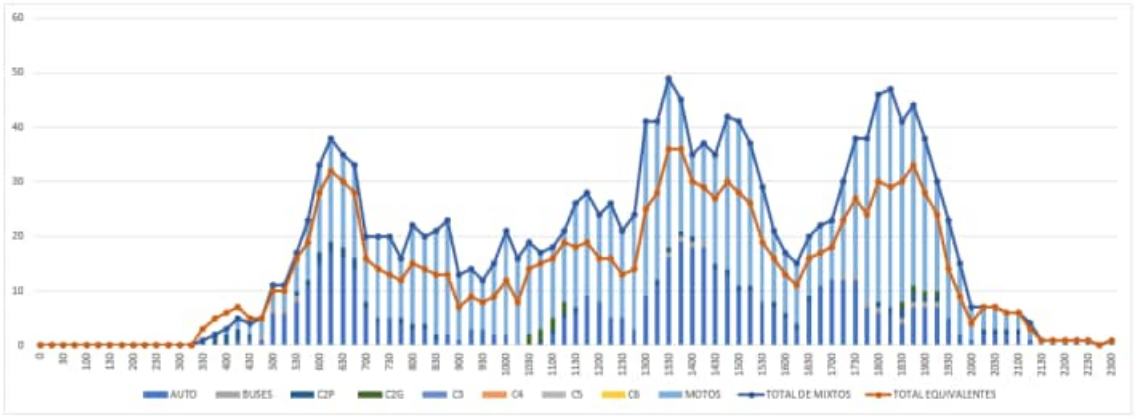


Fuente: Velnec S.A

La estación fue instalada desde el día martes 29 de agosto de 2023 (ver Anexo "REGISTRO FOTOGRÁFICO") y registró información hasta el día martes 5 de septiembre de 2023. Una vez realizado el desmonte de la cámara, se llevó el registro a oficina, donde se realizó el aforo manual. Este material puede ser consultado en el Anexo "FORMATOS DE AFORO"

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los aforos vehiculares para la Estación número tres, San Pedro de Jagua.

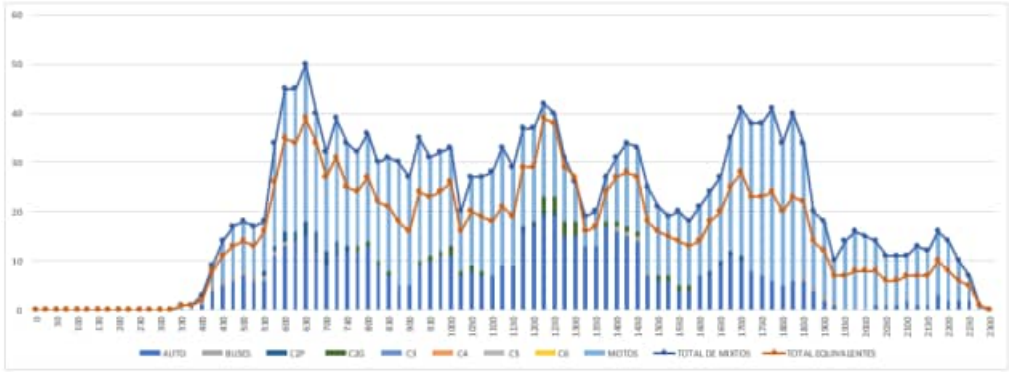
Figura 6-18. Histograma vehicular día Lunes-San Pedro de Jagua



HMD AM	06:15	HMD PM	13:30
TOTAL MIXTOS	38	TOTAL MIXTOS	49
Fuente: Velnec S.A			

Se presenta el día lunes un comportamiento Atípico, ya que el día lunes se considera día de descanso, esto se verifica con el volumen presentado en horas de la mañana. La Hora de Máxima Demanda es en la tarde sobre las 13:30 con un total de 49 vehículos Mixtos.

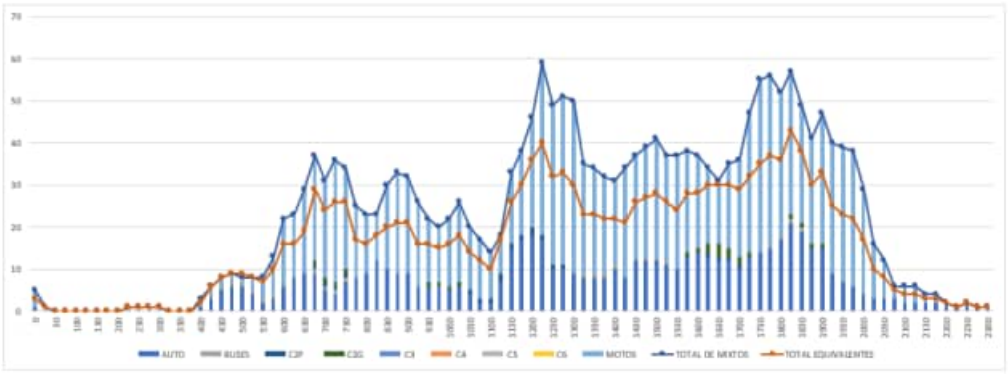
Figura 6-19. Histograma vehicular día Martes-San Pedro de Jagua



HMD AM	6:30	HMD PM	12:15
TOTAL MIXTOS	50	TOTAL MIXTOS	42
Fuente: Velnec S.A			

Como se puede observar, se presenta el día martes un comportamiento típico en la zona, ya que se reactivan las actividades locales, generando un pico en horas de la mañana, asociado al inicio de actividades laborales, desplazamientos hacia las instituciones educativas y en general, a la apertura del comercio; adicionalmente, se observa que se genera un pico sobre el medio día, esto obedece a que las personas se desplazan hacia su casa a la hora del almuerzo por la cercanía con su lugar de trabajo. Finalmente, se presenta el pico de la tarde, el cual verifica el comportamiento típico dentro del histograma ya que los modos motorizados regresan hacía sus viviendas.

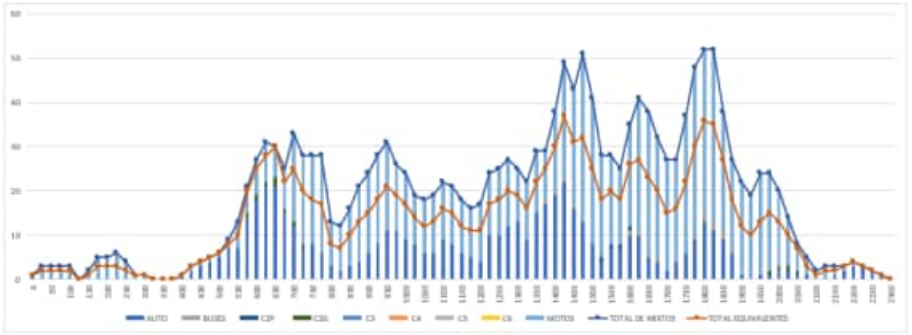
Figura 6-20. Histograma vehicular día Miércoles-San Pedro de Jagua



HMD AM	*6:45*	*HMD PM*	*12:15*
TOTAL MIXTOS	*37*	*TOTAL MIXTOS*	*59*
Fuente: Velnec S.A			

Como se puede observar, se presenta para el día miércoles un comportamiento nuevamente típico en la zona, con los picos en la mañana, sobre el medio día y en la tarde; la HMD es en la jornada PM con un total de 59 vehículos mixtos. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el día jueves, que se considera día típico

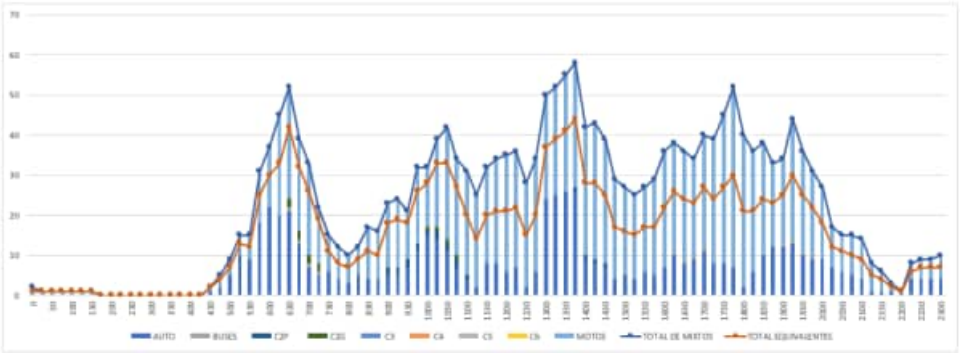
Figura 6-21. Histograma vehicular día Jueves-San Pedro de Jagua



HMD AM	*7:00*	*HMD PM*	*18:15*
TOTAL MIXTOS	*33*	*TOTAL MIXTOS*	*52*
Fuente: Velnec S.A			

Se presenta un comportamiento nuevamente típico, con los picos en la jornada AM y PM; la HMD es en la jornada PM con un total de 52 vehículos mixtos. A continuación, se presentan los resultados para el día viernes.

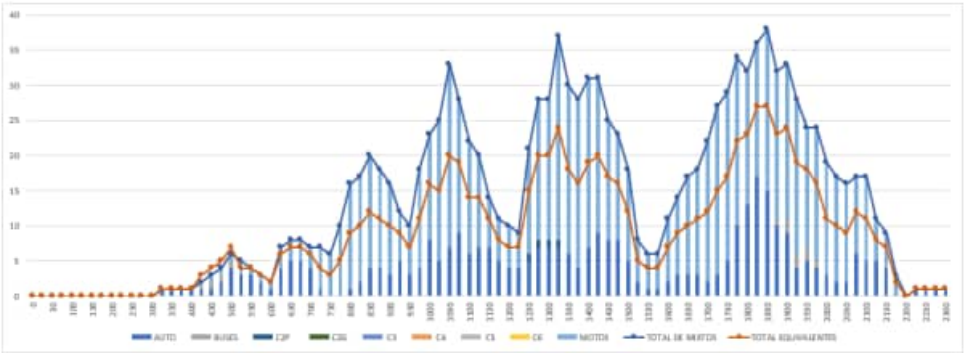
Figura 6-22. Histograma vehicular día Viernes-San Pedro de Jagua



HMD AM	6:30	HMD PM	13:45
TOTAL MIXTOS	52	TOTAL MIXTOS	58
Fuente: Velnec S.A			

Se presenta para el día viernes un comportamiento atípico en la zona, con un solo pico en la mañana. Esto se debe a que el día viernes, generalmente las personas no retornan directamente, sino que generan un aplanamiento en el histograma, dejando la HMD en la jornada PM con un total de 58 vehículos mixtos. A continuación, se presentan los resultados para el día sábado.

Figura 6-23. Histograma vehicular día Sábado-San Pedro de Jagua



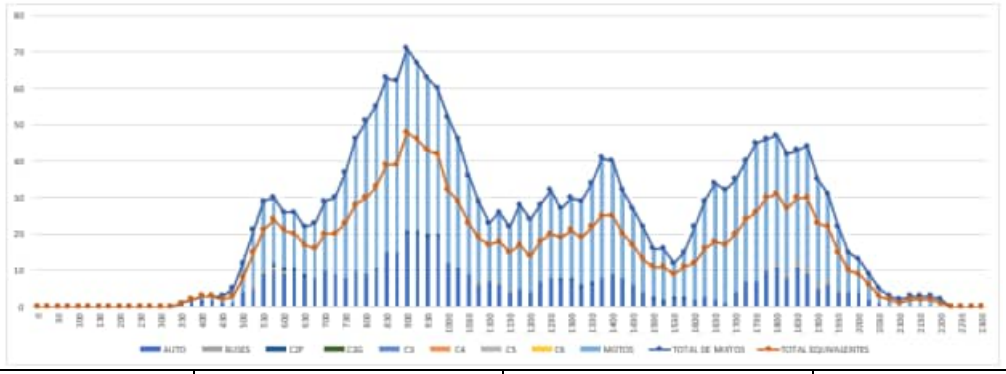
HMD AM	10:30	HMD PM	18:30
TOTAL MIXTOS	33	TOTAL MIXTOS	38
Fuente: Velnec S.A			

Como se puede observar, se presenta para el día sábado un comportamiento atípico en la movilidad que generalmente es común ver los fines de semana o días no laborales; La imagen muestra un solo pico en la mañana.

Para el periodo de la tarde, se evidencia un leve aumento a 38 vehículos mixtos, que regresan a sus sitios de descanso más temprano que el resto de la jornada típica.

Finalmente, se presenta el histograma vehicular correspondiente al día Domingo, donde se evidencia nuevamente, un comportamiento propio del tránsito en los días festivos.

Figura 6-24. Histograma vehicular día Domingo-San Pedro de Jagua



HMD AM	9:00	HMD PM	18:00
TOTAL MIXTOS	71	TOTAL MIXTOS	47
Fuente: Velnec S.A			

Como se observa, el día domingo presenta un aumento para la jornada de la mañana de 71 vehículos mixtos, mientras que, en la tarde, se evidencia el pico sobre las 18:00 con un total de 47 vehículos mixtos.

6.1 *Estaciones Complementarias*

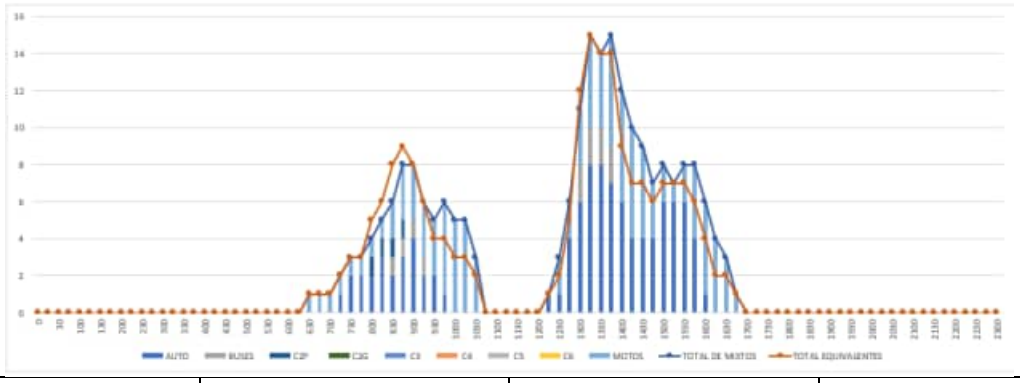
Las estaciones complementarias propuestas hacen parte del análisis requerido para evaluar las condiciones de operación que actualmente presenta el tramo de estudio; Se registró información en dos periodos, un día típico el cual fue el día martes 3 de octubre de 2023 en dos franjas, una de 7:00 a 11:00 y la otra de 13:00 a 17:00.

Para el día atípico, se registró información en una sola franja de 8 horas entre las 8:00 y las 16:00. Los resultados de volúmenes vehiculares se presentan a continuación.

6.1.1 *Estación Santa Marta*

Los resultados para el día típico se presentan a continuación:

Figura 6-25. Histograma vehicular día típico-Santa Marta



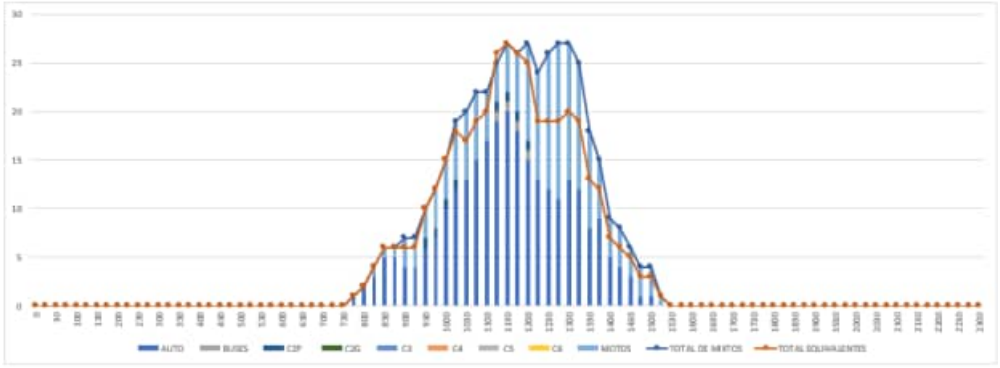
HMD AM	9:00	HMD PM	13:45
TOTAL MIXTOS	8	TOTAL MIXTOS	15

Fuente: Velnec S.A

Como se observa, el día martes presenta un volumen bajo en el periodo de toma de información, registrando un total de 55 vehículos mixtos con una distribución de 46% autos y 47% motos; el restante se divide en buses y camiones.

Para el día atípico se mantienen volúmenes vehiculares bajos, como se observa, el día sábado presenta un volumen bajo en el periodo de toma de información, registrando un total de 113 vehículos mixtos con una distribución de 60% autos y 38% motos; el restante se divide en buses y camiones.

Figura 6-26. Histograma vehicular día Sábado-Santa Marta



HMD AM	11:00	HMD PM	13:00
TOTAL MIXTOS	22	TOTAL MIXTOS	27

Fuente: Velnec S.A

6.1.2 *Estación Santa María*

La estación de Santa María presenta una condición atípica en la circulación a flujo libre ya que actualmente se encuentran realizando labores de mantenimiento en los túneles del sector del polvorín, lo que derivó en pasos controlados, los resultados para el día típico se presentan a continuación.

Como se observa en la siguiente imagen, el día martes presenta un volumen vehicular alto en el periodo de toma de información, registrando un total de 455 vehículos mixtos con una distribución de 54% autos 24% camiones, 14% buses y solo un 8% motos.

Figura 6-27. Histograma vehicular día típico-Santa María



HMD AM	8:15	HMD PM	13:15
TOTAL MIXTOS	69	TOTAL MIXTOS	66

Fuente: Velnec S.A

Para el día atípico se presentan volúmenes vehiculares bajos, registrando un total de 330 vehículos mixtos con una distribución de 42% autos 31% camiones, 17% motos y 10% buses.

Figura 6-28. Histograma vehicular día Sábado-Santa María



HMD AM	11:00	HMD PM	14:45
TOTAL MIXTOS	52	TOTAL MIXTOS	63

Fuente: Velnec S.A

6.1 *Encuestas Origen- Destino*

Con el fin de establecer los carriles en competencia y poder determinar el posible transito atraído hacia el proyecto, se socializó la localización de las estaciones donde se realizó el ensayo de encuestas Origen- Destino en los siguientes horarios

Tabla 6-1. Horario toma de información Encuestas OD

LOCALIZACIÓN	DIA	PERIODO	ENCUESTADORES
Y SANTA MARÍA Y SANTA MARTA	SÁBADO 30 DE SEPTIEMBRE DE 2023	8:00 A 16:00	4
	MARTES 3 DE OCTUBRE DE 2023	7:00 A 11:00 13:00 A 17:00	4

Fuente: Velnec S.A

La actividad realizada tanto para el día típico como para el día atípico arrojó como resultado un total de 638 encuestas como se muestra a continuación

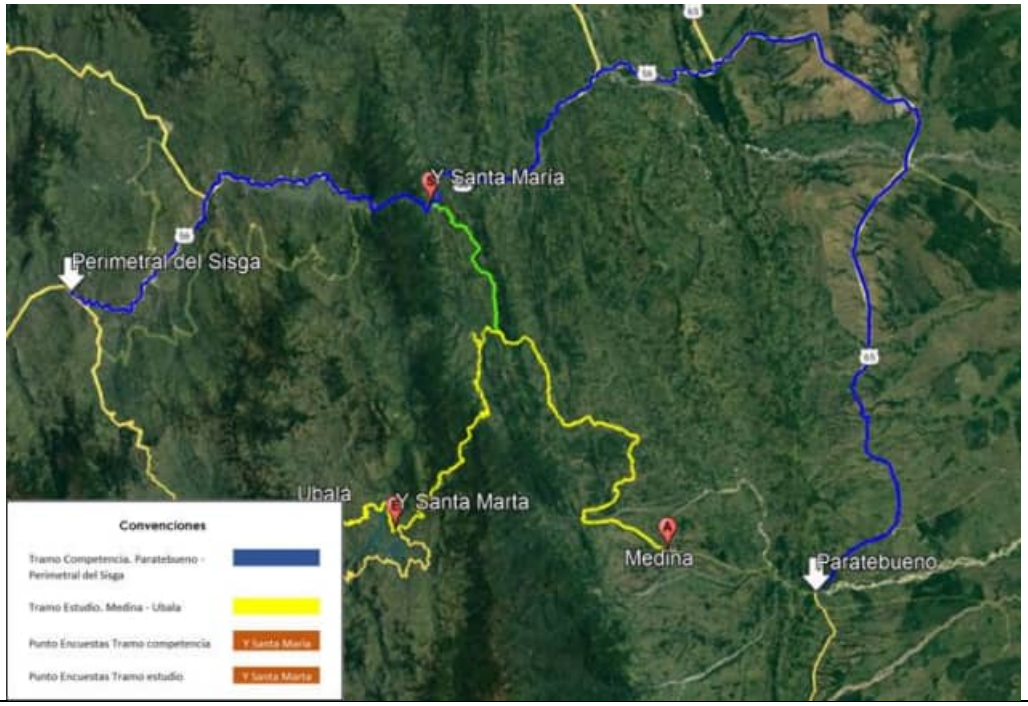
Tabla 6-2. Resumen general Encuestas realizadas

ESTACIÓN	MARTES	SÁBADO	TOTAL
Santa María	285	212	497
Ubalá (Y Santa Marta)	49	92	141
TOTAL	334	304	638

Fuente: Velnec S.A

A continuación, se presenta la localización de los puntos de toma de información, que, a su vez, permiten generar una red con los puntos de aforo planteados para determinar los volúmenes de tránsito.

Figura 6-29. Localización puntos de toma encuestas OD



Fuente: Velnec S.A

6.1.1 *Estación Santa Marta*

La estación de Santa Marta buscaba identificar las características de la operación y los volúmenes que presenta el corredor de Mámbita-Gachalá-Ubalá, por lo que se realizó la toma de información para condiciones Típicas (martes) y atípicas (sábado). Se realizó la toma de información en un periodo de 8 horas obteniendo los siguientes resultados

Tabla 6-3. Resumen general Encuestas realizadas Santa Marta

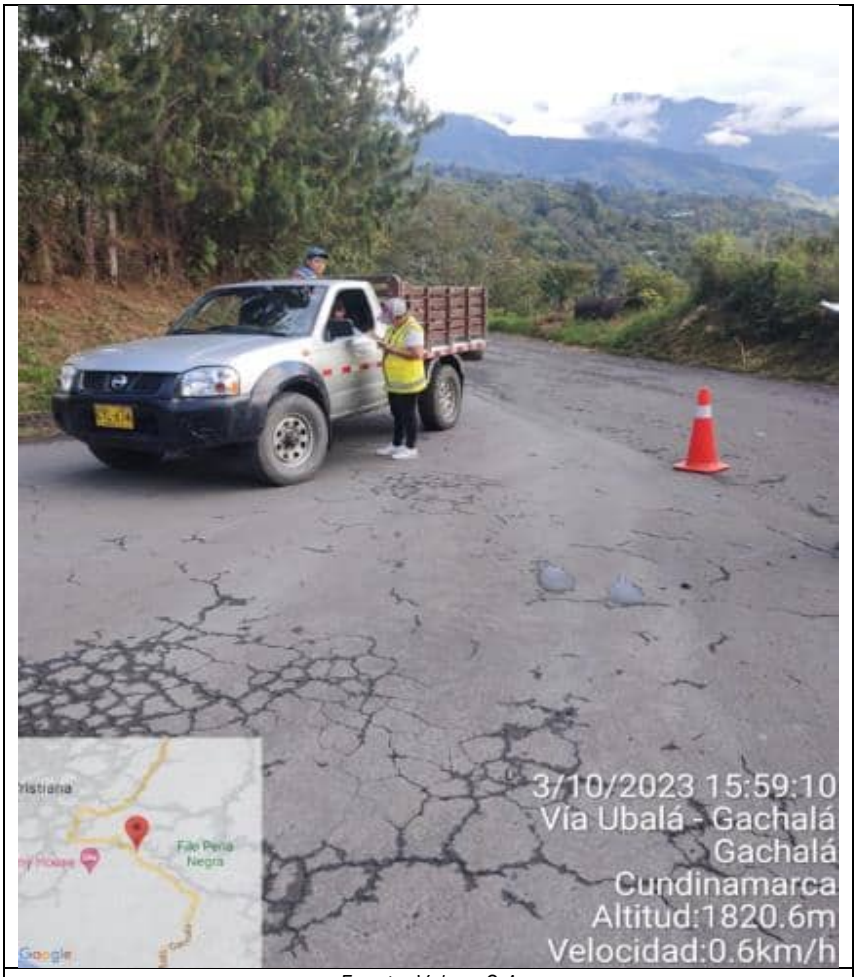
TIPOLOGIA	MARTES	SÁBADO
AUTO	26	54
BUS	3	0
CAMION	1	2
MOTO	19	32
BICICLETA	0	4
TOTAL	49	92

Fuente: Propia

Se presenta un total de 80 encuestas para autos, 51 encuestas para motos, 4 encuestas para bicicletas y 3 encuestas para buses y camiones. Respecto al procesamiento y análisis de la información, se presenta en el anexo

3. Análisis de información, el procesamiento de la encuesta y su zonificación, que permite establecer la matriz base de modelación.

Figura 6-30. Estación Santa Marta



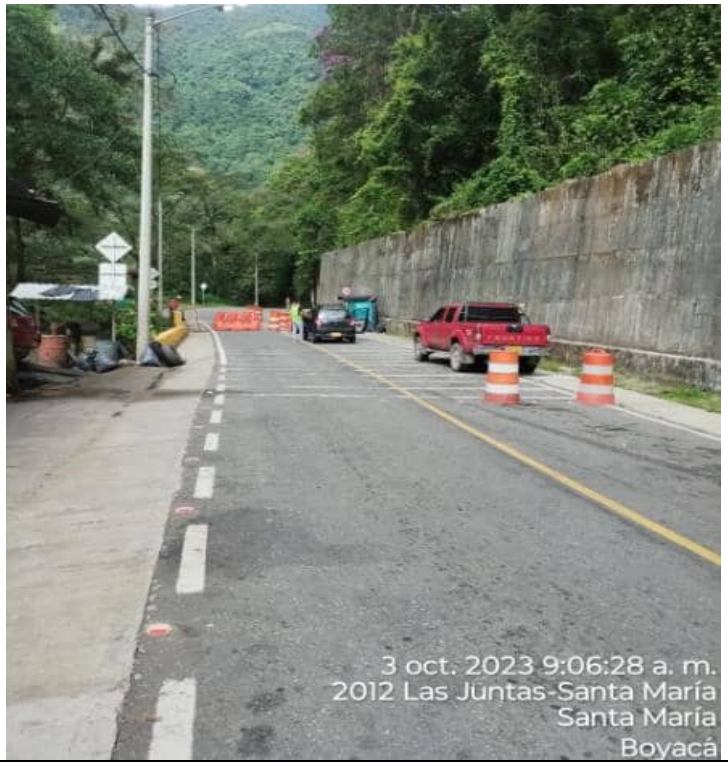
Fuente: Velnec S.A

A continuación, se presenta el esquema de zonificación que define el área de influencia del proyecto.

6.1.2 *Estación Santa María*

La estación de Santa María buscaba identificar las características de la operación y los volúmenes que presenta el corredor Paratebueno – Transversal del Sisga, por lo que se realizó la toma de información para condiciones Típicas (martes) y atípicas (sábado). Se realizó la toma de información en un periodo de 8 horas.

Figura 6-31. Estación Santa María



Fuente: Velnec S.A

A continuación, se presentan los resultados generales de la toma de información:

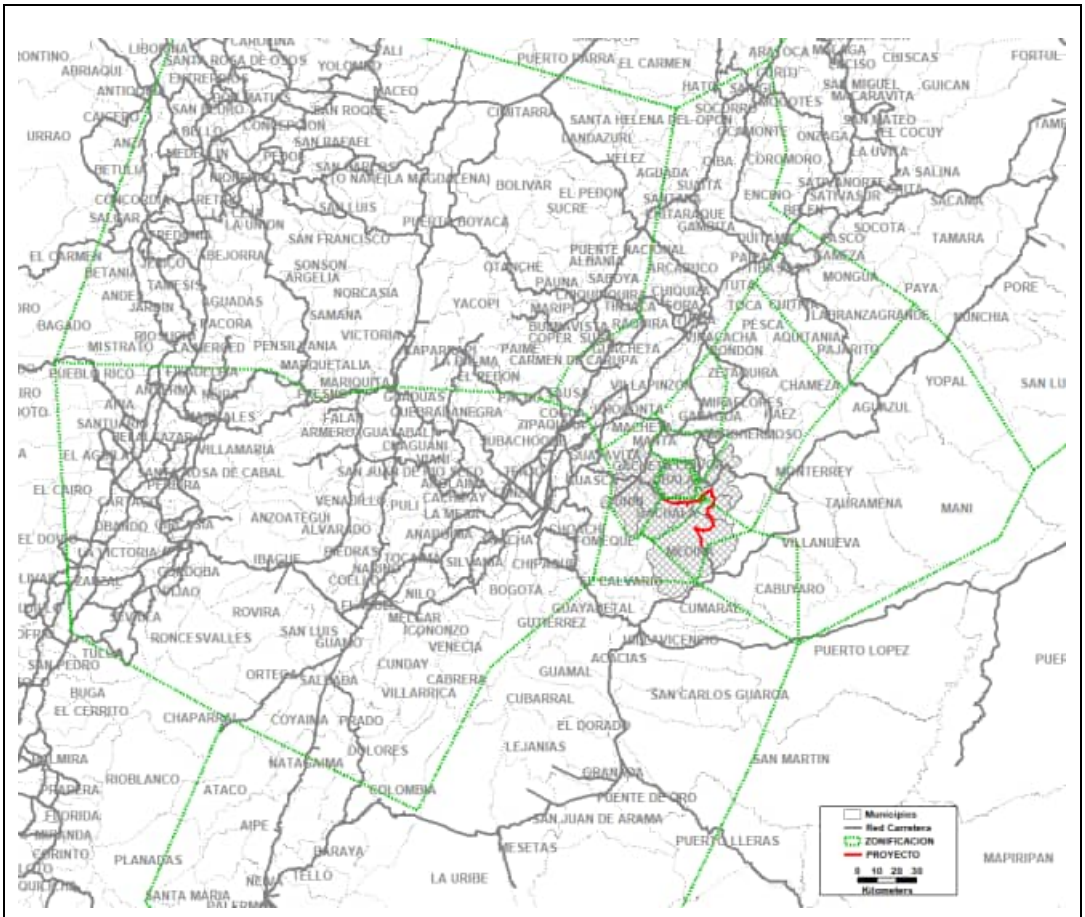
Tabla 6-4. Resumen general Encuestas realizadas Santa María

TIPOLOGIA	MARTES	SÁBADO
AUTO	228	139
BUS	6	2
CAMION	45	62
MOTO	6	9
TOTAL	285	212

Fuente: Velnec S.A

Se presenta un total de 367 encuestas para autos, 107 encuestas para camiones, 15 encuestas para motos y un total de 8 encuestas a buses. Respecto al procesamiento y análisis de la información, se presenta en el anexo 3. Análisis de información, el procesamiento de la encuesta y su zonificación, que permite establecer la matriz base de modelación.

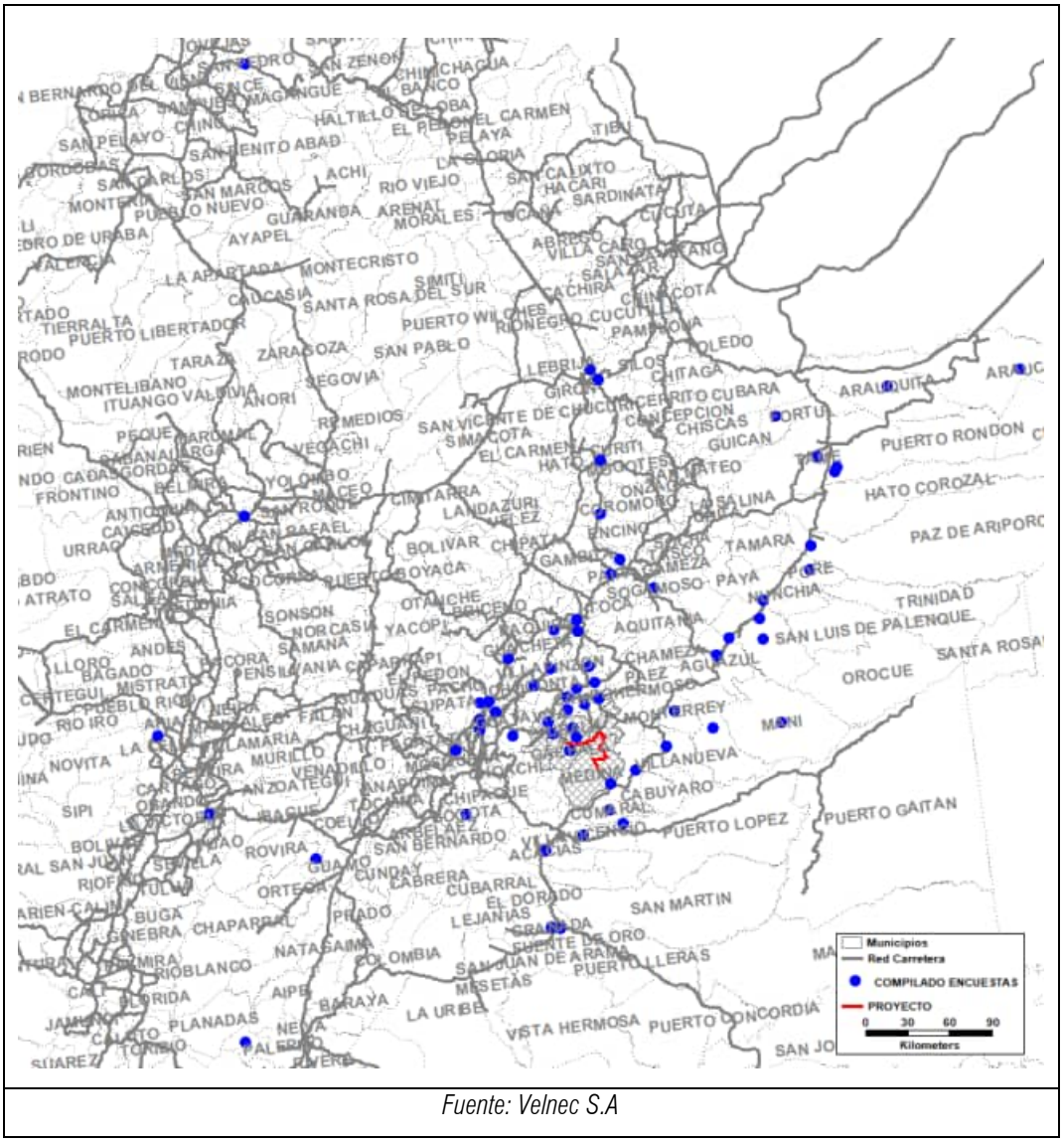
Figura 6-32- Zonificación propuesta



Fuente: Velnec S.A

Se presenta a continuación la localización de las encuestas a nivel de municipio:

Figura 6-33. Georreferenciación de las encuetas OD



Fuente: Velnec S.A

Con esta zonificación, se agruparon el total de viajes encuestados para determinar en la actualidad las tendencias de viajes entre las zonas propuestas, Con base en la zonificación y la base de datos se construye la matriz de viajes actuales.

Tabla 6-5. Total de viajes por zona

Cuenta de FE	DESTINO												
ORIGEN	1	2	3	5	6	9	16	18	27	29	30	32	Total general
1	24	16	6		59		8	2		3	1	21	140
2	6	1	6	1			3	1			1	2	21
3	2	6			22		1			2		1	34
5	1	1			3								5
6	90	2	33	15			9	8			2		159
7	1							1					2
9		6											6
12	7					1						26	34
16	10	15			2								27
18	5	9			2					1		1	18
27					1								1
29	10		4		1		1		1				17
30	1	2									1	1	5
32	15	20	4									2	41
Total general	**172**	**78**	**53**	**16**	**90**	**1**	**22**	**12**	**1**	**6**	**5**	**54**	**510**

Fuente: Velnec S.A

Se realizaron un total de 510 encuestas validas, que permitieron identificar la siguiente distribución de viajes

Tabla 6-6. Distribución de viajes

VIAJES	1	2	3	5	6	9	16	18	27	29	30	32	Total general
1	5%	3%	1%	0%	12%	0%	2%	0%	0%	1%	0%	4%	**27%**
2	1%	0%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	**4%**
3	0%	1%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	**7%**
5	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	**1%**
6	18%	0%	6%	3%	0%	0%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	**31%**
7	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	**0%**
9	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	**1%**
12	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	**7%**
16	2%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	**5%**
18	1%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	**4%**
27	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	**0%**
29	2%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	**3%**
30	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	**1%**
32	3%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	**8%**
Total general	**34%**	**15%**	**10%**	**3%**	**18%**	**0%**	**4%**	**2%**	**0%**	**1%**	**1%**	**11%**	**100%**

Fuente: Velnec S.A

La tabla anterior corresponde al total de los modos de transporte encuestados, en donde la principal relación, se da por la desde la zona 1 y la zona 6, siendo la zona la sabana de Bogotá y la zona 6 los viajes que se generan y atraen desde Villanueva hasta Yopal. Mientras que en la zona de estudio, se están atrayendo el 19% de los viajes

de la matriz y generando el 18% de los viajes de la matriz, estas referencias permitirán en el informe final calcular las posibles tasas de generación y atracción de la zona, con el análisis directo de estos viajes y sus posibles opciones de desvío.

Ahora bien, dado el comportamiento del tránsito y sus principales direccionalidades, en el numeral ***¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.****, se mostrará el análisis tenido en cuenta para el análisis de tasas de crecimiento en función de los tipos de vehículo.*

6.2 *Información socioeconómica*

Se presenta como información socioeconómica una descripción de las poblaciones directamente relacionadas con el proyecto, el crecimiento de la población y el PIB reportado por el DANE.

6.1 *Ubalá*

A 63 Km de Bogotá, Ubalá es un municipio de 551 Km^2 *que cuenta con una población aproximada de 11.525 habitantes. Como base del desarrollo económico de la zona, se tiene la producción agropecuaria como principal actividad, la cual cubre principalmente el consumo de la región del Guavio; se genera una porción de abastecimiento que se lleva a Bogotá.*

Figura 6-34. Casco Urbano Ubalá - Cundinamarca



Fuente: Velnec S.A

6.2 *Gachalá*

Gachalá es un municipio de 448 Km^2 *que cuenta con una población aproximada de 6.350 habitantes. Como base del desarrollo económico de la zona, se tiene la producción agropecuaria, la minería y una pequeña participación en el sector ganadero de la región.*

Figura 6-35. Casco Urbano Gachalá - Cundinamarca



Fuente: Velnec S.A

6.3 *Mámbita*

La inspección de Mámbita hace parte del municipio de Ubalá; se presenta la producción de café como principal actividad económica en la zona; adicionalmente, este sector es atractivo para el ecoturismo por el avistamiento de Aves exóticas y cascadas naturales.

Figura 6-36. Casco Urbano Mambita - Cundinamarca



Fuente: Velnec S.A

6.4 *San Pedro Jagua*

A 131 Km de Bogotá, San Pedro de Jagua es una inspección del municipio de Ubalá que cuenta con alrededor de 1200 habitantes; al igual que Mámbita, esta zona del departamento presenta zonas de producción de café y otros productos del campo; se evidencian actividades de porcicultura y ganadería; es un atractivo en el sector ecoturístico por las actividades de senderismo, donde se resalta, el avistamiento de aves únicas en el país y cuerpos de agua con grandes cascadas.

Figura 6-37. Casco Urbano San Pedro Jagua- Cundinamarca



Fuente: Velnec S.A

6.5 *Medina*

Denominado "la puerta del llano" el municipio de Medina se extiende por 2.085 Km^2 *y es el municipio más extenso del Departamento de Cundinamarca donde habitan aproximadamente 16.600 habitantes; su principal actividad económica es la ganadería, sin embargo, su principal fuente de empleo es el servicio de venta y reparación de vehículos automotores. Cuenta con sectores de atractivo turístico para la práctica de deportes extremos y senderismo.*

Figura 6-38. Casco Urbano Medina- Cundinamarca



Fuente: Velnec S.A

6.6 *Población*

Los datos históricos de población permiten estimar las tasas de crecimiento futuras de la población, que se asocian al crecimiento vehicular, sobre todo de autos y de buses, permitiendo tener más variables de decisión de las posibles tasas que se pueden aplicar al proyecto.

Por ser un proyecto de región se tiene en cuenta la población de los municipios aledaños al trazado, como se muestra a continuación.

Tabla 6-7. Datos históricos de población municipios área de influencia del proyecto.

AÑO	Ubalá	Gachala	Medina
2005	11.892	5.916	9.845
2006	11.727	5.892	9.885
2007	11.607	5.868	9.904
2008	11.503	5.846	9.932
2009	11.394	5.824	9.955
2010	11.288	5.803	9.975
2011	11.181	5.784	9.998
2012	11.066	5.765	10.024
2013	10.948	5.748	10.058
2014	10.843	5.731	10.079
2015	10.718	5.715	10.108
2016	10.591	5.701	10.134
2017	10.467	5.687	10.162
2018	10.337	5.674	10.183
2019	10.209	5.663	10.205
2020	10.071	5.652	10.225

Fuente: Dane

Los municipios de Ubalá y Gachalá tienen tendencia de decrecimiento, mientras que Medina presenta tendencia creciente en la población, esto permite tener como hipótesis tasas bajas en buses y automóviles para la zona, que van a estar más relacionada con las estaciones de conteo de volúmenes vehiculares.

Para el caso del proyecto, la información primaria presenta en orden de magnitud un tránsito diario de 600 vehículos, que corresponde al 5% de la población de Ubalá o al 10% de la población de Gachalá, esta relación permite tener hipótesis de crecimiento del tránsito y la población proyectada.

6.7 *PIB región*

Con el fin de tener en cuenta los crecimientos económicos, que en algunos casos son diferentes al crecimiento poblacional, se presenta el crecimiento del PIB para el país y para el departamento, datos, que permiten inferir las posibles tasas para camiones.

Se presenta en la siguiente tabla el resumen de los datos históricos del PIB.

Tabla 6-8. Datos históricos de PIB.

AÑO	COLOMBIA	CUNDINAMARCA
2.005	8.109.978	10.268.544
2.006	9.049.155	11.046.444
2.007	10.045.001	12.259.261
2.008	11.048.217	13.547.103
2.009	11.501.714	14.138.511
2.010	12.340.797	14.837.916
2.011	13.893.951	16.105.151
2.012	14.810.750	16.789.186
2.013	15.716.824	17.283.141
2.014	16.633.298	17.888.991
2.015	17.374.741	18.894.518
2.016	18.445.011	20.178.863
2.017	19.411.357	20.095.677
2.018	20.468.749	20.241.029
2.019	21.460.744	20.454.302
2.020	19.807.306	18.822.864
2.021	23.361.366	21.823.068

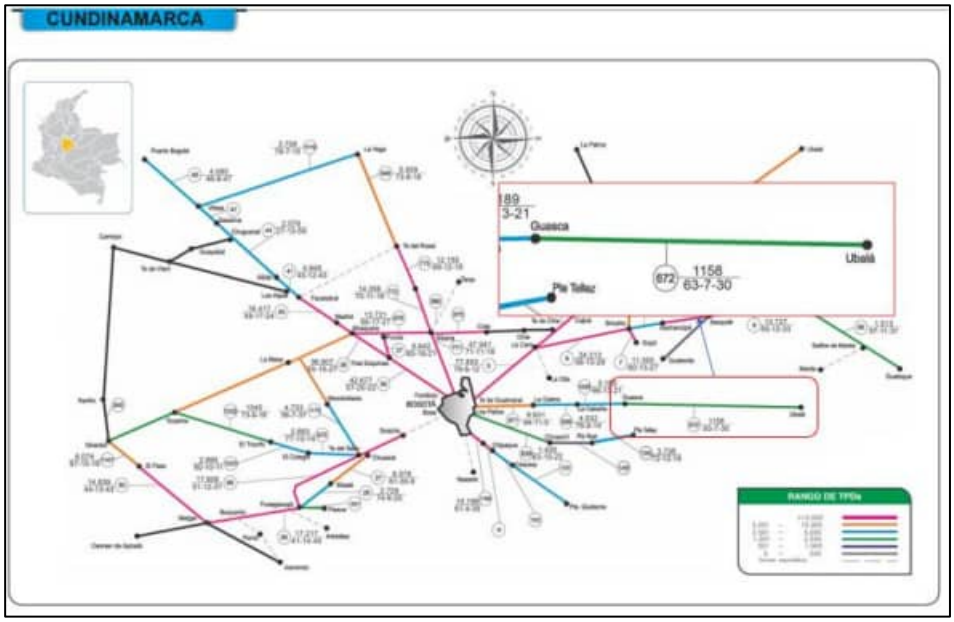
Fuente: Dane

En términos generales las tendencias son de crecimiento para el país y para el departamento, esto indica que las tasas asociadas al comercio y el transporte son positivas.

6.8 *Tasa de Crecimiento Vehicular*

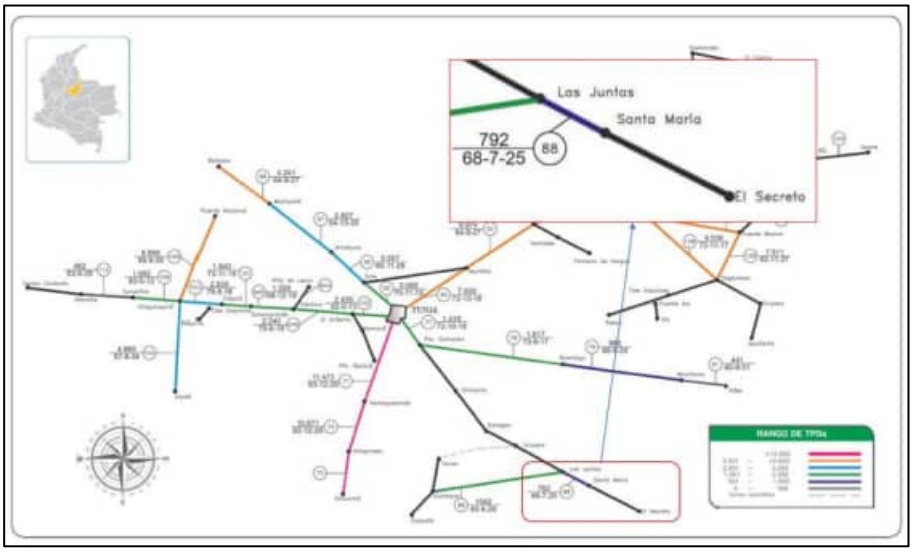
Para el desarrollo del estudio, se tomaron como referencia las estaciones INVIAS 672, 782 y 88 como se muestra a continuación:

Figura 6-39. Localización Estación 672 INVIAS Guasca -Ubalá,



Fuente: INVIAS Volúmenes de Tránsito 1997 – 2011.

Figura 6-40. Localización Estación 88 INVIAS Las Juntas – Santa María, 782 INVIAS Santa María -Ubalá



Fuente: INVIAS Volúmenes de Tránsito 1997 – 2011.

6.1 *Estación 672 Guasca – Ubalá*

Año	%A	%B	%C	Total	A	B	C	TPD
2007	73	12	15	100	513	84	105	703
2008	79	10	11	100	530	67	73	672
2009	57	8	35	100	605	84	371	1062
2010	67	8	25	100	690	82	257	1031
2011	63	7	30	100	729	81	347	1158
2012	74	9	17	100	628	76	144	849
2013	57	8	35	100	585	82	359	1028
2014	58	10	32	100	668	115	368	1153
2015	60	7	33	100	739	86	406	1232
2017	63	7	30	100	910	101	433	1445

Fuente: Hermes Invias

Se presenta en la estación 672 Guasca-Ubalá un TPD promedio de 1033 vehículos mixtos entre 2007 y 2017, con una distribución promedio de 65% autos, 9% buses y 26% camiones. Para la Estación 782, correspondiente a Santa María- El Secreto, se presenta un TPD promedio de 625 vehículos mixtos; finalmente, la estación 88 Las Juntas-Santa María, el TPD promedio es de 1084 vehículos mixtos.

6.2 *Estación 782 Santa María – El Secreto*

Año	%A	%B	%C	Total	A	B	C	TPD
2007	58	10	32	100	546	94	301	943
2008	70	7	23	100	317	31	104	454
2009	56	12	32	100	188	40	107	337
2010	67	8	25	100	371	44	138	554
2011	62	6	32	100	403	39	208	651
2012	67	7	26	100	338	35	131	505
2013	66	7	27	100	346	36	141	525
2014	45	1	54	100	613	13	736	1363
2015	71	7	22	100	315	31	97	444
2017	69	9	22	100	323	42	103	469

Fuente: Hermes Invias y Velnec S.A

6.3 *Estación 88 Las Juntas - Santa María*

Año	%A	%B	%C	Total	A	B	C	TPD
2007	63	11	26	100	454	79	187	722
2008	67	11	22	100	575	94	188	859
2009	70	11	19	100	479	75	130	685
2010	65	11	24	100	409	69	151	630
2011	68	7	25	100	538	55	198	792
2012	71	9	20	100	751	95	211	1059
2013	69	10	21	100	556	80	169	807
2015	46	19	35	100	1464	604	1114	3184
2016	81	6	13	100	1043	77	167	1288
2017	75	9	16	100	607	72	129	810

Fuente: Hermes Invias y Velnec S.A

Muchas veces nos encontramos frente a series temporales que registran el comportamiento de variables económicas como PIB, de volúmenes de tránsito, de población y demás. Estas series por si solas no son suficientes para realizar interpretaciones de la realidad, pero al aplicarles análisis estadístico y econométrico obtenemos los fundamentos que nos permiten realizar afirmaciones sobre el comportamiento de las variables. En la literatura podemos encontrar distintos métodos para calcular tasas de crecimiento, cada uno de ellos con su respectivo sustento teórico.

El punto es que las tasas halladas pueden diferir de acuerdo con el método utilizado, por lo que surge la pregunta sobre cuál es el más adecuado. La respuesta a esta interrogante parece ser bastante sencilla: el que mejor se ajuste a las observaciones. Sin embargo, los métodos para determinar el grado de ajuste también resultan ser abundantes y las conclusiones que se desprenden de cada uno pueden llegar a ser contradictorias.
Dada esta situación, se ha realizado una revisión de los métodos más utilizados y se ha seleccionado un criterio para el cálculo de las tasas de crecimiento.

Método Geométrico

El cálculo de la tasa de crecimiento mediante el método geométrico resulta ser el más sencillo, se utilizan los valores inicial y final de la serie de acuerdo a la siguiente ecuación

$$r = \left(\frac{Vf}{Vi}\right)^{\frac{1}{n-1}} - 1$$

Donde,

R es la tasa de crecimiento
Vf es el valor final de la serie
Vi es el valor inicial de la serie
N es el número de observaciones

Este método resulta útil cuando sólo se cuenta con los valores inicial y final de una serie, o cuando los valores observados estuvieran comprendidos en la línea recta trazada desde el valor inicial hasta el valor final.

Método Lineal

Este método implica el cálculo de una regresión lineal mediante Mínimos Cuadrados. Se asume que la relación existente entre una variable dependiente (volúmenes) y otra independiente (el tiempo) se puede describir a través de la ecuación de una recta

$$Yt = \alpha + \beta x$$

Donde,

Yt son los valores históricos obtenidos
x es el tiempo
α *es el intercepto*
B *es la pendiente*

En este caso la tasa de crecimiento promedio anual se halla dividiendo el valor estimado de la pendiente entre la media aritmética de la variable dependiente

Método Exponencial

Este método implica el cálculo de una regresión exponencial mediante Mínimos Cuadrados se asume que la relación existente entre una variable dependiente (volúmenes de tránsito) y otra independiente (el tiempo) se puede describir a través de la ecuación:

$$Yt = \alpha e^{\beta x}$$

Para poder aplicar el método de mínimos cuadrados necesitamos linealizar esta ecuación, para ello aplicamos logaritmos naturales:

$$ln\, Yt = ln\, \alpha + \beta x$$

En este caso la tasa de crecimiento promedio anual está representada por el valor estimado de la pendiente
Adicional a los métodos empleados, se propone la estimación de tasas pesimistas, optimistas y estimadas, para la determinación de la tasa optimista, se busca dentro de los análisis de las tasas, la máxima presentada por tipo de vehículo, el caso de la tasa pesimista obedece a la mínima tasa que se obtenga en el análisis, mientras que la tasa estimada obedece a la siguiente expresión:

$$Te = \frac{Tp + 4Tp + To}{6}$$

Esta expresión obedece a un comportamiento de los datos con una distribución de probabilidad normal.
A partir de la descripción de la metodología, se presenta el análisis de datos relacionados con las tasas de crecimiento. En el anexo 101023_ CALCULO DE TPD, hoja 2. CALCULO DE TASAS, se presentan los cálculos de las tasas en detalles y relacionados con el resto de los cálculos requeridos para el estudio.

6.1 *Tasas por volúmenes históricos*

A partir de la información de volúmenes de las series históricas del Invias, se realiza el análisis de las tres metodologías de cálculo de tasas de crecimiento, y el análisis de la tasa estimada, como se presenta en el anexo.

Tabla 6-9. Resumen de tasas basadas en volúmenes históricos Invias

	GUASCA-UBALA			LAS JUNTAS -SANTAMARIA			SANTA MARIA - EL SECRETO		
	AUTOS	BUSES	CAMIONES	AUTOS	BUSES	CAMIONES	AUTOS	BUSES	CAMIONES
TASA GEOMÉTRICA	5,90%	1,74%	15,25%	3,27%	-1,03%	-4,02%	-5,10%	-7,74%	-10,20%
TASA LINEAL	3,73%	2,37%	9,62%	6,50%	-0,74%	-1,58%	-0,22%	-8,35%	2,69%
TASA EXPONENCIAL	0,56%	0,50%	2,24%	0,93%	-0,15%	-0,32%	0,05%	-1,97%	-0,19%
TASA PROMEDIO	3,40%	1,54%	9,04%	3,57%	-0,64%	-1,97%	-1,76%	-6,02%	-2,57%
TASA ESTIMADA	3,34%	1,50%	8,94%	3,62%	-0,62%	-2,04%	-2,01%	-5,73%	-2,96%

Fuente: Velnec S.A

6.2 *Tasas de crecimiento del PIB*

A partir de la información recolectada por el DANE, se obtuvo el crecimiento en miles de millones de pesos para el país y para el departamento de Cundinamarca como se muestra a continuación.

Tabla 6-10. Tasas de crecimiento del PIB

AÑO	PIB COLOMBIA	CUNDINAMARCA
TASA GEOMÉTRICA	6,84%	4,82%
TASA LINEAL	5,88%	4,04%
TASA EXPONENCIAL	0,38%	0,26%
TASA PROMEDIO	4,36%	3,04%
TASA ESTIMADA	4,1%	2,9%

Fuente: Velnec S.A

Se tiene una tasa estimada es creciente de 4.1% para el país entre el año 2005 y 2022, según basado en la proyección del Dane y de 4.1% para el departamento, estas proyecciones de PIB, se usan para la determinación de las tasas de transporte público y camiones, ya que, para el caso de autos, se tiene en cuenta la relación directa con la población de la zona de influencia.

6.3 Tasas de crecimiento poblacional

Con base en la información secundaria, obtenida en el DANE, se obtuvo la proyección de población para el país, para el departamento, el municipio de Medina, de este análisis se tiene le siguiente resumen de tasas.

Tabla 6-11. Resumen tasas de crecimiento poblacional

	GUASCA-UBALA			LAS JUNTAS -SANTAMARIA			SANTA MARIA - EL SECRETO		
	AUTOS	BUS	CAMION	AUTOS	BUS	CAMION	AUTOS	BUS	CAMION
TASA GEOMÉTRICA	3,51%	2,26%	0,33%	5,71%	-0,74%	-1,67%	-0,22%	-18,80%	2,55%
TASA LINEAL	3,42%	2,25%	7,75%	5,22%	-0,75%	-1,66%	-0,22%	-11,65%	2,47%
TASA EXPONENCIAL	0,52%	0,50%	1,45%	0,83%	-0,17%	-0,33%	-0,04%	-5,34%	0,46%
TASA PROMEDIO	2,48%	1,67%	3,18%	3,92%	-0,56%	-1,22%	-0,16%	-11,93%	1,83%
TASA ESTIMADA	2,33%	1,57%	3,47%	3,70%	-0,52%	-1,15%	-0,15%	-11,98%	1,72%

Fuente: Velnec S.A.

Se tienen tasas de crecimiento poblacional menores al 1,15%, obteniendo tasas estimadas de crecimiento poblacional menores al 1%. Estas tasas se usan en el análisis de tasas de vehículos automóviles, debido a que existe una relación directa entre el crecimiento poblacional y la tenencia vehicular.

6.4 *Selección de tasas de crecimiento*

Una vez realizados los análisis de volúmenes históricos, volúmenes proyectados, PIB y crecimiento poblacional, se tiene una gran cantidad de alternativas de selección de tasas, con el fin de realizar un proceso sistemático, se organizan las tasas obtenidas y se determinan las tasas estimadas para el proyecto.

A partir del resumen de las tasas se selecciona para cada tramo, la tasa máxima (optimista) la mínima (pesimista) y la promedio, y se obtiene una nueva tasa estimada, que será la tasa de crecimiento normal que se aplicará para cada uno de los tramos, a continuación, se presenta las tasas obtenidas para cada tramo. (En el anexo CALCULO TPD, hoja 2. CALCULO DE TASAS, se presenta el cálculo detallado, debido a que se tiene varias estaciones de volúmenes Invias, históricas y proyectadas, así como el resumen de PIB, y población, lo cual hace que la tabla sea extensa y se decidió dejarla en el anexo y presentar el resumen).

De parte de **FS PROYECTOS DE INGENIERÍA SAS,** con el fin de sintetizar y simplificar el análisis de la designación de valores, y considerando el análisis de los anteriores párrafos, en la siguiente matriz se explica cuáles tasas se tomaron en cuenta para cada análisis (optimista, pesimista, promedio)

Tabla 6-12. Designación de valores para análisis de tasas estimadas

TIPO DE VEHÍCULO	VEHÍCULOS HISTÓRICOS			PROYECCIONES			PIB		POBLACIÓN				
	672	88	782	672	88	782							
	GUASCA UBALÁ	LAS JUNTAS SANTA MARIA	SANTA MARÍA - EL SECRETO	GUASCA UBALÁ	LAS JUNTAS SANTA MARIA	SANTA MARÍA - EL SECRETO	COLOMBIA	CUNDINAMARCA	COLOMBIA	CUNDINAMARCA	UBALÁ	GACHETÁ	MEDINA
AUTOS (A)	A	A	-	A	A	-	-	-	X	X	-	-	X
BUSES (B)	B	B	-	B	-	-	X	X	X	X	-	-	X
CAMIONES (C)	C	-	-	C	-	C	X	X	-	-	-	-	-
Las tasas de crecimiento de la estación 782 y las poblacionales de Ubalá y Gachetá son de un orden negativo, razón por la cual no se tuvieron en cuenta													

Fuente: Velnec S.A

Tabla 6-13. Tasa estimada

RESUMEN TASAS	AUTO	BUS	CAMION
TASAS OPTIMISTA	3.70%	4.11%	8.94%
TASA PESIMISTA	0.16%	-0.62%	1.72%
TASA PROMEDIO	2.13%	1.42%	4.22%
TASA ESTIMADA	2.85%	2.87%	6.95%

Fuente: Velnec S.A

Para el proyecto, se proponen las tasas estimadas, que son **para autos, 2.85%, buses 2.87% y para camiones se propone el uso de las tasas promedio de 6.95%**, *tasas que según proyectos similares, se encuentran en un rango aceptable para realizar la proyección de tránsito. Adicional a las tasas de proyección, se calcularon las tasas pesimista y optimista que permite la valoración financiera del proyecto. Estas tasas de crecimiento vehicular del tránsito se aplican al volumen esperado del proyecto.*

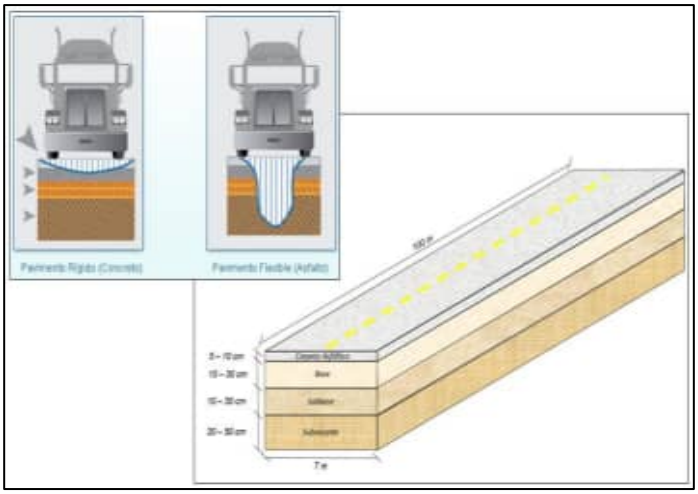
6.4 *Proyecciones de tránsito*

Una vez establecidos los volúmenes vehiculares actuales correspondientes al tramo 1 y una vez definidas las tasas de crecimiento, se presenta la proyección del Tránsito (a partir del año base, 2027), teniendo en cuenta un panorama hacia el año 2047, tomando como base los volúmenes vehiculares de las estaciones maestras propuestas.

Tránsito de construcción:

Es importante mencionar que para el cálculo del TPD Y NEE, se prevé un tránsito de construcción adicional de vehículos tipo C3–C4, pues durante esta etapa de ejecución de la infraestructura vial, las distintas capas de pavimento se ven sometidas a esfuerzos adicionales ocasionados por el proceso constructivo. De tal forma que se caracterizó una infraestructura vial típica de 7 metros de sección trasversal, 100 metros longitudinalmente y 1 metro de estructura del pavimento, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 6-41. Estructura típica del pavimento



Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que los vehículos de carga no transitan directamente por la vía a intervenir, mientras que la maquinaria (motoniveladoras, vibro – compactadoras, doble troques y finisher) si realizan las actividades sobre las capas que conforman la estructura de la vía. Por tanto, se adoptaron las siguientes frecuencias para la conformación de cada capa:

- Motoniveladora: 2 recorridos para SBG, 2 BG.
- Vibro – compactadoras: 4 recorridos para BG, 4 SBG y 6 asfalto.
- Doble troque (15m3): 122 volquetas para el descargue del material granular para toda la estructura. (Descargue y salida).
- Finisher: 1 recorrido para la carpeta asfáltica.
  Total de recorridos = 141 recorridos en 10 días.

La estimación del tránsito de construcción se relacionó con un vehículo de carga tipo C3. Para lo cual se tiene un total de 141 recorridos en 10 días, lo cual representa un tránsito de 0.039 vehículos/día, que obedece a la relación entre los 14.1 recorridos diarios y los 365 días del año, esto resulta congruente con la metodología para el cálculo del NEE. Pese a que en la metodología se planteó 1 vehículo C3/día, no es una carga representativa que afecte el cálculo de TPD y NEE proyectado; por tanto, como factor de seguridad se adoptaron 20 vehículos tipo C3/día como tránsito de construcción para la estimación del NEE, para los años 2026, 2027 y 2028.

Factor carril (Fc)

El factor carril es un coeficiente que nos permite estimar que tanto del tráfico en el sentido de diseño circula por el carril de diseño. Para este caso se tomará de 100% dado que la via local de acceso se compone de un solo carril por sentido.

Factor direccional (Fd)

El factor direccional toma en cuenta el volumen de tráfico que circula en cada sentido, este factor se considera, por lo general, igual al 50% el cual es el valor tomado por definición para vías con ancho de 6.00 m.

6.5 *Tránsito Promedio Diario (TPD)*

Una vez realizado el procesamiento de la toma de información, se presentan los volúmenes totales que permiten establecer el tránsito promedio diario de las estaciones propuestas.

6.5.1 Estación Ubalá

A continuación, se presentan los resultados del aforo realizado durante siete días.

Tabla 6-14. Resumen volúmenes vehiculares y TPD - Ubalá

DIA	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
LUNES	221	6	44	354	625
MARTES	301	9	38	484	832
MIERCOLES	274	12	45	443	774
JUEVES	319	6	18	547	890
VIERNES	209	7	12	272	500
SABADO	174	7	17	117	315
DOMINGO	113	7	12	95	227
TPD	230	8	27	330	595

Fuente: VELNEC SA

Como se observa, el TPD, que resulta del promedio de vehículos observados es de 595, donde los Autos, representan el 39%, los buses un 1%, los camiones un 4% y finalmente, las motos con un 56%.

6.5.2 Estación Mambita

A continuación, se presentan los resultados del aforo realizado durante siete días.

Tabla 6-15. Resumen volúmenes vehiculares y TPD - Mambita

DIA	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
LUNES	148	9	35	267	459
MARTES	183	7	30	223	443
MIERCOLES	193	11	35	271	510
JUEVES	180	11	14	195	400
VIERNES	173	9	16	216	414
SABADO	140	6	21	260	427
DOMINGO	144	3	38	189	374
TPD	166	8	27	232	432

Fuente: VELNEC SA

Como se observa, el TPD, que resulta del promedio de vehículos observados es de 595, donde los Autos, representan el 38%, los buses un 2%, los camiones un 6% y finalmente, las motos con un 54%.

6.6 *Tránsito Promedio Diario proyectado Mámbita*

Se presenta la proyección del TPD a partir de las tasas establecidas previamente.

Tabla 6-16. TPD proyectado - Mámbita

	AÑO	AUTO 2.85%	BUS 2.87%	C2P 6.95%	C2G 6.95%	C3 6.95%	C4 6.95%	C5 6.95%	C6 6.95%	TOTAL
ESTUDIOS	2023	166	8	32	28	4	-	-	-	238
1	2024	171	8	34	30	4	-	-	-	247
2	2025	175	8	37	32	5	-	-	-	257
3	2026	180	9	39	34	25	-	-	-	287
4	2027	186	9	42	37	25	-	-	-	299
5	2028	191	9	45	39	26	-	-	-	310
6	2029	196	9	48	42	6	-	-	-	301
7	2030	202	10	51	45	6	-	-	-	314
8	2031	208	10	55	48	7	-	-	-	328
9	2032	214	10	59	51	7	-	-	-	341
10	2033	220	11	63	55	8	-	-	-	357
11	2034	226	11	67	59	8	-	-	-	371
12	2035	232	11	72	63	9	-	-	-	387
13	2036	239	12	77	67	10	-	-	-	405
14	2037	246	12	82	72	10	-	-	-	422
15	2038	253	12	88	77	11	-	-	-	441
16	2039	260	13	94	82	12	-	-	-	461
17	2040	267	13	100	88	13	-	-	-	481
18	2041	275	13	107	94	13	-	-	-	502
19	2042	283	14	115	100	14	-	-	-	526
20	2043	291	14	123	107	15	-	-	-	550
21	2044	299	15	131	115	16	-	-	-	576
22	2045	308	15	140	123	18	-	-	-	604
23	2046	317	15	150	131	19	-	-	-	632
24	2047	326	16	160	140	20	-	-	-	662

Fuente: VELNEC SA

Una vez proyectado el TPD, a partir dese puede evidenciar que:

- *Para el año 2032 el volumen del tránsito promedio diario es de 341 vehículos*
- *Para el año 2037 el volumen del tránsito promedio diario es de 422 vehículos*
- *Para el año 2047 el volumen del tránsito promedio diario es de 662 vehículos*

6.7 *Tránsito Promedio Diario proyectado San Pedro Jagua*

Se presenta la proyección del TPD a partir de las tasas establecidas previamente

Tabla 6-17. TPD proyectado – San Pedro Jagua

	AÑO	AUTO 2.85%	BUS 2.87%	C2P 6.95%	C2G 6.95%	C3 6.95%	C4 6.95%	C5 6.95%	C6 6.95%	TOTAL
ESTUDIOS	2023	132	4	13	8	5	-	-	-	162
1	2024	136	4	14	9	5	-	-	-	168
2	2025	139	4	15	9	6	-	-	-	173
3	2026	143	5	16	10	26	-	-	-	200
4	2027	148	5	18	10	27	-	-	-	208
5	2028	152	5	19	11	27	-	-	-	214
6	2029	156	5	20	12	7	-	-	-	200
7	2030	161	5	21	13	8	-	-	-	208
8	2031	165	5	23	14	9	-	-	-	216
9	2032	170	5	25	15	9	-	-	-	224
10	2033	175	5	26	16	10	-	-	-	232
11	2034	180	6	28	17	10	-	-	-	241
12	2035	185	6	30	18	11	-	-	-	250
13	2036	190	6	32	19	12	-	-	-	259
14	2037	195	6	34	20	13	-	-	-	268
15	2038	201	6	37	22	14	-	-	-	280
16	2039	207	7	39	23	15	-	-	-	291
17	2040	213	7	42	25	16	-	-	-	303
18	2041	219	7	45	27	17	-	-	-	315
19	2042	225	7	48	29	18	-	-	-	327
20	2043	231	7	51	31	19	-	-	-	339
21	2044	238	8	55	33	20	-	-	-	354
22	2045	245	8	59	35	22	-	-	-	369
23	2046	252	8	63	38	23	-	-	-	384
24	2047	259	8	67	40	25	-	-	-	399

Fuente: Elaboración propia a partir de información de VELNEC SA

Una vez proyectado el TPD, se puede evidenciar que:

- *Para el año 2032 el volumen del tránsito promedio diario es de 224 vehículos*
- *Para el año 2037 el volumen del tránsito promedio diario es de 268 vehículos.*
- *Para el año 2047 el volumen del tránsito promedio diario es de 399 vehículos*

6.7.1 *Tránsito Promedio Diario proyectado Ubalá*

Se presenta la proyección del TPD a partir de las tasas establecidas previamente.

Tabla 6-18. TPD proyectado - Ubalá

	AÑO	AUTO	BUS	C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	TOTAL
		2.85%	2.87%	6.95%	6.95%	6.95%	6.95%	6.95%	6.95%	
ESTUDIOS	2023	230	8	32	7	19	5	-	-	300
1	2024	237	8	34	7	20	5	-	-	311
2	2025	243	8	36	8	22	6	-	-	323
3	2026	250	8	39	9	23	6	-	-	335
4	2027	258	9	41	9	25	7	-	-	349
5	2028	265	9	44	10	27	7	-	-	362
6	2029	272	9	47	10	28	7	-	-	373
7	2030	280	9	51	11	30	8	-	-	389
8	2031	288	10	54	12	33	9	-	-	406
9	2032	296	10	58	13	35	9	-	-	421
10	2033	305	10	62	14	37	10	-	-	438
11	2034	314	11	66	15	40	10	-	-	456
12	2035	322	11	71	16	43	11	-	-	474
13	2036	332	11	76	17	46	12	-	-	494
14	2037	341	11	81	18	49	13	-	-	513
15	2038	351	12	86	19	52	14	-	-	534
16	2039	361	12	93	21	56	15	-	-	558
17	2040	371	12	99	22	60	16	-	-	580
18	2041	382	13	106	23	64	17	-	-	605
19	2042	393	13	113	25	68	18	-	-	630
20	2043	404	14	121	27	73	19	-	-	658
21	2044	415	14	129	29	78	20	-	-	685
22	2045	427	14	138	31	83	22	-	-	715
23	2046	439	15	148	33	89	23	-	-	747
24	2047	452	15	158	35	95	25	-	-	780

Fuente: Elaboración propia a partir de información de VELNEC SA

Una vez proyectado el TPD, a partir dese puede evidenciar que:

- *Para el año 2032 el volumen del tránsito promedio diario es de 421 vehículos*
- *Para el año 2037 el volumen del tránsito promedio diario es de 513 vehículos*
- *Para el año 2047 el volumen del tránsito promedio diario es de 780 vehículos*

7 *NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES*

A continuación se muestra el desarrollo de la determinación de Número de Ejes Equivalentes propuesta por VELNEC SA, la cual será APROPIADA POR FS PROYECTOS DE INGENIERÍA SAS:

7.1 *Estimativo de Factores de Daño*

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las proyecciones de las estaciones maestras, se presenta la proyección de los ejes equivalentes para la ***estación Mámbita para el Tramo 1, y la estación Ubalá para el Tramo 2*** *ya que presenta un TPD mayor.*

A continuación, se presentan los factores de daño INVIAS de 1996 para el cálculo de ejes equivalentes. Se opta por estos factores, dado su orden conservador y están por el orden de los mostrados en el Manual de Pavimentos de Bajos Volúmenes, en comparación con valores del método AASHTO, que pueden generar sobredimensionamientos y hacen parte de análisis para Medios y Altos Volúmenes.

Tabla 7-1. Factores de daño

BUS	1
C2P	1.14
C2G	3.44
C3	3.76
C4	3.76
C5	4.4
C6	4.72

Fuente: Elaboración propia a partir de INVIAS

Una vez determinados los factores de daño, se procede a calcular los ejes equivalentes aplicando la siguiente ecuación:

$$F_{equiv} = Fd * Va * 365 * F_{dr} * F_c$$

Donde:

Fd: *Corresponde al factor de daño*
Va: *Volumen vehicular*
Fdr: *Factor direccional de 0.50, el cual es el valor tomado por definición para vías con ancho de 6.00 m.*
Fc: *Factor carril de 1.00*

Tabla 7-2. Proyección ejes equivalentes – Tramo 1

	AÑO	BUS 1.00	C2P 1.14	C2G 3.44	C3 3.76	C4 3.76	C5 4.40	C6 4.72	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
ESTUDIOS	2023	1,460	6,658	17,578	2,745	-	-	-	28,441	28,441
1	2024	1,460	7,074	18,834	2,745	-	-	-	30,113	58,554
2	2025	1,460	7,698	20,090	3,431	-	-	-	32,679	91,233
3	2026	1,643	8,114	21,345	17,155	-	-	-	48,257	139,490
4	2027	1,643	8,738	23,229	17,155	-	-	-	50,765	190,255
5	2028	1,643	9,362	24,484	17,841	-	-	-	53,330	243,585
6	2029	1,643	9,986	26,368	4,117	-	-	-	42,114	285,699
7	2030	1,825	10,611	28,251	4,117	-	-	-	44,804	330,503
8	2031	1,825	11,443	30,134	4,803	-	-	-	48,205	378,708
9	2032	1,825	12,275	32,018	4,803	-	-	-	50,921	429,629
10	2033	2,008	13,107	34,529	5,490	-	-	-	55,134	484,763
11	2034	2,008	13,939	37,040	5,490	-	-	-	58,477	543,240
12	2035	2,008	14,980	39,551	6,176	-	-	-	62,715	605,955
13	2036	2,190	16,020	42,063	6,862	-	-	-	67,135	673,090
14	2037	2,190	17,060	45,202	6,862	-	-	-	71,314	744,404
15	2038	2,190	18,308	48,341	7,548	-	-	-	76,387	820,791
16	2039	2,373	19,557	51,480	8,234	-	-	-	81,644	902,435
17	2040	2,373	20,805	55,246	8,921	-	-	-	87,345	989,780
18	2041	2,373	22,261	59,013	8,921	-	-	-	92,568	1,082,348
19	2042	2,555	23,926	62,780	9,607	-	-	-	98,868	1,181,216
20	2043	2,555	25,590	67,175	10,293	-	-	-	105,613	1,286,829
21	2044	2,738	27,255	72,197	10,979	-	-	-	113,169	1,399,998
22	2045	2,738	29,127	77,219	12,352	-	-	-	121,436	1,521,434
23	2046	2,738	31,208	82,242	13,038	-	-	-	129,226	1,650,660
24	2047	2,920	33,288	87,892	13,724	-	-	-	137,824	1,788,484

Fuente: Elaboración propia a partir de información de VELNEC SA

Una vez proyectado el TPD, se puede evidenciar que:

- *Para el año 5 el número de ejes equivalentes es de 50.921, y 429.629 acumulados.*
- *Para el año 10 el número de ejes equivalentes es de 71.314, y 744.404 acumulados.*
- *Para el año 20 el número de ejes equivalentes es de 137.824, y 1.788.484 acumulados.*

Tabla 7-3. Proyección ejes equivalentes tramo 2

	AÑO	BUS 1.00	C2P 1.14	C2G 3.44	C3 3.76	C4 6.73	C5 4.40	C6 4.72	TOTAL	TOTAL ACUMULADO
ESTUDIOS	2023	1,408	6,568	4,395	13,038	6,141	-	-	31,550	31,550
1	2024	1,460	7,074	4,395	13,724	6,141	-	-	32,794	64,344
2	2025	1,460	7,490	5,022	15,096	7,369	-	-	36,437	100,781
3	2026	1,460	8,114	5,650	15,783	7,369	-	-	38,376	139,157
4	2027	1,643	8,530	5,650	17,155	8,598	-	-	41,576	180,733
5	2028	1,643	9,154	6,278	18,527	8,598	-	-	44,200	224,933
6	2029	1,643	9,778	6,278	19,214	8,598	-	-	45,511	270,444
7	2030	1,643	10,611	6,906	20,586	9,826	-	-	49,572	320,016
8	2031	1,825	11,235	7,534	22,645	11,054	-	-	54,293	374,309
9	2032	1,825	12,067	8,161	24,017	11,054	-	-	57,124	431,433
10	2033	1,825	12,899	8,789	25,389	12,282	-	-	61,184	492,617
11	2034	2,008	13,731	9,417	27,448	12,282	-	-	64,886	557,503
12	2035	2,008	14,772	10,045	29,507	13,510	-	-	69,842	627,345
13	2036	2,008	15,812	10,673	31,565	14,739	-	-	74,797	702,142
14	2037	2,008	16,852	11,300	33,624	15,967	-	-	79,751	781,893
15	2038	2,190	17,892	11,928	35,682	17,195	-	-	84,887	866,780
16	2039	2,190	19,349	13,184	38,427	18,423	-	-	91,573	958,353
17	2040	2,190	20,597	13,812	41,172	19,652	-	-	97,423	1,055,776
18	2041	2,373	22,053	14,439	43,917	20,880	-	-	103,662	1,159,438
19	2042	2,373	23,510	15,695	46,662	22,108	-	-	110,348	1,269,786
20	2043	2,555	25,174	16,951	50,093	23,336	-	-	118,109	1,387,895
21	2044	2,555	26,838	18,206	53,524	24,565	-	-	125,688	1,513,583
22	2045	2,555	28,711	19,462	56,955	27,021	-	-	134,704	1,648,287
23	2046	2,738	30,791	20,717	61,072	28,249	-	-	143,567	1,791,854
24	2047	2,738	32,872	21,973	65,189	30,706	-	-	153,478	1,945,332

Fuente: Elaboración propia a partir de información de VELNEC SA

Una vez proyectado el TPD, se puede evidenciar que:

- *Para el año 2032 el número de ejes equivalentes es de 57.124, y 431.433 acumulados.*
- *Para el año 2037 el número de ejes equivalentes es de 79.751, y 781.893 acumulados.*
- *Para el año 2047 el número de ejes equivalentes es de 153.478, y 1.945.332 acumulados.*

8 CONCLUSIONES

Por parte de la firma VELNEC S.A, el Tramo 1 - Medina - San Pedro Jagua -Mámbita y Tramo 2 - Mámbita – Y de Santa Marta, ha sido estudiado en materia de movilidad y transporte mediante el Volumen I de Transporte, de una manera integral. Es así, que la recolección de información primaria y secundaria para la determinación del TPD y NEE y su respectiva proyección, ha resultado útil para la proyección de estos parámetros hacia un horizonte que va hasta el año 2047.

A continuación, se presentan las conclusiones propuestas por VELNEC SA, la cual serán APROPIADAS POR FS PROYECTOS DE INGENIERÍA SAS:

Se realizaron 3 puntos de toma de información en el periodo y horario sugerido en la metodología, obteniendo los siguientes resultados de TPD:

ESTACION	AUTOS	BUSES	CAMIONES	MOTOS	TOTAL
UBALA	230	8	27	330	595
MAMBITA	166	8	27	232	432
SAN PEDRO JAGUA	132	4	8	324	468

- *Se presentan el TPD para las tres estaciones, en donde se tiene en total para los dos sentidos volúmenes no mayores a 600 vehículos día, incluidas las motocicletas que son las que generan el principal volumen aforado.*

- *Los municipios de Ubalá y Gachalá tienen tendencia de decrecimiento, mientras que Medina presenta tendencia creciente en la población, esto permite tener como hipótesis tasas bajas en buses y automóviles para la zona, que van a estar más relacionada con las estaciones de conteo de volúmenes vehiculares.*

- *Para el caso del proyecto, la información primaria presenta en orden de magnitud un tránsito diario de 600 vehículos, que corresponde al 5% de la población de Ubalá o al 10% de la población de Gachalá, esta relación permite tener hipótesis de crecimiento del tránsito y la población proyectada.*

- *En términos generales las tendencias del PIB son de crecimiento para el país y para el departamento, esto indica que las tasas asociadas al comercio y el transporte son positivas.*

- *La matriz OD, arroja un total de viajes generados del 19% y atraídos del 13% a la zona de estudios, este porcentaje de viajes es el susceptible que puede ser asignado al proyecto por las mejoras de diseño.*

Se tomaron como volúmenes históricos las estaciones Invias 672 Guasca -Ubalá, con 1445 de TPD para el año 2017, estación 782 Santa María – El Secreto con 469 vehículos días para el 2017 y la estación 88 Las Juntas - Santa María con un volumen para 2017 de 810 vehículos, y se tiene un pico máximo para el año 2015, con 3184 vehículos día.

Las tasas de crecimiento sugeridas para el proyecto son:

RESUMEN TASAS	AUTO	BUS	CAMION
TASAS OPTIMISTA	3.70%	4.11%	8.94%
TASA PESIMISTA	0.16%	-0.62%	1.72%
TASA PROMEDIO	2.13%	1.42%	4.22%
TASA ESTIMADA	2.85%	2.87%	6.95%

Para el proyecto, se proponen las tasas estimadas, que son para autos, 52.85%, buses 2.87% y para camiones se propone el uso de las tasas promedio de 6.95%, tasas que, según proyectos similares, se encuentran en un rango aceptable para realizar la proyección de tránsito.

En vista que el estudio de tránsito y conteos fueron realizados en el año 2023, fue necesario proyectar el tránsito a la fecha de construcción, con lo cual se tendrá un pequeño incremento en los volúmenes de tránsito, el cual no fue suficientemente elevado para cambiar la estructura original de pavimentos. Ahora bien, dado el carácter viable de la apropiación de los diseños de pavimento, fue necesario ajustar las proyecciones de TPD, teniendo en cuenta que el año de inicio del proyecto es 2027, con lo cual los nuevos cálculos deben considerar un horizonte de hasta 20 años, a partir del año mencionado.

Figura 8-1. Número de ejes equivalentes - Tramo 1 - Medina - San Pedro Jagua -Mámbita

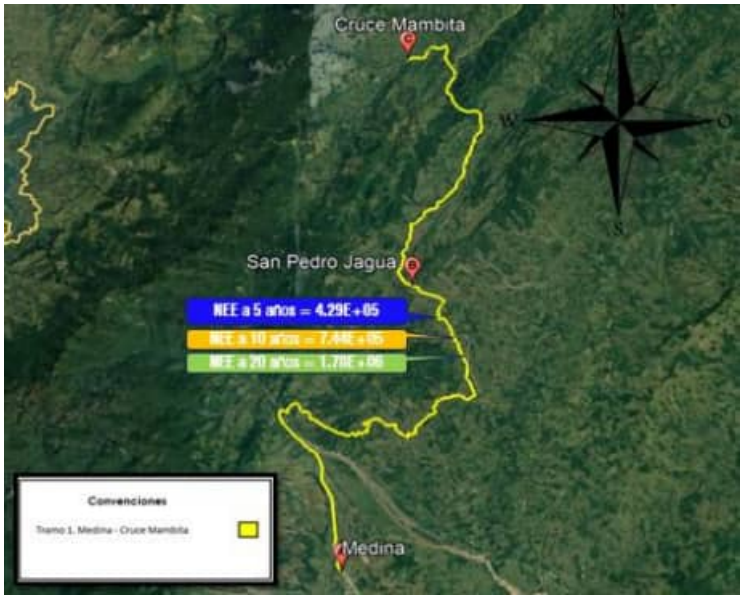


Figura 8-2. Número de ejes equivalentes – Tramo 2 - Mámbita – Y de Santa Marta



9 *BIBLIOGRAFIA*

- VELNEC S.A. Contrato De Consultoría No. 0356 de 2023, "ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA VÍA QUE CONDUCE DESDE EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MEDINA AL SECTOR DE SANTA MARTA UBICADO EN LA INSPECCIÓN PALOMAS DEL MUNICIPIO DE GACHALÁ Y DEL CASCO URBANO DE MAMBITA AL CRUCE DE MAMBITA DOS, PERTENECIENTES AL MUNICIPIO DE UBALÁ, DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA" Volumen I .- Tramo 1, vía Tramo 1 - Medina - San Pedro Jagua – Mámbita.
- R. Manual de Capacidad de Carreteras. HCM 2010
- Cal y Mayor, Rafael, Cárdenas G., James. Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones, 7ª. Edición. México, D.F. Junio de 2000.
- Instituto de desarrollo urbano, Guía práctica de la movilidad peatonal urbana, Santa fe de Bogotá.
- Secretaria Distrital de Planeación, Cartilla de andenes Bogotá D.C., Santa fe de Bogotá, 2018.
- Agencia Nacional de Infraestructura. ANIscopio. Estadísticas de peajes de tarifas y recaudo. Actualizado a Enero de 2023.

10 APÉNDICES

10.1 Anexos

10.1.1 Datos geográficos de encuestas. (Elaborado por Velnec S.A)

10.1.2 Procesamiento de encuestas. (Elaborado por Velnec S.A)

10.1.3 Cálculos de TPD y NEE (Tramo 1 y Tramo 2). (Elaborado por Velnec S.A y ajustado por FS Proyectos de Ingeniería SAS)

10.1.4 Compilación de tasas de crecimiento de estaciones de conteo INVIAS. (Tramo 1 y Tramo 2). (Elaborado por Velnec S.A y ajustado por FS Proyectos de Ingeniería SAS)

Anexo No 1 MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo FABIAN TAFUR SÁNCHEZ, ingeniero en Transporte y vías identificado con cédula de ciudadanía No. 79.683.578 de Bogotá y tarjeta profesional MP No. 25202-68065 declaro que he elaborado el documento de **INFORME DE APROPIACIÓN Y/O AJUSTE Y/O ACTUALIZACIÓN Y/O COMPLEMENTACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑO DE TRANSITO**, para el **CONTRATO DE OBRA No. ICCU-CTO-1569-2025 CUYO OBJETO CONSISTE EN "MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DEL CORREDOR MÁMBITA, MÁMBITA 2, SOYA, SAN PEDRO DE JAGUA DEL MUNICIPIO DE UBALÁ, DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA."**. Por consiguiente, asumo toda la responsabilidad sobre los estudios realizados.

Cordialmente,

FABIAN TAFUR SÁNCHEZ
Ingeniero Civil – Magíster en Ingeniería
Especialista en Infraestructura Vial
C.C 79.683.578 de Bogotá
Dirección Carrera 46 No. 22B – 20 Of. 415 Bogotá, D.C
Celular: 310 5515040

Imagén Cedula Ciudadanía



Imagén Cedula Ciudadanía



Imagen Matricula profesional

