

INFORME TÉCNICO FINAL



ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA REHABILITACIÓN, MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA MALLA VIAL EN LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE SEVILLA, VALLE DEL CAUCA.

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. STI-2025-157

VOLUMEN II. ESTIMACIÓN DEL TRANSITO

Firma manuscrita en tinta gris.

INGENIERO RESPONSABLE
OTTO ANDRES MORA LERMA
MP. 08202-327796 ATL

SEVILLA, VALLE DEL CAUCA
AGOSTO DE 2025

CONTROL DE MODIFICACIONES

Índice de revisión	Cambios	Fecha de modificación	Observaciones
0		18/08/2025	Versión inicial
1	Ajuste observaciones	29/08/2025	S-4122

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Objetivo del estudio	6
2. CARACTERIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO	7
2.1 Descripción y localización del proyecto	7
2.2 Caracterización vía típica de las vías internas del municipio.....	9
3. TRANSITO DE DISEÑO REHABILITACION	11
3.1 Metodología de toma de información.....	11
3.2 Localización de punto de toma de información.....	11
3.3 Analisis volumen vehiculares dentro del corredor	12
3.4 Estimación del tránsito vehicular para cálculo de espectros de carga....	14
3.4.1 Transito promedio diario (TPD) existente	14
3.4.2 Transito atraído	14
3.4.3 Transito generado	14
3.4.4 Transito desarrollado	15
3.4.5 Crecimiento normal del tránsito.....	15
3.5 Proyección del transito para espectros de carga.....	15
3.6 Estimación de Numero de Ejes Equivalentes Simples Estándar (NESE) a través de la metodología INVIAS	16
3.6.1 Estimación del NESE actual.....	16
3.6.2 Proyección de NESE.	18
4. CONCLUSIONES	19
5. REFERENCIAS	21
6. ANEXOS	22
6.1 Anexo 1. Aforos vehiculares.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Esquema vial municipio de Sevilla.8

Figura 2-2. Sección transversal tipo de Sevilla (Valle del Cauca)..... 10

Figura 3-1. Localización de punto de toma de información..... 12

Figura 3-2. Comportamiento vehicular diario..... 13

Figura 3-3. Composición vehicular típica del corredor..... 13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Tránsito promedio diaria actual..... 14

Tabla 3-2. Tránsito de diseño 16

Tabla 3-3. Factores camión a nivel nacional..... 17

Tabla 3-4. Cálculo de NESE para diseño a través de metodología INVIAS 18

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales variables que inciden en el diseño de la infraestructura vial y de transporte corresponde al tránsito vehicular que a futuro va a operar sobre esta. Por tal motivo, es de gran relevancia realizar una adecuada estimación del tránsito con el fin de asegurar una adecuada vida útil de la infraestructura vial, sin embargo, esta tarea resulta ser compleja cuando son proyectos de infraestructura vial inexistente hoy en día. Dentro del presente informe, se realizará la estimación del tránsito vehicular tipo para las vías de circulación del municipio de Sevilla (Valle del Cauca), con el objetivo principal de la rehabilitación de la infraestructura vial existente. Para ello, se emplearán técnicas correspondientes a la proyección del tránsito y de la estimación de la atracción y generación vehicular, a partir de guías de referencia.

1.1 Objetivo del estudio

El estudio tiene como objetivo estimar el tránsito vehicular para la rehabilitación de la oferta de infraestructura vial existente del municipio de Sevilla en el departamento de Valle del Cauca.

2. CARACTERIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO

2.1 Descripción y localización del proyecto

Sevilla es un municipio ubicado en la región norte del departamento del Valle del Cauca, conocido como el "Balcón del Valle" debido a su localización en la cordillera Central y a sus paisajes montañosos que ofrecen vistas panorámicas. Fundado en 1903, se caracteriza por su vocación agrícola, especialmente en el cultivo de café, caña de azúcar y plátano, lo que le ha permitido consolidarse como un referente en la caficultura colombiana. Su clima templado y sus suelos fértiles lo convierten en un territorio propicio para la producción agrícola y para el turismo rural.

Además de su importancia productiva, Sevilla destaca por su riqueza cultural y patrimonial, con manifestaciones que reflejan la tradición cafetera y las costumbres del suroccidente colombiano. El municipio hace parte del Paisaje Cultural Cafetero, declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, lo que le da un valor histórico y turístico significativo. Sus festividades, su arquitectura típica y la hospitalidad de su gente hacen de Sevilla un lugar representativo del Valle del Cauca y de la identidad cafetera nacional.

El proyecto consiste en la estimación del tránsito para la rehabilitación de las vías internas del municipio. En la Figura 2-1 presenta la localización y la malla vial del municipio de Sevilla.

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. STI-2025-157
INFORME DE ESTIMACIÓN DE TRANSITO

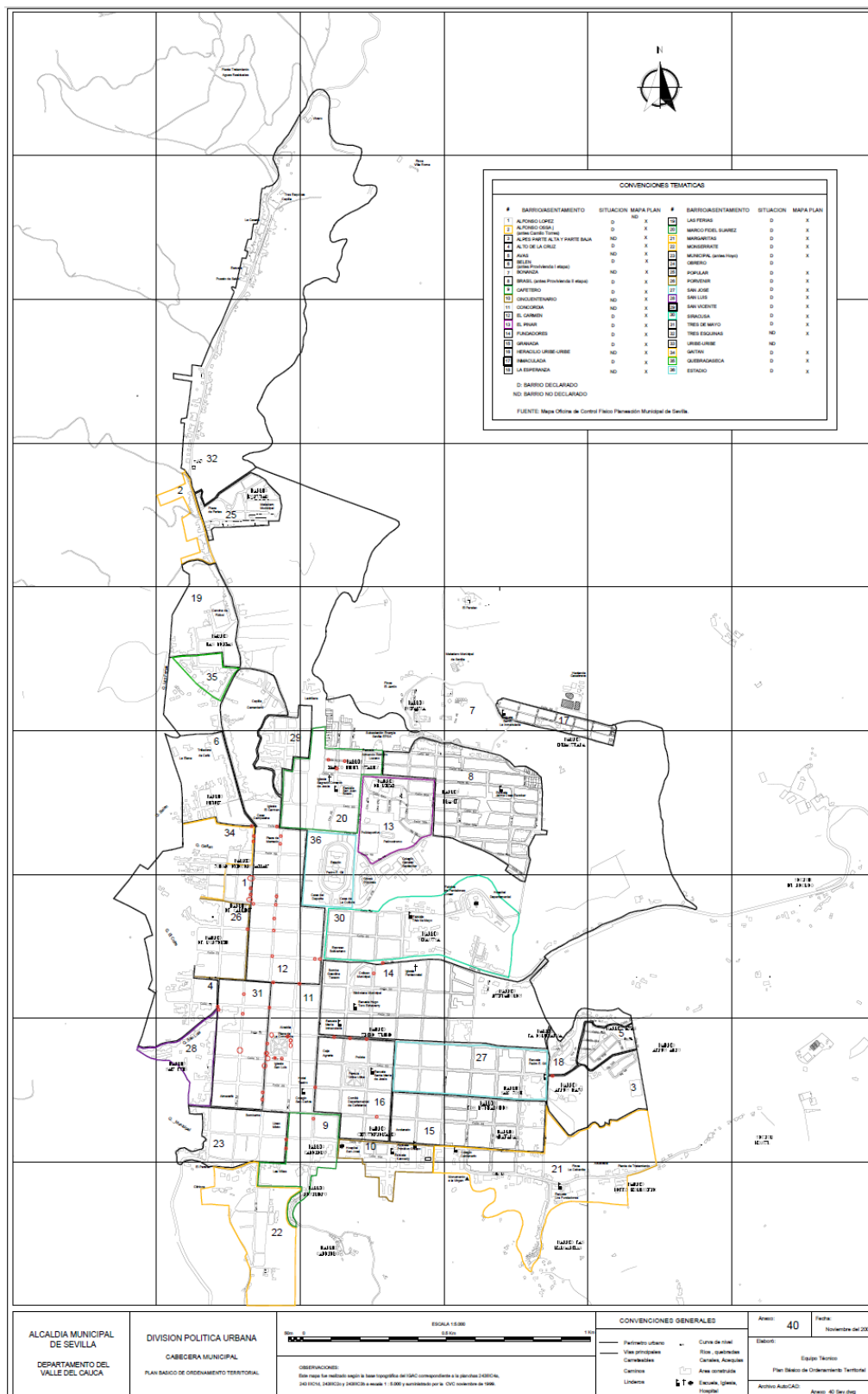


Figura 2-1. Esquema vial municipio de Sevilla.

2.2 Caracterización vía típica de las vías internas del municipio

A continuación, se procederá a describir las características evidenciadas de la vía en estudio. Entre las características a describir encontramos sus anchos, el número de carriles, sentidos de circulación vehicular y estado de la señalización horizontal.

La infraestructura vial del municipio de Sevilla presenta en sus vías de acceso y circulación interna tramos con deterioro y hundimientos, lo que afecta la conectividad tanto entre los barrios como hacia los municipios vecinos. En sectores como la vía Sevilla–Caicedonia y en barrios como El Brasil, Fundadores y Los Alpes, la presencia de erosión y la inadecuada capacidad estructural de las calzadas generan dificultades en la movilidad, reducen la seguridad vial y aumentan los tiempos de desplazamiento.

En el casco urbano se evidencian deficiencias en la pavimentación, caracterizadas por el deterioro progresivo de las losas de concreto. Entre las patologías identificadas se encuentran agrietamiento por fatiga, pulimento de agregados, baches, desprendimientos y procesos de erosión. Estos daños generan irregularidades en la superficie de rodadura, reducen la comodidad y seguridad de los desplazamientos, incrementan el riesgo de accidentalidad y afectan la eficiencia en la movilidad urbana.

En cuanto a las condiciones geométricas de la vía, se pudo evidenciar que de manera general las vías operan en un sentido de circulación y al no existir prácticamente una infraestructura clara de rodamiento, el ancho total para la circulación varía entre 5.0 y 7.0 metros. En la Figura 2-2, se presenta la sección transversal evidenciada para la vía en estudio.



Figura 2-2. Sección transversal tipo de Sevilla (Valle del Cauca).

Fuente: Elaboración propia.

3. TRANSITO DE DISEÑO REHABILITACION

3.1 Metodología de toma de información

Debido a que el objetivo de la toma de información corresponde al diseño de pavimentos para la rehabilitación de las vías internas del municipio, se efectuó un aforo vehicular de 24 horas en la Carrera 51, entre calles 52 y 53, con el fin de obtener un tránsito vehicular representativo del municipio.

El aforo se llevó a cabo mediante grabación en video, en el intervalo comprendido entre la 1:30 horas del 5 de julio de 2025 y la 1:30 horas del 6 de julio de 2025. Posteriormente, el procesamiento de la información se realizó a través de un análisis cuadro a cuadro (frame by frame), lo cual permitió contabilizar de manera precisa el número de vehículos y clasificarlos según su tipología. Esta metodología garantizó una mayor confiabilidad en la obtención de los volúmenes de tránsito, reduciendo el margen de error respecto a métodos manuales tradicionales.

3.2 Localización de punto de toma de información

El punto de toma de información corresponde ser al mostrada en la figura presentada a continuación.



Figura 3-1. Localización de punto de toma de información

3.3 Analisis volúmenes vehiculares dentro del corredor

A partir de la toma de información primaria se realizó el análisis de los volúmenes vehiculares de cada uno de los puntos aforados, determinándose que el volumen máximo vehicular horario en un periodo de tiempo comprendido desde las 11:30 horas a las 12:30 horas dentro el día hábil. En la Figura 3-1, se presenta el comportamiento vehicular para cada uno de los días de aforo realizados.

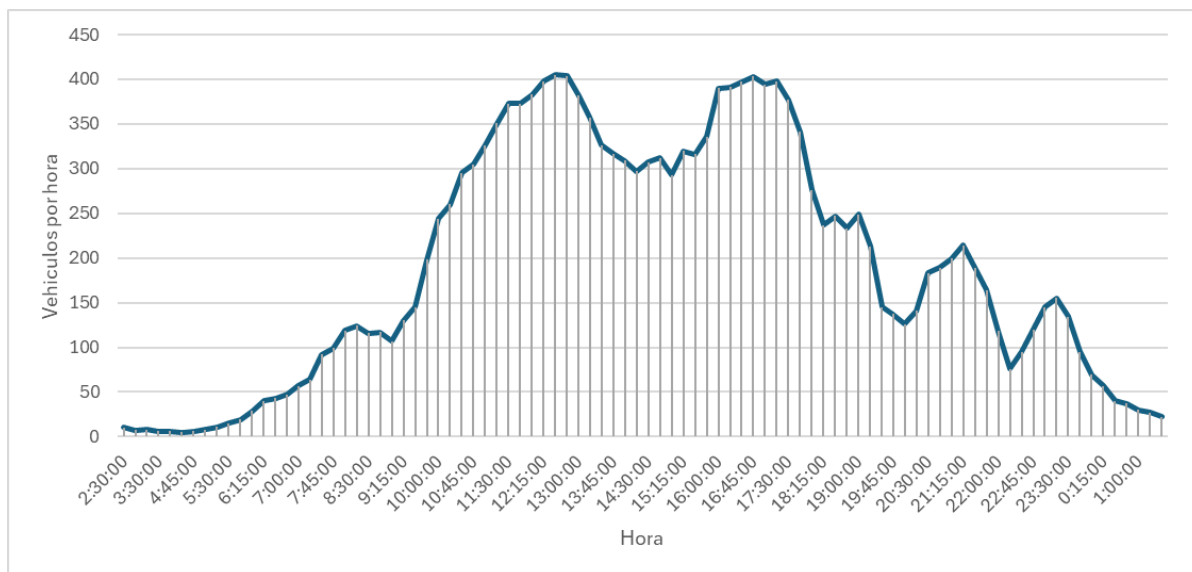


Figura 3-2. Comportamiento vehicular diario.

La distribución vehicular promedio presente dentro del corredor en estudio de la vía consiste en que el 35% del flujo vehicular corresponde a vehículos livianos tipo automóvil, el 63% a motocicletas y solo el 2% a vehículos de carga. En la Figura 3-2, se presenta la composición vehicular, sobresaliendo en correspondencia con lo anteriormente mencionado, que las motos son el modo de transporte con mayor presencia en el municipio.

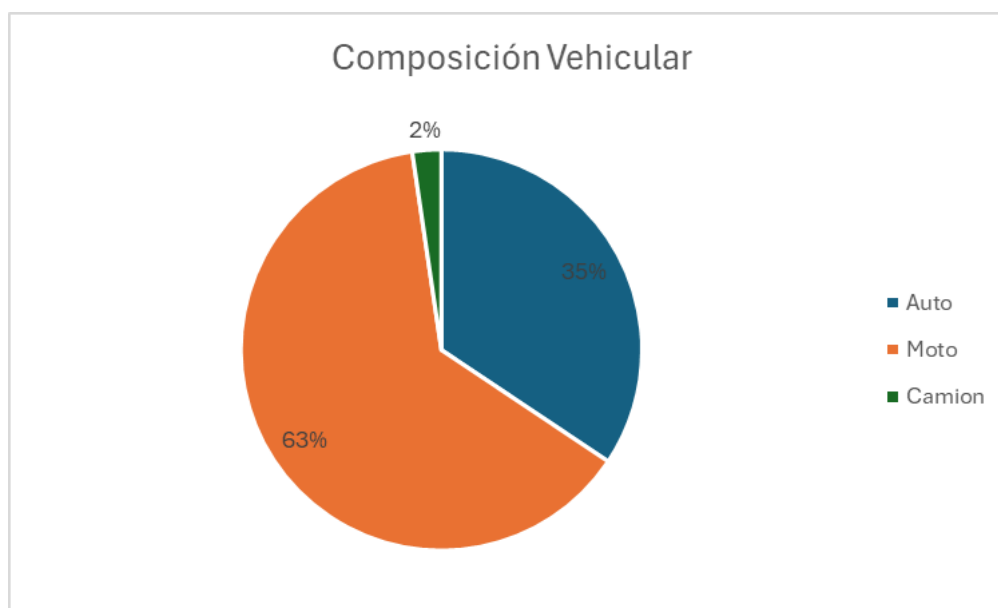


Figura 3-3. Composición vehicular típica del corredor.

3.4 Estimación del tránsito vehicular para cálculo de espectros de carga

3.4.1 Transito promedio diario (TPD) existente

A partir de la toma de información, resulta posible realizar la estimación de la cantidad de vehículos que al día operan en promedio en el municipio de Sevilla. En la actualidad, el transito promedio diario por categoría vehicular corresponde ser el presentado a continuación

Tabla 3-1. Tránsito promedio diaria actual

Auto	Moto	Camión - C2	TPD
1472	2709	100	4281

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2 Transito atraído

Debido a que no se aplicaron encuestas de preferencia a usuarios y tampoco se estimaron modelos de selección modal o de ruta, se estima el tránsito atraído a partir de la aplicación del criterio del Instituto de Ingenieros de Estados Unidos, que señala que al tránsito atraído se le asignan porcentajes entre el 5% y el 25% de tránsito normal. Sin embargo, el criterio empleado corresponde al porcentaje esperado en la disminución de los tiempos de viaje el cual se espera que sea del 12.5% como valor medio, este valor a emplear se encuentra en el rango presentado anteriormente.

3.4.3 Transito generado

El transito generado corresponde a los nuevos viajes que se espera que se realicen a partir de la implementación de un proyecto vial. La metodología de la AASHTO sugiere valores entre el 5% y 25% del tránsito actual. Teniendo en cuenta las dinámicas económicas del municipio, se considera un valor inferior del 5%.

3.4.4 Transito desarrollado

El transito desarrollado corresponde al tránsito nuevo que se da por la expansión zonal de usos del suelo articulado al aumento de la oferta de la infraestructura vial. A pesar de que dentro de la metodología del INVIAS este no es considerado dentro de la estimación del tránsito, la metodología de la AASHTO sugiere que cuando no hay conocimiento de los proyectos futuros derivados del cambio en los usos del suelo, es recomendable emplear el valor del 5% del tránsito actual.

3.4.5 Crecimiento normal del tránsito

El crecimiento normal del tránsito corresponde al aumento de la tasa automotor por la adquisición de nuevos vehículos por parte de los usuarios. Para el crecimiento de los vehículos y de los buses, se consideraron tasas de crecimiento del 3.77% y del 1,2% correspondientemente, teniendo en cuenta, para los vehículos de carga el valor de la variación anual promedio del Producto Interno Bruto (PIB) anual de los últimos 10 años, y para el transporte público, el crecimiento de la población, que de acuerdo con las proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), para los años comprendidos entre 2013 y 2020, que corresponde al 1.2% anual.

3.5 Proyección del transito para espectros de carga

El periodo de proyección considerado para la estimación del tránsito es de 20 años, acorde al periodo de diseño recomendado por el INVIAS. Para la proyección de los vehículos y de los buses, se consideraron tasas de crecimiento del 3.77% y del 1,2% correspondientemente, teniendo en cuenta, para los vehículos de carga el valor de la variación anual promedio del Producto Interno Bruto (PIB) del país de los últimos 10 años, y para el transporte público, el crecimiento de la población, que de acuerdo con las proyecciones del Departamento Administrativo

Nacional de Estadísticas (DANE), para los años comprendidos entre 2013 y 2020, que corresponde al 1.2% anual. Los resultados de las proyecciones año a año para cada sentido en estudio se presentan a continuación:

Tabla 3-2. Tránsito de diseño

AÑO	TPD AUTOS	TPD MOTOS	TPD CAMIONES C2	TRANSITO ANUAL AUTO	TRANSITO ANUAL MOTOS	TRANSITO ANUAL CAMIONES (C2)
1	1871,0	3444,0	122,0	682915,0	1257060,0	44530
2	1942,0	3574,0	127,0	708830,0	1304510,0	46355
3	2015,0	3709,0	132,0	735475,0	1353785,0	48180
4	2091,0	3849,0	137,0	763215,0	1404885,0	50005
5	2170,0	3994,0	142,0	792050,0	1457810,0	51830
6	2252,0	4145,0	147,0	821980,0	1512925,0	53655
7	2337,0	4301,0	153,0	853005,0	1569865,0	55845
8	2425,0	4463,0	159,0	885125,0	1628995,0	58035
9	2516,0	4631,0	165,0	918340,0	1690315,0	60225
10	2611,0	4806,0	171,0	953015,0	1754190,0	62415
11	2709,0	4987,0	177,0	988785,0	1820255,0	64605
12	2811,0	5175,0	184,0	1026015,0	1888875,0	67160
13	2917,0	5370,0	191,0	1064705,0	1960050,0	69715
14	3027,0	5572,0	198,0	1104855,0	2033780,0	72270
15	3141,0	5782,0	205,0	1146465,0	2110430,0	74825
16	3259,0	6000,0	213,0	1189535,0	2190000,0	77745
17	3382,0	6226,0	221,0	1234430,0	2272490,0	80665
18	3510,0	6461,0	229,0	1281150,0	2358265,0	83585
19	3642,0	6705,0	238,0	1329330,0	2447325,0	86870
20	3779,0	6958,0	247,0	1379335,0	2539670,0	90155

Fuente: Elaboración propia.

3.6 Estimación de Numero de Ejes Equivalentes Simples Estándar (NESE) a través de la metodología INVIAS

3.6.1 Estimación del NESE actual.

Para la estimación del cálculo del número de ejes equivalentes, se empleó la metodología tradicional recomendada por el INVIAS del año 2003. Dentro de esta metodología, para el cálculo de ejes equivalentes se emplea la ecuación número 1 presentada a continuación.

$$NESE_i = TPDA_i * VC * DD * DC * FC * 365 \quad (1)$$

Donde el TPDA consiste en el tráfico promedio diario del corredor, el VC corresponde al factor carril, el DD al factor direccional, el FC al factor camión; y por ultimo toda esta serie de variables debe ir multiplicados por el número de días que tiene el año. El valor del factor carril para el diseño se considera con un valor de 1 y para el factor direccional, debido a que el transito actual es de un solo sentido de circulación, por lo cual el factor dirección DD se considera con un valor de 1. Para el factor camión, se emplearon los valores recomendados por el INVIAS para cada tipología de vehicular acorde a la figura presentada a continuación. Que de acuerdo con la categoría vehicular reportada, el tipo de camión a emplear corresponde ser el C2.

Tabla 3-3. Factores camión a nivel nacional

<i>Tipo de camión</i>	<i>FC-1996 (INVIAS)</i>	<i>FC-2003 (INVIAS)</i>
C2	3,44	2,15
C3	3,76	3,15
C2-S2	3,42	2,27
C3-S2	4,4	4,21
C3-S3	4,72	5,31

Fuente: INVIAS.

Empleando la metodología anteriormente descrita, el valor correspondiente al número de ejes equivalentes para el año actual sería de **78.475 ejes equivalente**. Es preciso recalcar que para la estimación del NESE únicamente se consideran los vehículos C2 evidenciados en la toma de información.

Debido a que no se cuenta con una serie histórica de tránsito sobre el corredor en análisis, se considera que el transito estimado para el diseño y el transito que realmente soporta la vía presenta una distribución normal con una desviación estándar de 0.05. Teniendo en cuenta lo anterior, resulta necesario el cálculo de un numero de ejes equivalentes de diseño que tenga en cuenta el error de la estimación bajo un nivel de confianza y una desviación estándar, que obedezcan a una distribución normal.

$$N'_{80kN \text{ Diseño}} = N_{80kN \text{ Diseño}} * (10^{\sigma * Z_r})$$

En donde, $N'_{80kN \text{ Diseño}}$ es el tránsito de diseño considerando un nivel de confianza, $N_{80kN \text{ Diseño}}$ es el tránsito de diseño sin considerar un nivel de confianza, σ es la desviación estándar para la distribución normal que toma un valor de 0.05 y Z_r , corresponde al estadístico de prueba de la distribución normal para un nivel de confianza del 95%, tomando Z_r un valor de 1.642. Empleando la ecuación descrita, el número de ejes equivalentes para el año base se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3-4. Cálculo de NESE para diseño a través de metodología INVIAS

TPDA	NESE	NESE'	NESE DISEÑO CON ATRACCION, GENERACION Y DESARRROLLO
100	78475,00	94805,02	117321,21

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2 Proyección de NESE.

El periodo de proyección considerado para la estimación del tránsito es de 20 años, acorde al periodo de diseño recomendado por el INVIAS para pavimentos rígidos con presencia de altos volúmenes vehiculares. Para la proyección de los de carga se consideraron tasas de crecimiento del 3,77%, teniendo en cuenta que para los vehículos de carga el valor de la variación anual promedio del Índice del Precio del Consumidor (IPC) de los últimos 10 años. Para la estimación del tránsito acumulado, se empleó la ecuación de tránsito acumulado para un periodo de diseño recomendada por el INVIAS. La ecuación empleada corresponde a la presentada a continuación.

$$N_{80kN \text{ Carril de Diseño (Acumulado)}} = N_{80kN \text{ Diseño, año base}} * \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

En donde r es la tasa de crecimiento ya descrita anteriormente y n , el periodo de diseño el cual corresponde a 20 años. Teniendo en cuenta la ecuación presentada anteriormente se obtuvo un valor de **3'351.007,33 ejes equivalentes acumulados.**

4. CONCLUSIONES

El análisis del tránsito en la vía en estudio permitió obtener información clave sobre los volúmenes vehiculares y su composición, lo que constituye la base para la estimación de los ejes equivalentes y, en consecuencia, para el diseño estructural de los pavimentos.

Para llevar a cabo esta estimación del tránsito, se realizó un aforo vehicular durante 24 horas, obteniendo una muestra representativa del comportamiento del tránsito en el municipio. Los resultados mostraron una clara predominancia de las motocicletas, que representan el 63% del flujo vehicular, seguidas por los automóviles con el 35% y, en menor proporción, los camiones C2 con un 2%. En total, se registró un Tránsito Promedio Diario (TPD) de 4.281 vehículos/día, representados en 1472 Autos, 2709 motos y 100 camiones C2.

La estimación del tránsito futuro incluyó el análisis de tránsito atraído, generado, desarrollado y el crecimiento normal, aplicando metodologías de referencia como las propuestas por la AASHTO, el INVIAS y criterios internacionales. Gracias a este enfoque, se logró establecer una proyección confiable del comportamiento del tránsito en un horizonte de diseño de 20 años, lo que permitió calcular un total de 3'351.007,33 ejes equivalentes acumulados, valor que representa la demanda que deberá soportar la infraestructura vial rehabilitada.

Los resultados de las proyecciones evidencian un crecimiento sostenido en todas las categorías vehiculares, en especial en automóviles y motocicletas, lo que implica mayores exigencias en la capacidad y desempeño estructural de las vías. Esto ratifica la importancia de que el diseño de pavimentos considere tanto las condiciones geotécnicas propias de la región como la demanda futura de tránsito, garantizando así una vida útil adecuada y condiciones seguras de movilidad.

En conjunto, la información obtenida constituye una herramienta técnica de gran valor para la planeación municipal, al permitir priorizar intervenciones, definir criterios de diseño acordes con la demanda proyectada y orientar decisiones que fortalezcan la movilidad. De esta forma, la rehabilitación de la

infraestructura vial se proyecta como un soporte esencial para el desarrollo social, económico y turístico de Sevilla.

5. REFERENCIAS

Departamento Nacional de Estadística (DANE). Datos extraídos en el año 2022.
Sitio Web: <https://www.dane.gov.co/>

AASHTO (2011) A policy on geometric design of highways and streets. 6ed. 2011.

Trip Generation Manual, 8th edition desarrollado por el Institute of Transportation Engineers.

INVIAS 2007. Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito

Macea, L. F., Fuentes, L. G., Alvarez, A. E. (2013). Evaluación de factores camión de los vehículos comerciales de carga que circulan por la red vial principal colombiana. Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia (Vol. 66). Marzo. INVIAS.

6. ANEXOS

6.1 Anexo 1. Aforos vehiculares



**INGENIERO RESPONSABLE
OTTO ANDRES MORA LERMA
MP. 08202-327796 ATL**