



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL EN EL TRAMO KM 42 VILLA EL CARMEN-
KM 62 SAN RAFAEL DEL SUR NIC- 10, DEPARTAMENTO DE MANAGUA”.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Omarita Susana Hernández Mendoza
Br. Rosa Esthela Gómez Tórrez

Tutor

Ing. Beatriz Tórrez Rodríguez

Asesor:

Ing. Freddy Vega Mayorga

Managua, Marzo 2022

DEDICATORIA.

Dedico éste trabajo monográfico a Dios por haberme permitido vencer muchos obstáculos encontrados en la trayectoria de mi vida universitaria, a mis padres Ramón Sebastián Hernández García y Gioconda del Carmen Mendoza Amador por ser mis sostenes y mis apoyos incondicionales en mis metas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por permitirme culminar mis estudios, a mis padres por su esfuerzo y estimulación brindados durante todo éste proceso.

A mi profesora y tutora, Ingeniera Beatriz Tórrez por extenderme su mano amiga, por su apoyo incondicional, paciencia, dedicación que tuvo en éste tema de investigación.

Br. Omarita Susana Hernández Mendoza

DEDICATORIA.

Agradezco a Dios por haberme permitido culminar mis estudios y mi defensa, a mis padres por haberme apoyado todo éste tiempo, a mi esposo por su apoyo incondicional y a mis amistades.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la sabiduría para culminar ésta etapa de mi vida, a mis padres por motivarme a perseverar en cada paso a lo largo de mis estudios, a la Ingeniera Beatriz Tórrez por aceptar la tutoría, guiarme e instarme a culminar mis estudios.

Br. Rosa Esthela Gómez Tórrez

RESUMEN EJECUTIVO.

CAPÍTULO I: PRELIMINARES.

En el capítulo uno de esta monografía se detallará conceptos que se consideran de gran importancia para poder entender mejor la realización de un estudio de seguridad vial. Además, se explicará el porqué de la realización de éste trabajo de investigación.

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE ACCIDENTABILIDAD.

El capítulo dos definirá un análisis detallado de los accidentes ocurridos en el tramo de estudio. Esta información fue facilitada por el departamento de la Policía Nacional, por medio de los cuales se podrán identificar sus causas, tipos de accidentes, cantidad de muertos, lesionados por accidentes, horas y lugares de mayor concurrencia de accidentes de tránsito.

CAPÍTULO III: INVENTARIO VIAL.

En el capítulo tres se abordarán: localización geográfica, clasificación funcional, características geométricas y topográficas, estado físico del pavimento, uso del suelo, drenaje mayor y menor, bahía para buses, señalización vertical y horizontal. Con el propósito de clasificarlas en buena, regular y mala. Para evaluar el riesgo debido a las condiciones que presenta la vía.

CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE TRÁFICO.

El capítulo cuatro abordará temas relacionados con los volúmenes de tránsito, comportamiento del flujo vehicular y la determinación de los niveles de servicio en la estación inicial y final. Temas que tienen mucha relación con la accidentabilidad.

CAPÍTULO V: ESTUDIO DE VELOCIDAD.

En el capítulo cinco se explicará lo que se realizó en el estudio de velocidad. El propósito de esta investigación es determinar la velocidad con que operan los vehículos, para verificar si es una causa de accidentes.

CAPÍTULO V: PROPUESTA TÉCNICA.

Éste capítulo muestra las posibles soluciones o propuestas viales a la problemática que existe en el tramo km 42+000 al km 62+000 de los municipios de Villa el Carmen y San Rafael del Sur, del estudio de seguridad vial.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En las conclusiones y recomendaciones se obtienen resultados de los estudios levantados, elaborados y estudiados, que permitieron hacer un diagnóstico de la accidentabilidad que ocurre en éste segmento de carretera asimismo se hacen las recomendaciones para la reducción de la problemática existente.

INDICE

CAPÍTULO I: PRELIMINARES

1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA VÍA.....	2
1.3 ANTECEDENTES	4
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.5 OBJETIVOS	6
1.5.1 Objetivo general.....	6
1.5.2 Objetivos específico.....	6

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE ACCIDENTABILIDAD

2.1 INTRODUCCIÓN.....	7
2.2 CAUSAS Y SEVERIDAD DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO.....	9
2.3 ACCIDENTES POR TIPO.....	11
2.4 CAUSAS Y ACCIDENTABILIDAD EN EL TRAMO EN ESTUDIO.....	12
2.5. ANÁLISIS EN LAS CAUSAS DE LOS ACCIDENTES.....	14
2.5.1 No guardar distancia.....	14
2.5.2 Invadir carril.....	15
2.5.3 Giros indebidos.....	15
2.5.4 Desatender señales de tránsito.....	15
2.5.5 Falta de pericia.....	16
2.5.6 Conducir contra la vía.....	16
2.6 FRECUENCIA DE ACCIDENTES EN EL TRAMO EN ESTUDIO.....	17
2.7 ANÁLISIS DE ACCIDENTABILIDAD POR DÍA.....	18
2.8 ANÁLISIS DE ACCIDENTES POR HORA	20
2.9 ACCIDENTES POR PUNTOS CRÍTICOS.....	21
2.10 MAGNITUD DEL PROBLEMA.....	22
2.10.1 Índice con respecto a la población.....	23

2.10.2 Índice con respecto a la longitud.....	24
---	----

CAPÍTULO III: INVENTARIO VIAL

3.1 INTRODUCCIÓN.....	26
3.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA VÍA.....	26
3.3 CLASIFICACIÓN FUNCIONAL.....	27
3.4 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VÍA.....	28
3.5 CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS DE LA VÍA.....	33
3.6 ESTADO DEL PAVIMENTO.....	34
3.6.1 Características más comunes que se perciben al momento de viajar..	34
3.7 USO DEL SUELO	39
3.8 DRENAJE MAYOR Y MENOR.....	41
3.8.1 Drenaje menor (cunetas).....	41
3.8.2 Drenaje menor (alcantarillas).....	43
3.9 DRENAJE MAYOR	47
3.10 BAHÍA PARA BUSES.....	48
3.11 DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	50
3.11.1 Clasificación de los dispositivos de control de tránsito.....	50
3.11.1.1 Señales reglamentarias o restrictivas.....	50
3.11.1.2 Señales preventivas.....	51
3.11.1.3 Señales informativas.....	51
3.11.2 Señales verticales / Levantamiento de campo.....	52
3.11.3 Postes kilométricos.....	53
3.11.4 Postes guías.....	55
3.12 DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	57
3.12.1 Líneas de borde o paralelas.....	58
3.12.2 Línea continua.....	58
3.12.3 Doble línea continua.....	58
3.12.4 Línea discontinua.....	58
3.12.5 Línea continua con línea discontinua.....	58
3.12.6 Línea de pare o retención.....	58
3.12.7 Acera o anden.....	58

3.12.8 Arcén.....	58
3.12.9 Pasos peatonales.....	59
3.12.10 Levantamiento de campo.....	59
CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE TRÁFICO	
4.1 INTRODUCCIÓN.....	61
4.2 AFORO VEHICULAR.....	61
4.3 HORAS DE MÁXIMA DEMANDA Y FACTOR DE LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA.....	66
4.3.1 Factor de la hora de máxima demanda.....	66
4.4 VOLUMEN DE TRÁNSITO EN ESTACIONES DE AFORO.....	66
4.5 NIVEL DE SERVICIO.....	69
4.6 CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO, POR MANUAL DE CAPACIDAD DE CARRETERAS (HCM 2010)	69
CAPÍTULO V: ESTUDIO DE VELOCIDAD	
5.1 INTRODUCCIÓN.....	82
5.2 PUNTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS A LO LARGO DEL TRAMO.....	82
5.3 MÉTODO UTILIZADO PARA EL LEVANTAMIENTO DE CAMPO (Distancia entre dos puntos).....	83
CAPÍTULO VI: PROPUESTA TÉCNICA	
6.1 INTRODUCCIÓN	88
6.2 PROPUESTA TÉCNICA.....	88
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES	104
BIBLIOGRAFÍA	106
ANEXO	I



CAPÍTULO I:

PRELIMINARES.

1.1 INTRODUCCIÓN

La circulación vial ha transformado nuestra forma de relacionarnos y de comunicarnos. Estos cambios a lo largo del tiempo han sido beneficiosos para nuestra vida diaria. Sin embargo, estos importantes avances también tienen sus variables negativas, entre las cuales sobresale la accidentabilidad por sus graves consecuencias (pérdidas de vidas, lesionados y costos económicos).

Entre el primero de enero 2016 y el 31 de diciembre 2020, el departamento de tránsito de la Policía Nacional reportó en el tramo que se estudiará 200 accidentes de tránsito, 100 lesionados y 19 muertos, según las estadísticas oficiales.

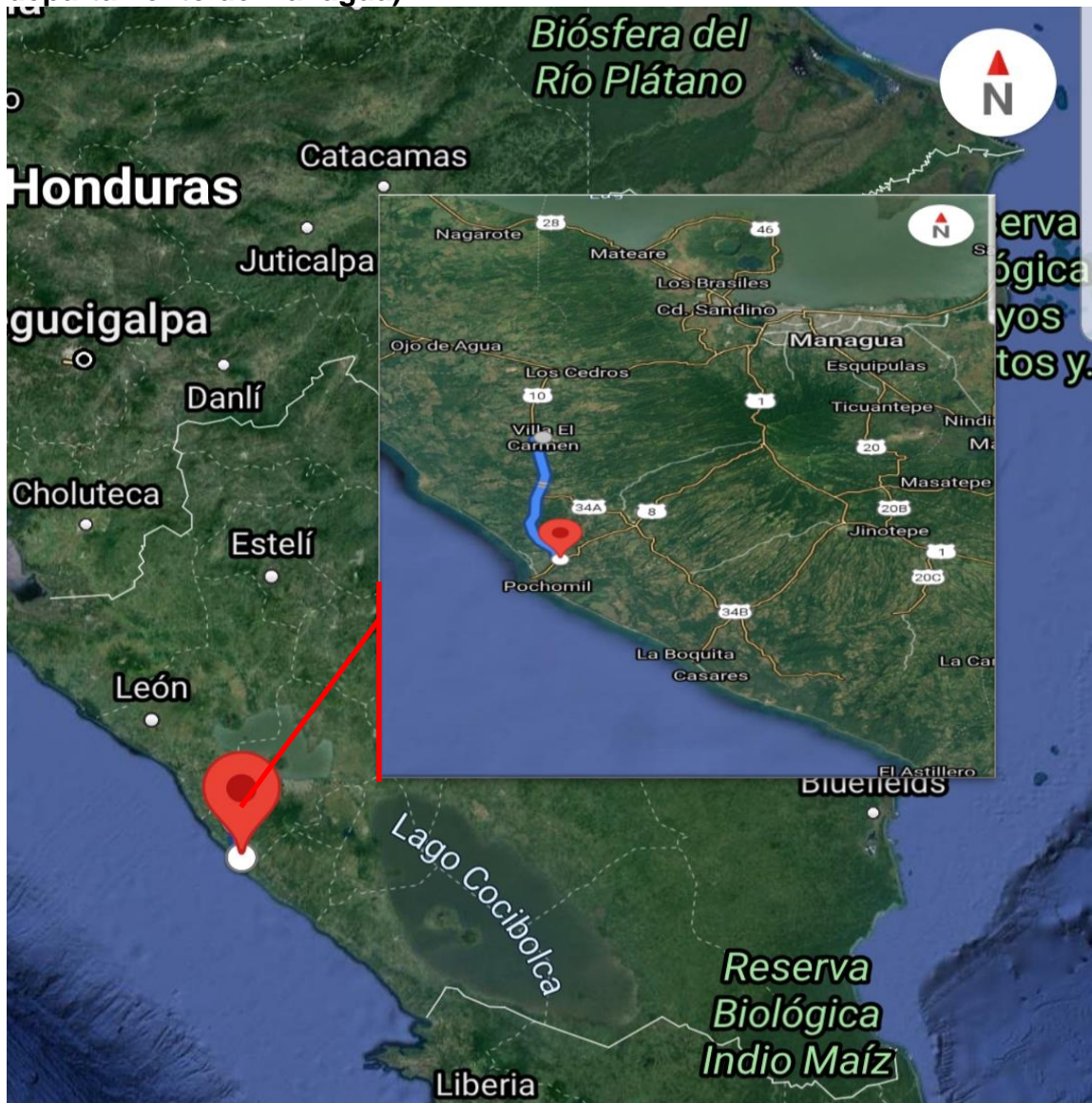
Por tal motivo se analizará el segmento de carretera que se identifica como la NIC-10, ésta se ubica entre los municipios de Villa el Carmen y San Rafael del Sur del departamento de Managua. Comenzando en el Km 42 y finalizando en el Km 62 empalme Trasmayo (Masachapa). (Ver macro y micro localización en figura 1 y 2, página: 2 y 3). Éste trecho tiene una longitud de 20 Km cubierto por adoquines.

Se harán estudios de seguridad vial donde se analizarán los datos estadísticos brindados por la Policía Nacional, elaboración de inventario vial, estudio de tráfico y velocidad, permitiendo de esta manera que exista un equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía, para prevenir accidentes de tránsito o minimizar sus efectos.

1.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA VÍA.

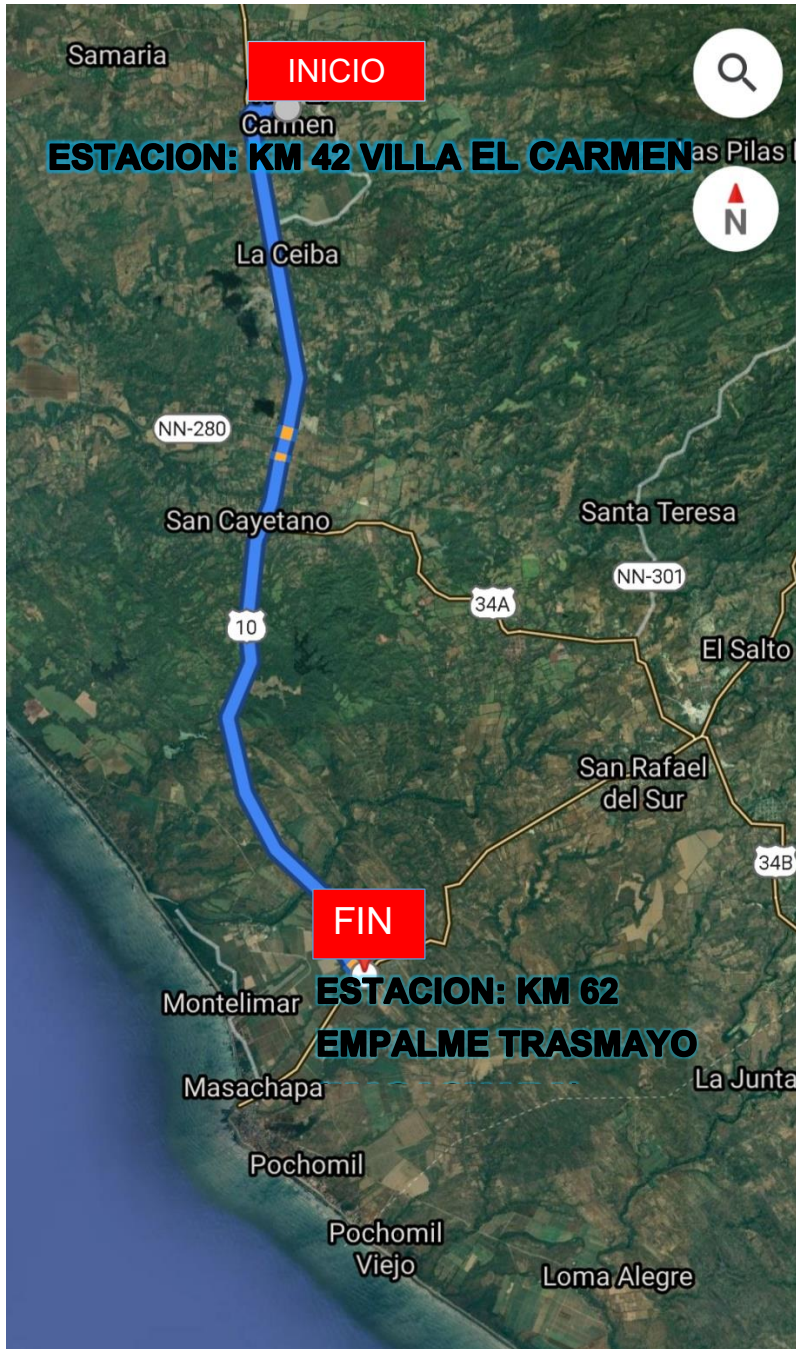
El municipio de Villa el Carmen del departamento de Managua, se ubica entre las coordenadas 11° 58' latitud norte y 86° 30' latitud oeste. La carretera en estudio pertenece a la NIC-10, iniciando en Villa el Carmen Km 42 y finalizando en el Km 62 San Rafael del Sur.

Figura 1: Macro localización (Villa el Carmen – San Rafael del Sur, departamento de Managua).



Fuente: http://maps.google.com/maps?saddr=Villa%20El%20Trasmayo&geocode=FSrltgAdHgH-imbTeuimbR2Ze0MSFCLfMyQ%3D%3D%3BFdgxtAAdaTzYin_eaaK2rt2j2Zgw2azMYOJaiw%3D&dirflg=d.

Figura 2: Micro localización (Municipio de Villa el Carmen – San Rafael del sur, departamento de Managua).



Fuente: http://maps.google.com/maps?saddr=Villa%20E!%20Trasmayo&geocode=FSrltgAdHgH-imbTeuimbR2Ze0MSFCLfMyQ%3D%3D%3BFdgtAAAdaTzYin_eaaK2rt2jZGw2azMYOJaiw%3D&dirflg=d.

1.3 ANTECEDENTES

El creciente desarrollo del país en sus diferentes actividades (comercio, educación, recreación, etc.) ha ocasionado una mayor demanda de transporte y circulación peatonal, la que a su vez requiere mayores medidas de seguridad vial para el sistema existente.

El tramo de carretera Km 42 Villa el Carmen a Km 62 San Rafael del Sur, se encuentra ubicado aproximadamente a 42 Km de la Ciudad de Managua, éste tramo de carretera abarca 20 Km de una estructura de pavimento construida de adoquines de concreto, la cual está deteriorada debido a la antigüedad, la falta de mantenimiento y el aumento del flujo vehicular y poblacional, estos factores no garantizan seguridad a los usuarios de la vía.

El aumento poblacional que ha surgido en el sitio conlleva también a un notorio incremento del parque vehicular, debido a la problemática de salida de sitios de los pobladores y dirigirse a sus diferentes destinos. Debido a éste problema de movilización la población optó por usar el sistema de transporte de caponeras, sin embargo, éste sistema de transporte hace caso omiso a las señales de tránsito involucrándose con frecuencia en los accidentes ocurridos en la zona.

Por otra parte, hay que mencionar que el volumen vehicular del tramo de carretera también ha venido aumentando, ya que geográficamente está ubicado en un punto de acceso a diferentes zonas turísticas.

Estos factores juntos, como son las condiciones de diseño vial involucrando el crecimiento poblacional y el aumento de la flota vehicular en fechas específicas es precisamente lo que genera una situación que compromete la seguridad de los usuarios en la vía. Además de existir una deficiencia en la señalización horizontal y vertical.

1.4 JUSTIFICACIÓN.

El presente estudio fue elegido para dar respuestas a las necesidades de seguridad vial, ya que es de gran importancia mejorar las condiciones actuales del tramo, debido a que éste se encuentra en una zona turística y de actividades socioeconómicas además es una vía que es aprovechada para comunicar a los transportes colectivos y privados que se dirigen a los departamentos o comunidades cercanas.

Al dar solución a esta necesidad es preciso realizar estudios que permitan conocer las causas de accidentes, puntos críticos, infraestructura vial existente, volúmenes vehiculares y las velocidades de circulación.

La viabilidad de éste trabajo reside en generar datos que actualmente no se encuentran registrados en la Policía Nacional, Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV), ni en alguna institución nacional; y en el estímulo que puede tener para despertar el interés en otros estudiantes e ingenieros a realizar investigaciones de éste tipo en otros tramos, para que en un futuro cercano exista una fuente más amplia de conocimiento hasta abarcar la Red Vial en su totalidad como ocurre en otros países.

Esta investigación podrá ser utilizada para un mejor control de los puntos críticos del tramo que se determinarán en el capítulo de accidentabilidad. Tendrá como fin generar soluciones factibles desde el punto de vista técnico económico a las principales problemáticas, en que se encuentra el tramo. Se hace énfasis en que el Gobierno Municipal tiene como principal objetivo garantizar la vida y seguridad de las personas.

Tendrá un impacto social y económico, por medio de la reducción de accidentes, lo que se traduce en menor número de pérdidas humanas y menores gastos médicos al sistema público y a los usuarios. El presente trabajo tiene como principal objetivo realizar un estudio de seguridad vial, por lo que es necesario hacer levantamientos de campo; dentro de estos se pueden mencionar los siguientes: inventario vial, estudio de tráfico y estudio de velocidad.

1 5. OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

- ✓ Realizar un estudio de seguridad vial en el tramo de carretera Km 42 Villa el Carmen al Km 62 San Rafael del Sur NIC-10, departamento de Managua.

1.5.2 Objetivos específicos

- ✓ Analizar los datos de tránsito brindados por la Policía Nacional de Tránsito, para conocer las causas e identificar los puntos críticos del tramo.
- ✓ Elaborar un inventario vial que otorgue una perspectiva del estado de la infraestructura de la vía, enfatizando la señalización vial y los elementos existentes que ofrezcan seguridad a los usuarios.
- ✓ Realizar un estudio de tráfico, para conocer los volúmenes de circulación, tipo de demanda, nivel de servicio y clasificación en la zona de estudio.
- ✓ Efectuar un estudio de velocidad para conocer las velocidades de circulación de los vehículos y su incidencia en los accidentes.
- ✓ Proponer posibles soluciones para mejorar la seguridad vial en el tramo de estudio.

CAPÍTULO II:

ESTUDIO DE ACCIDENTABILIDAD



2.1 INTRODUCCIÓN

El estudio de accidentabilidad se refiere a la investigación de puntos críticos o tramos de concentración de accidentes, según la Dirección General de Tránsito Nacional; un accidente es la acción u omisión culposa cometida por cualquier conductor, pasajero o peatón en la vía pública o privada causando daños materiales, lesiones o muerte de personas, donde interviene por lo menos un vehículo en movimiento

Los accidentes de tránsito son un problema de salud pública por las altas tasas de morbilidad y mortalidad que afectan en buena medida a los grupos de población más vulnerable, especialmente niños, adolescentes, jóvenes y personas mayores generando secuelas físicas y psicosociales, que en el mayor de los casos acompañan a los afectados a lo largo de su vida; tienen un elevado coste humano y económico sobre la sociedad, significando el 17% de mortalidad provocada por lesiones por accidentes, por cada 100,000 personas en el territorio Nacional.

Asimismo, trabajar en la prevención de estos, conociendo las causas que los originan y tomar medidas para que éste riesgo de accidentes disminuya. Identificando aquellos sitios en los cuales se da mayor recurrencia de accidentes.

Los problemas de congestión vial que se traducen en demoras en varios puntos y tramos, en las principales vías que comunican a Managua con otras ciudades; incidiendo año con año en los accidentes de tránsito, estos son los puntos en el tramo de carretera en estudio donde se producen tres o más accidentes con víctimas durante cinco años consecutivos.

Para el tramo de carretera en estudio de seguridad vial Km 42 Villa el Carmen – Km 62 San Rafael del Sur NIC-10, se hizo un análisis de los inventarios de accidentes registrados por la Dirección General de Tránsito de la Policía Nacional, correspondientes al distrito 9 de la ciudad de Managua para los años 2016, 2017, 2018, 2019, y 2020. El análisis muestra los datos totales de los accidentes, de esta manera se clasifican los accidentes en todas las categorías posibles, con el

propósito de encontrar las características de los mismos y comprender el fenómeno accidente en el tramo.

Al realizar el estudio de accidentabilidad se logra determinar las causas del por qué las estadísticas presentan un aumento de los accidentes de tránsito y los factores que influyen en éste fenómeno, y proponer soluciones, se realizó la jerarquización de los datos y se determinó los tipos y causas de los accidentes.

Al clasificar los datos de los accidentes para determinar los tipos, causas, ubicación, mes, semana y hora específicos, permite observar de manera separada todos los factores que influyen en los accidentes, para que los datos de éste estudio puedan utilizarse para compararlos con los de otros tramos, se calcularon los índices de accidentabilidad, morbilidad y mortalidad para cada uno de los años del análisis.

Los datos estadísticos de accidentes de tránsito del tramo en estudio de los años 2016 al 2020, muestran un incremento de accidentes, exceptuando en el año 2018 que disminuyó por motivos que se desconocen, lo que lleva a realizar una investigación, en el tramo en estudio por el incremento notable que ocurrió en los años consecutivos (ver tabla 1 y gráfico 1), también se determinó y analizó los puntos críticos del tramo, donde se realizó un análisis para determinar los principales factores que influyen en los accidentes.

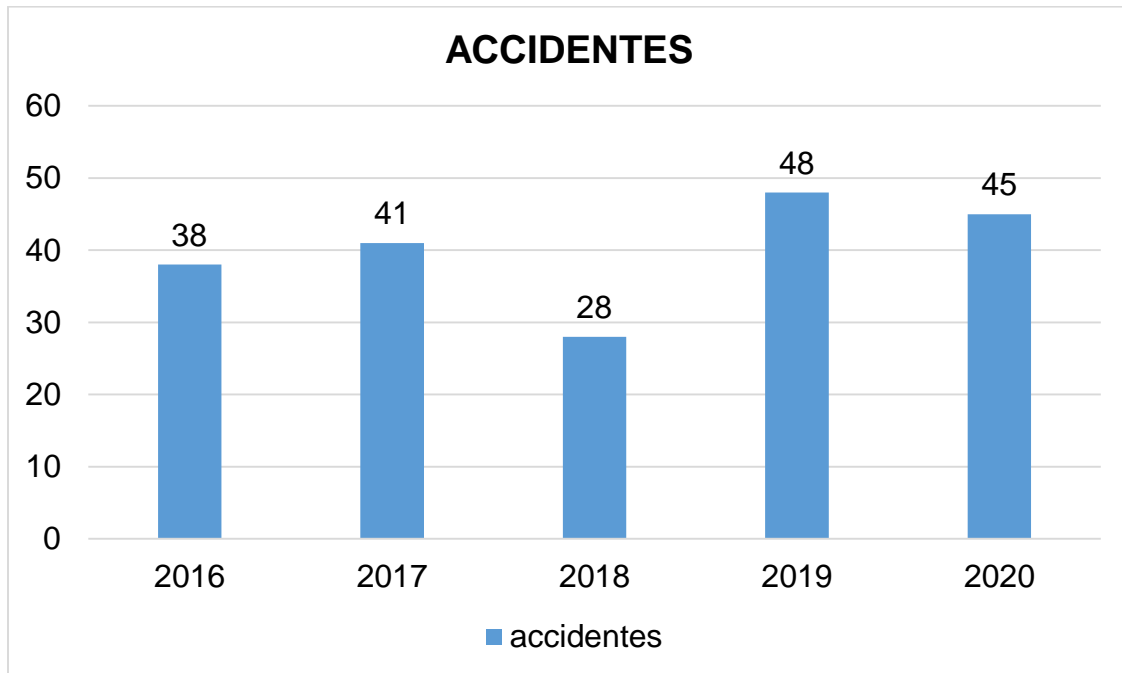
La tabla siguiente y gráfico 1, página: 9 muestra la cantidad total de accidentes que ocurrieron en los diferentes años del 2016 al 2020.

Tabla 1. Cantidad de accidentes del tramo en estudio 2016 al 2020.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
TOTAL	38	41	28	48	45

Fuente: Datos estadísticos del departamento de Ingeniería de Tránsito (Policía Nacional).

Gráfico 1: Cantidad de accidentes.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

Basados en los inventarios de accidentes se logró clasificar los accidentes de tránsito por causa, tipo, consecuencia, periodicidad, ubicación; asimismo, identificar las principales causas de accidentes en cada punto crítico que se encontró sobre la carretera por cada año de análisis.

Las estadísticas presentan un aumento en accidentes de tránsito, siendo más crítico el año 2019 con un índice de 48 accidentes, seguido del año 2020 con 45 accidentes y el año 2017 es el tercer año crítico con 41 accidentes.

2.2 CAUSAS Y SEVERIDAD DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO

Del estudio de los informes de estadísticas de accidentabilidad de los inventarios de tránsito del 2016 al 2020 facilitados por la Policía Nacional, se precisaron los actos del conductor que atribuyen al hecho de los accidentes, identificación de factores dominantes y determinación de la naturaleza que ocasionó el accidente.

El análisis del inventario de estudio de accidentabilidad del distrito 9 en el tramo Km 42 Villa el Carmen – Km 62 San Rafael del Sur NIC-10, proporciono como

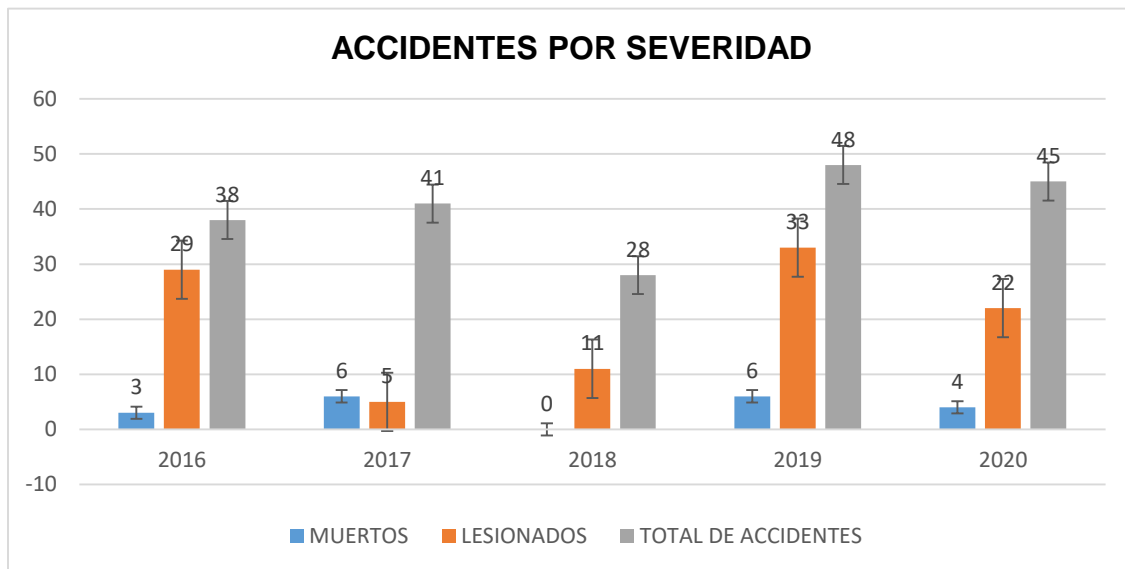
resultado los datos de la tabla 2 y gráfico 2, página:10 en donde se observan la cantidad de accidentes, lesiones y muertes desde el año 2016 al 2020.

Tabla 2. Accidentes por severidad.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	TOTALES
MUERTOS	3	6	0	6	4	19
LESIONADOS	29	5	11	33	22	100
TOTAL DE ACCIDENTES	38	41	28	48	45	200

Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos Policía Nacional de Tránsito.

Gráfico 2 Accidentes por severidad desde el año 2016 al año 2020.



Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos Policía Nacional de Tránsito.

Al analizar los datos muestran las cantidades de accidentes de tránsito, con muertos y lesionados por año del distrito 9 del Km 42 Villa el Carmen – Km 62 San Rafael del Sur NIC-10, durante esos años ocurrieron 200 accidentes, 19 muertos y 100 lesionados.

Se puede observar una variación en los accidentes en carreteras por cada año, siendo el mayor pico de accidentes 48 en el año 2019, así como presentar la mayor cantidad de lesionados con un índice de 33 y un índice de 6 en mortalidad (presentando el mismo índice de mortalidad el año 2017).

Se observa el siguiente comportamiento con respecto a los años: el segundo año más crítico en accidentabilidad es el año 2020 con 45 accidentes, sin embargo, es el tercero en tener el índice más alto de lesiones con 22 (siendo el año 2016 el segundo más alto con 29 lesiones) e índice de 4 en mortalidad. En tercer lugar, de pico más alto de accidentabilidad es el año 2017 con 41 accidentes, presenta el índice más bajo de 5 lesiones y la mortalidad más alta similar al año 2019.

2.3 ACCIDENTES POR TIPO.

Los tipos de accidentes más frecuentes que se presentaron en el tramo en estudio para el año 2016 al año 2020 fueron: colisión entre vehículos, atropello de peatón y colisión con objeto fijo, semoviente en la vía, vuelcos, que se representan en la tabla 3 y gráfico 3, página:11 se reflejan los tipos de accidentes en los años del 2016 al 2020 para el tramo en estudio.

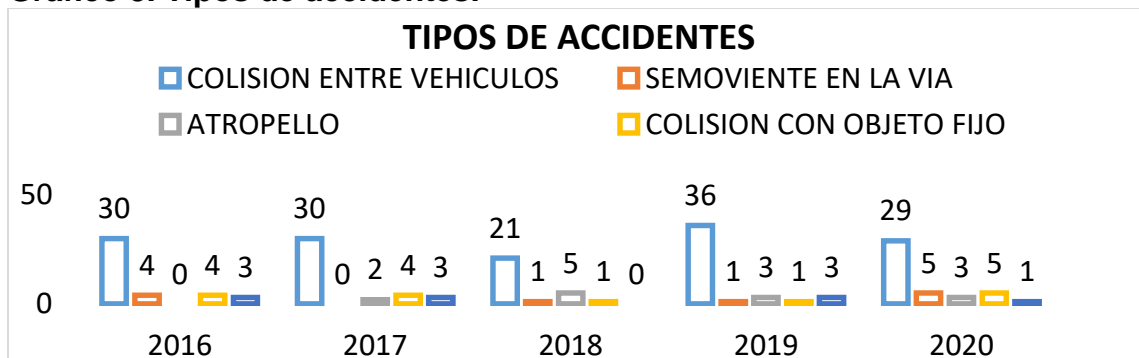
Tabla 3. Tipos de accidentes en el tramo en estudio.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
COLISION ENTRE VEHÍCULOS	30	30	21	36	29
SEMOVIENTE EN LA VÍA	4	0	1	1	5
ATROPELLO	0	2	5	3	3
COLISION CON OBJETO FIJO	4	4	1	1	5
ACCIDENTE SIN CONTACTO	1	1	0	0	1
CAIDA DE OBJETO	0	0	0	2	1
VUELCOS	3	3	0	3	1
AYDF	0	1	0	2	0
TOTAL	38	41	28	48	45

Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos Policía Nacional de Tránsito.

Nota: Accidentes y darse a la fuga (AYDF).

Gráfico 3. Tipos de accidentes.



Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos Policía Nacional de Tránsito

La tabla 3, página: 11 muestra que los accidentes por colisión entre vehículos predominan en el tramo, del año 2016 al 2017 se mantienen con índice de 30, disminuye en 9 colisiones para el 2018 y presenta 36 colisiones en el año 2019 siendo las más altas, asimismo en el año 2020 con 29 colisiones entre vehículos, predominando como causa principal.

En segundo lugar, como causa por tipo de accidente se muestra colisión con objeto fijo, siendo el índice más alto en el año 2020 con 5 colisiones; para éste mismo año, el tipo de causa semoviente en la vía, predomina con el índice más alto de 5, continuando, así como causa de accidente vuelcos y atropellos.

2.4 CAUSAS Y ACCIDENTABILIDAD EN EL TRAMO EN ESTUDIO.

Del estudio de los informes de estadísticas de accidentabilidad de los inventarios de tránsito del 2016 al 2020 facilitados por la Policía Nacional, se precisaron los actos del conductor que atribuyen al hecho de los accidentes, identificación de factores dominantes y determinación de la naturaleza que ocasionó el accidente. Según los datos del estudio, la causa principal se da mayormente por no guardar distancia, (ver tabla 4, pág. 12), desatender señales de tránsito, y la invasión de carril e interceptar el paso vehicular. Existen otros tipos de accidentes, pero en menor grado, entre ellas: atropellados, colisión por objetos fijos, caídas de pasajeros, caídas de objetos y casos fortuitos.

En la tabla 4, página: 12 se observan las causas de accidentabilidad en los años del 2016 al 2020.

Tabla 4. Causas y accidentabilidad en el tramo en estudio.

FACTORES	CAUSA
FACTOR HUMANO	GIROS INDEBIDOS
	INVADIR CARRIL
	NO GUARDAR DISTANCIA
	DESATENDER SEÑALES DE TRÁNSITO
	FALTA DE PERÍCIA
FACTOR MECÁNICO	IMPRUDENCIA PEATONAL
	MAL ESTADO MECÁNICO
	EXCESO DE VELOCIDAD
	MAL ESTADO DE LA VÍA

Fuente: Elaborado por sustentantes.

En el análisis de un accidente vial se consideran los tres factores que intervienen en la accidentabilidad, usuario, vehículo y vía durante las tres fases del accidente. En los accidentes de tránsito se presentan tres fases: la de percepción, la de decisión y la de conflicto.

Fase de percepción: Es la fase donde cualquiera de los participantes o usuarios de la vía, percibe un riesgo (punto de percepción posible) sucede en una zona más o menos amplia y asimismo el riesgo es comprendido como un peligro (punto de percepción real).

Fase de decisión: Es el sitio donde una persona responde al estímulo generado por la percepción del peligro e inicia una valoración rápida de la maniobra a ejecutar para evitar o minimizar el accidente y la fase de conflicto: fase en la cual se produce físicamente el accidente, a pesar de realizar de efectuar alguna maniobra evasiva (frenar o girar), las que si bien pueden reducir la gravedad del accidente no fueron suficientes, adecuadas u oportunas para lograr evitarlo.

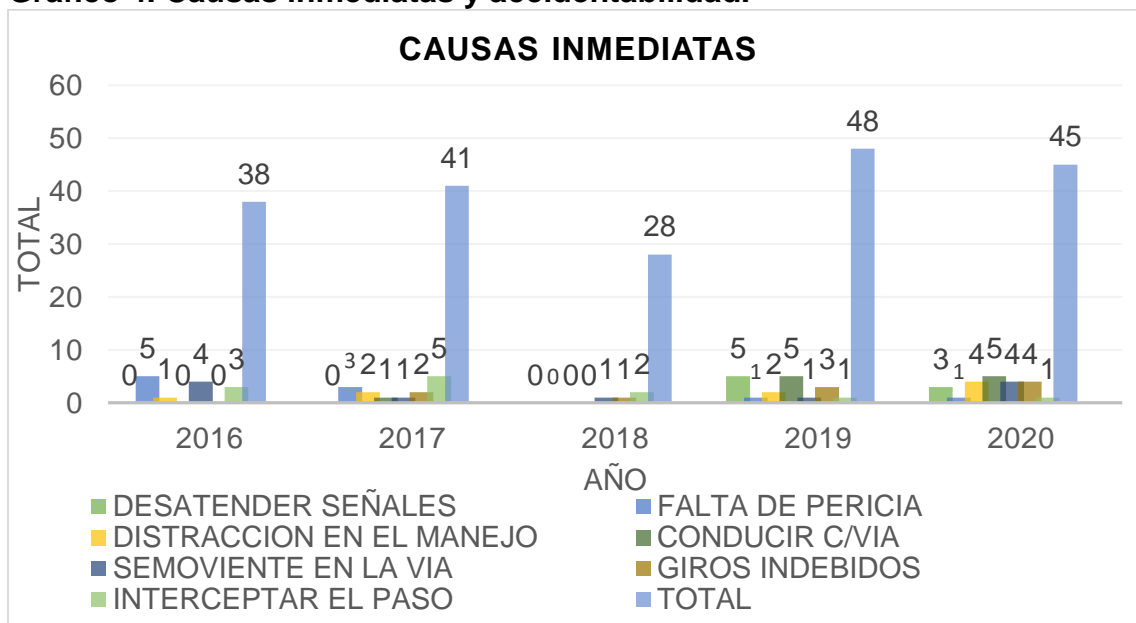
En la tabla 5 y gráfico 4, páginas: 13, 14 se obtiene las causas inmediatas de accidentes en los años del 2016 al 2020.

Tabla 5. Causas inmediatas y accidentabilidad.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
NO GUARDAR DISTANCIA	11	11	11	18	14
INVADIR CARRIL	12	10	12	7	3
DESATENDER SEÑALES	0	0	0	5	3
IIMPRUDENCIA PEATONAL	0	1	1	1	2
RETROCEDER SIN PRECAUCION	1	1	0	1	1
FALTA DE PERICIA	5	3	0	1	1
CASO FORTUITO	0	0	0	0	1
DISTRACCION EN EL MANEJO	1	2	0	2	4
CONducIR C/VIA	0	1	0	5	5
SEMOVIENTE EN LA VÍA	4	1	1	1	4
SALIDO DE LA VÍA	0	2	0	2	2
GIROS INDEBIDOS	0	2	1	3	4
INTERCEPTAR EL PASO	3	5	2	1	1
MAL ESTADO MECÁNICO	0	0	0	1	0
EXCESO DE VELOCIDAD	1	1	0	0	0
MAL ESTADO VÍA	0	1	0	0	0
TOTAL	38	41	28	48	45

Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos Policía Nacional de Tránsito.

Gráfico 4. Causas inmediatas y accidentabilidad.



Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos Policía Nacional de Tránsito.

2.5. ANÁLISIS EN LAS CAUSAS DE LOS ACCIDENTES.

Según los datos reflejados en el estudio de accidentabilidad, los accidentes de tránsito se deben mayormente a factores humanos y muy poco a factores mecánicos a como se muestra en la tabla 5, página: 13 y de los cuales se hará una definición por cada causa que más ocurren en éste tramo.

2.5.1 No guardar distancia:

Según la Ley 431, Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito esta maniobra está dentro de las infracciones peligrosas. No mantener las distancias de seguridad supone un peligro para la circulación y se comete con mucha frecuencia en los accidentes de tráfico hoy en día.

Esta causa se genera al no considerar el espacio suficiente con el vehículo que circula adelante, se requiere de un tiempo de reacción para aplicar los frenos, éste tiempo está relacionado con la distancia y velocidad de los vehículos.

2.5.2 Invadir carril:

Según Ley 431, Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito esta maniobra está dentro de las infracciones peligrosas. Un conductor penetra en el carril que utiliza correctamente otro vehículo, generalmente con intenciones de adelantarlo, donde éste tramo tiene línea de continuidad amarilla con restricción de adelantamiento, esta es la segunda causa de accidentes en el tramo en estudio, y presenta valores altos durante los cinco años consecutivos.

2.5.3 Giros indebidos:

Según la Ley 431, Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito, esta infracción se clasifica como de mayor peligrosidad ya que los conductores toman la decisión de realizar giros donde no se debe hacer o giran de forma imprevista cuando se van desplazando en la vía y sin poner sus señales adecuadas de giro para el conductor que lo sigue.

En el tramo en estudio, esta mala maniobra se torna más peligrosa cuando se le suma el no guardar la distancia de seguridad. En el tramo de estudio se da mucho éste tipo de causas de accidentes porque los conductores buscan la manera de que su recorrido sea más corto y de esta manera minimizar el tiempo de traslación.

2.5.4 Desatender señales de tránsito:

Según la Ley 431, Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito, se encuentra dentro de las infracciones de mayor peligrosidad. Las señales de tráfico tienen la finalidad de ordenar el tránsito vehicular, la circulación de peatones, de motociclistas y de ciclistas, entre otros.

De forma general, las pocas señales verticales encontradas en la vía están en buen estado esto muestra que la mayoría de accidentes por desatender señales de tránsito se debe a la imprudencia del conductor, salvo en aquellos pequeños casos donde se encontró sobre la vía rótulos que no están visibles.

2.5.5 Falta de pericia:

Según la Ley 431, Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito, es la falta de habilidad y experiencia en la vía, el conductor está expuesto a distintas situaciones de riesgo ante una emergencia. la pericia también va directamente relacionada con el ejercicio de respetar las señales de tránsito, ser prudente y cumplir todas las normas de tránsito.

Según los datos estadísticos de la Policía Nacional del distrito 9 la falta de pericia es una de la causa que menos accidentes de tránsito ha provocado durante los dos últimos años en el tramo que se está analizando.

2.5.6 Conducir contra la vía:

Se define como conducir contra el sentido del tránsito en la Ley 431, Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito. Los dos últimos años se observó que mantuvieron un índice de 5 accidentes en el tramo en estudio.

El no guardar distancia es la principal causa que provocó accidentes en éste tramo, invadir carril, conducir contra la vía, semoviente en la vía, distracción en el manejo.

Se observa que las principales causas son atribuidas al factor humano, ya que el tramo no presenta la adecuada señalización vertical y horizontal, además de presentar un diseño geométrico deficiente, por otra parte, se encuentran las imprudencias y falta de precaución de parte de conductores y peatones. éste involucra la predisposición del conductor antes o durante la marcha en el vehículo; aquí afectan variables tales como los largos períodos de conducción, los malos hábitos de postura, conducir con hambre, ingerir bebidas alcohólicas, enfrentar algún problema grave, etc., debido a que el tramo en estudio es una ruta muy factible para ingresar a Masachapa y San Rafael del Sur, siendo estos lugares turísticos de alta demanda. Cabe mencionar que el sistema de transporte de caponeras es predilecto en la zona, hace caso omiso a las pocas señales de tránsito, involucrándose con frecuencia en los accidentes y esto se debe a la falta

de educación vial de los usuarios, el ir a exceso de velocidad, distraerse al manejar, etc. son factores que desencadenan accidentes de tránsito en la carretera Km 42 Villa el Carmen – Km 62 San Rafael del Sur.

2.6 FRECUENCIA DE ACCIDENTES EN EL TRAMO EN ESTUDIO.

Para obtener información más detallada de los accidentes se realizó un enfoque en los datos numéricos, por lo que se elaboró estadísticas en la que se analiza la frecuencia de accidentes con los siguientes detalles, como los meses, días y horas en las que ocurrieron los accidentes de tráfico y sus consecuencias

En la tabla 6 y gráfico 5, páginas: 17 y 18, se muestra los accidentes y lesionados por mes por año, se observa que el mes de octubre del año 2019 fue el más elevado, con un total de 11 lesionados, seguidos de los meses de marzo del 2016 con 10 lesionados, y septiembre del 2020 con 7 lesionados.

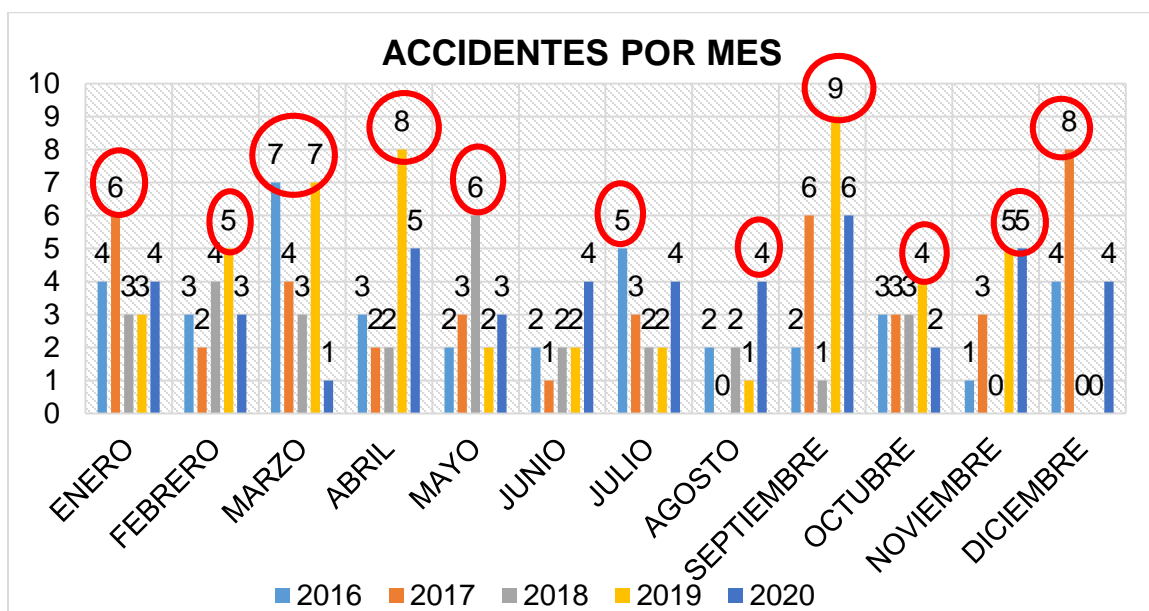
Tabla 6. Accidentes y lesiones por mes por año.

MES	2016		2017		2018		2019		2020	
	Les	Acc	Les	Acc	Les	Acc	Les	Acc	Les	Acc
Lesionados y accidentes										
Enero	2	4	1	6	1	3	2	3	3	4
Febrero	2	3	0	2	1	4	0	5	3	3
Marzo	10	7	0	4	2	3	2	7	0	1
Abril	5	3	0	2	2	2	2	8	0	5
Mayo	3	2	1	3	0	6	0	2	3	3
Junio	1	2	0	1	1	2	0	2	1	4
Julio	3	5	1	3	1	2	7	2	0	4
Agosto	1	2	0	0	0	2	0	1	1	4
Septiembre	1	2	0	6	1	1	8	9	7	6
Octubre	0	3	1	3	2	3	11	4	0	2
Noviembre	0	1	1	3	0	0	1	5	1	5
Diciembre	1	4	0	8	0	0	0	0	3	4

Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos Policía Nacional de Tránsito.

Nota: Les se refiere a lesiones y acc accidentes.

Gráfico 5. Accidentes por mes.



Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos Policía Nacional de Tránsito.

En el gráfico 5 se observa claramente que los accidentes por periodicidad, ocurren así: mes de septiembre es el más crítico durante los cinco años de estudio, presenta el índice más alto en el año 2019 con 9 accidentes; asimismo, el mes de abril presenta el segundo índice más alto con 8 accidentes para el año 2019, luego continua como el tercero más crítico el mes de marzo para los años 2016 y 2019 con un índice de 7 accidentes.

2.7 ANÁLISIS DE ACCIDENTABILIDAD POR DÍA.

Para obtener un eficiente análisis de los días más críticos o de mayor incidencia en los accidentes, se estudiarán las estadísticas y su comportamiento, se hará comparación de la distribución de días por año, distribución de lesionados por días, y el comparativo de accidentabilidad y lesiones, durante el periodo de cinco años en el tramo en estudio.

En la tabla 7 y gráfico 6, página: 19 se observa el comportamiento de las lesiones por días, siendo el más crítico en el año 2019 que presentó 13 lesiones para el día domingo; seguido del día lunes con su índice más alto de 4 lesiones para el año 2020; sábado con 9 lesiones para el año 2019; jueves con 6 lesiones para el año 2016.

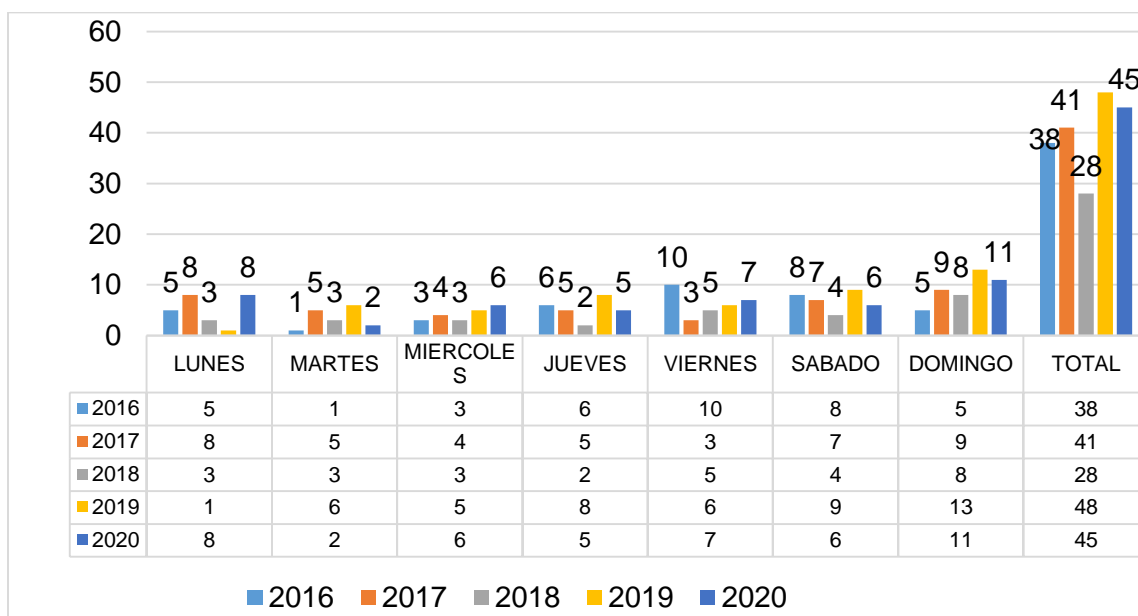
Tabla 7. Accidentes y lesiones por día por año.

Días	2016		2017		2018		2019		2020	
	les	acc	les	acc	les	acc	les	acc	les	Acc
Lunes	1	5	1	8	1	3	0	1	4	8
Martes	3	1	1	5	1	3	1	6	2	2
Miércoles	5	3	1	4	3	3	1	5	3	6
Jueves	6	6	0	5	0	2	5	8	2	5
Viernes	3	10	0	3	1	5	4	6	3	7
Sábado	5	8	1	7	2	4	9	9	7	6
Domingo	6	5	1	9	3	8	13	13	1	11

Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos Policía Nacional de Tránsito.

Nota: les) se refiere a lesiones y (acc) a accidentes.

Gráfico 6. Accidentabilidad por día por año.



Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos Policía Nacional de Tránsito.

En la tabla 7 y gráfico 6 se observa, los días que presentan más accidentabilidad son viernes, sábado y domingo, para cada año, al analizar el día lunes, éste tiene el índice más alto en el año 2017 y 2020 con 8 accidentes, al igual que el día jueves para el año 2019, el día martes presenta accidentabilidad más alta en el año 2019 con 6 accidentes, asimismo valor para el día miércoles en el año 2020; el comportamiento de los días más críticos.

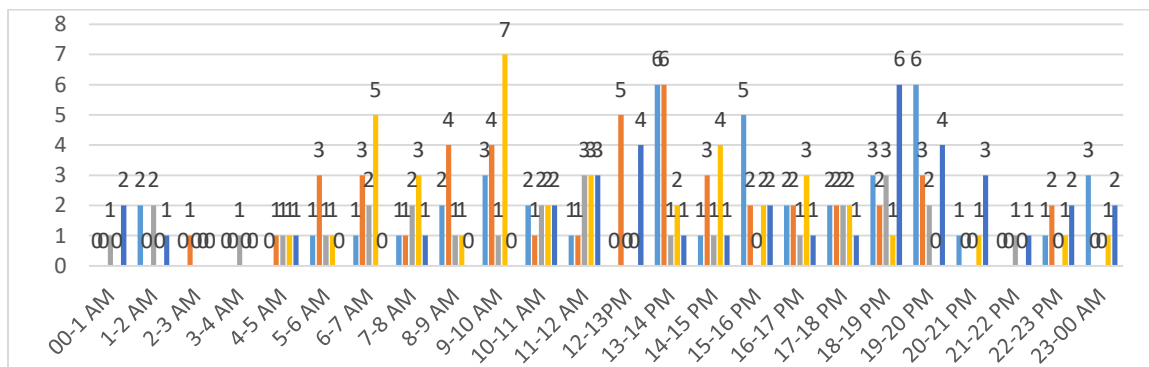
2.8 ANÁLISIS DE ACCIDENTES POR HORA.

De la misma manera que se realizó el análisis para los días, se estudiará el comportamiento de los accidentes por hora por cada año en estudio, se hará comparación de la distribución de accidentes por hora y lesionados por hora, en el periodo de cinco años en el tramo en estudio, así se obtendrá la hora más crítica en que están ocurriendo los accidentes.

En la tabla 8, página: 21 de análisis de accidentes por hora por año, se observa un patrón para las horas críticas, siendo la más crítica de 9 -10 para el año 2017 con 7 accidentes, la segunda hora más crítica es de 13 - 14 presentando 6 accidentes para el año 2019 y 2020; hora 15 -16, siendo su pico más alto en el 2020 con 5 accidentes; hora 18 -19 tiene accidentabilidad más alta en el año 2016 con 6 accidentes.

Las siguientes horas presentan accidentabilidad considerablemente crítica, siendo las terceras horas más críticas en el periodo de 2016 - 2020, se observa que de 5 - 6 presentan 3 accidentes para el año 2019 siendo éste su año más crítico, de 6 - 7 obtuvo su pico más alto en el año 2017 con 6 accidentes, hora de 7 – 8 se observó ser crítico en el año 2017 con 3 accidentes ; hora 8 - 9 presentan su valor más crítico en el año 2019 con 4 accidentes; 11 - 12 se observa su mayor accidentabilidad en los años 2016,2017 y 2018 con un valor de 3 accidentes, hora 23 - 00 para el año 2020 presenta un valor de 3 accidentes, siendo estas hora críticas. Los datos antes mencionados se reflejan en el gráfico 7 de la página 20 y tabla 8 de la página 20, que muestra el comportamiento de los accidentes de tránsito en las 24 horas del día, desde el año 2016 hasta el año 2020.

Gráfico 7. Accidentes por hora.



Fuente: Elaborado por sustentantes.

Tabla 8. Análisis de accidentes por hora y lesionados por año.

HORA	2016		2017		2018		2019		2020	
	acc	less	acc	less	acc	less	acc	Less	acc	Less
Accidentes y lesionados										
00-1 AM	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0
1-2 AM	1	1	0	0	2	0	0	0	2	4
2-3 AM	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0
3-4 AM	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
4-5 AM	1	0	1	0	1	0	1	2	0	0
5-6 AM	0	0	1	0	1	1	3	1	1	0
6-7 AM	0	0	6	0	2	0	3	1	1	0
7-8 AM	1	0	3	0	2	0	1	0	1	2
8-9 AM	0	0	1	0	1	0	4	0	2	2
9-10 AM	0	0	7	1	1	0	4	1	3	1
10-11 AM	2	0	2	0	2	2	1	0	2	0
11-12 AM	3	0	3	1	3	0	1	0	1	0
12-13PM	4	2	0	0	0	0	5	3	0	0
13-14 PM	1	0	2	1	1	1	6	3	6	3
14-15 PM	1	1	4	0	1	0	3	0	1	0
15-16 PM	2	2	2	1	0	0	3	0	5	0
16-17 PM	1	4	3	0	1	0	3	0	2	3
17-18 PM	1	1	2	0	2	0	2	0	2	4
18-19 PM	6	4	1	1	3	5	2	1	3	1
19-20 PM	4	0	0	0	2	1	3	1	6	1
20-21 PM	3	4	1	0	0	0	0	0	2	0
21-22 PM	1	2	0	0	1	0	0	3	0	0
22-23 PM	2	1	1	0	0	0	2	10	2	0
23-00 AM	2	0	1	0	0	0	0	0	3	1

Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos Policía Nacional de Tránsito.

Nota: (les) se refiere a lesiones y (acc) a accidentes.

2.9 ACCIDENTES POR PUNTOS CRÍTICOS

Los tramos con mayor concentración de accidentes serán uno de los ámbitos de actuación dentro del plan de medidas urgentes por las autoridades viales, asimismo, las frecuencias de mortalidad y morbilidad presentan valores elevados. La Dirección General de Tránsito Nacional ha utilizado para el análisis viario de la accidentabilidad el termino de tramos de concentración de accidentes, que

durante un año natural se hayan producido 3 o más accidentes con víctimas, con una separación máxima entre uno y otro de 100 metros hasta 1 Km, durante un periodo mínimo de tres años.

En las zonas urbanas son puntos críticos desde el punto de vista de capacidad, además producen una disminución sensible del nivel de servicio, porque es necesario reducir la velocidad, y si la intensidad de tráfico es elevada, puede ser preciso esperar durante cierto tiempo antes de poder atravesar una intersección.

En el tramo de estudio Km 42 Villa el Carmen al Km 62, se identificaron doce puntos críticos de enero de 2016 a diciembre del año 2020, donde ocurren mayores accidentes de tránsito en la carretera el cual se refleja en la tabla 9, página: 22.

Tabla 9. Puntos críticos en el tramo Km 42 al Km 62.

Puntos críticos	2016	2017	2018	2019	2020
Km 46	1	1	1	3	5
Km 47 ½	1	1	4	1	2
Km 48	2	-	1	3	2
Km 49	3	6	2	2	4
Km 49 ½	-	5	-	3	1
Km 50	1	-	-	1	3
Km 50 ½	4	2	1	-	-
Km 53 ½	-	4	-	3	3
Km 55 ½	2	-	-	2	3
Km 56 ½	2	1	-	3	2
Km 57 ½	-	-	1	3	3
Km 59 ½	-	3	-	3	-
total	16	23	10	27	28

Fuente: Elaborado por sustentantes con datos estadísticos Policía Nacional de Tránsito.

2.10 MAGNITUD DEL PROBLEMA.

Para analizar la accidentabilidad, se calcularán los índices de mortalidad, morbilidad y accidentabilidad, se hará la comparación entre los cinco años de estudio para verificar el comportamiento de los accidentes de tránsito en la vía. Para esta relación los indicadores son:

2.10.1 Índice con respecto a la población: Éste índice se trabajará con respecto a la población del municipio Villa el Carmen y el municipio de San Rafael del Sur, constituida por 37,526 habitantes (Villa el Carmen) y constituida por 54,846 habitantes (San Rafael del Sur), expresado por cada 100,000 habitantes. Estos datos fueron extraídos de los anuarios estadísticos del Instituto Nacional de Información de Desarrollo de Nicaragua (INIDE) del año 2020.

Índice de accidentabilidad (año 2016).

$$IA/P_{\text{año 2016}} = \frac{\text{no. accidentes por año} * 100,000 \text{ hab}}{\Sigma \text{no. habitantes}} \quad \text{Fórmula 1}$$

Fuente: Cal y Mayor, Rafael. Ingeniería de tránsito. 9na edición. Ecuación 15.1

$$IA/P_{\text{año 2016}} = \frac{38 * 100,000 \text{ hab}}{(37,526 + 54,846) \text{ hab}} = 41 \text{ accidentes.}$$

Índice de Morbilidad.

$$Imorb/P_{\text{año 2016}} = \frac{\text{no. lesionados por año} * 100,000 \text{ hab}}{\Sigma \text{no. habitantes}} \quad \text{Fórmula 2}$$

Fuente: Cal y Mayor, Rafael. Ingeniería de tránsito. 9na edición. Ecuación 15.2

$$Imorb/P_{\text{año 2016}} = \frac{29 * 100,000 \text{ hab}}{(37,526 + 54,846) \text{ hab}} = 31 \text{ lesionados}$$

Índice de Mortalidad.

$$Imort/P_{\text{año 2016}} = \frac{\text{no. muertes por año} * 100,000 \text{ hab}}{\Sigma \text{no. habitantes}} \quad \text{Fórmula 3}$$

Fuente: Cal y Mayor, Rafael. Ingeniería de tránsito. 9na edición. Ecuación 15.3

$$Imort/P_{\text{año 2016}} = \frac{3 * 100,000 \text{ hab}}{(37,526 + 54,846) \text{ hab}} = 3 \text{ muertos}$$

Tabla 10. Índice respecto a la población.

Índice respecto a la población	2016	2017	2018	2019	2020
Índice accidentabilidad	41	44	30	51	48
Índice morbilidad	31	5	11	35	23
Índice mortalidad	3	6	0	6	4

Fuente: Elaborado por sustentantes.

De los resultados obtenidos en la tabla 10 con respecto al índice poblacional, se puede observar que, en comparación con los datos estadísticos de la Policía Nacional de Tránsito (ver tabla: 1, página: 8), la probabilidad de accidentabilidad es incluso mayor, incrementando 3 accidentes por año, exceptuando el 2018, comprobando como está expuesta la población con respecto a su índice poblacional para el tramo en estudio.

2.10.2 Índice con respecto a la longitud: se trabajará con respecto a la longitud del tramo (20 km) expresado por cada 100 km.

Índice de accidentabilidad.

$$IA/P_{\text{año 2016}} = \frac{\text{no. accidentes por año} * 100 \text{ km}}{\text{longitud del tramo}} \quad \text{Fórmula 4}$$

Fuente: Cal y Mayor, Rafael. Ingeniería de tránsito. 9na edición. Ecuación 15.5

$$IA/P_{\text{año 2016}} = \frac{38 * 100 \text{ km}}{20 \text{ km}} = 190 \text{ accidentes.}$$

Índice de Morbilidad.

$$Imorb/P_{\text{año 2016}} = \frac{\text{no. lesionados por año} * 100 \text{ km}}{\text{longitud del tramo}} \quad \text{Fórmula 5}$$

$$Imorb/P_{\text{año 2016}} = \frac{29 * 100 \text{ km}}{20 \text{ km}} = 145 \text{ lesiones por año.}$$

Índice de Mortalidad.

$$Imort/P_{\text{año 2016}} = \frac{\text{no. muertes por año} * 100 \text{ km}}{\text{longitud del tramo}} \quad \text{Fórmula 6}$$

$$Imort/P_{\text{año 2016}} = \frac{3 \cdot 100 \text{ km}}{20 \text{ km}} = 15 \text{ muertes.}$$

Tabla 11. Índice con respecto a la longitud.

Índice respecto a la longitud	2016	2017	2018	2019	2020
Índice de accidentabilidad	190	205	140	240	225
Índice morbilidad	145	25	55	165	110
Índice mortalidad	15	30	0	30	20

Fuente: Elaborado por sustentantes.

En la tabla 11 se observa los resultados obtenidos con respecto a la longitud del tramo, comparando los resultados obtenidos con las estadísticas de la Policía de Tránsito Nacional (ver tabla: 1, página: 8), estos índices o tasas de probabilidad son altas, con respecto a la longitud calculada para 100 km, lo que abarca el tramo en estudio son 20 km, reflejando lo crítico que puede ser.

Las tasas de accidentes que se calcularon anteriormente con respecto a población y longitud del tramo, es el riesgo de accidentes por cada unidad de exposición, es decir es el indicador de la probabilidad de que ocurra un accidente. Con los resultados obtenidos se pudo verificar que las tasas son aún mayores que las reflejadas por la Policía Nacional de Transito, en teoría la tasa de accidentes, debería ser proporcional a la probabilidad de que suceda el accidente.

La probabilidad de que ocurra un accidente, dependerá de factores de riesgo como: población, longitud de la vía y parque automotor, por otra parte la gravedad de las lesiones, hace referencia al resultado del accidente, teniendo en cuenta los daños personales y materiales, según www.eadic.com | info@eadic.com, página: 12.

Las tasas con respecto al parque vehicular son valores muy pequeños, esto debido a que no se obtuvo los parques vehiculares de los dos municipios que usan el tramo de carretera en cuestión, sólo el dato global del departamento de Managua, sin embargo, dice cuanto es el porcentaje que representa la accidentabilidad con respecto a los vehículos que transitan por la vía, es por ello no se presentaron cálculos para éste índice.



CAPÍTULO III:

INVENTARIO VIAL

3.1 INTRODUCCIÓN.

El inventario vial consiste en obtener información relativa a la ubicación, longitud, características geométricas generales como secciones de la vía, tipo de superficie de rodadura, clasificación. El objetivo es conseguir información actualizada y detallada de todos los elementos conformantes de la vía tales como: estado físico de las señales (verticales y horizontales), drenaje mayor y menor, uso de suelo, para ser evaluado como buenas, regulares y malas.

En éste capítulo se refleja el proceso que permitirá conocer las condiciones del tramo que conforma la vía. La carretera en estudio entre Villa el Carmen – San Rafael del Sur, tiene una longitud de 20 kilómetros. El inventario inicia del kilómetro 42 Villa el Carmen al kilómetro 62 empalme Masachapa-San Rafael del Sur. En la investigación se tomarán aspectos fundamentales como: descripción geométrica de la vía, identificación de la señalización vial, determinación del uso de suelo que posee, identificación de zonas pobladas y escolares, estado de la superficie de rodamiento, para poder analizar las condiciones de los dispositivos, señalizaciones, deterioro de la superficie de rodamiento, verificación de las estructuras de drenaje, determinando si cumplen con las funciones, priorizando de esta manera la planeación del ordenamiento y señalización vial que se empleará en la vía.

3.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA VÍA.

El inventario inicia en el municipio de Villa el Carmen estación 42+000 y finaliza en el empalme Masachapa - San Rafael de la Sur estación 62+000 analizando una longitud de 20 km, éste tramo de carretera les pertenece a los municipios antes mencionados del departamento de Managua, correspondiéndole a Villa el Carmen del Km 42 hasta la estación 50+500 y a San Rafael, el trecho 50+500 al 62+000 estos dos tramos los divide el río San Cayetano.

3.3 CLASIFICACIÓN FUNCIONAL.

La clasificación de las carreteras del país fue definida en 5 tipos:

- 1- TP..... Troncal Principal
- 2- TS.....Troncal Secundaria
- 3- CP.....Colectora Principal
- 4- CS.....Colectora Secundaria
- 5- CV.....Camino Vecinal

El segmento en estudio corresponde a la NIC-10, clasificándose como una colectora principal, según Red Vial de Nicaragua 2020. La superficie de rodamiento está formada por una capa de adoquines en toda su longitud, de gran importancia debido a la accidentabilidad.

En la siguiente tabla se muestra la clasificación funcional del tramo en estudio según la Red Vial de Nicaragua 2020.

Tabla 14: Clasificación funcional del tramo en estudio.

Ident. Camino	Código	Origen	Destino	Tipo de superficie	Clasificación Funcional
				Adoq	CP
NIC-10	10MV000000	Nic 12 km 30+770 (emp. Sta Rita)	(puente San Cayetano) (límite Mun Villa el Carmen-San Rafael del Sur)	8.6	8.6
NIC-10	10MS000000	Est 19+860 del 10MV0000000 (puente San Cayetano) (límite Mun. Villa El Carmen – San Rafael del Sur)	Nic. 8km 29+300 (empalme a Masachapa	11.59	11.59

Fuente: Red Vial de Nicaragua 2020, Página: 276, 281.

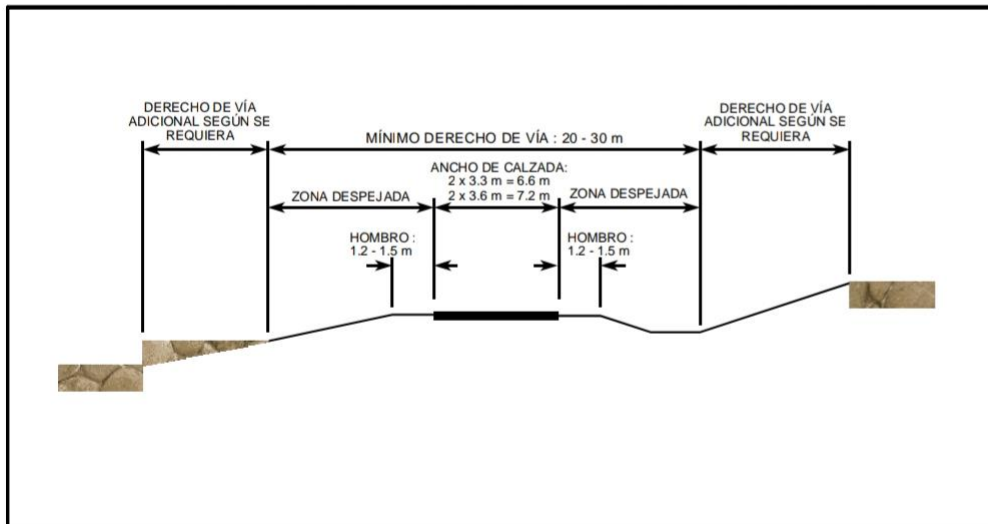
CP: Colectora Principal

Éste tipo de carretera generalmente comunican una o más cabeceras departamentales con una población superior a los 10,000 habitantes, estas rutas generalmente están dentro de las municipalidades, se usan como conexión entre dos caminos troncales secundarios, el flujo de tráfico es mayor de 250 veh /día, se requiere un ancho de derecho de vía de 50 m, incluye 5 m a cada lado del eje o línea media de la misma, con el propósito de colocar rótulos de información Gubernamental.

3.4 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VÍA.

Según las Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (SIECA 2004) la sección típica de una carretera colectora debe de tener las siguientes dimensiones: derecho de vía 20 - 30 m, ancho de calzada 6.6 – 7.2 m, hombros 1.2 – 1.5. Ver figura 3, página: 38.

Figura 3: Derecho de vía y sección transversal típica de una carretera colectora.



Fuente: Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (SIECA 2004), página: 4-81

El derecho de vía es la franja de terreno que adquiere el dueño de una carretera, normalmente el estado, para la construcción de la misma, incluyendo dentro de sus límites el diseño balanceado de las calzadas con sus carriles proyectado, los hombros interiores y exteriores, las medianas y todos los demás elementos que

conforman normalmente la sección transversal típica de éste tipo de instalaciones, conforme su clasificación funcional.

La sección transversal: es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que conforman la carretera: corona, cunetas, taludes, partes complementarias y el terreno comprendido dentro del derecho de vía.

En la tabla 15, página: 29 se muestran las características de una carretera colectora, según Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las carreteras Regionales (SIECA2011).

Tabla 15: Características geométricas de una carretera colectora.

Adoquín	
Características	Rango
Ancho de corona	9m – 10.2m
Ancho de calzada	6.6m – 7.2m
Derecho de vía	20m – 30m

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (SIECA 2011).

Calzada: es el área de la vía destinada únicamente para la circulación de vehículos automotor, el ancho de la calzada es la sumatoria de los dos carriles.

Carril: según Ley 431 Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito, define carril como la banda longitudinal en que puede estar subdividida la calzada, siempre que tenga una anchura suficiente para permitir la circulación de una sola fila de automóviles. Las carreteras deben de tener un mínimo de dos carriles de circulación por sentido, con un ancho exigible de 3.6 metros por carril.

Hombros: es una franja longitudinal contigua a la calzada destinada para el tránsito de peatón, para vehículos que sufren desperfectos mecánicos durante su recorrido. Cabe señalar que en todo el tramo en estudio no existen hombro.

A continuación, se describen las características geométricas del tramo en estudio cada 500 m, en donde se detallan distancia al derecho de vía, ancho de cuneta y ancho de bordillo en el extremo izquierdo y derecho. (Ver tabla: 16 - 18, páginas: 30 - 32).

Tabla 16: Características geométricas del tramo en estudio.

Inicio (Km)	Fin (Km)	Izquierda				Derecha				Total derecho vía (m)
		Dist al derecho vía	Ancho cuneta (m)	Ancho bordillo (m)	Ancho de carril (m)	Ancho de carril (m)	Ancho bordillo (m)	Ancho cuneta (m)	Dist al derecho de vía	
42+000	42+500	6.33	1.5	0.1	3.7	3.6	0.1	-	9.1	24.43
42+500	43+000	9.6	-	0.3	3.65	3.6	0.3	-	9.7	27.15
43+000	43+500	10.05	-	0.25	3.7	3.7	0.25	-	9.3	27.25
43+500	44+000	10	-	0.15	3.6	3.6	0.15	1.3	10.10	28.9
44+000	44+500	10.7	-	0.1	3.7	3.55	0.1	-	6.55	24.7
44+500	45+000	5.1	-	0.2	3.6	3.6	0.35	-	6	18.85
45+000	45+500	3.5	1.6	0.25	3.6	3.5	0.4	1.4	3.5	17.75
45+500	46+000	10	-	0.25	3.6	3.5	0.2	1	2.5	21.05
46+000	46+500	8	-	0.25	3.4	3.56	0.2	-	16	31.41
46+500	47+000	13	-	0.30	3.60	3.60	0.25	-	7	27.75
47+000	47+500	8	-	0.20	3.50	3.50	0.25	-	5	20.45
47+500	48+000	3.60	-	0.20	3.50	3.50	0.20	-	8.10	19.1
48+000	48+500	6.90	-	0.20	3.60	3.60	0.15	-	5.90	20.35
49+000	49+500	8	-	0.20	3.50	3.50	0.20	-	8	23.4
49+500	50+000	16	-	0.25	3.50	3.50	0.20	-	12.5	35.95
50+000	50+500	16	-	0.20	3.60	3.60	0.20	-	12	35.6
50+500	51+000	6.5	-	0.30	3.50	3.50	0.30	4.1	6.3	24.5

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 17: Características geométricas del tramo en estudio.

Inicio (Km)	Fin (Km)	Izquierda				Derecha				Total derecho vía (M)
		Dist al derecho vía	Ancho cuneta (m)	Ancho bordillo (m)	Ancho de carril (m)	Ancho de carril (m)	Ancho bordillo (m)	Ancho cuneta (m)	Dist al derecho vía	
51+000	51+500	6	-	0.25	3.50	3.50	0.25	-	6.5	20
51+500	52+000	8	-	0.30	3.60	3.60	0.30	-	12	27.8
52+000	52+500	9	-	0.30	3.60	3.60	0.30	-	10	26.8
52+500	53+000	5	1.50	0.40	3.50	3.50	0.40	1.50	5	20.8
53+000	53+500	3.50	1.30	0.25	3.50	3.50	0.30	-	8	20.35
53+500	54+00	7	-	0.3	3.5	3.5	0.3	-	3	17.6
54+000	54+500	8.5	-	0.3	3.6	3.3	0.38	-	7	23.08
54+500	55+000	14.2	-	0.2	3.6	3.7	0.2	-	4.5	26.4
55+500	56+000	3.4	-	0.3	3.4	3.8	0.3	-	1.5	12.7
56+000	56+500	2.1	-	0.3	3.5	3.4	0.3	-	6.8	16.4
56+500	57+000	5	-	0.2	3.6	3.6	0.2	-	10	22.6
57+000	57+500	6.7	-	0.1	3.5	3.5	0.1	-	8.2	22.1
57+500	58+000	4	-	0.2	3.6	3.6	0.2	-	6	17.6
58+000	58+500	12	-	-	3.5	3.5	-	-	8	27
58+500	59+000	5.9	-	0.3	3.6	3.6	0.3	-	3.5	20.8

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 18: Características geométricas del tramo en estudio.

Inicio (Km)	Fin (Km)	Izquierda				Derecha				Total derecho vía (m)
		Dist al derecho vía	Ancho cuneta (m)	Ancho bordillo (m)	Ancho de carril (m)	Ancho de carril (m)	Ancho bordillo (m)	Ancho cuneta (m)	Dist al derecho vía	
59+000	59+500	7.1	-	0.2	3.6	3.6	0.2	1.3	7.8	23.8
59+500	60+000	6.5	1.3	0.3	3.6	3.6	0.3	1.5	3.9	21
60+000	60+500	10.2	-	0.2	3.6	3.6	0.2	-	8	25.8
60+500	61+000	5.9	-	-	3.6	3.6	-	-	12	25.1
61+000	61+500	6	-	0.3	3.3	3.7	0.2	-	6	19.5
61+500	62+000	4.5	-	0.2	3.5	3.6	0.3	-	6	18.1
62+000	-	8.3	-	0.2	3.3	3.5	0.4	-	5.3	21

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

En la tabla 19, que se muestra a continuación, se presentan los promedios de las características geométricas del tramo en estudio, con respecto al ancho de carril, corona, calzada y derecho de vía.

Tabla 19: Promedio de las características geométricas del tramo en estudio.

Adoquín	
Características	Ancho (m)
Carril	3.6
Corona	7.6
Calzada	7.13
Derecho de vía	23.12

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

El tramo en estudio está constituido de adoquín, tiene 2 carriles, uno para cada sentido de circulación, cabe señalar que la carretera carece de hombros en toda su longitud, sólo cuenta con bordillos que van de 10 cm – 40 cm.

De manera general si se hace una comparación de la tabla 15 página: 29 que indica las características establecidas por el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA 2011), con la tabla 19, página: 32 donde se muestran las características propias del tramo en estudio, se puede decir que estos anchos cumplen, excepto el ancho de corona puesto que la carretera no tiene hombros. Si se observa con detalle las tablas: 16,17 y 18, páginas: 30, 31 y 32 se puede notar que un 23% no cumple con el derecho de vía en las estaciones: 44+500, 45+000, 47+500, 53+500, 55+500,56+000, 57+500, 61+000, 61+500.

3.5 CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS DE LA VÍA.

En la tabla 20, página: 33 se detallan los tipos de terrenos según las pendientes naturales, que define el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA 2011).

Tabla 20: Clasificación de los terrenos en función de la pendiente natural.

Tipo de terreno	Rango de pendientes (%)
Llano o plano	$G \leq 5$
Ondulado	$5 > G \leq 15$
Montañoso	$15 > G \geq 30$

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA 2011), página: 116.

Con ayuda de la herramienta google earth, se obtuvieron las pendientes para cada tramo de 500 m. (Ver anexo: tabla 64, página I, pendientes en el tramo). El terreno es plano en casi todo el tramo, pues las pendientes son $\leq 5\%$, lo que significa que las condiciones topográficas son favorables para los levantamientos de campo, el diseño horizontal y vertical, la construcción y la reconstrucción de las obras viales, facilitándose el mantenimiento, la económica y la operación de los vehículos. Excepto en estacionamientos como: 45+500, 47+000, 48+500, 52+000, 53+000, 53+500, que es ondulado presentando frecuentes pendientes de subida bajada y ocasionalmente, ofrece algunas dificultades y restricciones en el alineamiento horizontal y vertical de la carretera. En la figura 4, página: 34 se puede observar el perfil del terreno, según las pendientes del tramo en estudio.

Figura 4: Perfil del terreno según las pendientes naturales.



Fuente: <https://earth.google.com/web/search/Villa+El+Carmen/@11.96739394,-86.51323107>.

3.6 ESTADO DEL PAVIMENTO.

Según Manual Centroamericano de Mantenimiento, capítulo 2 página: 180, el pavimento debe ser de alta calidad, disponer de una superficie de rodaje resistente al deslizamiento y capacidad estructural adecuada. El adoquín no deberá presentar en su superficie fisuras, cascaduras, cavidades ni tener materiales extraños. La superficie no deberá ser extremadamente rugosa, se deben evitar las juntas muy anchas entre los adoquines.

3.6.1 Características más comunes que se perciben al momento de viajar.

El tamaño de las irregularidades (baches, hundimientos, traqueteos, diferencia de niveles, etc.) es la característica más percibida por las personas que viajan ya que afecta la comodidad, velocidad de circulación, mayor desgaste en las llantas, consumo de combustible, e incluso el deterioro del vehículo, aumentando a si los costos de movilización y el mantenimiento del mismo, los tiempos de viajes de los usuarios es mayor, dificultándose el traslado entre ciudades.

Cabe señalar que los asentamientos en la calzada en sentido longitudinal justo debajo de las huellas de los vehículos es uno de los factores perjudiciales. Algunas de las causas pueden ser mala compactación de la carpeta, baja estabilidad en la carpeta de rodamiento, y en un caso muy extremo consolidación de alguna de las otras capas (base, subbase, subrasante).

En la tabla 21, página: 35 se especifican los daños de carreteras de adoquines según Manual Centroamericano de Mantenimiento, página: 339 – 342.




Tabla 21: Daños a carreteras adoquinadas.

Bache			
DESCRIPCION: separación de uno o más adoquines de la capa que forma la superficie de rodadura, sin deformación de las capas inferiores del pavimento.	Niveles de severidad: Se determina en función del número de adoquines desprendidos		
	Bajo: menos de 1 metro cuadrado	Medio: entre 1 y 2 metros cuadrados	Alto: Mayor de 2 metros cuadrados
			
Pérdida de sello arenoso			
DESCRIPCION: erosión de la junta entre adoquines, del material arenoso que actúa como sello.	Niveles de severidad		
	Bajo: menos de 30 metro cuadrado	Medio: entre 30 y 100 metros cuadrados	Alto: Mayor de 100 metros cuadrados
			
Despostillamiento			
DESCRIPCIÓN rotura, fractura o desintegración de los bordes de los adoquines dentro de una junta.	Niveles de severidad		
	Bajo: Pequeño fracturamientos en los adoquines, que no se extienden más de 1 cm en 1 o más.	Mediano: se extienden entre 1 y 2 cm hacia el interior de las unidades, dando origen a piezas o trozos relativamente sueltos.	Alto: Las fracturas se extienden a lo largo de la junta bordeando el adoquín, con desprendimiento de piezas de más de 2 cm.
			
Asentamiento			
DESCRIPCION: depresión de la estructura del pavimento de adoquín, provocada por la deformación y/o pérdida de material que soporta la rodadura de la carretera.	Niveles de severidad		
	Bajo: Causa al vehículo un salto característico, sin generar incomodidad.	Mediano: Causa a los vehículos un significativo salto o que genera incomodidad.	Alto: Causa un excesivo salto que resulta en pérdida del control de los vehículos, por lo que es necesario reducir la velocidad.
			

Fuente: Elaboración propia/ Manual Centroamericano de Mantenimiento, página: 339 – 342.

En las tablas 22 y 23, páginas: 36 y 37 se presentan las condiciones del pavimento del tramo en estudio y se clasifica según su estado.

Tabla 22: Clasificación del estado físico del pavimento.

Estado	Observaciones	
<p>Existen baches y despostillamiento, con un nivel de severidad en el orden que se mencionaba anteriormente (bajo, medio y alto).</p>	 <p data-bbox="646 879 899 911">Estación: 42+120</p>	 <p data-bbox="1042 879 1295 911">Estación: 42+600</p>
	 <p data-bbox="646 1327 899 1358">Estación: 46+000</p>	 <p data-bbox="1042 1327 1295 1358">Estación: 46+600</p>
	 <p data-bbox="646 1803 899 1835">Estación: 58+600</p>	 <p data-bbox="1042 1803 1295 1835">Estación: 58+600</p>

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

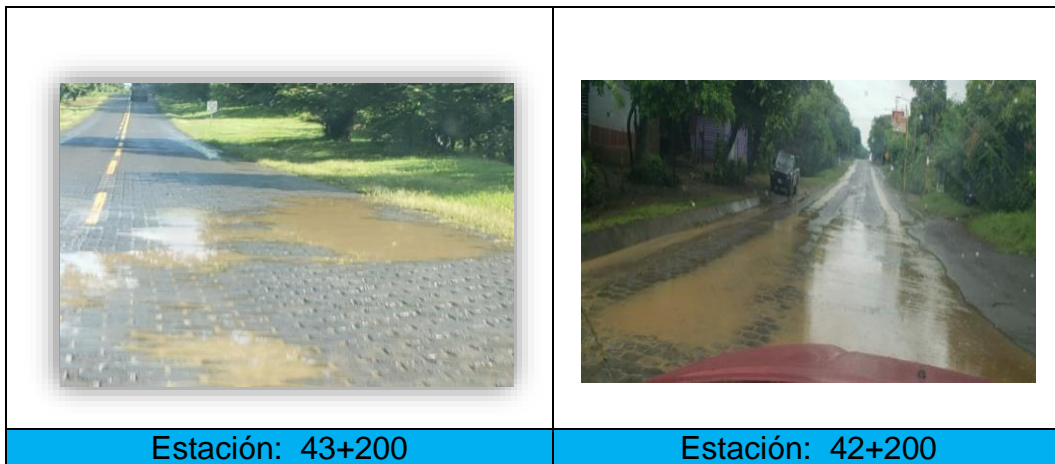
Tabla 23: Clasificación del estado físico del pavimento, en el tramo de carretera en estudio.

Estado	Observaciones	
Existen baches con un nivel de severidad bajo, pero con perdida del sello arenoso con un alto nivel de severidad.	 <p data-bbox="581 600 829 632">Estación: 45+050</p>	 <p data-bbox="1052 600 1300 632">Estación: 42+500</p>
	 <p data-bbox="799 932 1047 963">Estación: 45+050</p>	

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

En época lluviosa crea encharcamiento con sedimentos, provocando que el conductor realice malas maniobras, al querer evitar pasar su vehículo en medio de estas inundaciones por factores tales como: limpieza del mismo, y desperfectos mecánicos. (Ver figura 5 : zonas de encharcamiento o inundación, página: 37).

Figura 5 : Zonas de encharcamiento o inundación.



Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

En la tabla 23, que se muestra a continuación, se presentan los daños que tiene el pavimento en el tramo de estudio.

Tabla 23: Daños en el pavimento del tramo en estudio.

Estación	B	PDSA	DESP	A	Ubicación		Dimensiones		Nivel de severidad		
					Izq	Dr	Longitud (m)	Profundidad (m)	Bajo	Medio	Alto
42+120	X					X	0.5	0.2	X		
42+200				X	X	X	2			X	
42+500		X			X	X	535				X
42+600	X					X	0.30	0.1	X		
43+000				X	X	X	150			X	
43+000		X	X		X	X	0.2,2000			X	X
45+050	X	X			X	X	0.27,700	0.1	X		X
46+000			X		X	X	0.20				X
46+525	X					X	0.3	0.4	X		
46+600			X				0.1				X
47+460				X	X	X	350	-		X	
47+700				X		X	-	-			
47+730	X					X	0.55	0.8	X		
47+730		X	X		X	X	1.8,827			X	X
50+100	X					X	0.49	0.11	X		
50+590	X				X		0.36	0.7		X	X
50+590					X	X	2,3120				
53+710	X				X		0.25	0.13	X		
53+730	X				X		0.40	0.5	X		
54+000	X					X	0.98	0.1	X		
54+170				X	X	X	286			X	
54+340				X	X	X	136			X	
54+500	X				X		0.8	0.1	X		
54+900	X					X	0.5	0.1	X		
54+800				X	X	X	100	-		X	
54+800		X	X		X	X	1.6,2200			X	X
57+000				X	X	X	207			X	
58+600	X					X	1.25	0.15		X	
59+550	X					X	0.1	0.5	X		
59+900			X		X		0.6	0.1			X
60+400				X	X	X	0.5			X	
61+200	X					X	0.25	0.9	X		
61+200		X	X		X	X	1.7,800			X	X

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Nota: En la tabla anterior B significa baches, PDSA perdida de sello arenoso, DSP despostillamiento y A asentamiento.

Aunque el Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV), se ha preocupado por los daños, reparando tramos cortos, lo que han ocasionado son desniveles entre las carpetas de rodamiento antigua y la actual, ya que se utiliza el mismo adoquín con daños, haciendo que el vehículo genere un impacto al momento del cambio de pavimento, el mismo efecto ocurre entre los tableros de los puentes y el camino.

Durante todo el recorrido de los 20 Km en estudio no se encontró un sólo tramo de carretera que estuviera en buenas condiciones, en la tabla anterior (tabla 23, página: 38), se puede observar que en todos los kilómetros existen daños, los que encabezan, con niveles de severidad altos son pérdida de sello arenoso y despostillamiento éste se exceptúa en estaciones como: 43+000, 47+730, 50+590, 54+800 y 61+200 que están en nivel medio, los que le siguen son los asentamientos con nivel medio y por último los baches con severidad bajo, excepto en la estación 58+600 que es nivel medio. Estas condiciones se presentan en los tramos: 42+120-43+000, 45+050-47+730, 50+100-50+590, 53+710-54+800, 57+000-61+200, que son los más críticos. Los trechos restantes tienen pérdida de sello arenoso en un nivel alto y despostillamiento en término medio. La falta de drenaje facilita que la vía se desgaste aún más en la época lluviosa.

3.7 USO DEL SUELO.

En la tabla 25 que se presenta a continuación, se puede notar las características particulares del uso de suelo que posee el tramo en estudio, debido a que es una zona rural existen terrenos; agrícola, turístico, comercio y tramos sin edificaciones aledaños a la vía. Es importante mencionar que varios tramos y estacionamientos están ocupados por más de una zona, por ejemplo, en el Km 42 hay terreno sin edificación, agrícola y comercio.

Lo que predomina en éste trecho son: terrenos sin edificaciones que son utilizados para la agricultura, estos ocupan la mayor cantidad de terreno medidos en metros.

Tabla 25: Uso del suelo.

Zonas	Estación		Distancia (m)
	Inicia	Finaliza	
Terreno sin edificaciones	42+500	43+500	1000
	47+500	48+000	500
	52+000	58+000	6000
	TOTAL		7500
Agrícola	42+500	43+500	1000
	43+500	50+000	6500
	50+000	52+000	2000
	TOTAL		9500
Industria	61+500		-
Zona escolar	47+300		-
	58+000		-
Turismo	46+000		-
	49+000		-
	54+500		-
	58+300		-
	62+000		-
Comercio	42+500		-
	46+000		-
	48+500		-
	49+000		-
	51+000		-
	53+000		-
	54+000		-
Viviendas	42+000	42+500	500
	43+500	47+500	4000
	48+000	52+000	4000
	58+000	62+000	4000
TOTAL		12000	

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

A continuación, se describen los tipos de zonas que existen en el tramo.

Agrícola: en las comunidades aledañas, la agricultura uno de los comercios predominantes con los cultivos de caña de azúcar (Ingenio Montelimar), maíz, frijoles, sorgo, plátano y algunas frutas y hortalizas.

Industria: cuenta con recursos naturales como minas de cal, son explotadas por pobladores del municipio.

Zona escolar.

Turismo: recreación, balnearios, hoteles y restaurantes (Summer, Barcelo Montelimar).

Comercio: ferreterías, ganadería con doble propósito para la producción de leche y carne.

Viviendas: barrios y comunidades.

3.8 DRENAJE MAYOR Y MENOR.

Las estructuras de drenaje son fundamentales en las carreteras, son utilizados para dar paso al agua del pavimento hacia canales con diseños apropiados para su circulación existe una red drenante de puentes y alcantarillas para evacuar las aguas de la temporada de invierno. En dicho inventario se reflejan los sistemas que funcionan como drenaje mayor y menor.

3.8.1 Drenaje menor (Cunetas).

Son canales de drenaje de sección triangular y se proyectan para todos los tramos al pie de los taludes de corte, longitudes a ambos lados de la calzada. Sus dimensiones son fijadas de acuerdo al cálculo hidrográfico realizadas sobre el área de drenaje. El ancho es medido desde el borde la subrasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel del borde de la subrasante el fondo o vértice de la cuneta.

La tabla 26, página: 41 se reflejan las dimensiones mínimas que deben de tener las cunetas, según Manual para la Revisión de estudios Hidrotécnicos de Drenaje Menor.

Tabla 26: Dimensiones mínima de las cunetas.

REGION	PROFUNDIDAD	ANCHO
	(m)	(m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy lluviosa	0.50	1.00

Fuente: Manual para la Revisión de Estudios Hidrotécnicos de Drenaje Menor Página:41.

El trecho en análisis carece de cunetas en la mayor parte del tramo, pero en las estaciones 42+000, 43+500, 45+000, 45+470, 45+850, 47+275, 47+900, 48+000, 52+400, 52+850 si existen. Los tramos donde no se encuentran cunetas facilitan el deterioro de la carretera ya que en período lluvioso existen inundaciones y deslizamiento de tierra sobre la calzada, perjudicando el tránsito vehicular, aparte que para los conductores es molesto estar haciendo con más frecuencia la limpieza a su móvil a causa de los encharcamientos en la vía.

En la figura 6, página: 42 se observa el estado de las pocas cunetas que existen, todas están en buenas condiciones.

Figura 6: Cunetas en buen estado.



Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

De las 10 cunetas encontradas en el trayecto todas se encontraban en buen estado. Cuando se refiere a buen estado, es: revestimiento sin daños visibles, libre de todo elemento que altere su funcionamiento normal (basura, sedimento de suelo, etc), según Manual Centroamericano de Mantenimiento, capítulo 2 páginas: 267 y 289. Asimismo cumplen con el Manual para la Revisión de Estudios Hidrotécnicos de Drenaje Menor página:41, en la profundidad ancho y largo los promedios son los siguiente: 0.41, 1.12, 73.5 m.

En la tabla: 27, página: 43 se muestra el levantamiento que se hizo para las cunetas donde se detalla la profundidad, ancho, largo, forma y estado de la misma.

Tabla 27: Levantamiento de cunetas.

N ^a	Estación		Der	Izq	Descripción			Forma	Estado
	Inicia	Finaliza			Profundidad (m)	Ancho (m)	Largo (m)		
1	42+000	42+050		X	0.5	1.5	50	Triangular	Bueno: Estructura en condiciones adecuada, libre de basura
2	43+500	43+570	X		0.4	1.3	70	Triangular	Bueno
3	45+000	45+020	X	X	0.3	1.6	20	Triangular	Bueno
4	45+470	45+500	X	X	0.5	1	30	Triangular	Bueno
5	45+850	45+870		X	0.3	1.5	20	Triangular	Bueno
6	47+275	47+290		X	0.4	1.2	15	Triangular	Bueno
7	47+900	47+970	X		0.45	0.5	70	Triangular	Bueno
8	48+000	48+060	X		0.45	0.5	60	Triangular	Bueno
9	52+400	52+600	X		0.4	0.75	200	Triangular	Bueno
10	52+850	53+050	X		0.4	1.3	200	Triangular	Bueno

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

3.8.2 Drenaje menor (alcantarillas).

Es un conducto cerrado usado para la conducción del agua de drenaje superficial bajo un camino, vía férrea, canal u otro impedimento, posee de una a cuatro celdas o tramos que pueden ser de forma circular, rectangular u ovalada. La alcantarilla cuenta con el piso revestido y además requiere de aletones, cabezales y delantales para garantizar su funcionamiento. Según el Manual para la Revisión Estudios Hidrotécnicos de Drenaje Menor pag: 48, la dimensión mínima interna de las alcantarillas deberá ser la que permite su limpieza y conservación. Para el caso de las alcantarillas de paso es deseable que la dimensión mínima sea por lo menos 762 mm (30”), para las alcantarillas de alivio pueden ser aceptables diámetros no menores de 600 mm (24”) en el caso de tubos y ancho, alto 0.70 m.

A pesar de esto la alcantarilla que está localizada en la estación 55+300 cuando alcanza su caudal máximo en época lluviosa se desborda. Por otra parte, la alcantarilla en la estación 61+100 se encuentra colapsada permanentemente, sin desbordarse, cuando el Manual Centroamericano de Mantenimiento página:289 dice que no se permiten obstrucciones por más de 24 horas. (Ver figura 7: alcantarilla desbordada y colapsada, página: 44).

Figura 7: Alcantarilla desbordada y colapsadas.





Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Pasado los días del desborde se reparon los daños ocasionados por el incidente, se diseñó nueva infraestructura, que paso de ser una alcantarilla con dos celdas rectangulares a una de losa, que pone en peligro el uso de las actividades establecidas para las carreteras, ya que en invierno ocurre la misma situación, comprometiendo la integridad de la construcción. Debe prevalecer en lo posible el respeto a los niveles de caudales otorgados por la madre natualeza.

En la tabla: 28, página: 45 se muestra el porcentaje de alcantarillas que están en estado bueno y regular, según los Manuales antes mencionados.

Tabla 28: Clasificación del estado actual de las alcantarillas.

N ^a	Nombre	Estación	Ubicación		Drenaje menor		
			Izq	Der			
1	La Ceiba	45+630	X	X	Alcantarilla doble concreto \varnothing 39.4" 	BUENA (70%)	Diámetro mínimo de 30", libre de basura permitiendo el paso rápido de las aguas a través de estos elementos. Su revestimiento no debe mostrar daños visibles y la estructura debe estar completa, según Manual Centroamericano de Mantenimiento, página: 289.
2	California	49+810	X	X	Alcantarilla concreto \varnothing 39.37" 		

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

En la tabla 29 y 30, página: 46 se reflejan las dimensiones, estado y la cantidad de delineadores y postes guías que se encuentran. Nota, hr: es la altura de relleno de alcantarilla medida desde el inver del tubo en metros y ae: ancho externo en metros.

Tabla 29: Levantamiento de alcantarillas.

N ^a	Nombre	Estación	Ubicación		Dimensiones			Estado	Delineadores verticales		Postes guías	
			Izq	Der	Diámetro (Ø) en pulg	HR	AE		Izq	Der	Izq	Der
1	V El C	42+120	X	X	59.06	1.2	10.8	Buena	0	0		
2	V El C	42+290	X	X	31.50	3.5	3.5	Regular	0	0		
3	V El C	42+951	X	X	47.24	1	4.08	Regular	1	0		
4	El Apante	44+290	X	X	47.24	2.4	3.9	Regular	1	1		
5	El Apante	44+500	X	X	39.37	4.8	5.3	Buena	0	0		
6	La Ceiba	45+630	X	X	39.37	3.5	3.5	Buena	0	0		
7	El Capulín	46+950	X	X	59.06	3.8	5.9	Buena	0	0		
8	El Capulín	47+290	X	X	39.37	2	3	Buena	1	1	1	1
9	La Calera	47+970	X	X	De losa	5	6	Buena	0	0		
10	California	48+190	X	X	39.37	2.5	3	Buena	0	0	1	2
11	California	49+810	X	X	39.37	1.5	1.5	Buena	0	0		
12	Poza Azul	52+480	X	X	39.37	3.5	1.5	Buena	0	0		
13	-	54+100	X	X	62.99	3.7	1.8	Buena	0	0	1	1
14	-	54+170	X	X	23.6	1.9	1.6	Regular	0	0		

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 30: Levantamiento de alcantarillas.

N ^a	Nombre	Estación	Ubicación		Dimensiones			Estado	Delineadores		Postes guías	
			Izq	Der	Diámetro (Ø) en pulgadas	HR	AE		Izq	Der	Izq	Der
15	Reserva natura	54+530	X	X	35.43	3.2	2	Regular	0	0		
16	Las Tablas	55+300	X	X	De losa, (desborde con el caudal máximo)	6	3.5	Buena	6	6	1	
17	-	57+200	X	X	39.37	2	1.8	Buena	0	0		
18	La gallina	59+450	X	X	De losa	5.4	3.5	Regular	7	5		
19	La gallina	59+840	X	X	Colapsada por el caudal		3.3	Regular	0	0		
20	Entrada Ingenio	61+100	X	X	68	4	2.5	Buena	0	0		

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Nota: V El C, significa Villa el Carmen.

De las 20 alcantarillas encontradas en el levantamiento de campo 70% se encuentran en buen estado y 30% en regular estado, según criterios del Manual Centroamericano de Mantenimiento y Manual para la Revisión de Estudios Hidrotécnicos de Drenaje Menor, los promedios de diámetros en pulgada, altura de relleno medida desde el inver del tubo y ancho externo medidos en metros son los siguientes: 44.36, 3.21, 3.6. Es importante mencionar que la mayoría de las alcantarillas no tienen postes guías ni delineadores verticales, excepto en 7 que están ubicadas en las estaciones: 42+951, 44+290, 47+290, 48+190, 54+170, 55+300, 59+450, pero que además son muy pocos o en algunos casos sólo cuentan con uno de ellos.

3.9 DRENAJE MAYOR.

Figura 8: Clasificación del estado físico del drenaje mayor.



Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

En la tabla 31 y figura 8, páginas: 47 y 48 se muestran los detalles y dimensiones del drenaje mayor que se encontró en el tramo en estudio, según el levantamiento de campo que se hizo.

Tabla 31: Levantamiento drenaje mayor.

Nombre	Estación	Puto central (m)	Longitud total (m)	Altura promedio (m)	Ancho (m)	Estado actual	Delineadores		Postes guías	
							Izq	Der	Izq	Der
La Pante	44+650	8	16	6.10	8	Bueno	3	3		
San Cayetano	50+590	10.35	20.70	6.5	7.4	Regular (Bache)	4	2		
La gallina	59+620	12	24	9	7.3	Bueno	3	4	2	3

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

De los tres puentes encontrados sólo uno está en malas condiciones puesto que se necesita sellar las juntas de construcción de la losa del puente que se han deteriorado por efecto de la intemperie o de la acción de las cargas, de la losa del tablero, en los dos carriles y en ambos sentido de circulación, según el Manual Centroamericano de Mantenimiento, página:219.

3.10 BAHÍA PARA BUSES.

Son estacionamientos situados en puntos estratégicos de la carretera para que las unidades de transporte se detengan a cargar y descargar pasajeros sin que haya accidentes o embotellamiento en el flujo vehicular.

La localización de las paradas de autobuses en carreteras debe hacerse de manera que, situadas en las proximidades de los focos de generación de la demanda (centros de actividad, itinerarios de peatones, intersecciones, etc.), interfieran lo menos posible en el funcionamiento vial. Asimismo, deben tenerse en cuenta los posibles efectos ambientales (ruido, emisiones, etc.) de la detención y arranque de los autobuses en su entorno inmediato. Respecto al funcionamiento de la carretera y a su posible incidencia sobre otros usuarios, la localización de las paradas de autobús deben estudiarse

especialmente en las intersecciones, puntos donde también suele concentrarse el movimiento de peatones, y su disposición en relación a la calzada.

Las bahías para buses juegan un papel muy importante en las carreteras ya que por la naturaleza de los autobuses es imprescindible que se detengan durante su viaje, limitando la visibilidad y dificultad de los giros, además porque también pueden congestionar el cruce al reducir la capacidad de la calzada.

Una bahía para autobuses cuenta con cortos carriles de aceleración y desaceleración, rampas para el acomodo de los autobuses y el acceso fácil de los pasajeros, aceras de suficientes dimensiones para la demanda de pasajeros, casetas abiertas por razones de seguridad para la protección contra la intemperie y demás accesorios como bancas, gradas, pasamanos y facilidades para minusválidos, según el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (SIECA 2004).

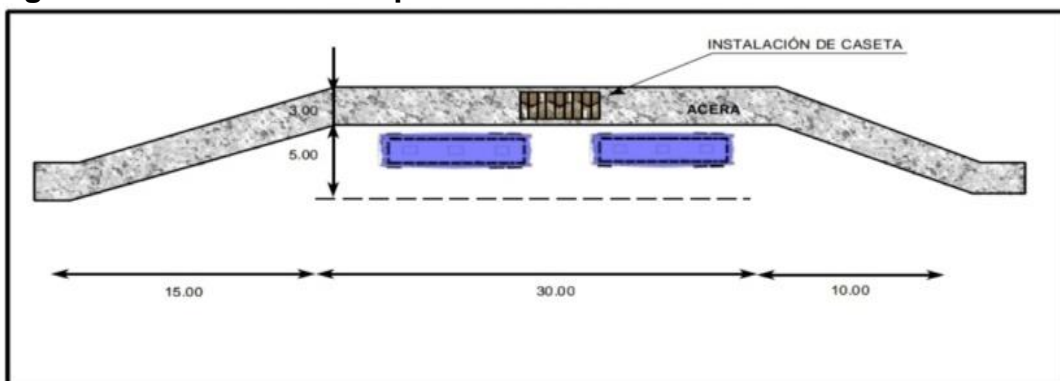
A continuación, se muestran las dimensiones típicas de bahías para autobuses requeridas por el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (SIECA 2004). Ver tabla 32 y figura 9, página: 49.

Tabla 32: Dimensiones típicas de las bahías.

Diseño	Entrada (m)	Parada (m)	Salida (m)	Ancho (m)	Long. Total (m)
Para un bus	10	15	15	3-4	40
Para dos buses	10	30	15	3-4	55
Para tres buses	15	45	15	3-4	75

Fuente: Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (SIECA 2004), página: 4-18 .

Figura 9: Diseño de bahía para dos buses.



Fuente: Normas para el diseño Geométrico de las Carreteras Regionales SIECA 2004, pág:4-19.

En el recorrido que se hizo para el levantamiento de las bahías sólo se encontraron dos casetas sin bahía y un sin número de retenes informales, incluso hacen paradas donde el pasajero desee. Llevando a la expectativa a los demás conductores de vehículos particulares en qué momento detendrá su marcha, provocando conflicto entre la corriente del tránsito principal y los vehículos de transporte colectivo.

Estas bahías o paradas para autobuses incumplen totalmente con las Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (SIECA 2004), que ya tiene establecidas dimensiones y diseños para éste tipo de instalaciones, mostrados en la tabla 32 y figura 9, página:49. La situación que se vive en éste tramo de carretera pone en riesgo la seguridad, donde la mayoría de los viajes de la población se realiza en transporte colectivo. (Ver anexos: tabla 65 página II, estado de las bahías y tabla: 66 página III, paradas informales en el tramo).

3.11 DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL.

3.11.1 Clasificación de los dispositivos de control de tránsito.

En la Ley 431 Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito con sus reformas incorporadas, según su función las señales se dividen en: reglamentarias, preventivas, informativas y protección de obras.

3.11.1.1 Señales reglamentarias o restrictivas.

Señalan a los usuarios las limitaciones, prohibiciones y restricciones, cuya violación significa infracciones a la Ley de Tránsito. Su forma es rectangular, a excepción del ALTO Y CEDA EL PASO que son octagonal y triangular respectivamente. Tienen leyendas y símbolos que explican su significado. Los colores que distinguen estas señales son: rojo, blanco y negro.

Figura 10: Señales Reglamentarias.



Fuente: Ley 431 Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito con sus reformas incorporadas, página: 005.

3.11.1.2 Señales preventivas.

Estas señales tienen por objeto advertir a los conductores la existencia de un peligro en la vía, y además la naturaleza de ese peligro. Su forma es cuadrada y colocadas de manera diagonal, se diferencian de las reglamentarias en que no llevan leyenda, solamente símbolos. Sus colores son: amarillo y negro.

Figura 11: Señales Preventivas.



Fuente: Ley 431 Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito con sus reformas incorporadas. página: 006.

3.11.1.3 Señales informativas.

Estas señales tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario, sobre nombre y ubicaciones de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y recomendaciones que se tienen que observar.

Las formas de estas señales son rectangulares, con excepción de los indicadores de ruta que podrán tener una forma y tamaño especial. Los colores varían de acuerdo al tipo de señal, generalmente tienen blanco, verde, negro, azul y naranja.

Figura 12: Señales Preventivas.



Fuente: Ley 431 Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito con sus reformas incorporadas. página: 007.

3.11.2 Señalización vertical / Levantamiento de campo.

En el inventario se refleja la existencia de 67 señales verticales. Evaluando las condiciones físicas, distanciamiento lateral y altura libre las cuales se pueden clasificar en: buena, regular, malas y las que no cumplen con el distanciamiento lateral libre que como mínimo es 1.80 m y altura libre mínimo de 1,5m, según el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito. (Ver anexos, tabla 67 y 68 estado físico de las señales verticales páginas IV y V, tabla 69 Cantidad de señales verticales página VI.)

Del total de señales verticales encontradas 14 corresponden a buena, 47 con estado físico bueno pero que no cumplen con el distanciamiento lateral y altura libre, 2 con la leyenda borrosa, sin embargo, cumplen con los distanciamientos, 2 con el tablero torcido y además no cumplen con los espaciamientos, por último existen 2 con el soporte, tablero, leyenda en mal estado y de igual forma incumple con los distanciamientos, (ver anexos: formato de levantamiento de señales verticales de tránsito, tablas: 70 - 75, páginas de la VII a la XII).

Figura 13: Ausencia de señales verticales.

		
Curva doble. Estación: 47+000	Curva. Estación: 48+000	Curva peligrosa. Estación: 50+750
		
Cruce de caminos: Sin señalización vertical y horizontal. Estación: 51+250	Reductor de velocidad: sin pintar ni señalización vertical (izquierda). Estación: 51+150	Reductor de velocidad: Sin pintar, ni señalización vertical (derecha). Estación: 51+400

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

3.11.3 Postes kilométricos.

Es una señal de tránsito que indica la distancia desde el inicio de la carretera, camino o vía férrea por la que se circula. Son elementos de concreto armado que sirven para indicar la progresiva del camino. Se ubican cada 1000 m. Estas también sirven a las autoridades para control de tráfico, de accidentes, mantenimiento y rehabilitación.

En el levantamiento de campo se pudieron observar las características mas particulares del estado de la señal, clasificándolos en bueno, regular y malo, según criterio del Manual Centroamericano de Mantenimiento, página: 209, 211.

Bueno: poste limpio, pintura intacta y reflectiva, en perfecto estado estructural, bien ubicado e instalado, como mínimo 1.50 m del extremo de la capa de rodadura.

Regular: repintar toda la señal.

Malo: secciones dañadas o agrietadas, el monumento no está bien anclado al suelo.

Se encontraron 21 postes kilométricos, el 38 % en buen estado, 43% regular y 19% en mal estado. En el kilómetro 59 hay dos postes kilométricos, el primero que se encontró 50 m antes del kilómetro 59 y el otro está correctamente ubicado. Asimismo se localizó el poste kilométrico 61, 200 metros antes de la medida correcta.




En las tabla 33 y 34, páginas: 54 y 55 se muestra con mas detalle los postes kilométricos que se encuentran buenos, regulares y malos.

Tabla 33: Estado de los postes kilométricos.

Estación	Ubicación		Estado	Coordenadas	
	Izquierda	Derecha		Latitud X	Longitud Y
42+000		X	BUENO	11.977738	-86.5149951
43+000		X	BUENO	11.968823	-86.513319
44+000		X	BUENO	11.960598	-86.521805
45+000		X	BUENO	11.951851	-86.510007
46+000		X	BUENO	11.942890	-86.508514
47+000		X	BUENO	11.93424	-86.507232
48+000		X	MALO	11.925057	-86.504942
49+000		X	BUENO	11.916845	-86.507192
50+000		X	MALO	11.903078	-86.510210
51+000		X	REGULAR	11.899548	-86.511860
52+000		X	MALO	11.890787	-86.513962
53+000		X	REGULAR	11.881763	-86.514719
54+000		X	REGULAR	11.872887	-86.514736
55+000		X	REGULAR	11.864107	-86.517572
56+000		X	REGULAR	11.855363	-86.518442
57+000		X	REGULAR	11.847416	-86.516611
58+000		X	REGULAR	11.839222	-86.5130
59+000		X	MALO	11.831749	-86.507838
60+000		X	REGULAR	11.824798	-86.500019
61+000		X	BUENO	11.818782	-86.496397
62+000		X	REGULAR		

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 34: Estado de los postes kilométricos.

Estación	Estado	Figura
44+000	BUENO	
48+000	REGULAR	
62+000	MALO (No está firme, se mueve con facilidad.)	

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

3.11.4 Postes guías.

Se utilizan para que las orillas de los caminos sean más visibles para los conductores, se usan en curvas horizontales con radio menor de 30 m con el propósito de mejorar el efecto visual, para que el conductor se mantenga dentro del carril, también sirven como base de señales verticales, tramos rectos con terraplenes que pueden ocasionar vuelcos al perder el control del vehículo,

próximos a alcantarillas, cajas y puentes, para advertir el peligro, su código es P12-4, (ver anexo: tabla 76 ubicación y coordenadas de los postes guías, página: XIII).

Buena: poste limpio, pintura intacta y reflectiva, en perfecto estado estructural, bien ubicado e instalado, como mínimo 1.50 m del extremo de la capa de rodadura.

Regular: requiere trabajo de mantenimiento (pintura).

Malo: necesita ser rehabilitado, ya que se encuentran fracturados y no están anclados al suelo, es necesario la reposición por uno nuevo.

En el levantamiento de campo se hizo una inspección visual, clasificándolos en bueno, regular y malo, según criterio del Manual Centroamericano de Mantenimiento, página: 211. Del levantamiento de campo se localizaron 19 postes guías 26% en buen estado, 47% regular y 26% en mal estado.




Las tablas 35 y 36, páginas: 56 y 57 detallan las condiciones físicas en que se encuentran los postes guías.

Tabla 35: Estado de los postes guías.

Estación	Estado	Estación	Estado
43+050	Malo	55+300	Bueno
47+290	Bueno	55+400	Bueno
47+320	Bueno	56+020	Regular
48+190	Malo	56+030	Regular
48+200	Bueno	59+600	Regular
48+170	Malo	59+610	Regular
50+530	Malo	59+655	Regular
50+700	Regular	59+665	Regular
54+150	Malo	59+675	Regular
54+100	Regular	-	-

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 36: Estado de los postes guías.

Estación	Estado	Figura
54+150	BUENO	
54+100	REGULAR	
43+050	MALO (No está firme, se mueve con facilidad.)	

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

3.12 DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.

Según Ley 431 Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito con sus reformas incorporadas; define las señales horizontales como:

marcas en el pavimento, son líneas, letras, números y símbolos de color blanco o amarillo, que se pintan con el fin de regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones. Cuando las líneas centrales se pintan en blanco nos indica que la vía por la que nos desplazamos es de un sólo sentido de circulación, cuando es de color amarillo los sentidos de circulación son dos.

Sirven como complemento de las señales verticales y facilitan al usuario el entendimiento del espacio físico dentro de las vías por donde debe circular.

3.12.1 Líneas de borde o paralelas.

Estas líneas como su nombre lo indica se encuentran en el borde de las carreteras les indican a los conductores el ancho de su carril, y el espacio del arcén a la derecha, son de mucha utilidad en la noche cuando algún vehículo los deslumbra y tienen que quitar la vista de la vía, lo que permite no salirse.

3.12.2 Línea continua: la línea continua indica que no debe aventajar.

3.12.3 Doble línea continua: indica que hay doble sentido de circulación y no se debe aventajar.

3.12.4 Línea discontinua: indica que puede aventajar o hacer cambio de carril.

3.12.5 Línea continua con línea discontinua: indica al conductor que la línea que tiene a su izquierda cuando es continua no debe aventajar, cuando es discontinua puede aventajar.

3.12.6 Línea de pare o retención: estas líneas se encuentran en las intersecciones, son de color blanco y les indican a los conductores donde deben detener el vehículo.

3.12.7 Acera o andén: es la parte superior de la vía pública destinada únicamente para la circulación peatonal.

3.12.8 Arcén: franja longitudinal afirmada contiguo a la calzada, que no está destinada al uso de vehículos automotores, salvo circunstancias excepcionales.

3.11.9 Pasos peatonales: marcas horizontales que indican donde deben pasar los peatones con seguridad

3.12.10 Levantamiento de campo.

Para el registro de las marcas horizontales se utilizó un ds velocímetro (aplicación, descargada en el teléfono), encontrando las siguientes cantidades de señales horizontales, sin líneas de borde.

La tabla 37, página: 59, especifica la cantidad de línea continua y discontinua en la banda derecha e izquierda, medidas en metros.

Tabla 37: Marcas de pavimento.

Líneas de carril			
B. Derecha		B. Izquierda	
Continua (m)	Discontinua (m)	Continua (m)	Discontinua (m)
15952	3628	14745	4835

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

La cantidad de línea continua o restricción de rebase es del 73% equivalentes a 18990 m de longitud, y un 27% de línea discontinua correspondiente a 6968 m de longitud.

Según valoraciones que se hizo y criterios del Manual, del total de marcas horizontales que son 20,000 metros demarcación sólo un 18.325 % corresponde a buena, un 60.65% a regular y un 21.025% a mala. Las líneas transversales encontradas (flechas, leyendas), el 100% se encontraron en regular estado o borrosas, lo que significa que la mayor parte de señalización horizontal esta borrosa. (ver anexos: formato de levantamiento de señales horizontales, tablas: 77 - 80, páginas XIV - XVII).

La tabla 38, página: 60 refleja la clasificación del estado de las marcas de pavimento según sus condiciones físicas y criterios del Manual Centroamericano de Mantenimiento.

Tabla 38: Clasificación del estado de las marcas de pavimento.

<p>Buena 3665 m</p>	 <p>Estación: 42+290</p>	<p>La pintura está adherida a la superficie y posee reflectividad que por la noche ayuda a los conductores a distinguir las líneas centrales y de borde. No necesita de reparación, según el Manual Centroamericano de Mantenimiento, capítulo 2, página: 201.</p>
<p>Regular o borrosa 12130 m</p>	 <p>Estación: 44+000</p>	<p>La pintura está desgastada por manchas, huellas de vehículos, pero las rayas por la noche poseen reflectividad funcional y ayuda a los conductores a mantener el control del vehículo dentro de la carretera. Necesita de aplicación de pintura en las líneas transversales y longitudinales, marcas y signos para poder realizar maniobras viales de forma segura, según el Manual Centroamericano de Mantenimiento, capítulo 2, página: 201.</p>
<p>Mala 4205 m</p>	 <p>Estación: 42+100</p>	<p>La pintura está desgastada, no tiene reflectividad y no es una marca funcional, o en su defecto ya no existe ninguna marca. Requiere premarcación de la superficie de rodadura, aplicación de pintura y reposición de marca existente, según Manual Centroamericano de Mantenimiento, capítulo 2, página: 201.</p>

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.



CAPÍTULO IV:

ESTUDIO DE TRÁFICO

4.1 INTRODUCCIÓN.

Reducir la cantidad de accidentes de tránsito en las vías se puede lograr con adecuada información, en la cual resaltan los flujos vehiculares que circulan por determinado tiempo, sin despreciar aspectos tan importantes como son: factor humano, el estado de la vía y las condiciones climáticas.

Con el fin de determinar el flujo vehicular, éste se obtiene mediante la medición de volúmenes de tránsito vehiculares a través de aforos vehiculares de una vía determinada. Mediante el análisis de los elementos del flujo vehicular se pueden entender las características y componentes del tránsito, requisitos básicos para esta evaluación.

El análisis del flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual permite determinar el nivel de eficiencia y funcionalidad.

4.2 AFORO VEHICULAR.

Los volúmenes de tránsito fueron recolectados en dos años, en el 2019 se hicieron 7 días consecutivos de 6:00 am a 6:00 pm, iniciando el día viernes 26 de diciembre y finalizando el jueves 26. Para el 2021 los días martes 20 de julio y jueves 22, con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de los vehículos sobre puntos específicos como fueron la estación inicial y final del tramo, (Km 42 y Km 62). Por medio de estos datos obtenidos se estima la calidad del servicio prestado a los usuarios.

Las fechas y los lugares de aforo fueron seleccionados por qué ya se tenía un conocimiento previo, de que en estos sitios ocurrían mayores flujos vehiculares y ocurrencia de accidentes de tránsito.

El conteo vehicular se realizó para dos años, dado que pasó mucho tiempo del conteo 2019. Así de éste modo se logró actualizar los datos, ver el comportamiento sustancial en su máxima utilización (días festivos) y en días

comunes. El aforo vehicular se puede apreciar con más detalle en los anexos, páginas: XVIII - XXV, tablas: 81 - 88.

En las tablas 39 y 40, página: 62 se reflejan los volúmenes de tráfico por año, estaciones, días y sentido de circulación. A simple vista se puede notar que los flujos vehiculares en el año 2019 fueron mayores que en el 2021. Haciendo una comparación de los días de mayor demanda, por ejemplo: estación 42+000 año 2019 la afluencia fue de 4723 vehículos y en el año 2019 de la misma estación fue de 2454 vehículos. Equivalente a casi el doble de los vehículos que pasaron en 2021, (es decir el 93% más). Asimismo, para la estación 62+000 sólo que en éste caso fue el aumento del 74%.

Tabla 39: Aforo vehicular 2019

PUNTOS DE CONTEO	AFORO (VEH/DIA)						
	VIERNES 20/12/2019	SÁBADO 21/12/2019	DOMINGO 22/12/2019	LUNES 23/12/2019	MARTES 24/12/2019	MIÉRCOLES 25/12/2019	JUEVES 26/12/2019
EST 001 KM 42							
San Rafael del sur - Villa el Carmen	694	724	1297	642	891	2061	951
Villa el Carmen - San Rafael del Sur	691	710	1391	628	1096	2662	1365
TOTAL	1385	1434	2688	1270	1987	4723	2316
EST 002 KM 62							
San Rafael del sur - Villa el Carmen	693	732	1184	610	1081	1699	1162
Villa el Carmen - San Rafael del Sur	697	707	1139	656	1003	2055	1280
TOTAL	1390	1439	2323	1266	2084	3754	2442

Fuente: Levantamiento vial año 2019 (elaboración propia).

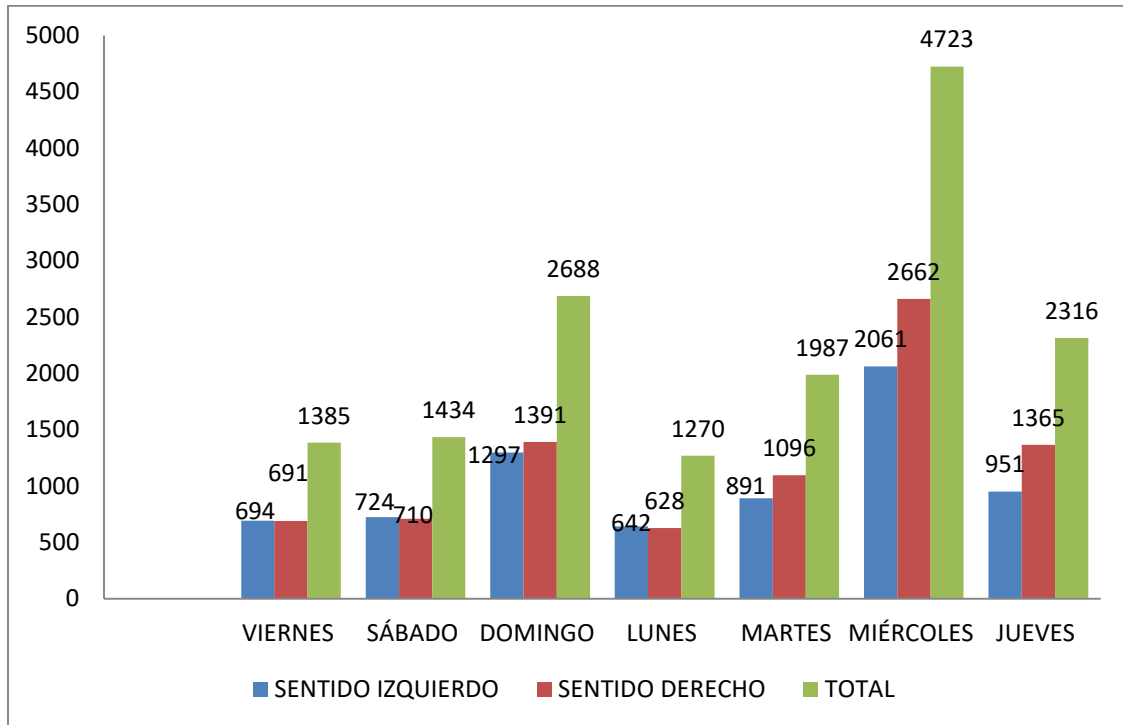
Tabla 40: Aforo vehicular 2021

PUNTOS DE CONTEO	AFORO (VEH/DIA)	
	MARTES 20/07/2021	JUEVES 22/07/2021
EST 001 KM 42		
San Rafael del Sur - Villa el Carmen	1231	1117
Villa el Carmen - San Rafael del Sur	1233	1097
TOTAL	2454	2214
EST 002 KM 62		
San Rafael del Sur - Villa el Carmen	1088	1069
Villa el Carmen - San Rafael del Sur	892	1084
TOTAL	1980	2153

Fuente: Levantamiento vial año 2021 (elaboración propia).

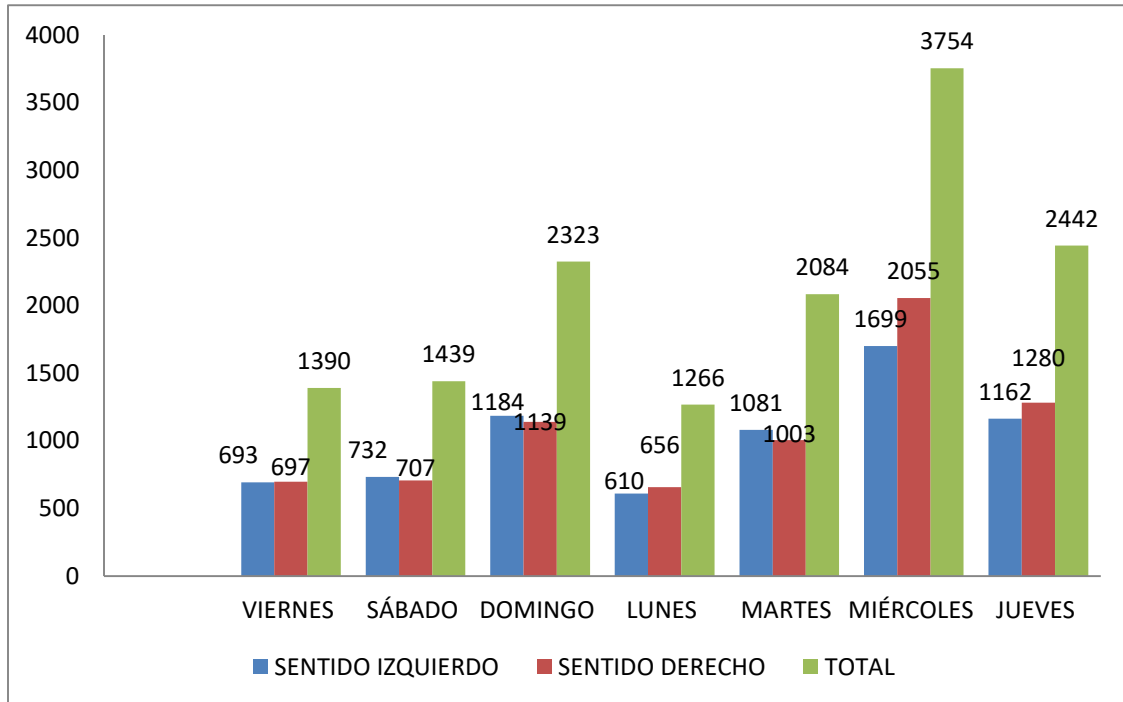
En los gráficos 8-13, páginas: 63 - 65, se muestran los aforos vehiculares en los dos puntos de conteo y el conteo por tipología los días de mayor demanda en ambos estacionamientos para el año 2019 y 2021.

Gráfico 8: Aforo vehicular 2019 Km 42



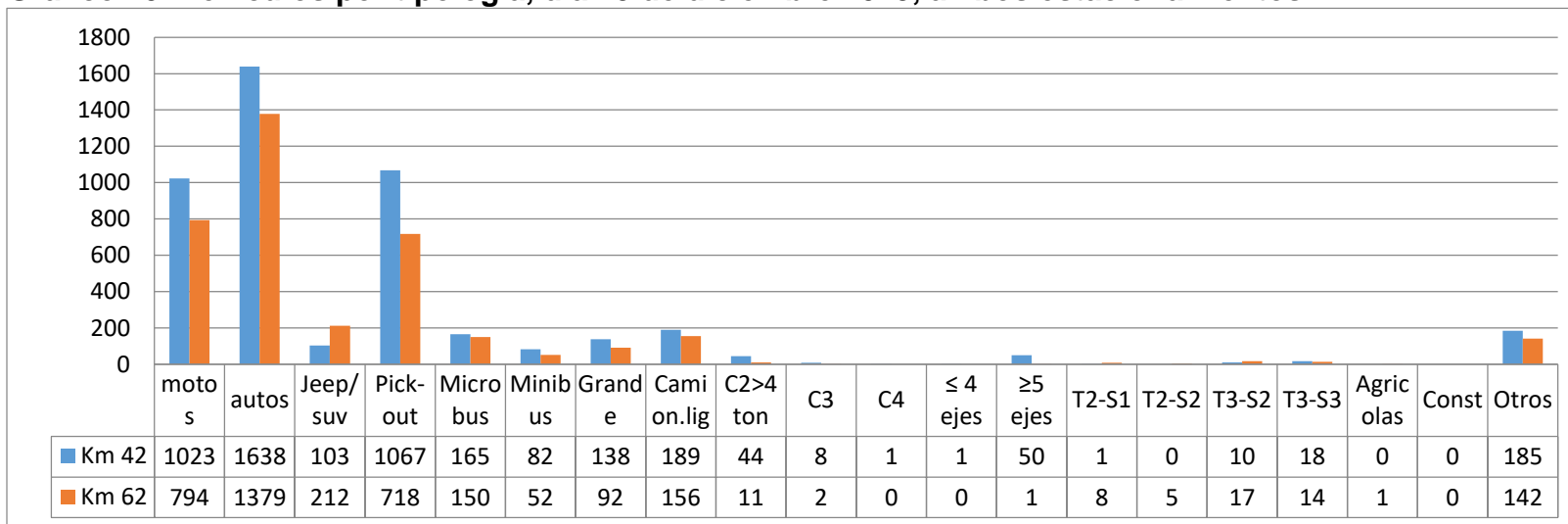
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 9: Aforo vehicular 2019 Km 62



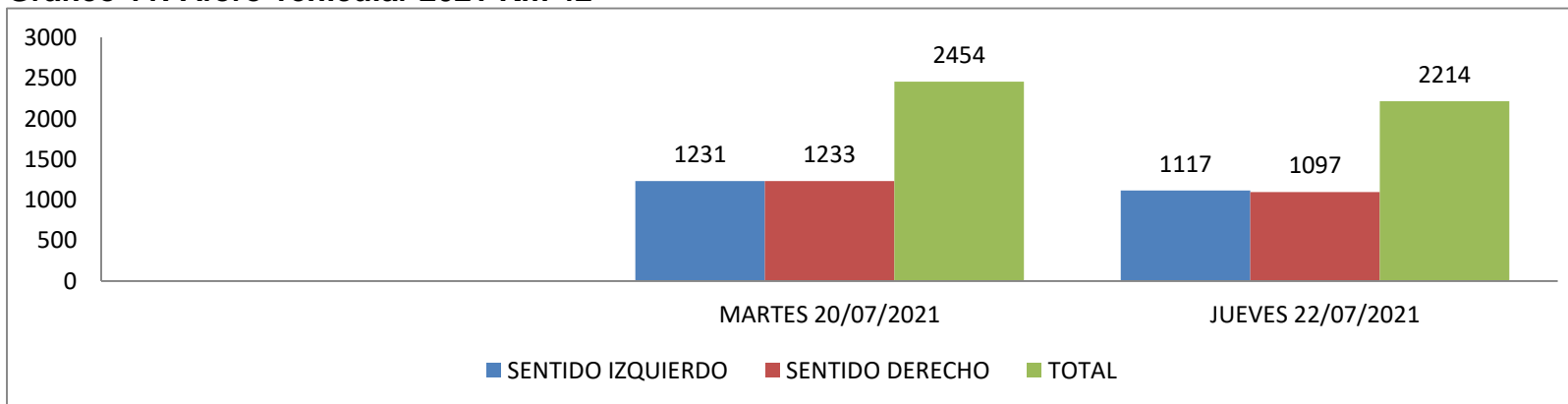
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 10: Vehículos por tipología, día 25 de diciembre 2019, ambos estacionamientos.



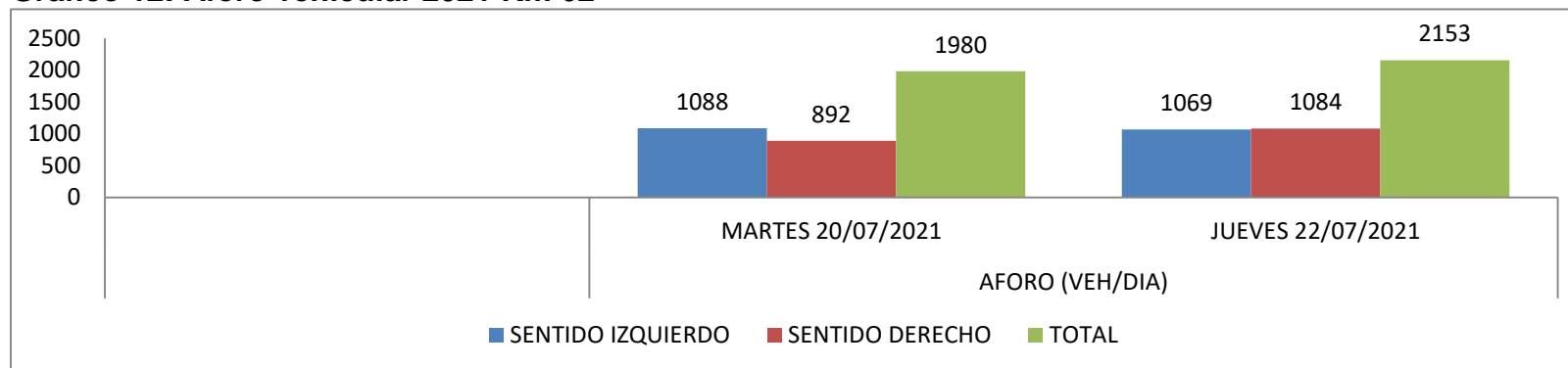
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 11: Aforo vehicular 2021 Km 42



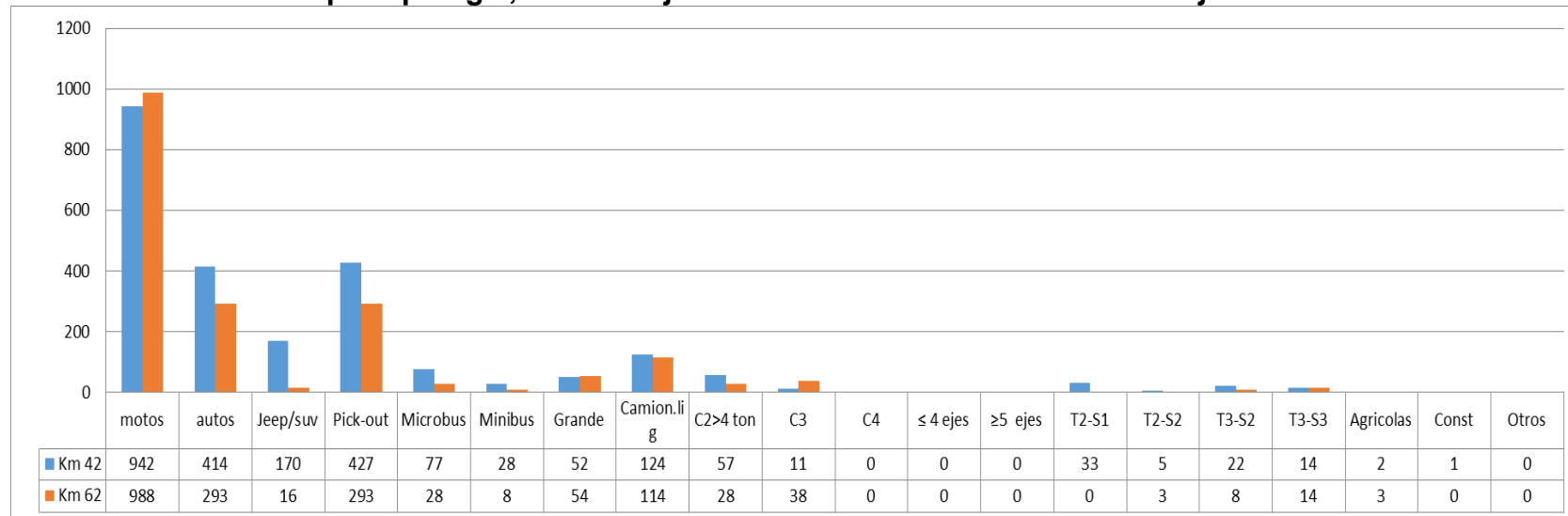
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 12: Aforo vehicular 2021 Km 62



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 13: Vehículos por tipología, día 20 de julio 2021 estación 42+000. Día 22 de julio 2021 estación 62+000.



Fuente: Elaboración Propia.

4.3 HORAS DE MÁXIMA DEMANDA Y FACTOR DE LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA.

4.3.1 Factor de la hora de máxima demanda.

El factor de la hora de máxima demanda se determinó con el método de los volúmenes equivalentes en los dos puntos de conteo que se efectuaron para encontrar la hora precisa de mayor demanda. Se procedió a las sumatorias correspondiente para cada segmento del tramo en estudio.

Factor de la hora de máxima demanda.

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{tm\acute{a}x})} \quad \text{F\acute{o}rmula 10}$$

Fuente: Ingenieria de Tránsito, fundamentos y aplicaciones, novena edición, Rafael Cal y Mayor Reyes, pag:192

Donde:

N: números de periodos durante la hora de máxima demanda.

t: duración del periodo en minutos.

4.4 VOLUMEN DE TRÁNSITO EN ESTACIONES DE AFORO.

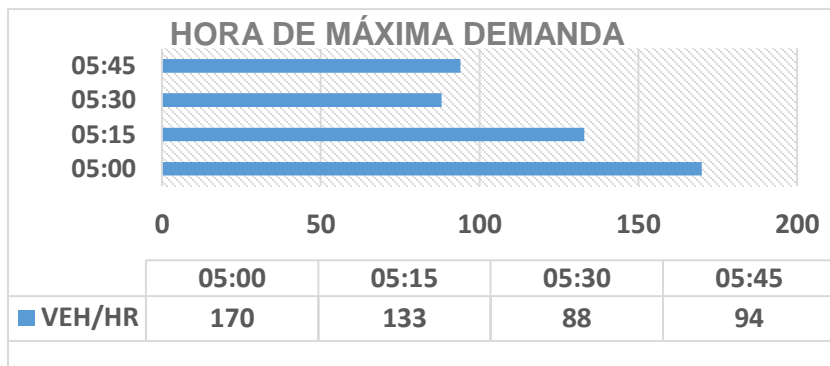
Estación 001 km 42 (año 2019)

Hora de máxima demanda: 5:00-6:00 pm= 485 veh/hora, (ver anexo, tabla: 82, página: XIX)

Utilizando la fórmula 10: Factor de la hora de máxima demanda.

$$FHMD = \frac{485}{4 * 170} = 0.71$$

Gráfico 14: Hora de máxima demanda, entrada Km 42



Fuente: Elaboración propia.

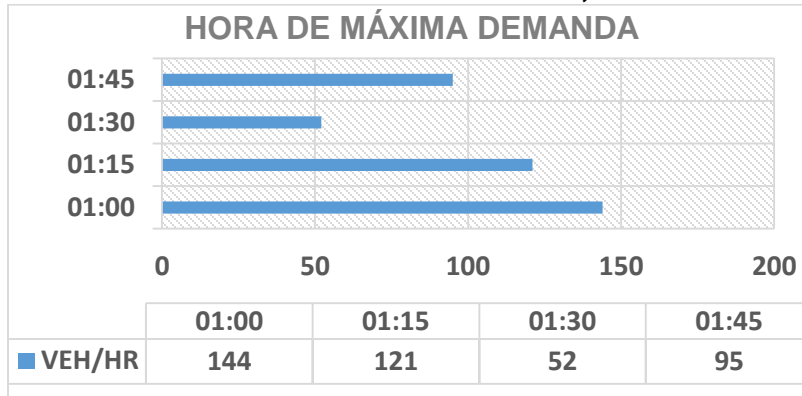
Estación 002 km 62 (año 2019)

Hora de máxima demanda: 1:00-2:00 pm= 412 veh/hora, (ver anexo, tabla: 84, página: XXI)

Utilizando la fórmula 10: Factor de la hora de máxima demanda.

$$FHMD = \frac{412}{4 * 144} = 0.72$$

Gráfico 15: Hora de máxima demanda, entrada Km 62



Fuente: Elaboración propia.

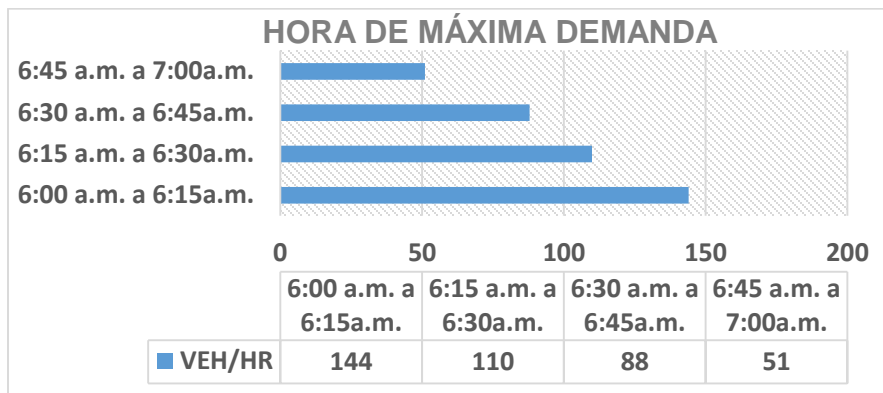
Estación 001 km 42 (año 2021).

Hora de máxima demanda: 6:00-7:00 am= 393 veh/hora, (ver anexo tabla: 85, página: XXII)

Utilizando la fórmula 10: Factor de la hora de máxima demanda.

$$FHMD = \frac{393}{4 * 144} = 0.68$$

Gráfico 16: Hora de máxima demanda, salida Km 42



Fuente: Elaboración propia.

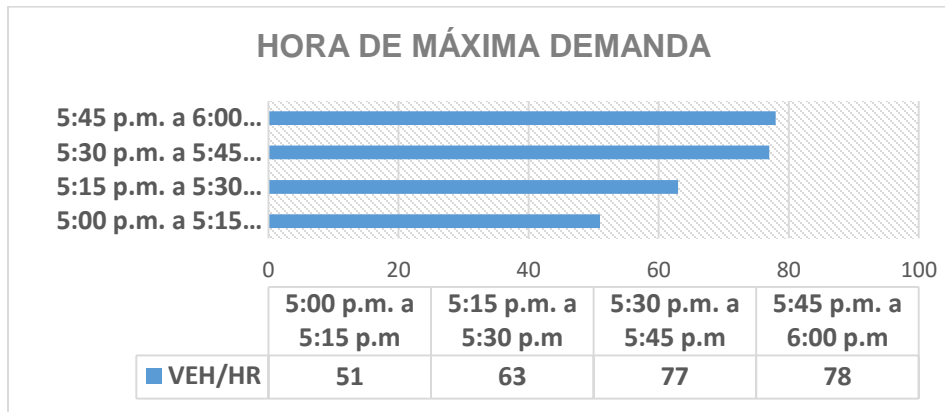
Estación 002 km 62 (año 2021).

Hora de máxima demanda: 5:00-6:00 pm= 269 veh/hora, (ver anexos, tabla: 88, página: XXV)

Utilizando la fórmula 10: Factor de la hora de máxima demanda.

$$FHMD = \frac{269}{4 * 78} = 0.86$$

Gráfico 17: Hora de máxima demanda, salida Km 62



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta tabla resumen de valores obtenidos del HMD, VHM, FHMD.

Tabla 41: Resumen de los valores obtenidos del HMD, VHM, FHMD.

AÑO	2019		2021	
Estación	42+000	62+000	42+000	62+000
HMD	5:00-6:00 am	1:00-2:00 pm	6:00-7:00 am	5:00-6:00 pm
VHM (veh/hora)	485	412	393	269
FHMD	0.71	0.72	0.68	0.86

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de HMD y VHM mostrados en la tabla 41 se encuentran en los anexos, tablas: 81 – 88 y páginas: XVIII – XXV.

Mediante la obtención del factor de la hora de máxima demanda se pudo notar las características del flujo del tránsito en periodos de 15 minutos, la forma en que están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora, su mayor valor es de 0.86

acercándose más a la unidad, lo que significa que existe una distribución bastante uniforme de flujos máximos durante toda la hora. Los otros valores adquiridos bastantes menores que la unidad indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora.

4.5 NIVEL DE SERVICIO.

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido.

Los factores del tránsito que influyen en la capacidad de una arteria urbana son: la sección transversal, el trazado y geometría de la vía, los vehículos pesados, la frecuencia y distribución de tráfico entre carriles y las fluctuaciones diarias de la intensidad.

El objetivo de analizar la capacidad de la vía es estimar el máximo número de vehículos que el sistema vial puede acomodar con seguridad durante un periodo específico.

4.6 CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO, por Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), (HCM 2010).

The Highway Capacity Manual 2010 establece seis niveles de servicio, identificados subjetivamente por las letras desde la A hasta la F, donde el nivel de servicio A logra un flujo vehicular totalmente libre, mientras que el nivel de servicio F alcanza el flujo forzado que refleja condiciones de utilización a plena capacidad de la vía.

A: Representa las características de la circulación libre, fluida, sólo posible cuando la intensidad de servicio es pequeña y la velocidad del trayecto elevada, donde los conductores pueden desarrollar la velocidad elegida por ellos mismos, con gran libertad de maniobra.

B: Indica la zona donde la circulación es libre, pero la velocidad comienza a sentirse restringida por algunas condiciones del tráfico. Sin embargo, los conductores aún poseen una libertad razonable para seleccionar su propia velocidad y carril de circulación.

C: Éste nivel representa aún las características de circulación estable fluida, aunque la velocidad posible a desarrollar y la libertad de maniobra de los conductores están ya más ligada a las condiciones impuestas por el tráfico que por la propia voluntad de aquellos. La mayor parte de los conductores encuentran dificultades para seleccionar su propia velocidad, cambiar de carril y adelantar a otros vehículos.

D: Dentro de esta zona las condiciones de operación se aproximan a la inestabilidad, con velocidad real notable, aunque difícil de mantener constante a través de un trayecto largo. Los conductores encuentran poca libertad de maniobra y comodidad.

E: Determina las características de una circulación inestable con velocidad variable y paradas de breve duración; la velocidad normalmente es de 50 Km/h y las intensidades de servicio se acercan mucho más a la capacidad de la vía.

F: Representa las condiciones de tráfico de circulación forzada con pequeña velocidad y paradas frecuentes de menor o mayor duración, debidas a la congestión del tráfico, en casos extremos la velocidad y la intensidad de servicio pueden descender a 0.

El cálculo del flujo de servicio de la carretera en los tramos de 2 carriles se realiza siguiendo uno de las 3 clases que el Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), special report 2010, transportation researchnboard, washington, D.C. 1985.presenta según los datos del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010).

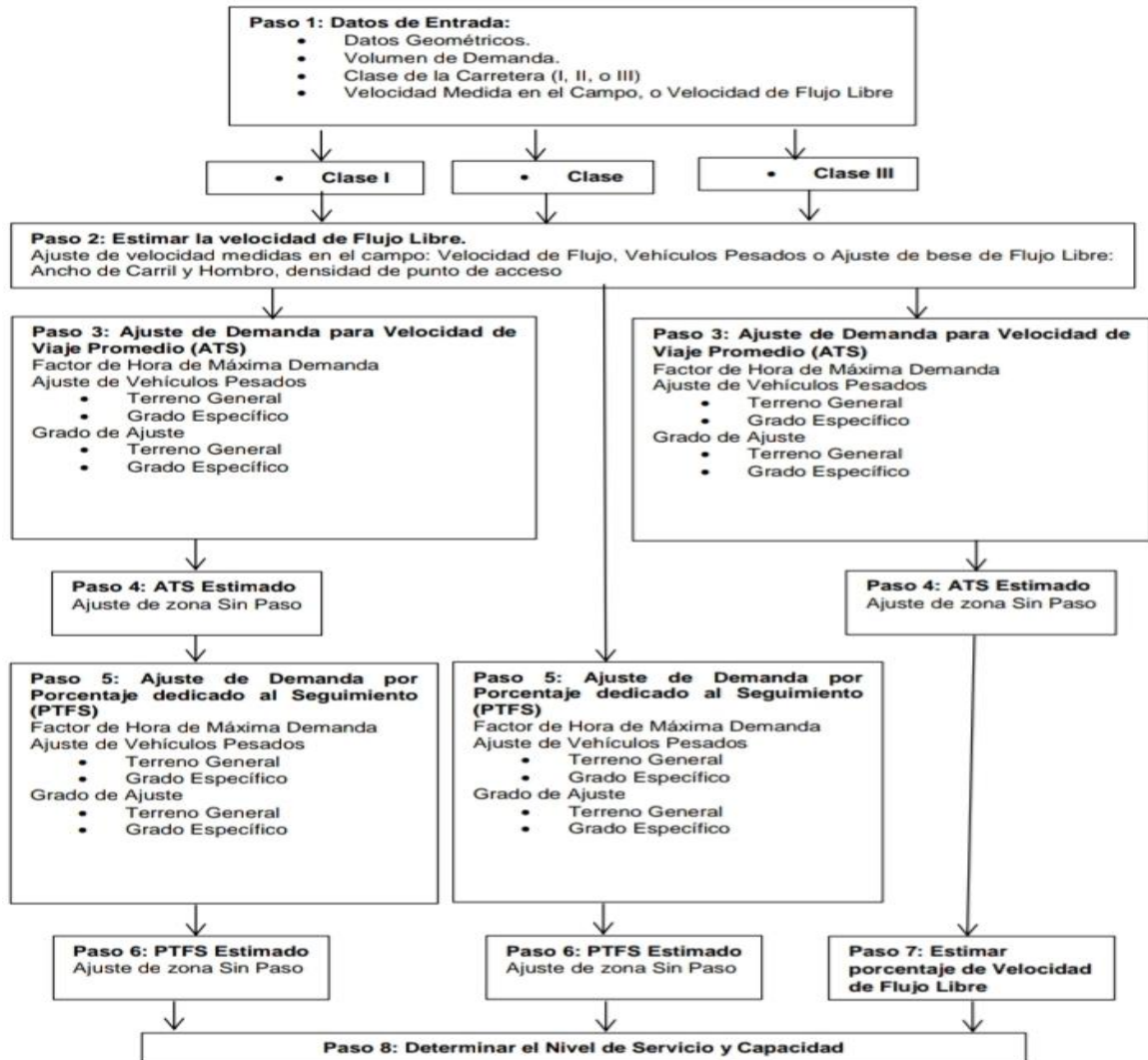
Clase I de carreteras de dos carriles: son carreteras donde los conductores esperan viajar a velocidades relativamente altas; estas son las principales rutas interurbanas, conectores principales de los principales generadores de tráfico, rutas de cercanías diarias, o principales eslabones de redes estatales o carreteras nacionales. Estas sirven sobre todo para viajes de larga distancia, o facilita las conexiones entre las vías que sirven a viajes de larga distancia.

Clase II de carreteras de dos carriles: son carreteras donde los conductores no necesariamente esperan viajar a altas velocidades, que funcionan como acceso a las carreteras clasificadas como clase I, que actúan como rutas paisajísticas o recreativas (y no como arterias principales), o pasan a través de un terreno accidentado.

Clase III de carreteras de dos carriles: son carreteras que sirven a áreas moderadamente desarrolladas. Pueden ser tramos de carreteras de dos carriles clase I o clase II que pasan a través de las pequeñas ciudades o zonas recreativas desarrolladas. En tales segmentos, el tráfico local a menudo se mezcla con el tráfico de paso y la densidad de los puntos de acceso a la carretera no semaforizados es notablemente mayor que en una zona rural. También pueden ser segmentos de tramos más largos que pasan a través de áreas recreativas, también con el aumento de densidades. Estos tramos son a menudo acompañados por límites de velocidad reducidos que reflejan el mayor nivel de actividad.

En éste caso el tramo de 2 carriles es clase II por ser una colector principal, (ver clasificación funcional tabla 14, página: 27. Lo cual según el Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), special report 2010, transportation researchnboard, washingh ton, D.C. 1985, (HCM 2010), se deben seguir 3 pasos para determinar el nivel de servicio en el cual se encuentra, (ver figura 14, página: 72).

Figura 14: Diagrama de flujo de la metodología para carreteras de dos carriles.



Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010) capítulo 15, página 15-13.

Para el cálculo de niveles de servicio, se utilizó el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), el primer paso es determinar las características y el comportamiento vehicular del tramo en estudio, estos se obtienen a partir del inventario vial y el aforo vehicular. Ver tablas 42 y 43, páginas: 72 y 73.

Tabla 42: Características de tráfico, Km 42.

CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO	
Factor de la hora de máxima demanda	0.71
Volumen de hora de máxima demanda	485

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan las conversiones de km/h a mi/hr para velocidad límite de carretera de 60km/h, y de m a pie para el ancho de carril que es de 3.6 m.

$$1 \text{ mi}=1609.34 \text{ m}$$

$$1 \text{ km}=1000 \text{ m}$$

$$60 \frac{\text{km}}{\text{h}} * \left(\frac{1000\text{m}}{1\text{km}} \right) * \left(\frac{1 \text{ mi}}{1609.34 \text{ m}} \right) = 37.28 \text{ mi/h}$$

$$1\text{m}= 3.28 \text{ pie}$$

$$3.6 \text{ m} * \left(\frac{3.28 \text{ m}}{1.0 \text{ m}} \right) = 11.8 \approx 12 \text{ pie}$$

Tabla 43: Características de la vía, Km 42.

CARACTERÍSTICA DE LA VÍA		
Unidades de medida	Ingles	Internacional
Terreno	Plano	Plano
Velocidad límite de carretera	37.28 (mi/hr)	60 (km/h)
Ancho de hombros	0 (pie)	0 (pie)
Ancho de carriles	12 (pie)	3.6 (m)
Restricción de rebase	73%	73%
Límite de velocidad base	10 (mi/hr)	16.0.9 (mi/h)
División direccional	50/50	50/50

Fuente: Elaboración propia.

Análisis Km 42

Ajustes para determinar la velocidad de flujo libre (FFS), (a partir de los datos de campo).

$$FFS = BFFS - F_{LS} - f_A \quad \text{Fórmula 11}$$

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), capítulo 15, ecuación 15-2 página 15-15.

Donde:

FFS: Velocidad a flujo libre (mi/h)

BFFS: Velocidad de flujo libre de base (mi/h)

F_l: Factor de ajuste por ancho de berma (mi/h)

FA: Ajuste para los puntos de acceso (mi/h), de la tabla 45, página: 74.

Velocidad base de flujo libre BFFS (mi/h).

BFFS= Velocidad límite + Condición base Fórmula 12

Fuente: HCM 2010 capítulo: 15

BFFS= 37.28 mi/h+ 10 mi/h

BFFS: 47.28 mi/hr

Factor de ajuste por ancho de hombro (FIs)

Para determinar éste factor, se utilizó el ancho de carril 11pies y el ancho de hombro que en éste caso es cero por qué no existe.

Tabla 44: Factores de ajustes por ancho de berma.

Ancho de carril (pie)	Ancho de hombro (pie)			
	≥ 0 < 2	≥ 2 < 4	≥ 4 < 6	≥ 12
≥ 9 < 10	6.4	4.8	3.5	2.2
≥ 10 < 11	5.3	3.7	2.4	1.1
≥ 11 < 12	4.7	3.0	1.7	0.4
≥ 12	4.2	2.6	1.3	0.0

Fuente: Tabla 15-7 Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), HCM 2010, página: 15-15.

FIs= 4.7 mi/h factor de ajuste por ancho de hombro o berma

Para el cálculo del ajuste para los puntos de acceso (FA) se utilizan el número de intersecciones presentes en el tramo en éste caso hay 7 intersecciones, para esta cantidad se debe interpolar el valor del FA con la tabla 45, página: 74.

FA=1.75 mi/h (interpolación)

Tabla 45: Densidad de puntos de acceso.

Puntos de acceso por milla (dos direcciones)	Reducción en FFS (mi/h)
0	0.0
10	2.5
20	5.0
30	7.5
40	10.0

Fuente: Tabla 15-8 Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), (HCM 2010), página: 15-15

Una vez calculado la velocidad de flujo libre (**BFFS**), el factor de ajuste por ancho de hombro (**fLS**) y factor de ajuste para la densidad del punto de acceso (**fA**). Se puede calcular la velocidad de flujo libre (**FFS**), utilizando la fórmula 11.

Velocidad de flujo libre (FFS)

$$FFS = 47.28 \frac{mi}{hr} - 4.7 \frac{mi}{hr} - 1.75 \frac{mi}{hr} =$$

$$FFS = 40.83 \text{ mi/hr}$$

Determinación porcentaje de flujo de demanda por el análisis del PTSF.

$$V_i = \frac{v_i}{PHF * f_{g,PTSF} * f_{HV,PTSF}} \quad \text{Fórmula 13}$$

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), (HCM 2010) capítulo 15, ecuación 15-7 página 15-23.

Donde:

V_i = Porcentaje de flujo de demanda para la determinación del porcentaje de demoras

i = "d" (análisis en la dirección) o (dirección opuesta)

$f_{g,PTSF}$ = Factor de ajuste por pendiente para determinar el porcentaje de demoras de tabla 46, página: 76.

$f_{HV, PTSF}$ = Factor de ajuste por vehículos pesados para determinar el porcentaje de demoras de tabla.

El factor del grado de ajuste se calculó utilizando el volumen total de camiones, en el sentido que se está analizando entre el total de camiones en ambos sentidos y se multiplica por 100 para el porcentaje. En la estación de estudio la división direccional es de **50/50**.

Volumen total de camiones = 241

Volumen total de camiones sentido izquierdo = 112

Volumen total de camiones sentido derecho = 129

$$\text{Sentido Izquierdo (Villa el Carmen – San Rafael del Sur)} = \frac{112}{241} * 100 = 46\%$$

$$\text{Sentido Derecho (San Rafael del Sur - Villa el Carmen)} = \frac{129}{241} * 100 = 54\%$$

Porcentajes de vehículos para la dirección (derecha)

$$V_{50} = V_1 = 0.5 * 485 = 243 \text{ veh/hr} \quad \text{Fórmula 14}$$

Fuente: HCM 2010 (no está planteada como tal. Pero se indica en la página 15-16 que es el porcentaje de vehículos en la dirección que se analiza).

Utilizando la fórmula 14

$$V_{50} = V_2 = 0.5 * 485 = 243 \text{ veh/hr}$$

Velocidad de Flujo direccional

Dirección 1= De km 42 Villa el Carmen a km 62 San Rafael del Sur

Dirección 2= De km 62 San Rafael del Sur a km 42 Villa el Carmen

Utilizando la fórmula 10: Factor de la hora de máxima demanda.

$$\text{Vehiculos por hora en la dirección 1} = \frac{243 \text{ v/h}}{0.71} = 342 \text{ v/h}$$

$$\text{Vehiculos por hora en la dirección 2} = \frac{243 \text{ v/h}}{0.71} = 342 \text{ v/h}$$

Se interpola con tabla 46, página: 76 (factor de ajuste por pendientes, tabla 15-9 del HCM 2010)

$$f_{g,PTSF} = 1 \text{ (Dirección 1)}$$

$$f_{g,PTSF} = 1 \text{ (Dirección 2)}$$

Tabla 46: Factor de ajuste por pendientes.

Flujo de demanda en una dirección, V_{vpn} (veh/h)	Factor de ajuste	
	Nivel de terreno plano y bajadas específicas	Terreno ondulado
≤100	1.00	0.73
200	1.00	0.80
300	1.00	0.85
400	1.00	0.90
500	1.00	0.96
600	1.00	0.97
700	1.00	0.99
800	1.00	1.00
≥900	1.00	1.00

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), (HCM 2010), tabla 15-9, página: 15-17

Para el cálculo del factor de ajuste por pendiente se utiliza los vehículos por hora en la dirección 1= 342 y en la dirección 2 es el mismo valor puesto que la división direccional es 50/50, para esta cantidad se debe interpolar el valor factor de ajuste por pendientes con la tabla: 47, página: 77.

$$f_{g,PTSF} = 1 \text{ (Dirección 1)}$$

$$f_{g,PTSF} = 1 \text{ (Dirección 2)}$$

Tabla 47: Vehículo equivalentes para camiones (Et) y vehículos de recreo (Er).

Tipo de vehículo	Índice de flujo de demanda direccional, Vvpn (veh/h)	Nivel de terreno plano y bajadas específicas	Terreno ondulado
Trucks,ET	≤100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
	≥900	1.0	1.0
RVs, ER	All	1.0	1.0

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), tabla 15-11, página: 15-18.

Los valores mostrados a continuación es el resultado de la interpolación con la tabla 47.

$$E_T = 1$$

$$E_R = 1$$

$$P_T \text{ y } P_R = 0$$

Nota: P_T y P_R se toman como cero por qué el porcentaje que pasaba era muy bajo.

Determinación del porcentaje de flujo de demanda por el análisis del PTSF.

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1+PT(ET-1)+PR(ER-1)} \quad \text{Fórmula 15}$$

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), ecuación 15-8, página: 15-23

Donde:

PT: proporción de camiones en el tránsito, en decimal

PR: Proporción de vehículos recreacionales en el tránsito, en decimal

ET: Equivalencia de número de vehículos por camión

ER: Equivalencia de número de vehículos por vehículos recreacional

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1+0(1-1)+0(1-1)} = 1 \text{ (Dirección 1)}$$

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1+0(1-1)+0(1-1)} = 1 \text{ (Dirección 2)}$$

Determinación del porcentaje de flujo de demanda por el análisis del PTSF (Utilizando la fórmula 13).

$$V_1 = \frac{342}{0.71 * 1 * 1} = 482 \text{ pc/h}$$

$$V_2 = \frac{342}{0.71 * 1 * 1} = 482 \text{ pc/h}$$

Cálculo de porcentaje de demoras.

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \left(\frac{V_{d,PTSF}}{V_{d,PTSF} + V_{o,PTSF}} \right) \quad \text{Fórmula 16}$$

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), ecuación 15-9, página: 15-25

Donde:

PTSF_d = Porcentaje de demora siguiendo en la dirección analizada (decimal)

BPTSF_d = Porcentaje de demora siguiendo básica en la dirección analizada, de la fórmula 17.

f_{np,PTSF} = Factor de ajuste del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF) por el porcentaje de zonas de no rebase en el tramo analizado, tabla 49, página: 79.

V_{d,PTSF} = Porcentaje de Flujo de demanda en la dirección analizada para determinar PTSF (pc / h)

V_{0,PTSF} = Porcentaje de flujo de demanda en la dirección opuesta a la analizada para determinar PTSF (pc / h)

Tabla 48: Coeficiente de PTSF para estimar BPTSF.

Flujo de demanda opuesto, V_e (pc/h)	Coeficiente a	Coeficiente b
≤ 200	-0.0014	0.973
400	-0.0022	0.923
600	-0.0033	0.870
800	-0.0045	0.833
1,000	-0.0049	0.829
1,200	-0.0054	0.825
1,400	-0.0058	0.821
$\geq 1,600$	-0.0062	0.817

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), capítulo 15, tabla 15-20

$a = -0.002651$ (Dirección 1)

$a = -0.002651$ (Dirección 2)

$b = 0.90127$ (Dirección 1)

$b = 0.90127$ (Dirección 2)

Porcentaje de demora siguiendo básica en la dirección analizada (BPTSF_d)

$$BPTSF_d = 100[1 - \text{Exp}(av_d^b)] \quad \text{Fórmula 17}$$

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), capítulo 15

$$BPTSF_1 = 100[1 - \text{Exp}(-0.002651 * 482^{0.90127})] = 50.05\%$$

$$BPTSF_2 = 100[1 - \text{Exp}(-0.002651 * 482^{0.90127})] = 50.05\%$$

Tabla 49: Ajustes por zonas de no rebase factor ($f_{np,PTSF}$) para determinar el PTSF.

Tasa de flujo bidireccional Total, $V=V_d+V_o$ (Pc/h)	Porcentaje de no rebase					
	0	20	40	60	80	100
División direccional = 50/50						
≤ 200	9.0	29.2	43.4	49.4	51.0	52.6
400	16.2	41.0	54.2	61.6	63.8	65.8
600	15.8	38.2	47.8	53.2	55.2	56.8
800	15.8	33.8	40.4	44.0	44.8	46.6
1,400	12.8	20.0	23.8	26.2	27.4	28.6
2,000	10.0	13.6	15.8	17.4	18.2	18.8
2,600	5.5	7.7	8.7	9.5	10.1	10.3
3,200	3.3	4.7	5.1	5.5	5.7	6.1

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), capítulo 15, tabla 15-21

$$V = V_d + V_o = 482 + 482 = 964 \text{ pc/h}$$

Porcentaje de no rebase = 73%

$f_{np,PTSF} = 39.55\%$ para ambas direcciones (tabla 49, página: 79)

Tasa de flujo bidireccional Total, $V=V_d+V_o$ (Pc/h)	Porcentaje de no rebase
800	73 44.52
1,400	26.98

Al sustituir los valores en la fórmula del porcentaje de demora, esta se expresa de la siguiente manera.

Cálculo de Porcentaje de demoras (utilizando la fórmula 16, página: 78).

$$PTSF_1 = 50.05 + 39.55 \left(\frac{482}{482 + 482} \right) = 69.8\%$$

$$PTSF_2 = 50.05 + 39.55 \left(\frac{482}{482 + 482} \right) = 69.8\%$$

Tabla 50: Niveles de servicio para carretera de dos carriles.

LOS	Carretera de clase I		Carretera de clase II	Carretera de clase III
	AST (min/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50-55	>35-50	>40-55	>83.3-91.7
C	>45-5	>50-65	>55-70	>75.0-83.3
D	>40-45	>65-80	>70-85	>66.7-75.0
E	≤40	>80	>85	≤66.7

Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), tabla 15-3, página 15-7

La carretera es clase II por funcionar como acceso a las carreteras clasificadas como clase I, que no actúan como arterias principales, conectando municipios. Ver tabla 14, página: 27.

Para escoger el nivel de servicio para carretera clase II según la tabla 50, página: 80 es conforme al porcentaje de demoras, PTSF= 69.8% clasificación (C) >55-70, en éste caso el nivel de servicio es C para ambas direcciones ya que la división direccional es 50/50.

Dirección 1= Nivel C Dirección 2= Nivel C

Por lo tanto, se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad (70 km/h). La demora de los conductores alcanza el 65% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 1, 190 veh/hr, según Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, página 60.

Asimismo, se realizaron los cálculos para el año 2019 Km 62 y para el año 2021 en el Km 42 y Km 62, los datos de entrada para los cálculos se encuentran en los anexos tablas 89 – 94, páginas: XXVI – XXVII.

Tabla 51: Resumen de resultados para los años 2019 y 2021.

Datos	Año 2019		Año 2021	
	KM 42	KM 62	KM 42	KM 62
FFS (mi/hr)	40,83	33,33	63,55	40,33
BFFS (mi/hr)	47,28	40,28	47,28	47,28
FIs (mi/hr)	4,7	4,7	4,7	4,7
fa (mi/hr)	1,75	2,25	1,75	2,25
Vi (veh/hr)	342	206	197	135
fg, PTSF	1	1	1	1
Fhv,PTSF	1	1	1	1
PTSFd (%)	69,8	64,68	66,65	58,77
BPTSFd (%)	50,05	42,33	45,15	26,53
fnp, PTSF (%)	39,55	44,7	43	64,48
Nivel	C	C	C	C

Fuente: Elaboración propia.



CAPÍTULO V:

ESTUDIO DE VELOCIDAD

5.1 INTRODUCCIÓN.

El término velocidad de operación según la Ley 431 Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito, en la página: 34 artículo 37 define como: la velocidad máxima permitida al conductor de un medio de transporte automotor en correspondencia al diseño y uso de la vía.

Actualmente la velocidad se ha convertido en una necesidad del ser humano al trasladarse de un lugar a otro de manera más rápida. Es por ello la importancia de éste tema, ya que los conductores de manera irresponsable han sobrepasado los límites que indican las señales verticales, violentando la Ley Tránsito en su artículo 37, y poniendo en riesgo la seguridad de los que transitan en dicha vía.

Por tal razón en éste estudio será necesario conocer, estudiar, regular y controlar la velocidad con la que opera el transporte en determinado tramo, con el propósito de que exista una armonía entre el conductor, vehículo y la vía para tratar de reducir accidentes.

El levantamiento de campo permitirá que se obtengan porcentajes positivos o negativos del respeto que tienen los conductores a los límites de velocidades, que restringen las rotulaciones para el beneficio y seguridad del público que utilizan las vías públicas durante sus actividades cotidianas.

Para ello, se realizó un trabajo de gabinete, tomando en cuenta que la estación cumplirá con los siguientes aspectos: tramos con conducción geométrica continua (rectas), existencia de una señal vertical que restrinja velocidad, tramos sin intersecciones.

5.2 PUNTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS A LO LARGO DEL TRAMO.

El punto para la recolección de datos fue la estación 42+538 Villa el Carmen, se seleccionó por ser un tramo que cumple con los requisitos necesarios como es: ser un tramo recto, sin intersecciones y con una señal restrictiva que indique la velocidad máxima. Lo antes mencionado permite comprobar si los autos desarrollan velocidades que no están permitidas en ese segmento.

5.3 MÉTODO UTILIZADO PARA EL LEVANTAMIENTO DE CAMPO (Distancia entre dos puntos.)

Se marcó punto inicial y punto final con una distancia de 100 m y líneas imaginarias en el pavimento, luego se toman los tiempos que tardan los vehículos en recorrerla. El observador se sitúa en un lugar conveniente entre las marcas (imaginarias), cuando las ruedas delanteras de determinado vehículo pasan sobre la primera marca la persona que está anotando los datos comienza a medir el tiempo (en segundos) con un cronómetro, y cuando las ruedas del vehículo tocan la segunda marca se deja de medir el tiempo. La velocidad se obtiene dividiendo la distancia entre el tiempo, el resultado obtenido en m/s se convierte en Km/h.

El estudio se realizó en ambos sentidos de circulación y en un periodo de un día. Para la recolección de datos, se utilizó un formato donde contenía la siguiente información: tipo de vehículo, velocidad en que se trasladaba y si excedía o no con el límite de velocidad.

El tamaño de la muestra para el estudio de velocidad, equivale al 20% del tránsito promedio diario anual (TPDA) de la estación 1006, de conteo sobre el tramo en estudio. Ubicada entre Villa el Carmen – Empalme Masachapa (Intersecta con la NIC-8), según el anuario del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) el TPDA de esta. Por lo tanto, el tamaño de la muestra fue de 360 vehículos.

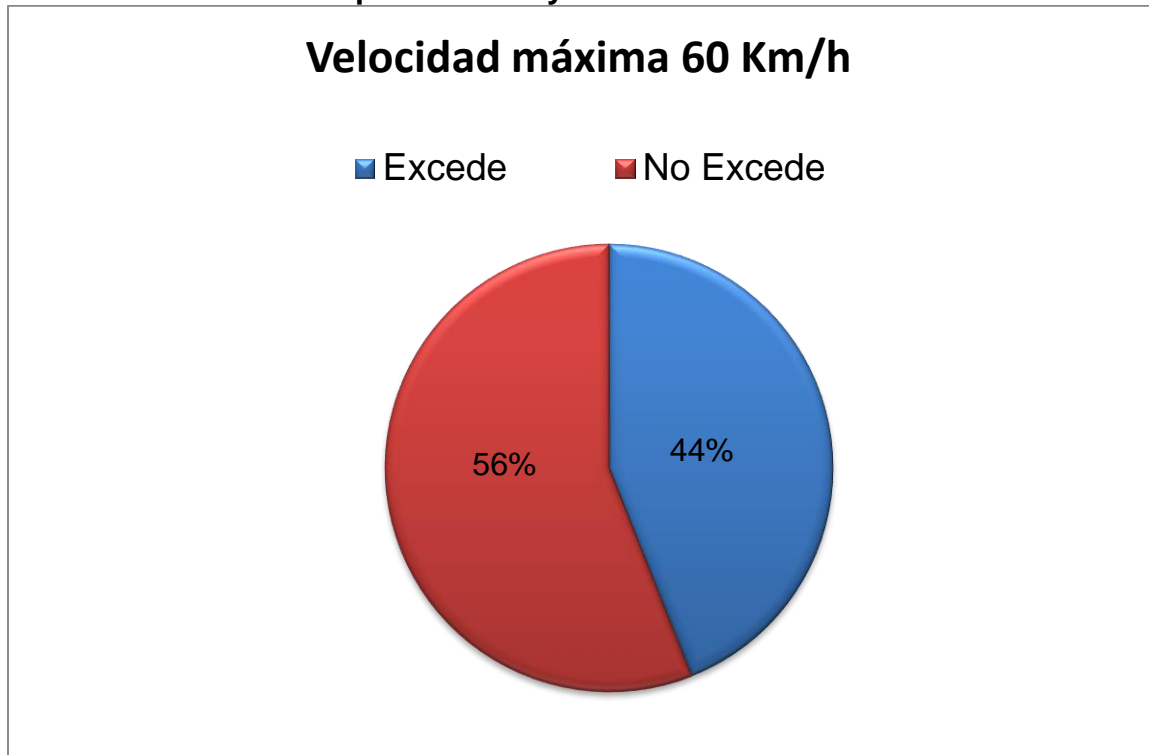
La tabla 52 y resume la cantidad de vehículos mixtos que excedieron o no el límite de velocidad.

Tabla 52: Estudio de velocidad en el tramo.

Estación	Lugar de la estación	Velocidad permitida	Excede	No excede	Total	% Excede	% No excede
42+538	Villa el Carmen	60 Km/h	158	202	360	44	56

Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.

Gráfico 18: Vehículos que exceden y no exceden el límite de velocidad.



Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.

El gráfico 18, página: 84 nos da a conocer que en la estación 42+538 correspondiente a una señal reglamentaria en donde se da el irrespeto al límite de velocidad, siendo en éste punto de 60 Km/h. En la tabla 52, página: 83 se aplicó el 10% del límite de velocidad establecido, según Ley 431 art 37 Bis límites de velocidad; según la clausura los límites de velocidad que indiquen las señales de tránsito prevaleceran sobre los que establecen los numerales anteriores.

El levantamiento del estudio de velocidad se pueden encontrar en los anexos tablas: 95 -102, páginas: XXVIII - XXXV. En estas tablas se encuentran con mas detalle los vehículos de diferentes tipologías, que exceden y no exceden el límite de velocidad.

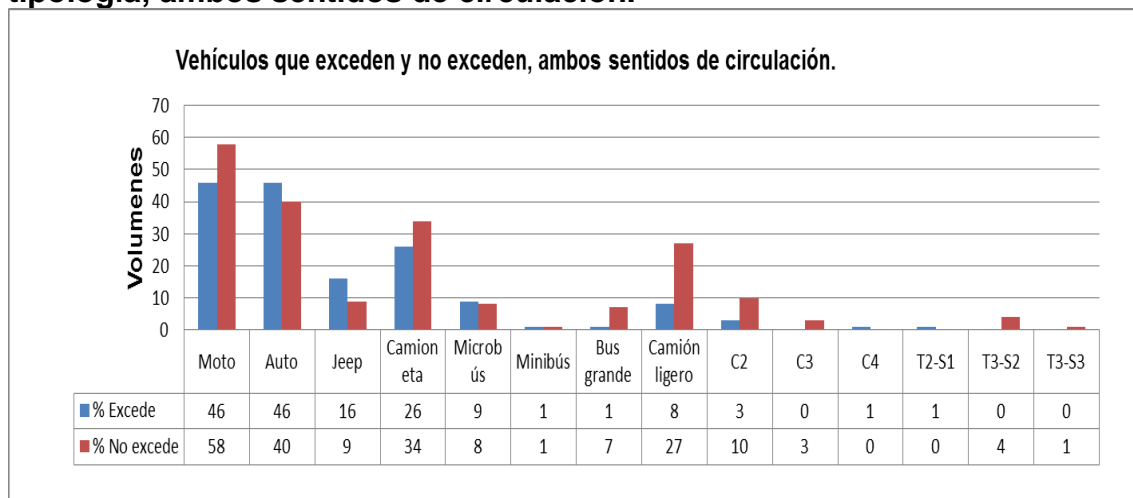
En las siguientes tablas y gráficos se detallan la cantidad de vehículos por tipología que excedieron o no el límite de velocidad, en un sólo sentido de circulación y en ambos sentidos. Ver tablas: 53, 54, 55, gráficos: 19, 20, 21, páginas: 85 - 87.

Tabla 53: Total de vehículos por tipología que exceden y no exceden el límite de velocidad, estación 42+538. (ambos sentidos de circulación).

Tipo	Exceden	No Exceden	Total	% Excede	% No excede	% Total de vehículos que exceden y no exceden por tipología.
Vehículos de pasajeros	-	-		-	-	-
Moto	46	58	104	13	16	29
Auto	46	40	86	13	11	24
Jeep	16	9	25	4	2.5	6.5
Camioneta	26	34	60	7	9.4	16.4
Microbús	9	8	17	3	2.2	5.2
Minibús	1	1	2	0.3	0.3	0.6
Bus grande	1	7	8	0.3	2	2.3
Vehículos de carga	-	-		-	-	-
Camión ligero	8	27	35	2	7.5	9.5
C2	3	10	13	0.8	2.7	3.5
C3	0	3	3	0	0.8	0.8
C4	1	0	1	0.3	0	0.3
T2-S1	1	0	1	0.3	0	0.3
T3-S2	0	4	4	0	1	1
T3-S3	0	1	1	0	0.3	0.3
Total	158	202	360	44%	56%	100

Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.

Gráfico 19: Vehículos que exceden y no exceden el límite de velocidad, por tipología, ambos sentidos de circulación.



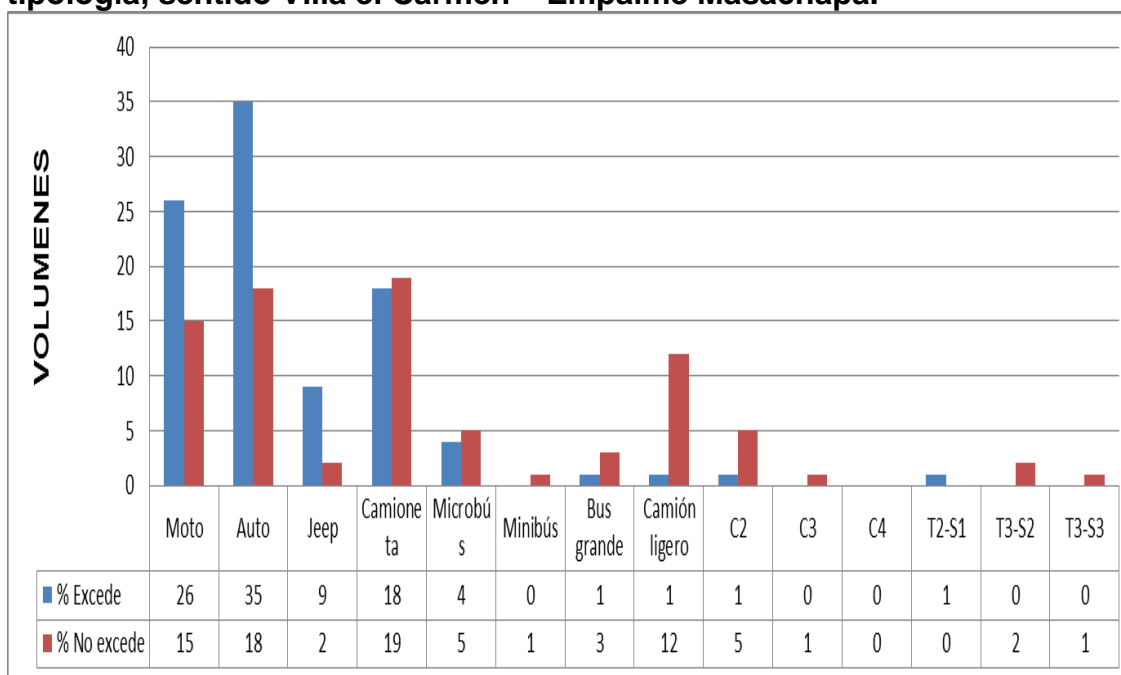
Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.

Tabla 54: Vehículos por tipología que exceden y no exceden el límite de velocidad, estación 42+538, sentido Villa el Carmen- Empalme Masachapa.

Tipo	Exceden	No Exceden	% Excede	% No excede	Total
Moto	26	15	7	4	41
Auto	35	18	10	5	53
Jeep	9	2	3	0.6	11
Camioneta	18	19	5	5	37
Microbús	4	5	1	1	9
Minibús	0	1	0	0.3	1
Bus grande	1	3	0.3	0.8	4
Camión ligero	1	12	0.3	3.3	13
C2	1	5	0.3	1	6
C3	0	1	0	0.3	1
C4	0	0	0	0	0
T2-S1	1	0	0.3	0	1
T3-S2	0	2	0	0.6	2
T3-S3	0	1	0	0.3	1
Total	96	84	27	22.2	180

Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.

Gráfico 20: Vehículos que exceden y no exceden el límite de velocidad, por tipología, sentido Villa el Carmen – Empalme Masachapa.



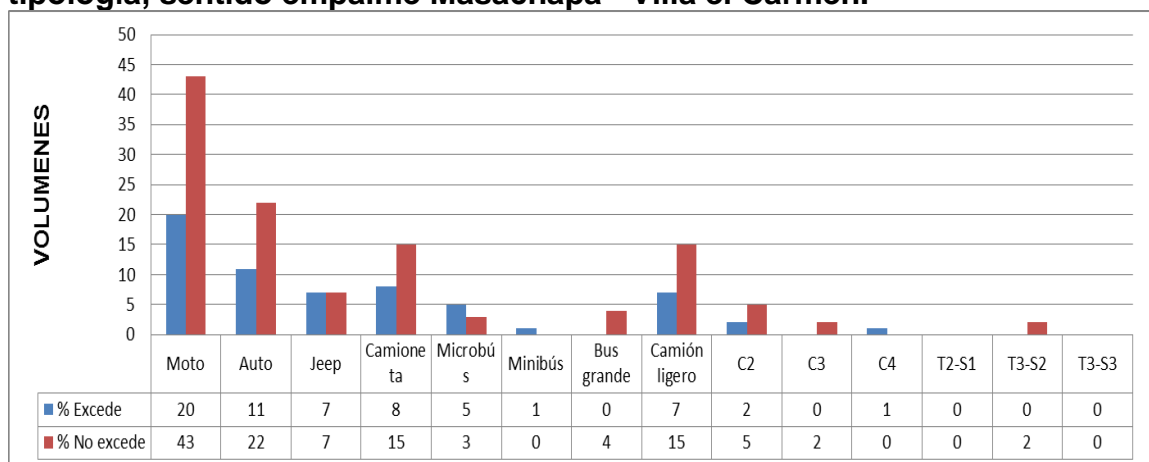
Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.

Tabla 55: Vehículos por tipología que exceden y no exceden el límite de velocidad, estación 42+538, sentido Empalme Masachapa- Villa el Carmen.

Tipo	Exceden	No Exceden	% Excede	% No excede	Total
Moto	20	43	6	12	63
Auto	11	22	2	6	33
Jeep	7	7	2	2	14
Camioneta	8	15	2	4	23
Microbús	5	3	1	0.8	8
Minibús	1	0	0.3	0	1
Bus grande	0	4	0	1	4
Camión ligero	7	15	2	4	22
C2	2	5	0.6	1	7
C3	0	2	0	0.6	2
C4	1	0	0.3	0	1
T2-S1	0	0	0	0	0
T3-S2	0	2	0	0.6	2
T3-S3	0	0	0	0	0
Total	62	118	16.2	32	180

Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.

Gráfico 21: Vehículos que exceden y no exceden el límite de velocidad, por tipología, sentido empalme Masachapa - Villa el Carmen.



Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.

Del total de la muestra que fueron 360 vehículos 44% excede el límite de velocidad y el 56% no excede. El promedio de las velocidades que andan por encima de los 60 km/h es de 79.4 km/h, los que encabezan son motos con 13%, autos 13%, y camionetas 7%, violando la Ley 431 Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito. Es importante mencionar que a pesar de que los vehículos de las diferentes tipologías exceden el límite de velocidad no tienen incidencia en los accidentes ya que sólo 2 fueron por exceso de velocidad en 5 años, esto se puede comprobar en la tabla 5, página 13.



CAPÍTULO SEIS:

PROPUESTA TÉCNICA

educacionvial.cl

6.1 INTRODUCCIÓN.

En éste capítulo se mostrarán las posibles soluciones y propuestas técnicas con el propósito de mejorar la accidentabilidad del tramo en estudio. Estas podrán utilizarse para mejorar la seguridad vial, eliminando todas aquellas causas que provocan accidentes de tránsito. De esta manera podrá existir armonía entre el conductor, vehículo y la vía.

6.2 PROPUESTA TÉCNICA.

- La Policía Nacional debe garantizar agentes de tránsito en los puntos críticos, que se detallan en la tabla 9, página 22, los días viernes, sábado y domingo de 9 -10, 13 -14, 18 -19, y de 19 -20, dado que donde ocurren la mayor cantidad de accidentes.
- Realizar estudios con mayor profundidad (encuestas, entrevistas a los afectados y a individuos que estuvieron cerca del acontecimiento, que pueden ayudar a comprender mejor los hechos que causaron el accidente, para un mejor análisis de otros factores que pueden estar ocasionando accidentes como, por ejemplo: las formas de viajes de las personas.
- Reducir el parque vehicular que circulan en el tramo en estudio, promoviendo el transporte colectivo con sistemas, tecnologías o modalidades que permitan que la movilidad sea más eficiente, segura y donde la cantidad de vehículos particulares sean reducidos, ya que la mayor tasa de accidentes es con vehículos particulares.
- Realizar campañas de concientización, verificar que los usuarios participen en estas actividades ya que de esta manera se podrán obtener conocimientos básicos de seguridad vial.
- Construcción de hombros en los tramos: 58+500 - 60+000 y 61+000 – 62+000 ya que no existen y son de vital importancia. Serán utilizados con un doble propósito, el primero es, para los vehículos que sufren desperfectos mecánicos

durante su recorrido, y el segundo es para que el peatón y los ciclistas no invadan el carril a los vehículos puesto que en los tramos antes mencionados son comunidades aledañas a la vía, donde existe mucha imprudencia peatonal. Esto ayudará a la seguridad del tránsito, con forme al Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, tercera edición, capítulo 4 (SIECA 2011).

- Reemplazar la carpeta de rodamiento en los tramos: 42+120-43+000, 45+050-47+730, 50+100-50+590, 53+710-54+800, 57+000-61+200, que son los más críticos, presentando una combinación de daños (perdida de sello arenoso, despostillamiento, asentamientos y baches), con niveles de severidad altos, medios y bajos.
- Colocar 6 delineadores verticales de prevención 3 para cada sentido de circulación. En las estaciones 42+120, 42+290, 44+500, 45+630, 46+950, 47+970, 48+190, 49+810, 52+480, 54+100, 54+170, 54+530, 57+200, 59+840, 61+100. Además, completar los delineadores en las alcantarillas en las que existen de uno a dos, estaciones 42+951, 44+290, 47+290. Esto se debe hacer tal como lo indica el Manual Centroamericano de Dispositivos para el Control de Tránsito.

Los delineadores deberán estar montados en soportes convenientes de modo tal que la parte superior del elemento reflectante se encuentre a una altura de aproximadamente 1.2 m, por encima del borde más cercano de la calzada. En las autopistas y en las carreteras de dos vías de diseño convencional, los delineadores deben colocarse fuera del espaldón, pero a una distancia no mayor de 3.60 m. de la orilla del pavimento. Según Manual Centroamericano de Dispositivos Uniforme para el Control del Tránsito, SIECA 2000, página: 298.

- Sustitución de una alcantarilla por un puente en la estación: 55+300 (Las tablas), dado que en época lluviosa alcanza su máximo caudal desbordándose y dejando inmobilizado el tráfico durante días además provoca daños en tendidos eléctricos.

- Mantenimiento y reparación de los drenajes, para que cumplan con los requisitos técnicos, y que éstos elementos actúen de acuerdo a como fueron diseñados y construidos. Se busca garantizar que el deterioro de la carretera por los efectos del agua sea mínimo. La limpieza y mantenimiento de los drenajes debe hacerse cada vez que se necesite para ello se debe hacer una inspección visual semanal, según Manual Centroamericano de mantenimiento, página: 290.

Tabla 56: Propuesta de mantenimiento y reparación de los drenajes.

Estación	Tipo	Propuesta
42+290	Alcantarilla	Limpieza, Mantenimiento
42+951	Alcantarilla	Limpieza y Mantenimiento
44+290	Alcantarilla	Limpieza y Mantenimiento
54+170	Alcantarilla	Limpieza, Mantenimiento
54+530	Alcantarilla	Limpieza, Mantenimiento
59+450	Alcantarilla	Limpieza y mantenimiento
59+840	Alcantarilla	Limpieza y mantenimiento (Colapsada)
50+590	Puente	Mantenimiento, (sellar las juntas en los dos carriles y en ambos sentidos de circulación.)

Fuente: Elaboración propia.

- Construcción de bahías para buses, ya que no existen sólo casetas y paradas informales, como se muestra en los anexos, tablas: 65 y 66, páginas II y III. Según las Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (SIECA 2004), capítulo 4, estas se deben localizar en centros de actividad, itinerarios de peatones e intersecciones. Espaciados cada 10 km a cada lado de la vía, pero también pueden ser ubicadas según las mediciones de la demanda.

Por tal motivo recomendamos que se edifiquen en las estaciones 42+000, 44+500, 49+000, 51+250, 59+000, 62+000, de igual forma en las casetas que no tienen bahías estaciones 45+915 y 46+520. Puesto que son comunidades aledañas a la vía, y es donde existe mayor demanda de esta infraestructura. Se sugiere que se

realicen según el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA 2011) y Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (SIECA 2004).

- Ubicar con la distancia lateral y altura libre correctas, las 49 señales verticales que no cumplen con el Manual Centroamericano de dispositivos Uniforme para el Control de Tránsito. (Ver anexos, tablas: 67, 68, página: IV y V. Tablas: de la 70 a la 75, páginas: de la VII a la XII.
- Dar mantenimiento a las señales verticales que se encuentran en estado regular estaciones 48+770, 46+135, 48+770, 49+203, las que estan en mal estado reemplazarlas estaciones 61+985, 58+500. Según el Manual Centroamericano de Mantenimiento, página: 291 se debe hacer una inspección visual semanal para garantizar su buen funcionamiento.

El diseño del dispositivo debe asegurar que cada característica como tamaño, contrastes, colores, figura, composición e iluminación o reflectoración, estén combinadas para llamar la atención del usuario hacia el dispositivo. Según Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (SIECA 2000), página: 1.14. (Lámina galvanizada de acero de 1.6 mm).

- **Colocar señales verticales en las siguientes estaciones:**

Tabla 57: Señales ausentes.

Estación	Nombre del sitio	Señal ausente	Código	Tipo	Ubicación	
					Izq	Der
43+600	El Apante	Carretera lateral izquierda en ángulo oblicuo (correspondiente a la señal espejo).	P-2-4	Preventiva		1
43+800	El Apante	Carretera lateral derecha en ángulo oblicuo	P-2-4	Preventiva	1	
44+450	El Apante	Cruce de caminos	P-2-1	Preventiva		1
44+650	El Apante	Cruce de caminos	P-2-1	Preventiva	1	
44+700	El Apante	Carretera lateral en ángulo oblicuo.	P-2-4		1	
45+900	La Ceiba	Cruce de caminos	P-2-1	Preventiva		1
46+450	Maderas Negra	Carretera lateral derecha en ángulo oblicuo.	P-2-4	Preventiva		1
46+650	Maderas negra	Carretera lateral izquierda en ángulo oblicuo (correspondiente a la señal espejo)	P-2-4	Preventiva	1	
46+900	El Capulín	Curva doble, correspondiente a la señal espejo	P-1-4	Preventiva		1
47+300	El Capulín	Carretera lateral derecha en ángulo oblicuo	P-2-4	Preventiva		1
47+500	El Capulín	Carretera lateral izquierda en ángulo oblicuo (correspondiente a la señal espejo).	P-2-1	Preventiva	1	
47+800	La Calera	Curva doble, correspondiente a la señal espejo	P-1-4	Preventiva	1	
47+900	La Calera	Curva derecha	P-1-2	Preventiva		1
48+100	La Calera	Curva derecha (correspondiente a la señal espejo)	P-1-2	Preventiva	1	
49+500	California	Velocidad máxima 60 km/h	R-2-1	Restrictiva		1
49+700	California	Velocidad máxima 60 km/h	R-2-1	Restrictiva	1	
50+500	Puente San Cayetano	Curva cerrada derecha	P-1-1	Preventiva		1
SUB TOTAL					8	9
TOTAL					17	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58: Señales ausentes.

Estación	Nombre del sitio	Señal ausente	Código	Tipo	Ubicación	
					Izq	Der
50+650	San Cayetano	Carretera lateral izquierda en ángulo oblicuo (correspondiente a la señal espejo).	P-2-1	Preventiva		1
50+700	San Cayetano	Curva cerrada correspondiente a la señal espejo.	P-1-1	Preventiva	1	
50+850	San Cayetano	Carretera lateral derecha en ángulo oblicuo.	P-2-1	Preventiva	1	
51+100	San Cayetano	Cruce de caminos	P-2-1,	Preventiva		1
51+300	San Cayetano	Cruce de caminos	P-2-1	Preventiva	1	
51+400	San Cayetano	Reductor de velocidad	P-9-12			1
52+500	Poza Azul	Presencia de semovientes o cruce de ganado	P-10-1	Preventiva	1	1
53+800	-	No adelantar	R-13-1	Restrictiva	1	
53+900	Reserva natural	No adelantar	R-13-1	Restrictiva		1
54+000	Reserva Natural	No adelantar	R-13-1	Restrictiva	1	
54+100	Eco Centro del Bosque	Curva doble	P-1-4	Preventiva		1
54+600	Eco Centro del Bosque	Curva doble	P-1-4	Preventiva	1	
54+700	Eco-Centro del Bosque	Zona de derrumbes	P-7-11	Preventiva		1
SUB TOTAL					7	7
TOTAL					14	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59: Señales ausentes.

Estación	Nombre del sitio	Señal ausente	Código	Tipo	Ubicación	
					Izq	Der
54+850	Eco-Centro del Bosque	Doble curva cerrada	P-1-9	Preventiva		1
55+600	Eco-Centro del Bosque	Doble curva cerrada	P-1-9	Preventiva	1	
55+850	-	No adelantar	R-13-1	Restrictiva	1	
55+900	-	Presencia de semovientes	P-10-1	Preventiva		1
55+950	-	No adelantar velocidad máxima 60 km/h	R-2-1	Restrictiva		1
56+050	-	No adelantar velocidad máxima 60 km/h	R-2-1	Restrictiva	1	
56+100	-	Presencia de Semovientes	P-10-1	Preventiva	1	
58+600	La gallina	Carretera lateral izquierda en ángulo oblicuo (correspondiente a la señal espejo).	P-2-4	Preventiva	1	
60+000	La gallina	No adelantar velocidad máxima 60 km/h	R-2-1	Preventiva		1
60+050	La gallina	No adelantar velocidad máxima 60 km/h	R-2-1	Preventiva	1	
60+350	La gallina	Camino sinuoso o varias curvas	P-1-4	Preventiva		1
61+250	Entrada al ingenio	Camino sinuoso o varias Curvas	P-1-5	Preventiva	1	
SUB TOTAL:					7	5
TOTAL:					12	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 15: Semovientes en la vía, estación 56+000.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16: Semovientes en la vía, estación 57+000.



Fuente: Elaboración propia.

- Se sugiere pintar los postes kilométricos que se encuentran en regular estado, estaciones 43+000, 45+000, 46+000, 48+000, 51+000, 53+000, 54+000, 55+000, 56+000, 57+000, 58+000, 60+000, 61+000, 62+000. También dar mantenimiento o reparar los postes que están en mal estado (agrietados, no están anclados al suelo), estaciones 50+000, 52+000, 59+000, 62+000.
- Eliminar el poste kilométrico 59 duplicado que no cumple con la distancia, ya que está 50 m antes de la ubicación correcta. Además, no es necesario porque existe otro con la localización exacta.
- Colocar el poste 61 en la posición adecuada, pues está desplazado 200 m antes de llegar a la localización apropiada.

Las señales que están en mal estado y necesitan ser sustituidas completamente, la nueva será trasladada al punto de colocación y deberán ser ubicada a un mínimo de 1.50 metros del extremo de la capa de rodadura. El poste debe estar enterrados 50 centímetros dentro del suelo, para lo cual se debe hacer una excavación de 30 x 30 x 50 centímetros y el espacio entre el poste y la excavación se debe llenar y compactar con material adecuado, que garantice que los monumentos queden bien anclados al suelo. Según Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras, con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial, edición 2010, página: 210.

- Se propone que se le de mantenimiento y/o que se cambien los postes guías que se encuentran en regular estado y en malas condiciones. (Ver tablas: 35 y 36, páginas: 56, 57). Esto debe hacerse siempre y cuando lo amerite realizando inspecciones semanales.
- Ubicar 6 postes guías por cada alcantarilla que no los posea, tres a cada lado. A continuación, se muestran las alcantarillas con su estacionamiento.

Tabla 60: Alcantarillas que necesitan postes guías.

N ^a	Nombre	Estación	Postes Guías		N ^a	Nombre	Estación	Postes Guías	
			Izq	Der				Izq	Der
1	Villa el Carmen	42+120	3	3	15	Eco Centro del Bosque	54+530	3	3
2	Villa el Carmen	42+290	3	3	16	Las Tablas	55+300	2	3
3	Villa el carmen	42+951	3	3	17	-	57+200	3	3
4	El Apante	44+290	3	3	18	La Gallina	59+450	3	3
5	El Apante	44+500	3	3	19	La Gallina	59+840	3	3
6	La Ceiba	45+630	3	3	20	Entrada al Ingenio Montelimar	61+100	3	3
7	El Capulín	46+950	3	3					
8	El Capulín	47+290	2	2					
			Completar						
9	La Calera	47+970	3	3					
10	California	48+190	2	1					
			Completar						
11	California	49+810	3	3					
12	Poza Azul	52+480	3	3					
13	-	54+100	2	2					
			Completar						
14	-	54+170	3	3					
TOTAL			77		TOTAL			35	

Fuente: Elaboración propia.

- Asimismo, colocar 6 postes guías para cada puente, 3 en cada sentido de circulación. Estaciones 44+650, 50+590 y en el puente que está ubicado en el kilómetro 59+620 colocarle 1 postes más.
- Repintar la demarcación horizontal del pavimento que se encuentra en mal y regular estado, comprendiendo todas las líneas, marcas y signos, necesarios

para seguridad y comodidad de los usuarios, y para poder realizar maniobras viales en forma segura. Ver anexos: tablas de la 77 a la 80, páginas: de la XIV a la XVII. Dónde se especifica los tramos y las estaciones que están localizadas estas señales, (no se detalla una tabla en donde se especifica en qué lugar se necesita restituir la demarcación porque sólo el 18.325% corresponde a buena y un 81.675 % de marcas en el pavimento que necesitan mantenimiento, lo que significaría volver a colocar casi todas las tablas antes mencionadas. Según Manual Centroamericano de Mantenimiento, para su mantenimiento se debe hacer una inspección visual semanal.

- Asimismo, se aconseja que se pinten líneas de borde, en vista de que no existen y son de vital importancia para delimitar los carriles, con el fin de servir como una guía al conductor al momento de que exista un deslumbramiento por la noche.

Tabla 61: Señales horizontales ausentes.

Estación Señal ausente	
Intersección Km 43+700 comunidad el Apante, carretera lateral izquierda en ángulo oblicuo.	
43+590	Líneas de pasos peatonales, color blanco, para cruce de pobladores de la comunidad el apante.
43+600	Flecha direccional (carril derecho), flecha recta y curva indicando la opción al conductor para seguir su línea de marcha o bien girar en el sentido indicado que en éste caso sería izquierdo.
43+600	Flecha recta (carril izquierdo)
43+800	Flecha recta (carril derecho) indicando la obligatoriedad de continuar su línea de marcha. Las dimensiones de las flechas serán las especificadas en la figura C.10 del anexo c del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA 2000), Página: 3.23.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62: Señales horizontales ausentes.

Estación	Señal ausente.
43+800	Flecha recta y curva (carril izquierdo).
43+810	Líneas de pasos peatonales (tipo cebra o cebrado), para cruce de pobladores de la comunidad el Apante. El ancho de las líneas y la separación entre ellas será como mínimo 40 cm y como máximo 60 cm, además deben de ser blancas y continuas. Según Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA 2000), Página: 3.24.
Intersección Km 44+550 comunidad el Apante, cruce de caminos.	
44+450	Líneas de pasos peatonales, para los pobladores de la comunidad el apante.
44+460	Flecha recta y curva (carril derecho).
44+500	Flecha recta (carril izquierdo)
44+600	Flecha recta (carril derecho).
44+600	Flecha recta y curva (carril izquierdo).
44+610	Líneas de pasos peatonales.
Intersección Km 44+600 comunidad el Apante, Carretera lateral izquierda en ángulo oblicuo.	
44+700	Flecha recta y curva (carril izquierdo)
Intersección Km 46+000 comunidad la Ceiba, cruce de caminos.	
46+080	Flecha recta (carril derecho).
44+080	Flecha recta y curva (carril izquierdo).
Intersección Km 46+550 comunidad Maderas Negra, carretera lateral derecha en ángulo oblicuo.	
46+515	Flecha recta y curva (carril derecho).
46+515	Flecha recta (carril izquierdo).
46+650	Flecha recta (carril derecho)
46+650	Flecha recta y curva (carril izquierdo).
46+660	Líneas de paso peatonales.
44+610	Líneas de paso peatonales.
Intersección Km 47+400 comunidad el Capulín, carretera lateral derecha en ángulo oblicuo.	
47+300	Flecha recta y curva (carril derecho).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63: Señales horizontales ausentes.

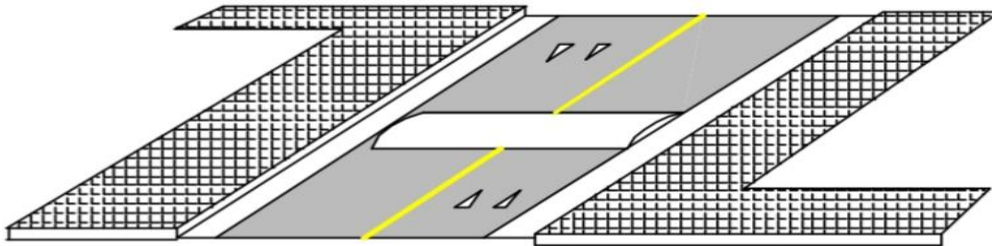
Estación	Señal ausente.
47+300	Flecha recta (carril izquierdo).
47+500	Flecha recta (carril derecho)
47+500	Flecha recta y curva (carril izquierdo).
Intersección Km 47+800 la Calera, carretera lateral izquierda en ángulo oblicuo.	
47+700	Flecha recta y curva (carril derecho).
47+700	Flecha recta (carril izquierdo).
47+900	Flecha recta (carril derecho)
47+900	Flecha recta y curva (carril izquierdo).
Intersección Km 49+000 comunidad California, cruce de caminos.	
49+110	Líneas de paso peatonales.
Intersección km 50+750 comunidad San Cayetano, carretera lateral izquierda en ángulo oblicuo.	
50+650	Flecha recta y curva (carril derecho).
50+650	Flecha recta (carril izquierdo).
50+850	Flecha recta (carril derecho)
Intersección Km 51+200 comunidad San Cayetano, carretera lateral izquierda en ángulo oblicuo.	
51+100	Líneas de paso peatonal.
51+110	Flecha recta y curva (carril derecho).
51+110	Flecha recta (carril izquierdo)
51+290	Flecha recta y curva (carril izquierdo).
51+290	Flecha recta (carril derecho).
Intersección Km 58+500 comunidad la Gallina, carretera lateral derecha en ángulo oblicuo.	
58+610	Líneas de paso peatonal.
Intersección Km 59+400 comunidad la Gallina, carretera lateral izquierda en ángulo oblicuo.	
59+300	Flecha recta y curva (carril derecho).
59+300	Flecha recta (carril izquierdo)
59+500	Flecha recta y curva (carril izquierdo).
59+500	Flecha recta (carril derecho).
59+510	Líneas de paso peatonal.

Fuente: Elaboración propia.

- Reemplazar los reductores de velocidad por, tipo lomo o “policía dormido”, a como indica el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA 2000), página: 3.37. Que se encuentran en las estaciones 51+150 y 51+400. Asimismo, pintarlos de color amarillo (el reductor por completo) reflectante. Puesto que resultan inesperados por los

conductores, son prácticamente imperceptible durante las horas de la noche y no cumplen con los diseños del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA 2000). Además, colocar las marcas en el pavimento antes de los reductores ha como lo indica el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito SIECA 2000, Página: 3.34, 3. 34.

Figura 17: Reductor de velocidad, tipo lomo o policía dormido.



Fuente: Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA 2000).

Características de la pintura en frío.

La pintura debe someterse a lo estipulado para la pintura tipo N de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO) M-248. Además, se seguirán las instrucciones del fabricante para su manejo y aplicación. Deben usarse microesferas de vidrio tipo 1 reglamentado por la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO) M- 247. En una proporción de 6 lb/gal de pintura. Las líneas longitudinales tendrán un ancho mínimo uniforme de 10 cm y un espesor mínimo de película húmeda de pintura de 600 micrones. La línea central se pintará siguiendo el patrón de línea existente. Con segmentos de 4,50 m pintados y 7,50 m sin pintar.

Los tramos que se deben pintar con línea central continua serán determinados atendiendo el concepto de geometría y visibilidad mínima, establecido en el Acuerdo Centroamericano, debiendo ser doble línea con una separación de 10 cm. Según Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras, con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial, Edición 2010, página: 202



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.

Luego de haber realizado los levantamientos de campo se procesaron y analizaron los datos, se pudo llegar a la conclusión que:

- Del análisis estadístico de la Dirección de Tránsito Nacional, se determinó lo siguiente: el año más crítico en accidentabilidad, morbilidad y mortalidad fué el año 2019 con 48 accidentes, 33 lesiones y 6 muertos. Las causas determinantes de accidentes son: no guardar distancia e invadir carril, se observa que el mes de octubre del año 2019 es donde se registraron más accidentes de tránsito, con un total de 11 lesionados, seguidos de los meses de marzo del 2016 con 10 lesionados, y septiembre del 2020 con 7 lesionados.
- Los puntos críticos en el tramo son: Km 46, 47 ½, 48, 49, 49 ½, 50, 50 ½, 53 ½, 55 ½, 56 ½, 57 ½ y 59 ½, los días más críticos por accidentes y lesiones en los accidentes fueron viernes, sábado y domingo, presentando más lesiones en el año crítico 2019, aun así, las lesiones por días en el periodo de cinco años representaron incidir el 50% de accidentes en el tramo en estudio. Las horas más críticas registradas según el inventario de accidentes en el año 2017 fue de 9 -10, en el año 2019 y 2020 de 13:00 - 14:00, asimismo 15 -16 pm para el 2020, en el 2016 y 2018 de 18:00 – 19:00. Comparando estos datos con lo reflejado en el aforo vehicular, se observó que los siniestros se dan cerca de las horas de máxima demanda.
- Para un análisis más detallado del comportamiento de accidentes, se calcularon los índices poblacional y longitudinal, con los resultados se pudo conocer que los indicador de probabilidad de que ocurra un accidente por los índices antes mencionados son aún mayores, que las estadísticas reflejadas por la Policía Nacional de Transito, en teoría la tasa de accidentes, debería ser proporcional a la probabilidad de que suceda el accidente, estos resultados también servirán, como base para estudio a otras investigaciones posteriores.

- La carpeta de rodamiento (el adoquín) está en malas condiciones, es decir todo el tramo está dañado al poseer mucho deterioro en los adoquines, los que encabezan con niveles de severidad altos son: pérdida de sello arenoso y despostillamiento, los que le siguen son los asentamientos con nivel medio y por último los baches con severidad bajo, excepto en la estación 58+600 que es nivel medio. Estas condiciones se presentan en los tramos: 42+120-43+000, 45+050-47+730, 50+100-50+590, 53+710-54+800, 57+000-61+200, que son los más críticos, por tener una combinación de todos los daños que indica el Manual Centroamericano de Mantenimiento. Los trechos restantes tienen pérdida de sello arenoso en un nivel alto y despostillamiento en término medio.
- Por otro lado, el drenaje mayor y menor es bastante aceptable ya que las cunetas cuentan con el 100% en buen estado, alcantarillas 70% y puentes 33.3%. También es importante mencionar que no se encontró ni una sola bahía para buses sólo dos casetas incumpliendo totalmente con el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA 2011). En cuanto a la señalización vertical hay 67 en total, por lo que se hace necesario hacer un aumento. Asimismo, la señalización horizontal el 60.65% corresponde a regular y por lo tanto es muy poco visible en casi todo el trayecto, es por ello la importancia de aplicar pintura a todas aquellas líneas que se encuentren en regular y mal estado para prevenir futuros accidentes.
- El día de mayor flujo vehicular para el año 2019 fue miércoles 25 de diciembre, en la estación 42+000 de 4,723 vehículos y en el km 62+000 de 3,754 vehículos. Para el año 2021 en el Km 42+000 día martes 20 de julio con 2,454 vehículos y estación 62+000 día jueves con 2,153. Con ese mismo orden antes mencionado los factores pico horario fueron de 0.71, 0.72, 0.68, su mayor valor es de 0.86 acercándose más a la unidad, lo que significa que existe una distribución bastante uniforme de flujos máximos durante toda la hora. Los otros valores adquiridos bastantes menores que la unidad indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora.

- El nivel de servicio es C para las dos estaciones y los dos años. Lo que significa que proporciona operaciones de régimen estable, pero se empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad. La demora de los conductores alcanza el 65% del total del tiempo de viaje.
- La velocidad máxima permitida en la estación 42+538 es de 60 km/h, donde 158 vehículos del total de la muestra que son 360, circulan por encima de la velocidad permitida su promedio es de 79.4 km/h, los que encabezan son motos con un 13%, autos 13% y camionetas con un 7%, violentando la Ley 431 Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito, exponiendo las vidas de los que hacen uso de la carretera. Es importante mencionar que éste estudio se hizo con el propósito de verificar si el exceso de velocidad era uno de los factores que insidia en los accidentes de tránsito, pero en el estudio de accidentes se pudo comprobar que sólo 2 accidentes eran por exceso de velocidad, lo que significa que no tiene mucha influencia.
- Las propuestas técnicas realizadas permitirán mejorar el confort y sobre todo aumentar el nivel de seguridad existente en el tramo en estudio. Además, esta investigación servirá para instar a las instituciones que hagan énfasis en la seguridad vial, tomando en cuenta que la falta de educación vial ha caracterizado los accidentes de tránsito.

RECOMENDACIONES.

- El Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV), debe de realizar mantenimiento siempre que se necesite haciendo una inspección visual semanal en todo el tramo en estudio, esto debe incluir: la carpeta de rodamiento (adoquín), drenaje mayor y menor en lo que respecta a limpieza para evitar la acumulación de basura y que afecte su funcionamiento, señales verticales incluyendo postes kilométricos y guías, señales horizontales (líneas de centro, líneas de borde, pasos peatonales y cercanía de escuelas).
- El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) debe de realizar estudios, para verificar si existe la probabilidad de reemplazar todo el pavimento y además ampliar el derecho de vía en las estaciones 44+500, 45+000, 47+500, 53+500, 55+500, 56+000, 57+500, 61+000, 61+500. Puesto que el Manual Centroamericano de Mantenimiento, capítulo 2, página 180, indica que: el pavimento debe de ser de alta calidad (no deberá presentar fisuras, cascaduras, no debe de ser extremadamente rugosa, se deben evitar las juntas muy anchas etc.). De igual manera el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (SIECA 2011) indica que debe de tener un derecho de vía de 20 m a 30 m.
- El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) debe de realizar estudios o hacer un análisis más profundo con respecto al nivel de servicio, por el abundante flujo vehicular que arrojaron un nivel de servicio C, y de esta manera verificar si es necesario o existe la probabilidad de hacer una ampliación en la carretera. Esto no significa que el servicio está colapsado, pero si las velocidades posibles a desarrollar y la libertad de maniobras de los conductores están ya más ligada a las condiciones impuestas por el tráfico que por la propia voluntad de aquellos, puesto que no existe un cambio al comparar los volúmenes vehiculares de un día común a un día festivo.

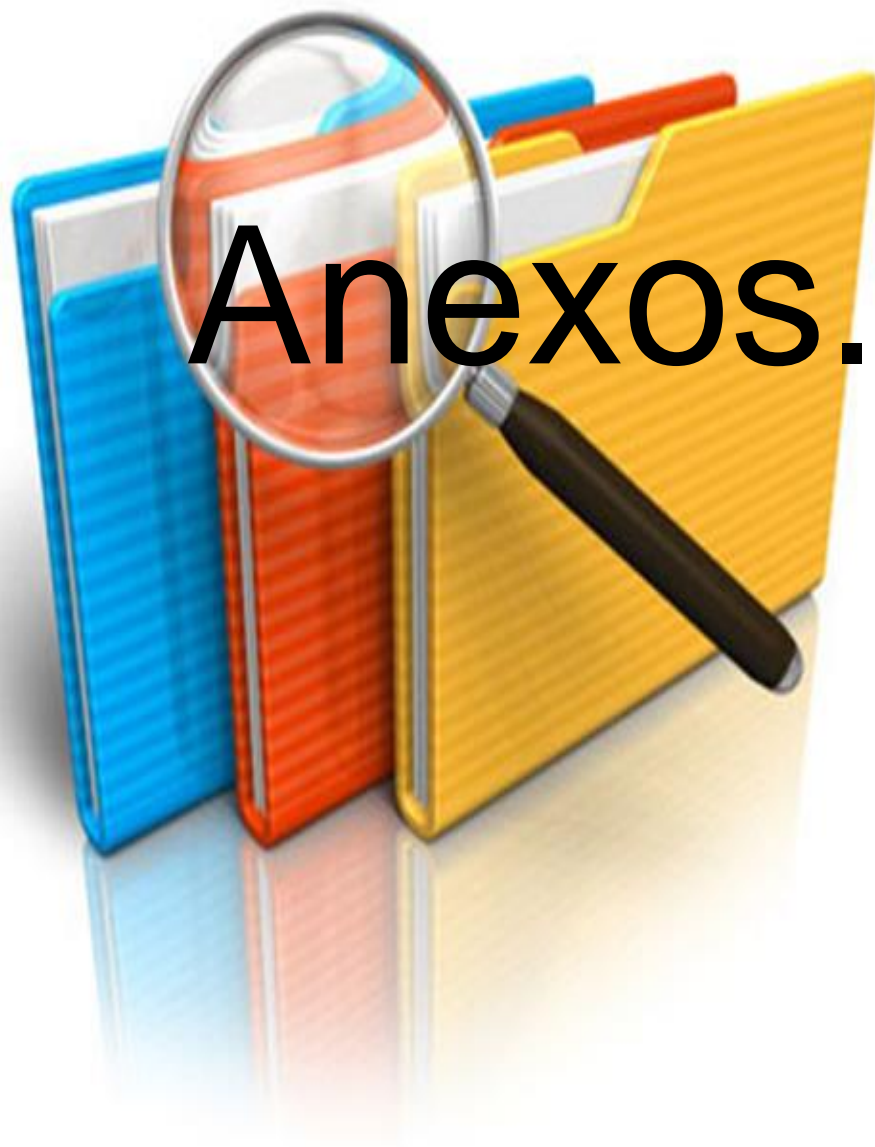
- Los vehículos de transporte público deben ser controlados por las violaciones a las restricciones de no adelantar, detenerse en lugares no indicados, sobrepasar la capacidad de pasajeros y por no contar con la señalización correcta de sus unidades.
- Incorporar en los planes y programas de estudio de educación primaria, secundaria y universidad, unidades temáticas con contenidos de seguridad y educación vial.
- Se deben realizar más estudios profesionales sobre las causas de los accidentes, identificando si existe alguna relación con las características de la vía, y posibles defectos de la carretera y las condiciones atmosféricas existentes en el momento del accidente.
- La Policía de Tránsito Nacional debe ser más rigurosa en la obligación de la inspección técnica mecánica y emisión de gases de los vehículos, asimismo como la colocación de los cinturones de seguridad.

BIBLIOGRAFÍA.



BIBLIOGRAFÍA.

- Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones. 9ª. Edición 2018. Rafael Cal y Mayor Reyes Spindola + James Cardenas Grisales
- Ley Número. 431 Ley para el Régimen de Circulación Vehicular e Infracciones de Tránsito, con sus reformas incorporadas.
- Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual), special report 2010, transportation researchnboard, washington, D.C. 1985.
- Manual para la Revisión de Estudios Hidrotécnicos de Drenaje Mayor (MTI). Preparado por: Corea y Asociados S.A. Nicaragua, octubre2008.
- Manual para la Revisión de Estudios Hidrotécnicos de Drenaje Menor (MTI). Preparado por: Corea y Asociados S.A. Nicaragua, octubre2008.
- Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras. Tercera. Edición, (SIECA 2011).
- Manual Centroamericano de Mantenimiento de carreteras, con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial. Edición 2010.
- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, (SIECA 2000).
- Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales. Segunda. Edición, Raúl Leclair Consultor. SIECA marzo 2004.
- Race.es/Programa de Evaluación de carreteras-y-eurorap.
- www.eadic.com | info@eadic.com.



Anexos.

Tabla 64: Pendientes en el tramo.

Inicio (Km)	Fin (Km)	Dist (m)	Coordenadas		Pend Prm (%)	Tipo de Terreno	Inicio (Km)	Fin (Km)	Dist (m)	Coordenadas		Pend prom (%)	Tipo de Terreno
			Longitud (x)	Latitud (Y)						X	Y		
42+000	42+500	500	11.9777385	-86.514995	-2.0	Plano	54+000	54+500	500	11.872887	-86.51473	-1.3	Plano
42+500	43+000	500	11.973236	-86.13991	2.4	Plano	54+500	55+00	500	11.867892	-86.51605	-2.8	Plano
43+000	43+500	500	11.968823	-86.513319	-0.7	Plano	55+000	55+500	500	11.864107	-86.51757	1.6	Plano
43+500	44+000	500	11.967571	-86.513053	4.3	Plano	55+500	56+000	500	11.859889	-86.51942	-1.0	Plano
44+000	44+500	500	11.960598	-86.51805	-0.7	Plano	56+000	56+500	500	11.855363	-86.51844	0.7	Plano
44+500	45+000	500	11.955932	-86.510743	-2.1	Plano	56+500	57+000	500	11.850458	-86.51734	-1.9	Plano
45+000	45+500	500	11.951851	-86.510007	3.7	Plano	57+000	57+500	500	11.847421	-86.51661	0.5	Plano
45+500	46+000	500	11.947458	-86.509279	5.1	Ondulado	57+500	58+000	500	11.843009	-86.51482	1.8	Plano
46+000	46+500	500	11.942890	-86.508514	1.9	Plano	58+000	58+500	500	11.839218	-86.51298	3.1	Plano
46+500	47+000	500	11.938313	-86.507626	-0.1	Plano	58+500	59+000	500	11.834604	-86.51045	0.8	Plano
47+000	47+500	500	11.934324	-86.506674	6	Ondulado	59+000	59+500	500	11.831749	-86.50783	-2.9	Plano
47+500	48+000	500	11.930133	-86.506674	-2.9	Plano	59+500	60+000	500	11.827085	-86.50248	-0.8	Plano
48+000	48+500	500	11.925057	-86.504942	4.5	Plano	60+000	60+500	500	11.824798	-86.50001	4.7	Plano
48+500	49+000	500	11.919491	-86.505963	6.3	Ondulado	60+500	61+000	500	11.821420	-86.49670	-1.0	Plano
49+000	49+500	500	11.916845	-86.507194	-0.2	Plano	61+000	61+500	500	11.818782	-86.49639	0.1	Plano
49+500	50+000	500	11.911682	-86.508658	0	Plano	61+500	62+000	500	11.814379	-86.49670	0	Plano
50+000	50+500	500	11.908084	-86.5095	1.2	Plano	62+000	-	-			0.2	Plano
50+500	51+000	500	11.903078	-86.510210	-2.8	Plano							
51+000	51+500	500	11.899548	-86.511860	1.3	Plano							
51+500	52+000	500	11.895141	-86.513729	-0.3	Plano							
52+000	52+500	500	11.890787	-86.513962	-4.4	Plano							
52+500	53+000	500	11.886582	-86.514371	1	Plano							
53+000	53+500	500	11.881763	-86.514719	6.8	Ondulado							
53+500	54+000	500	11.877004	-86.515409	-5.1	Ondulado							

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 65: Estado de las bahías.

Estación	Ubicación		Especificación	Estado	Imagen
	Izq	Der			
45+915		X	Caseta de parada de bus sin bahía	Buen estado de la estructura	
46+525		X	Caseta de parada de bus sin bahía	Buen estado de la estructura	



Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 66: Paradas informales en el tramo.

N ^a	Paradas informales	Estación	Ubicación	
			Izquierda	Derecha
1	Villa El Carmen	42+000		X
2	El Apante	43+800	X	X
3	El Apante	44+500	X	X
4	La Ceiba	44+900	X	X
5	La Ceiba	45+500	X	X
6	La Ceiba	45+200	X	X
7	La Ceiba	45+500	X	X
8	La Ceiba	46+300	X	X
9	El Capulín	47+000	X	X
10	El Capulín	47+300	X	X
11	La Calera	48+200	X	X
12	California	49+000	X	X
13	California	50+000	X	X
14	Punente San Cayetano	50+500	X	X
15	San Cayetano	51+000	X	X
16	San Cayetano	51+250	X	X
17	San Cayetano	51+500	X	X
18	Poza Azul	52+500	X	X
19	-	53+800	X	X
20	Ecocentro del Bosque	54+500	X	X
21	La Zopilota	56+500	X	X
22	La Gallina	58+500	X	X
23	La Gallina	59+000	X	X
24	La Gallina	59+550	X	X
25	-	60+500	X	X
26	-	61+00	X	X
27	El Trasmayo	61+500	X	X
28	El Trasmayo	62+000	X	X



Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 67: Estado físico de las señales verticales.

N ^a	Estado	Imagen	Descripción	Cantidad de señales	% señales
1	Buena	 <p data-bbox="585 833 831 862">Estación:45+490</p>	Buena condición del tablero, leyenda y soporte. Cumple con la distancia lateral libre. Estos son los parámetros que deben de cumplir para clasificarla como buena de acuerdo con el Manual Centroamericano de Mantenimiento. Asimismo debe de cumplir con el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniforme para el Control de Tránsito que indica una distancia lateral de 1.80m,y una altura libre de 1.50 m.	14	21
2	Buen estado, pero no cumple con el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniforme para el Control de Tránsito.	 <p data-bbox="585 1255 831 1284">Estación: 42+538</p>	Tablero, soporte y leyenda en buen estado, pero no cumple con el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniforme para el Control de Tránsito, en la distancia lateral libre y altura libre.	47	70
Total				61	91

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 68: Estado físico de las señales verticales.

N ^a	Estado	Imagen	Cantidad de señales, descripción	Cantidad de señales	% señales
3	Regular Cumple con las distancias del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniforme para el Control de Tránsito	 <p>Estación: 48+770</p>	Leyenda borrosa, pero se puede leer. Cumple con las distancias del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniforme para el Control de Tránsito.	2	3
4	Regular, no cumple con el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniforme para el Control de Tránsito	 <p>Estación: 46+610</p>	Tablero con torcedura. No cumple con la altura libre y distancia lateral.	2	3
5	Mala y/o obstaculizada no cumple con ninguno de los dos manuales	 <p>Estación: 61+985</p>	Soporte, tablero y leyenda en mal estado. No cumple con las restricciones del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniforme para el Control de Tránsito.	2	3
Total				6	9

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 69: Cantidad de señales verticales.

Tipos de señales	Descripción	Nº de señales
Restriictiva o Reglamentaria	No adelantar, 60 KPH velocidad max, 25 KPH vel max, salida de camiones, ALTO	22
Preventiva	Puente angosto, cruce peatonal, zona escolar, cruce de camino, reductor de velocidad	30
Informativa	Comedor Martha, circuito turístico, playa San Diego, Gran pacifica, Reserva natural, costa azul, Managua Villa el Carmen	15
Total		67

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 70: Formato de levantamiento de señales verticales de tránsito.

N ^a	ESTACION	CÓDIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA LIBRE (m)	DISTANCIA LATERAL LIBRE (m)	UBICACION		ESTADO
							IZQ	DER	
1	42+000	P-9-4 / Cruce peatonal	Preventiva	Cuadrado	1.6	1.6	X		Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre
2	42+500	R-13-1 / No adelantar	Restrictiva	Rectangular	1.82	1.6		X	Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre
3	42+538	R-2-1 / 60KPH; Velocidad max	Restrictiva	Rectangular	0.7	1.6	X		Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre y altura libre
4	42+612	R-2-1 / 60KPH; Velocidad max	Restrictiva	Rectangular	1.55	0.5		X	Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre
5	42+870	R-13-1 / No adelantar	Restrictiva	Rectangular	1.7	1.20	X		Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre y altura libre
6	43+405	R-13-1 / No adelantar	Restrictiva	Rectangular	1.6	0.8		X	Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre
7	44+000	R-13-1 / No adelantar	Restrictiva	Rectangular	1.8	1.20	X		Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre
8	44+200	R-13-1 / No adelantar	Restrictiva	Rectangular	1.7	0.6		X	Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre
9	44+500	P-5-6 / Puente angosto	Preventiva	Rombo	1.7	1.20		X	Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre
10	45+490	R-13-1 / No adelantar	Restrictiva	Rectangular	1.72	2.28	X		Buen estado cumple con las distancias del Manual
11	45+500	R-13-1 / No adelantar	Restrictiva	Rectangular	1.77	1.30		X	Buen estado cumple con las distancias del Manual

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 71: Formato de levantamiento de señales verticales de tránsito.

Nª	ESTACION	CÓDIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA LIBRE (m)	DISTANCIA LATERAL LIBRE (m)	UBICACIÓN		ESTADO
							IZQ	DER	
12	45+870	P-9-2 / Cruce peatonal	Preventiva	Rombo	1.8	1.1		X	Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre
13	46+080	Reserva Comedor / IR-6-1	Informativa	Rectángulo	1.9	0.8	X		Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre
14	46+115	P-9-2 / Cruce peatonal	Preventiva	Rombo	1.9	0.8	X		Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre
15	46+120	Marbella / IR-6-5	Informativa	Rectángulo	3	1.8		X	Buen estado, cumple con las distancias del Manual
16	46+135	Circuito Turístico / IR-6-5	Informativa	Rectángulo	2.5	1.3	X		Regular, no cumple con la distancia lateral libre
17	46+345	P-9-2 / Cruce peatonal	Preventiva	Rombo	1	2.6		X	Buen estado, pero no cumple con la altura libre.
18	46+610	P-9-2 / Cruce peatonal	Preventiva	Rombo	2.5	1.4	X		Regular buen estado del tablero, pero no cumple con la distancia lateral libre.
19	47+180	E-1-1 / Zona escolar	Preventivas	Pentágono Regular	3.10	2.8		X	Buen estado, cumple con las distancias del Manual
20	47+215	E-1-1 / Zona escolar	Preventiva	Pentágono Regular	3.10	3.10		X	Buen estado, cumple con las distancias del Manual
21	47+300	R-13-1 / No adelantar	Rest restrictiva	Rectángulo	3.10	3.10		X	Buen estado, cumple con las distancias del Manual
22	47+410	E-1-1 / Zona escolar	Preventiva	Pentágono Regular	3.15	5		X	Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre.
23	47+450	R-2-1 /25KPH	Rest restrictiva	Cuadrada	3.10	1.2	X		Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre.

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 72: Formato de levantamiento de señales verticales de tránsito.

N ^a	ESTACION	CÓDIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA LIBRE (m)	DISTANCIA LATERAL LIBRE (m)	UBICACIÓN		ESTADO
							IZQ	DER	
24	47+545	E-1-1 / Zona Escolar	Preventiva	Pentágono Regular	3.10	1.2	X		Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre.
25	48+770	Playa San diego IR-6-5	Informativa	Rectángulo	2.30	2.7		X	Regular estado, cumple con las distancia del Manual.
26	48+780	P-9-2 / Cruce peatonal	Preventiva	Rombo	2.5	1		X	Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre.
27	48+800	P-2-1 / Cruce de caminos	Preventiva	Rombo	2.5	1		X	Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre.
28	49+050	Gran pacifica / IR-6-5	Informativa	Rectángulo	1.5	1.8	X	X	Buen estado, cumple con las distancias del Manual
29	49+170	P-9-2 / Cruce peatonal	Preventiva	Rombo	3	1	X		Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre.
30	49+200	P-2-1 / Cruce de caminos	Preventiva	Rombo	3	1	X		Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre.
31	49+203	Playa San Diego / IR-6-5	Informativa	Rectangular	2.30	5.20	X		Regular, no cumple con la distancia lateral libre
32	49+630	R-13-1 / No adelantar	RestRICTIVA	Rectangular	2.5	1	X		Buen estado pero no cumple con la distancia lateral libre.
33	49+800	R-13-1 / No adelantar	RestRICTIVA	Rectangular	2.7	0.7		X	Buen estado pero no cumple con la distancia lateral libre.
34	50+500	P-5-6 / Puente	Preventiva	Rombo	3	4.4		X	Buen estado pero no cumple con la distancia lateral libre.

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 73: Formato de levantamiento de señales verticales de tránsito.

Nª	ESTACION	CÓDIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA LIBRE (m)	DISTANCIA LATERAL LIBRE (m)	UBICACIÓN		ESTADO
							IZQ	DER	
35	50+800	P-5-6 / Puente angosto	Preventiva	Rombo	1.2	3	X		Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre y altura libre
36	51+100	P-9-12 / Reductor de vel	Preventiva	Rombo	0.8	3		X	Buen estado, pero no cumple con la altura libre.
37	51+500	P-9-12 / Reductor de velocidad.	Preventiva	Rombo	3	1	X		Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre.
38	52+000	R-13-1 / No adelantar	Preventiva	Rombo	2.65	0.9	X		Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre.
39	52+700	R-13-1 / No adelantar	Preventiva	Rombo	2.5	1.2		X	Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre.
40	54+340	Reserva / Natural IR-6-1	Informativa	Rectángulo	2	3.20	X		Buen estado cumple con las distancias del Manual
41	54+500	Reserva / Natural IR-6-1	Informativa	Rectángulo	2	6.4	X		Buen estado, pero no cumple con la altura libre.
42	54+700	Reserva / Natural IR-6-1	Informativa	Rectángulo	2.5	3	X		Buen estado cumple con las distancias del Manual
43	57+550	R-13-1 / No adelantar	Preventiva	Rombo	1.7	1.5	X		Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral
44	58+300	P-10-6 / Salida de camiones	Restrictiva	Rectángulo	2	1.6		X	Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral
45	58+400	Costa azul / IR-6-1	Informativa	Rectángulo	2.3	1		X	Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 74: Formato de levantamiento de señales verticales de tránsito.

N ^a	ESTACION	CÓDIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA LIBRE (m)	DISTANCIA LATERAL LIBRE (m)	UBICACIÓN		ESTADO
							IZQ	DER	
46	58+500	R-1-1 / ALTO	Restringida	Octagonal	2	3		X	Mal estado
47	58+500	Marbella / IR-6-5	Informativa	Rectangular	3	1.8		X	Buen estado cumple con las distancias del Manual.
48	58+600	Marbella / IR-6-5	Informativa	Rectangular	1.7	0.6	X		Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral
49	58+620	Masachapa Costa Azul / ID-2-1	Informativa	Rectangular	2.20	1.5	X		Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral
50	58+770	P-10-6 Salida de camiones	Restringida	Rectángulo	1.2	1	X		Buen estado, pero no cumple con la distancia lateral libre y altura libre
51	58+790	R-13-1 / No adelantar	Preventiva	Rombo	1.5	1.7	X		Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral
52	58+890	E-1-1 / Zona escolar	Preventiva	Pentágono Regular	2	1.5		X	Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral
53	59+020	E-1-1 / Zona escolar	Preventiva	Pentágono Regular	2	2.5		X	Buen estado cumple con las distancias del Manual.
54	59+040	R-2-1 / 25kph velmax	Restringida	Rectángulo	1.7	1		X	Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral
55	59+090	E-1-1 / Zona escolar	Preventiva	Pentágono Regular	2	2.3	X		Buen estado cumple con las distancias del Manual.
56	59+140	E-1-1 / Zona escolar	Preventiva	Pentágono Regular	1.9	0.5	X		Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral
57	59+240	R-2-1 / 25kph velmax	Restringida	Rectángulo	1.6	1	X		Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 75: Formato de levantamiento de señales verticales de tránsito.

N ^a	ESTACION	CÓDIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA LIBRE (m)	DISTANCIA LATERAL LIBRE (m)	UBICACIÓN		ESTADO
							IZQ	DER	
58	59+250	E-1-1 / Zona escolar	Preventiva	Pentágono Regular	2.10	2.10	X		Buen estado cumple con las distancias del Manual.
59	59+350	E-1-1 / Zona escolar	Preventiva	Pentágono Regular	1.8	1.2	X	X	Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral
60	59+450	P-5-6 / Puente Angosto	Preventivas	Rombo	2	1		X	Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral
61	59+840	P-5-6 / Puente Angosto	Preventivas	Rombo	1.8	1.4	X		Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral
62	60+600	P-10-6 / Salida de camiones	Restringida	Rombo	1.6	2		X	Buen estado cumple con las distancias del Manual.
63	60+800	R-13-1 / No adelantar	Preventiva	Rombo	1.55	0.9		X	Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral
64	60+900	P-10-6 / Salida de camiones	Restringida	Rectángulo	1.70	1		X	Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral
65	61+720	Marbella / IR-6-5	Informativa	Rectángulo	1.9	1	X		Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral
66	61+920	Villa el Carmen / ID-2-1	Informativa	Rectángulo	1.65	1.50	X		Buen estado, pero no cumple con el distanciamiento lateral
67	61+985	R-2-1 / 60KPH	Restringida	Rectangular	1.2	1.10	X		Mal estado

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Nota: ALTURA LIBRE 1.50m (mínimo) excepto señales con placa complementaria 1.20m (min), DISTANCIA LATERAL LIBRE (1.80m-3.85m).

Tabla 76: Ubicación y coordenadas de los postes guías.

Estación	Lado		Coordenadas		Observación
	Izq	Der	Latitud N	Longitud W	
43+050		X	11.901190	-86.506612	Malo
47+290	X		11.931558	-86.506718	Bueno
47+320	X		11.931045	-86.5068	Bueno
48+190	X		11.924433	-86.505061	Malo
48+200		X	11.922986	-86.504341	Bueno
48+170	X		11.923583	-86.506376	Malo
50+530		X	11.902554	-86.510569	Malo
50+700		X	11.901127	-86.510434	Regular
54+100	X		11.871475	-86.514657	Regular
54+150	X		11.871475	-86.514657	Malo
55+300	X	X	11.860794	-86.518957	Bueno
55+400	X	X	11.860503	-86.519169	Bueno
56+020		X	11.855301	-86.518372	Regular
56+030		X	11.855173	-86.518354	Regular
59+600		X	11.826496	-86.501886	Regular
59+610		X	11.826481	-86.501835	Regular
59+655		X	11.826071	-86.501507	Regular
59+665		X	11.826085	-86.501416	Regular
59+675		X	11.826048	-86.501359	Regular

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 77: Formato de levantamiento de señalización horizontal.

ESTACIÓN		LONG	Línea de centro doble	Líneas de carril				Líneas de borde		Flechas Direccionales		Paso peatonal		Letras ESCUELA		Obs
INICIO	FIN	MTS		B.derecha		B.Izquierda		Der	Izq	Der	Izq.	Izq	Der	Der	Izq	
				Cont	Discon	Cont	Discont									
42+000	42+120	120		X		X										Regular
42+120	42+290	170			X	X										Buena
42+290	42+500	210		X			X									Buena
42+500	42+612	112		X		X										Buena
42+612	42+870	258			X	X										Buena
42+870	43+405	535			X		X									Buena
43+405	43+505	100		X			X									Buena
43+505	44+000	495			X	X										Regular
44+000	44+200	200			X		X									Regular
44+200	44+400	200		X			X									Regular
44+400	45+300	900		X		X										Buena
45+300	45+500	200			X	X										Buena
45+500	45+770	270		X			X									Regular
45+770	46+000	230		X		X										Buena
45+920											X	X				Regular
45+930										X	X					Regular
46+000	46+510	510		X		X										Regular
46+090											X	X				Regular
46+505											X	X				Regular
46+510	46+950	440			X		X									Regular
46+950	49+400	2450		X		X										Regular
47+415											X	X				Regular
47+430											X	X				Regular
47+460											X	X				Regular

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 78: Formato de levantamiento de señalización horizontal.

ESTACIÓN		LONG	Líneas de carril				Líneas de borde		Flechas Direccionales		Paso peatonal		Letras ESCUELA		Obs
INICIO	FIN	MTS	B.derecha		B.Izquierda		Der.	Izq.	Der.	Izq.	Izq	Der	Der	Izq	
			Cont.	Discont	Cont.	Discont.									
47+570													X	X	Regular
48+890											X	X			Regular
48+900									X	X					Regular
49+100									X	X					Regular
49+400	49+630	230		X	X										Regular
49+630	49+800	170		X		X									Regular
49+800	50+000	200	X		X										Regular
50+000	50+160	160	X			X									Regular
50+160	50+700	540	X		X										Regular
50+700	51+000	300	X		X										Regular
51+000	51+100	100	X		X										Regular
51+100	52+500	1400	X		X										Mala
51+300											X	X			Regular
52+500	53+000	500	X			X									Regular
53+000	53+500	500	X			X									Mala
53+500	53+600	100	X			X									Regular
53+600	53+700	100	X		X										Regular
53+700	53+800	100	X		X										Regular
53+800	53+900	100		X		X									Regular
53+900	54+000	100	X		X										Regular
54+000	54+170	170	X			X									Regular
54+170	55+000	830	X		X										Mala
55+000	55+500	500	X		X										Mala
55+500	55+850	350	X		X										Buena

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 79: Formato de levantamiento de señalización horizontal.

ESTACIÓN		LONG	Líneas de carril				Líneas de borde		Flechas Direccionales		Paso peatonal		Letras (ESCUELA)		Obs
INICIO	FIN	MTS	B.derecha		B.Izquierda		Der	Izq.	Der.	Izq	Izq	Der	Der	Izq	
			Cont.	Discont	Cont.	Discont.									
55+850	56+050	200	X			X									Regular
56+050	56+300	250	X			X									Regular
56+300	56+320	20	X		X										Regular
56+320	56+500	180		X	X										Regular
56+500	56+600	100	X			X									Regular
56+600	56+950	350		X	X										Buena
56+950	57+000	50	X		X										Buena
57+000	57+350	350	X		X										Regular
57+350	57+500	150		X	X										Buena
57+500	57+550	50		X	X										Buena
57+550	57+650	100		X		X									Regular
57+650	58+000	350	X			X									Regular
58+000	58+400	400	X		X										Regular
58+400	58+500	100	X		X			X	X						Regular
58+500	58+600	100	X		X										Regular
58+600	59+000	400	X		X			X	X						Mala
59+000	59+020	20	X		X										Regular
59+020	59+200	180	X		X										Regular
59+100										X	X				Regular
59+250														X	Regular
59+200	59+675	475	X		X										Mala
59+675	60+000	325	X		X										Regular
60+000	60+400	400	X		X										Regular
60+400	60+500	100	X		X			X	X						Mala
60+500	61+000	500	X		X										Regular

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 80: Formato de levantamiento de señalización horizontal.

ESTACIÓN		LONG	Líneas de carril				Líneas de borde		Flechas direccionales		Paso peatonal		Letras ESCUELA		Obs
INICIO	FIN	MTS	B.derecha		B.Izquierda		Der.	Izq	Der.	Izq.	Izq	Der	Der	Izq	
			Cont	Discont	Cont	Discont									
61+000	61+500	500	X		X										Regular
61+500	62+000	500	X		X										Regular

Fuente: Inventario vial efectuado por los sustentantes.

Tabla 81: Conteo vehicular MI 25/12/2019, km 42, ambos sentidos de 6:00 am a 11:45 pm.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO																								
ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL KM42 VILLA EL CARMEN - KM62 SAN AFAEL DEL SUR																								
ESTACION																								
0 0 1			CONTEO VEHICULAR																					
Tramo: km 42 Villa el Carmen			FECH A MI 25 12 19			SECUENCIAL			CONTADOR DE TRAFICO			Omarita Hernandez												
Sentido			AMBOS						COORDINADOR DE SITIO															
HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA									OTROS VEHICULOS PESADOS			Total	VH (VEH/HR)			
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones				Camión Remolque		Trailer Articulado			Agrícolas	Construc.	Otros					
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2						T3-S3		
6:00	17	5	2	10	3	2	4	2	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	53	309		
6:15	16	3	1	8	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	36			
6:30	18	8	3	5	2	2	1	9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	50			
6:45	56	6	3	7	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	4	86			
7:00	14	11	1	7	4	1	5	3	2	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	2	54			
7:15	21	26	1	19	5	3	7	7	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	91			
7:30	24	25	6	12	1	5	2	4	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	84			
7:45	20	21	0	19	3	3	4	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	80			
8:00	21	24	3	12	3	0	4	2	0	0	0	1	3	0	0	1	0	0	0	4	78			
8:15	24	26	3	15	3	2	5	3	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	6	90			
8:30	35	40	3	19	6	3	9	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	125			
8:45	19	26	0	15	5	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	80			
9:00	20	28	0	23	4	2	4	7	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	94			
9:15	32	23	1	21	0	0	2	10	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	98			
9:30	26	41	2	22	2	1	2	2	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	7	111			
9:45	23	27	1	28	2	1	1	3	0	1	1	0	1	0	0	1	2	0	0	1	93			
10:00	47	44	1	35	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	141			
10:15	12	33	0	18	2	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	79			
10:30	38	38	2	28	4	1	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	120			
10:45	11	56	2	29	2	2	1	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	114			
11:00	27	45	2	37	2	6	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5	128			
11:15	25	43	1	26	2	1	0	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	109			
11:30	12	62	4	34	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	120			
11:45	13	56	1	35	3	3	1	5	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	121			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 82: Conteo vehicular MI 25/12/2019, km 42, ambos sentidos de 12:00 pm a 6:00 pm

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO																						
ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL KM42 VILLA EL CARMEN - KM62 SAN AFAEL DEL SUR																						
ESTACION																						
0 0 1			CONTEO VEHICULAR																			
Tramo: km 42 Villa el Carmen			FECHA			SECUENCIAL			CONTADOR DE TRAFICO				Omarita Hernandez									
MI 25 12 19																						
Sentido			AMBOS						COORDINADOR DE SITIO													
HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			Total	VH (VEH/HR)			
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones				Camión Remolque			Trailer Articulado							
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3			Agrícolas	Construc.	Otros
12:00	19	48	1	26	2	0	1	4	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	6	109	426
12:15	13	36	0	27	2	2	1	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	90		
12:30	24	49	2	28	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	113		
12:45	22	43	0	33	4	0	2	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5	114		
1:00	21	35	2	33	2	1	1	6	1	0	0	3	0	0	1	0	0	0	3	109	368	
1:15	16	42	2	27	5	3	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	112		
1:30	8	29	2	16	3	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	66		
1:45	14	31	0	21	2	2	1	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	6	81		
2:00	17	53	1	32	2	0	2	8	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	4	122	356	
2:15	13	21	1	16	2	2	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	66		
2:30	19	33	2	25	2	1	2	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	97		
2:45	13	28	1	16	4	2	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	71		
3:00	13	23	1	11	6	1	1	5	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	68	416	
3:15	19	50	5	18	6	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	105		
3:30	40	33	0	20	3	1	5	7	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	4	117		
3:45	21	51	0	36	9	0	3	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	126		
4:00	25	35	15	13	2	1	5	7	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	110	437	
4:15	25	46	4	20	2	1	10	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	121		
4:30	12	23	10	12	4	0	9	3	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	4	81		
4:45	16	44	4	34	4	4	7	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	125		
5:00	26	70	1	48	4	4	3	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	170	485	
5:15	19	43	1	41	7	1	4	9	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	133		
5:30	18	23	2	17	10	2	2	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	88		
5:45	19	32	3	13	12	3	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	94		
	1023	1638	103	1067	165	82	138	189	44	8	1	1	50	1	0	10	18	0	0	185	4723	485

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 83: Conteo vehicular MI 25/12/2019, km 62, ambos sentidos de 6:00 pm a 11:45 am

ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL KM42 VILLA EL CARMEN - KM62 SAN AFAEL DEL SUR																							
ESTACION																							
0 0 2																							
CONTEO VEHICULAR																							
Tramo: km 62 Empalme Masachapa																							
FECHA MI 25 12 19 SECUENCIAL																							
CONTADOR DE TRAFICO																							
Omarita Hernandez																							
Sentido																							
AMBOS																							
COORDINADOR DE SITIO																							
HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS			Total	VH (VEH/HR)				
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones				Camión Remolque		Trailer Articulado			Agrícolas			Construc.	Otros		
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2						T3-S3	
6:00	6	2	0	1	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16	151
6:15	11	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19	
6:30	29	5	0	9	2	1	6	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	60	
6:45	39	5	0	3	0	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	56		
7:00	43	9	0	4	1	1	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	70	249
7:15	29	9	0	3	1	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2	56		
7:30	22	18	3	7	3	1	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	69		
7:45	12	15	5	6	1	1	8	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	54		
8:00	17	24	10	3	2	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	70	225	
8:15	6	9	2	4	3	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	35		
8:30	17	28	15	6	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	74		
8:45	12	6	12	4	1	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	46		
9:00	23	3	9	13	0	4	7	4	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	8	74	247	
9:15	14	29	10	8	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	69		
9:30	20	8	16	8	1	1	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	65		
9:45	12	7	8	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	39		
10:00	13	9	3	8	2	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	47	295	
10:15	14	35	4	19	2	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	84		
10:30	19	32	7	19	7	0	0	2	3	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	3	97		
10:45	7	29	4	14	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	67		
11:00	17	36	3	14	6	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	85	343	
11:15	11	43	4	22	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	90		
11:30	15	45	4	20	2	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	90		
11:45	12	42	4	15	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	78		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 84: Conteo vehicular MI 25/12/2019, km 62, ambos sentidos de 11:45 am a 6:00 pm

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO																							
ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL KM42 VILLA EL CARMEN - KM62 SAN AFAEL DEL SUR																							
ESTACION																							
0 0 2			CONTEO VEHICULAR																				
Tramo: km 62 Empalme Masachapa				FECHA MI 25 12 19			SECUENCIAL			CONTADOR DE TRAFICO			Omarita Hernandez										
Sentido		AMBOS					COORDINADOR DE SITIO																
HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA								OTROS VEHICULOS PESADOS			Total	VH (VEH/HR)			
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones				Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx		Agrícolas	Construc.	Otros					
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2 >4 ton	C3	C4	≤4 ejes	≥5 ejes	T2-S1	T2-S2						T3-S2	T3-S3	
12:00	14	34	7	18	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	82	371
12:15	19	53	11	23	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	121	
12:30	26	41	3	13	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	96		
12:45	15	25	1	22	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	72		
1:00	23	54	5	44	4	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	6	144	412	
1:15	22	53	4	34	1	1	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		121
1:30	14	17	3	16	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52		
1:45	18	44	2	18	4	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	95		
2:00	20	37	3	20	7	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	96	381	
2:15	16	40	1	14	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	78		
2:30	20	45	1	17	6	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	102		
2:45	27	34	4	22	7	2	1	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	105		
3:00	4	62	2	8	5	0	1	6	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	93	389	
3:15	14	31	3	17	3	4	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	81		
3:30	12	43	1	24	7	1	4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	102		
3:45	8	52	4	26	5	1	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	113		
4:00	13	35	3	25	2	2	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	87	363	
4:15	14	27	4	16	4	0	2	5	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	77		
4:30	16	39	6	30	8	2	1	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	111		
4:45	13	40	2	19	1	1	2	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	88		
5:00	22	45	3	18	6	4	3	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	116	328	
5:15	8	19	5	23	4	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	68		
5:30	11	32	4	20	5	3	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	83		
5:45	5	25	5	18	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61		
	794	1379	212	718	150	52	92	156	11	2	0	0	0	1	8	5	17	14	1	0	142	3754	412

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 85: Conteo vehicular M 20/07/2021, km 42, ambos sentidos de 6:00 am a 11:45 am

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO																								
ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL KM42 VILLA EL CARMEN - KM62 SAN AFAEL DEL SUR																								
ESTACION																								
0		0		1		CONTEO VEHICULAR																		
Tramo: km 42 Villa el Carmen				FECHA M 20 7 21			SECUENCIAL			CONTADOR DE TRAFICO				Omarita Hernandez										
Sentido		AMBOS										COORDINADOR DE SITIO												
HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS									VEHICULOS DE CARGA								OTROS VEHICULOS PESADOS			Total	VH (VEH/HR)		
	Vehículos Livianos					Autobuses				Camiones				Camión Remolque		Trailer Articulado				Agrícolas			Construc.	Otros
	Bicicletas	Motos	Autos	Jeep/ SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2 >4 ton	C3	C4	≤4 ejes	≥5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3						
6:00 a.m. a 6:15a.m.	0	49	22	17	22	15	0	0	0	5	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	144	393
6:15 a.m. a 6:30a.m.	0	38	17	13	17	11	0	0	0	4	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	110		
6:30 a.m. a 6:45a.m.	1	31	14	11	13	8	0	0	0	3	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	88		
6:45 a.m. a 7:00a.m.	0	32	7	1	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	51		
7:00 a.m. a 7:15a.m.	6	29	9	1	3	3	1	1	3	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	59	212	
7:15 a.m. a 7:30a.m.	3	23	1	0	8	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39		
7:30 a.m. a 7:45a.m.	2	22	5	0	9	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	46		
7:45 a.m. a 8:00a.m.	0	38	7	0	8	2	2	3	6	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	68		
8:00 a.m. a 8:15a.m.	0	19	0	0	13	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	145	
8:15 a.m. a 8:30a.m.	0	15	7	3	7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	36		
8:30 a.m. a 8:45a.m.	0	17	3	1	3	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29		
8:45 a.m. a 9:00a.m.	2	26	6	1	4	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	45		
9:00 a.m. a 9:15a.m.	3	18	5	2	14	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	189	
9:15 a.m. a 9:30a.m.	2	19	8	2	7	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	46		
9:30 a.m. a 9:45a.m.	7	19	8	1	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46		
9:45 a.m. a 10:00a.m.	3	17	6	6	8	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51		
10:00 a.m. a 10:15a.m.	1	17	2	1	8	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	138	
10:15 a.m. a 10:30a.m.	2	14	6	4	5	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34		
10:30 a.m. a 10:45a.m.	2	16	4	4	8	1	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41		
10:45 a.m. a 11:00a.m.	0	12	2	3	6	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	30		
11:00 a.m. a 11:15a.m.	4	13	8	3	4	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	38	145	
11:15 a.m. a 11:30a.m.	2	9	4	1	8	0	0	2	6	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	35		
11:30 a.m. a 11:45a.m.	2	16	4	0	6	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34		
11:45 a.m. a 12:00 m.d.	1	17	3	2	7	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	38		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 86: Conteo vehicular M 20/07/2021, km 42, ambos sentidos de 12:00 pm a 6:00 pm

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO																								
ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL KM42 VILLA EL CARMEN - KM62 SAN AFAEL DEL SUR																								
ESTACION																								
0 0 1			CONTEO VEHICULAR																					
Tramo: km 42 Villa el Carmen			FECHA M 20 7 21			SECUENCIAL			CONTADOR DE TRAFICO			Omarita Hernandez												
Sentido			AMBOS						COORDINADOR DE SITIO															
HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA								OTROS VEHICULOS PESADOS			Total	VH (VEH/HR)			
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones				Camión Remolque		Trailer Articulado				Agrícolas			Construc.	Otros	
	Bicicletas	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2 >4 ton	C3	C4	≤4 ejes	≥5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3						
12:00 m.d a 12:15.m.d	5	24	11	1	5	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	149
12:15 m.d. a 12:30 m.d.	0	12	4	2	6	1	0	1	5	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	34		
12:30 m.d a 12:45 m.d	1	12	7	3	8	0	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	38		
12:45 m.d a 1:00 p.m.	1	4	6	1	7	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	26		
1:00 p.m. a 1:15 p.m	0	16	10	5	7	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	157	
1:15 p.m. a 1:30 p.m	4	8	6	2	4	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29		
1:30 p.m. a 1:45 p.m	2	16	10	3	10	2	0	1	4	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	53		
1:45 p.m. a 2:00 p.m	0	12	4	4	7	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	32		
2:00 p.m. a 2:15 p.m	1	13	5	1	9	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	35	180	
2:15 p.m. a 2:30 p.m	1	17	10	3	12	1	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49		
2:30 p.m. a 2:45 p.m	5	18	9	3	6	3	0	1	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	52		
2:45 p.m. a 3:00 p.m	3	16	8	1	9	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	44		
3:00 p.m. a 3:15 p.m	2	17	10	3	14	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	175	
3:15 p.m. a 3:30 p.m	2	13	9	1	4	2	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	36		
3:30 p.m. a 3:45 p.m	4	16	5	2	7	1	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40		
3:45 p.m. a 4:00 p.m	3	23	8	2	6	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	47		
4:00 p.m. a 4:15 p.m	4	19	7	0	14	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	53	234	
4:15 p.m. a 4:30 p.m	2	18	9	5	19	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	60		
4:30 p.m. a 4:45 p.m	0	16	17	10	11	2	3	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	67		
4:45 p.m. a 5:00 p.m	0	15	15	7	9	3	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54		
5:00 p.m. a 5:15 p.m	1	15	14	8	9	4	3	7	4	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	70	347	
5:15 p.m. a 5:30 p.m	1	33	25	9	10	0	3	4	0	2	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	91		
5:30 p.m. a 5:45 p.m	0	30	28	6	16	3	6	9	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	102		
5:45 p.m. a 6:00 p.m	0	33	19	11	12	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	84		
Total	85	942	414	170	427	77	28	52	124	57	11	0	0	0	33	5	22	14	2	1	0	2464		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 87: Conteo vehicular J 22/07/2021, km 62, ambos sentidos de 6:00 am a 11:45 am

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO																								
ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL KM42 VILLA EL CARMEN - KM62 SAN AFAEL DEL SUR																								
ESTACION																								
0		0		2		CONTEO VEHICULAR																		
Tramo: km 62 Empalme Masachapa						FECHA		J	22	7	21	SECUENCIAL		CONTADOR DE TRAFICO				Omarita Hernandez						
Sentido		AMBOS												COORDINADOR DE SITIO										
HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA								OTROS VEHICULOS PESADOS			Total	VH (VEH/HR)			
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones				Camión Remolque		Trailer Articulado		Agrícolas	Construc.	Otros					
	Bicicletas	Motos	Autos	Jeep/ SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2 >4 ton	C3	C4	≤4 ejes	≥5 ejes	T2-S1	T2-S2						T3-S2	T3-S3	
6:00 a.m. a 6:15a.m.	0	19	6	0	8	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	38	171	
6:15 a.m. a 6:30a.m.	0	22	7	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38		
6:30 a.m. a 6:45a.m.	1	25	2	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34		
6:45 a.m. a 7:00a.m.	9	39	7	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61		
7:00 a.m. a 7:15a.m.	4	47	10	1	5	3	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	244	
7:15 a.m. a 7:30a.m.	10	42	3	0	9	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	70		
7:30 a.m. a 7:45a.m.	8	29	1	0	6	0	0	2	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51		
7:45 a.m. a 8:00a.m.	2	22	4	0	10	1	1	3	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48		
8:00 a.m. a 8:15a.m.	7	18	5	1	7	1	0	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	157	
8:15 a.m. a 8:30a.m.	0	14	2	0	4	0	0	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26		
8:30 a.m. a 8:45a.m.	5	19	7	0	6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	40		
8:45 a.m. a 9:00a.m.	9	20	5	0	6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	43		
9:00 a.m. a 9:15a.m.	9	14	7	0	5	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	170	
9:15 a.m. a 9:30a.m.	2	11	7	0	10	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33		
9:30 a.m. a 9:45a.m.	9	16	8	0	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42		
9:45 a.m. a 10:00a.m.	3	27	6	0	6	1	1	0	3	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55		
10:00 a.m. a 10:15a.m.	2	12	10	0	6	3	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	37	140	
10:15 a.m. a 10:30a.m.	5	11	7	1	2	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31		
10:30 a.m. a 10:45a.m.	4	7	6	0	0	0	0	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22		
10:45 a.m. a 11:00a.m.	5	22	8	1	8	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50		
11:00 a.m. a 11:15a.m.	6	15	2	0	3	0	0	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	168	
11:15 a.m. a 11:30a.m.	3	15	6	0	7	0	0	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	42		
11:30 a.m. a 11:45a.m.	5	17	8	1	11	1	0	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50		
11:45 a.m. a 12:00 m.d.	5	19	5	0	7	2	0	0	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 88: Conteo vehicular J 22/07/2021, km 62, ambos sentidos de 12:00 pm a 6:00 pm

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA INGENIERÍA DE TRÁNSITO																								
ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL KM42 VILLA EL CARMEN - KM62 SAN AFAEL DEL SUR																								
ESTACION																								
0		0		2		CONTEO VEHICULAR																		
Tramo: km 62 Empalme Masachap						FECHA J 22 7 21			SECUENCIAL			CONTADOR DE TRAFICO			Omarita Hernandez									
Sentido		AMBOS								COORDINADOR DE SITIO														
HORA	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA								OTROS VEHICULOS PESADOS			Total	VH (VEH/HR)			
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones				Camión Remolque Cx-Rx		Trailer Articulado Tx-Sx				Agrícolas			Construc.	Otros	
	Bicicletas	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	≤4 ejes	≥5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3						
12:00 m.d a 12:15.m.d	5	21	7	0	7	0	1	2	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	176	
12:15 m.d. a 12:30 m.d.	7	21	8	1	6	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	49		
12:30 m.d a 12:45 m.d	4	15	7	0	7	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37		
12:45 m.d a 1:00 p.m.	0	22	7	0	6	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	40		
1:00 p.m. a 1:15 p.m	6	7	5	0	9	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	33	153	
1:15 p.m. a 1:30 p.m	3	12	6	1	9	1	0	1	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41		
1:30 p.m. a 1:45 p.m	4	15	4	0	11	1	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40		
1:45 p.m. a 2:00 p.m	0	10	8	1	8	0	0	2	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39		
2:00 p.m. a 2:15 p.m	5	13	3	0	7	2	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	35	150	
2:15 p.m. a 2:30 p.m	3	11	5	0	8	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	31		
2:30 p.m. a 2:45 p.m	6	17	4	1	5	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38		
2:45 p.m. a 3:00 p.m	7	18	7	1	7	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	46		
3:00 p.m. a 3:15 p.m	4	10	7	0	8	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	34	174	
3:15 p.m. a 3:30 p.m	16	22	6	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49		
3:30 p.m. a 3:45 p.m	8	22	3	0	6	0	0	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	51		
3:45 p.m. a 4:00 p.m	9	15	4	1	6	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	40		
4:00 p.m. a 4:15 p.m	9	19	5	0	2	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	44	181	
4:15 p.m. a 4:30 p.m	7	14	9	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	34		
4:30 p.m. a 4:45 p.m	8	26	5	1	9	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56		
4:45 p.m. a 5:00 p.m	4	31	4	0	5	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47		
5:00 p.m. a 5:15 p.m	7	24	8	1	5	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	51	269	
5:15 p.m. a 5:30 p.m	10	34	10	1	2	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	63		
5:30 p.m. a 5:45 p.m	10	49	11	0	2	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77		
5:45 p.m. a 6:00 p.m	10	38	11	0	6	1	0	9	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	78		
Total	265	988	293	16	293	28	8	54	114	28	38	0	0	0	0	3	8	14	3	0	0	2153		

Fuente: Elaboración propia.

Datos del Km 62 estación 002 (Año 2019)

Para el cálculo de niveles de servicio, se utilizó el Manual de Capacidad de Carreteras (HCM 2010), el primer paso es determinar las características y el comportamiento vehicular del tramo en estudio, estos se obtienen a partir del inventario vial y el aforo vehicular.

Tabla 89: Características del Tráfico

CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO	
Factor hora pico	0.72
Volumen de la hora de máxima demanda	412

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 90: Características de la vía

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA		
Unidad de medida	Ingles	Internacional
Terreno	Plano	Plano
Velocidad límite de Carretera	37.28 (mi/hr)	60 (km/hr)
Ancho de hombros	0 (pie)	0 (pie)
Ancho de Carriles	12 (pie)	3.6 (m)
Restricción de rebase	73%	73%
Límite de Velocidad base	10 (mi/hr)	16.09 (mi/h)
División direccional	50/50	50/50

Fuente: Elaboración propia.

Datos del Km 42 estación 001 (Año 2021)

Tabla 91: Características de Tráfico.

CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO	
Factor hora pico	0.68
Volumen de la hora de máxima demanda	393

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 92: Características de la vía.

CARACTERÍSTICA DE LA VÍA		
Unidad de medida	Ingles	Internacional
Terreno	Plano	plano
Velocidad límite de carretera	37.28 (mi/hr)	60 (km/hr)
Ancho de hombros (pie)	0 (pie)	0 (pie)
Ancho de carriles (pie)	12 (pie)	3.6 (m)
Restricción de rebase	73%	73%
Límite de velocidad base	10 (mi/hr)	16.09 (mi/hr)
División direccional	50/50	50/50

Fuente: Elaboración propia.

Datos del Km 62 estación 002 (Año 2021)

Tabla 93: Características del Tráfico

CARACTERÍSTICAS DEL TRÁFICO	
Factor hora pico	0.86
Volumen de v/hora pico	269

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 94: Características de la vía.

CARACTERÍSTICA DE LA VÍA		
Unidad de medida	Internacional	Ingles
Terreno	plano	Plano
Velocidad límite de carretera	60 (km/hr)	37.28 (mi/hr)
Ancho de hombros (pie)	0 (pie)	0 (pie)
Ancho de carriles	3.6 (m)	12 (pie)
Restricción de rebase	73%	73%
Límite de velocidad base	16.09 (mi/hr)	10 (mi/hr)
División direccional	50/50	50/50

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 95: Formato de levantamiento estudio de velocidad.

Levantamiento, Estudio de Velocidad para Señal de 60 Km/h																	Carril Izquierdo					Distancia (100m)	Segundos	Velocidad en (Km/h)	Excede	No excede
Nº	Moto	Auto	Jeep	Camioneta	Microbus	Minibus	Bus Grande	Camion Ligero	C2	C3	C4	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Otros										
1		x															100	5,77	62,3916811		x					
2		x															100	6,9	52,173913		x					
3								x									100	6,7	53,7313433		x					
4		x															100	3,92	91,8367347	x						
5	x																100	4,25	84,7058824	x						
6	x																100	5,36	67,1641791	x						
7										x							100	10	36		x					
8	x																100	3,71	97,0350404	x						
9	x																100	5,04	71,4285714	x						
10	x																100	4,9	73,4693878	x	x					
11	x																100	6,27	57,4162679		x					
12		x															100	6,28	57,3248408		x					
13	x																100	5,42	66,4206642	x						
14	x																100	9,22	39,0455531		x					
15			x														100	4,45	80,8988764	x						
16					x												100	6,4	56,25		x					
17		x															100	5,31	67,7966102	x						
18								x									100	5,17	69,6324952	x						
19		x															100	5,76	62,5		x					
20									x								100	6,55	54,9618321		x					
21							x										100	8,05	44,7204969		x					
22									x								100	6,99	51,5021459		x					
23	x																100	10,13	35,5380059		x					
24					x												100	3,66	98,3606557	x						
25	x																100	10,05	35,8208955		x					
26		x															100	6,35	56,6929134		x					
27		x															100	5,87	61,3287905		x					
28									x								100	5,87	61,3287905		x					
29				x													100	7,19	50,069541		x					
30	x																100	9,94	36,2173038		x					
31	x																100	4,84	74,3801653	x						
32		x															100	9,87	36,4741641		x					
33	x																100	8,7	41,3793103		x					
34		x															100	6,07	59,3080725		x					
35			x														100	6,79	53,0191458		x					
36	x																100	10,29	34,9854227		x					
37								x									100	7,25	49,6551724		x					
38		x															100	6,08	59,2105263		x					
39										x							100	6,02	59,8006645		x					
40		x															100	7,71	46,692607		x					
41				x													100	7,9	45,5696203		x					
42	x																100	6,08	59,2105263		x					
43			x														100	4,39	82,0045558	x						
44		x															100	7	51,4285714		x					
45								x									100	12,27	29,3398533		x					
46			x														100	7,34	49,0463215		x					
47	x																100	10,84	33,2103321		x					
48	x																100	7,07	50,9193777		x					
49	x																100	6,73	53,4918276		x					
50	x																100	4,68	76,9230769	x						

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.

Tabla 96: Formato de levantamiento estudio de velocidad.

Levantamiento, Estudio de Velocidad para Señal de 60 Km/h										Carril Izquierdo							Distancia (100m)	Segundos	Velocidad en Km/h	Exede	No Excede
Nª	Moto	Auto	Jeep	Camioneta	Microbus	Minibus	Bus Grande	Camion Ligero	C2	C3	C4	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Otros					
51			x														100	5,22	68,9655172	x	
52								x									100	6,72	53,5714286		x
53									x								100	6,07	59,3080725		x
54				x													100	5,16	69,7674419	x	
55		x															100	4,83	74,5341615	x	
56	x																100	7,44	48,3870968		x
57								x									100	3,35	107,462687	x	
58				x													100	5,75	62,6086957		x
59							x										100	9,67	37,2285419		x
60				x													100	8,63	41,7149479		x
61								x									100	5,49	65,5737705		x
62	x																100	6,19	58,1583199		x
63								x									100	6,18	58,2524272		x
64		x															100	6,24	57,6923077		x
65	x																100	6,59	54,6282246		x
66						x											100	5,36	67,1641791	x	
67		x															100	6,34	56,7823344		x
68	x																100	7,65	47,0588235		x
69	x																100	7,9	45,5696203		x
70				x													100	6,28	57,3248408		x
71				x													100	5,44	66,1764706	x	
72		x															100	4,71	76,433121	x	
73	x																100	8,56	42,0560748		x
74	x																100	7,83	45,9770115		x
75			x														100	6,41	56,1622465		x
76		x															100	7,97	45,1693852		x
77				x													100	5,68	63,3802817		x
78	x																100	6,2	58,0645161		x
79			x														100	4,28	84,1121495	x	
80	x																100	6,8	52,9411765		x
81		x															100	7,4	48,6486486		x
82								x									100	6,41	56,1622465		x
83			x														100	3,8	94,7368421	x	
84			x														100	5,09	70,7269155	x	
85	x																100	6,08	59,2105263		x
86		x															100	7,27	49,5185695		x
87		x															100	5,75	62,6086957		x
88								x									100	6	60		x
89	x																100	6,27	57,4162679		x
90				x													100	7,59	47,43083		x
91				x													100	4,58	78,6026201	x	
92			x														100	7,78	46,2724936		x
93	x																100	4,38	82,1917808	x	
94				x													100	5,75	62,6086957		x
95									x								100	7,18	50,1392758		x
96		x															100	4,58	78,6026201	x	
97	x																100	5,1	70,5882353	x	
98							x										100	8,7	41,3793103		x
99								x									100	4,26	84,5070423	x	
100		x															100	7,28	49,4505495		x

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.

Tabla 97: Formato de levantamiento estudio de velocidad.

Levantamiento, Estudio de Velocidad para Señal de 60 Km/h										Carril Izquierdo							Distancia (100m)	Segundos	Velocidad en Km/h	Exede	No Excede
Nª	Moto	Auto	Jeep	Camioneta	Microbus	Minibus	Bus Grande	Camion Ligero	C2	C3	C4	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Otros					
101				x													100	4,33	83,1408776	x	
102								x									100	7,31	49,247606		x
103	x																100	6,47	55,6414219		x
104					x												100	5,3	67,9245283	x	
105								x									100	8,37	43,0107527		x
106		x															100	4,35	82,7586207	x	
107		x															100	3,6	100	x	
108		x															100	5,5	65,4545455		x
109				x													100	4,12	87,3786408	x	
110				x													100	5,89	61,1205433		x
111		x															100	4,84	74,3801653	x	
112			x														100	5,88	61,2244898		x
113	x																100	9,87	36,4741641		x
114	x																100	7,33	49,1132333		x
115				x													100	5,76	62,5		x
116		x															100	5,55	64,8648649		x
117								x									100	4,38	82,1917808	x	
118	x																100	9,6	37,5		x
119				x													100	5,84	61,6438356		x
120	x																100	5,95	60,5042017		x
121	x																100	6,6	54,5454545		x
122	x																100	6,09	59,1133005		x
123					x												100	6,34	56,7823344		x
124		x															100	5,87	61,3287905		x
125		x															100	5,02	71,7131474	x	
126								x									100	6,54	55,0458716		x
127	x																100	8,06	44,6650124		x
128									x								100	4,48	80,3571429	x	
129									x								100	4,98	72,2891566	x	
130														x			100	8,7	41,3793103		x
131			x														100	6,13	58,7275693		x
132	x																100	7,9	45,5696203		x
133	x																100	4,51	79,8226164	x	
134				x													100	5,93	60,7082631		x
135					x												100	3,9	92,3076923	x	
136	x																100	4,38	82,1917808	x	
137	x																100	4,9	73,4693878	x	
138	x																100	6,48	55,5555556		x
139	x																100	3,86	93,2642487	x	
140	x																100	5,89	61,1205433		x
141					x												100	5,5	65,4545455		x
142	x																100	5,04	71,4285714	x	
143	x																100	6,6	54,5454545		x
144	x																100	5,7	63,1578947		x
145								x									100	5,17	69,6324952	x	
146	x																100	4,38	82,1917808	x	
147							x										100	6,87	52,4017467		x
148	x																100	5,1	70,5882353	x	
149	x																100	5,68	63,3802817		x
150	x																100	6,35	56,6929134		x

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.

Tabla 98: Formato de levantamiento estudio de velocidad.

Levantamiento, Estudio de Velocidad para Señal de 60 Km/h																Carril Izquierdo															
Nª	Moto	Auto	Jeep	Camioneta	Microbus	Minibus	Bus Grande	Camion Ligero	C2	C3	C4	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Otros	Distancia (100m)	Segundos	Velocidad en Km/h	Exede	No Excede										
151								x									100	5,69	63,2688928		x										
152	x																100	10,32	34,8837209		x										
153								x									100	5,82	61,8556701		x										
154	x																100	6,65	54,1353383		x										
155	x																100	6,73	53,4918276		x										
156				x													100	4,77	75,4716981	x											
157	x																100	6,27	57,4162679		x										
158				x													100	4,52	79,6460177	x											
159	x																100	4,51	79,8226164	x											
160				x													100	6,27	57,4162679		x										
161				x													100	8,96	40,1785714		x										
162				x													100	8,6	41,8604651		x										
163	x																100	8,44	42,6540284		x										
164					x												100	5,37	67,0391061	x											
165	x																100	4,13	87,1670702	x											
166											x						100	4,77	75,4716981	x											
167								x									100	3,6	100	x											
168					x												100	4,52	79,6460177	x											
169								x									100	5,23	68,833652	x											
170								x									100	6	60		x										
171		x															100	6,7	53,7313433		x										
172								x									100	6,1	59,0163934		x										
173			x														100	5,49	65,5737705		x										
174														x			100	6,3	57,1428571		x										
175				x													100	4,45	80,8988764	x											
176	x																100	4,45	80,8988764	x											
177		x															100	3,53	101,983003	x											
178		x															100	4,52	79,6460177	x											
179			x														100	5,28	68,1818182	x											
180	x																100	5,83	61,7495712		x										

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.

Tabla 99: Formato de levantamiento estudio de velocidad.

Levantamiento, Estudio de Velocidad para Señal de 60 Km/h											Carril Derecho												
Nª	Moto	Auto	Jeep	Camioneta	Microbus	Minibus	Bus Grande	Camion Ligero	C2	C3	C4	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Otros	Distancia (100m)	Segundos	Velocidad en Km/h	Exede	No Excede		
1				x													100	5,5	65,4545455		x		
2						x											100	5,54	64,9819495		x		
3										x							100	5,59	64,4007156		x		
4					x												100	5,5	65,4545455		x		
5		x															100	4,25	84,7058824	x			
6		x															100	6,08	59,2105263		x		
7				x													100	5,59	64,4007156		x		
8							x										100	4,84	74,3801653	x			
9								x									100	5,55	64,8648649		x		
10	x																100	5,16	69,7674419	x			
11		x															100	5,8	62,0689655		x		
12		x															100	5	72	x			
13				x													100	4,02	89,5522388	x			
14		x															100	4,3	83,7209302	x			
15		x															100	3,8	94,7368421	x			
16				x													100	7,05	51,0638298		x		
17		x															100	5,3	67,9245283	x			
18		x															100	5,03	71,5705765	x			
19				x													100	7,97	45,1693852		x		
20				x													100	4,63	77,7537797	x			
21												x					100	5,29	68,0529301	x			
22				x													100	5,81	61,9621343		x		
23	x																100	5	72	x			
24								x									100	8,31	43,3212996		x		
25	x																100	8	45		x		
26	x																100	6,73	53,4918276		x		
27		x															100	5,28	68,1818182	x			
28														x			100	6,86	52,4781341		x		
29				x													100	3,99	90,2255639	x			
30				x													100	5,69	63,2688928		x		
31		x															100	4,79	75,1565762	x			
32		x															100	4,05	88,8888889	x			
33		x															100	4,8	75	x			
34		x															100	4,3	83,7209302	x			
35		x															100	4,9	73,4693878	x			
36				x													100	6,99	51,5021459		x		
37								x									100	6,41	56,1622465		x		
38				x													100	5,03	71,5705765	x			
39		x															100	5	72	x			
40				x													100	6,09	59,1133005		x		
41					x												100	5,67	63,4920635		x		
42								x									100	6,26	57,5079872		x		
43		x															100	6,01	59,9001664		x		
44							x										100	6	60		x		
45				x													100	6,03	59,7014925		x		
46				x													100	5,48	65,6934307		x		
47				x													100	5	72	x			
48				x													100	5,3	67,9245283	x			
49														x			100	7,59	47,43083		x		
50	x																100	4,81	74,8440748	x			

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.

Tabla 100: Formato de levantamiento estudio de velocidad.

Levantamiento, Estudio de Velocidad para Señal de 60 Km/h										Carril Derecho							Distancia (100m)	Segundos	Velocidad en Km/h	Exede	No Excede
Nª	Moto	Auto	Jeep	Camioneta	Microbus	Minibus	Bus Grande	Camion Ligero	C2	C3	C4	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Otros					
51	x																100	7,8	46,1538462		x
52	x																100	8	45		x
53		x															100	5,81	61,9621343		x
54	x																100	5,3	67,9245283	x	
55	x																100	7,2	50		x
56			x														100	6,01	59,9001664		x
57		x															100	6,08	59,2105263		x
58		x															100	6,07	59,3080725		x
59	x																100	6,73	53,4918276		x
60	x																100	4,38	82,1917808	x	
61								x									100	7,05	51,0638298		x
62	x																100	5,29	68,0529301	x	
63		x															100	4,38	82,1917808	x	
64		x															100	4,19	85,9188544	x	
65								x									100	5,5	65,4545455		x
66		x															100	5,1	70,5882353	x	
67		x															100	5,75	62,6086957		x
68		x															100	5,23	68,833652	x	
69	x																100	6,01	59,9001664		x
70				x													100	3,65	98,630137	x	
71		x															100	3,01	119,601329	x	
72							x										100	6,28	57,3248408		x
73		x															100	7,64	47,1204188		x
74								x									100	5,16	69,7674419	x	
75									x								100	4,12	87,3786408	x	
76				x													100	4,38	82,1917808	x	
77								x									100	8,14	44,2260442		x
78		x															100	5,34	67,4157303	x	
79									x								100	6,85	52,5547445		x
80				x													100	4,47	80,5369128	x	
81		x															100	6,01	59,9001664		x
82		x															100	5,36	67,1641791	x	
83				x													100	4,3	83,7209302	x	
84	x																100	3,85	93,5064935	x	
85				x													100	5,62	64,0569395		x
86	x																100	6,6	54,5454545		x
87	x																100	3,72	96,7741935	x	
88		x															100	6,09	59,1133005		x
89								x									100	6,8	52,9411765		x
90					x												100	7,83	45,9770115		x
91					x												100	5,75	62,6086957		x
92				x													100	5,8	62,0689655		x
93	x																100	6	60		x
94			x														100	6,61	54,4629349		x
95			x														100	4,96	72,5806452	x	
96	x																100	6	60		x
97					x												100	5,09	70,7269155	x	
98	x																100	4,57	78,7746171	x	
99				x													100	5,02	71,7131474	x	
100	x																100	5,96	60,4026846		x

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.

Tabla 101: Formato de levantamiento estudio de velocidad.

Levantamiento, Estudio de Velocidad para Señal de 60 Km/h										Carril Derecho							Distancia (100m)	Segundos	Velocidad en Km/h	Exede	No Excede
Nª	Moto	Auto	Jeep	Camioneta	Microbus	Minibus	Bus Grande	Camion Ligero	C2	C3	C4	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Otros					
101								x									100	5,81	61,9621343		x
102				x													100	4,77	75,4716981	x	
103		x															100	6,01	59,9001664		x
104	x																100	7,02	51,2820513		x
105	x																100	7,05	51,0638298		x
106			x														100	4,8	75	x	
107		x															100	4,9	73,4693878	x	
108				x													100	5,24	68,7022901	x	
109	x																100	3,98	90,4522613	x	
110		x															100	4,91	73,3197556	x	
111					x												100	5,42	66,4206642	x	
112		x															100	4,44	81,0810811	x	
113	x																100	9,02	39,9113082		x
114	x																100	5,09	70,7269155	x	
115	x																100	4,12	87,3786408	x	
116	x																100	4,51	79,8226164	x	
117	x																100	4,44	81,0810811	x	
118		x															100	4	90	x	
119			x														100	4,5	80	x	
120		x															100	4,96	72,5806452	x	
121				x													100	3,85	93,5064935	x	
122				x													100	4,52	79,6460177	x	
123	x																100	4,57	78,7746171	x	
124		x															100	5,11	70,4500978	x	
125		x															100	3,2	112,5	x	
126	x																100	4,9	73,4693878	x	
127			x														100	4,64	77,5862069	x	
128								x									100	9,01	39,9556049		x
129		x															100	5,18	69,4980695	x	
130								x									100	6,72	53,5714286		x
131					x												100	5	72	x	
132					x												100	5,24	68,7022901	x	
133		x															100	5,1	70,5882353	x	
134			x														100	4,5	80	x	
135			x														100	4,53	79,4701987	x	
136		x															100	5,22	68,9655172	x	
137									x								100	6,6	54,5454545		x
138									x								100	6,2	58,0645161		x
139	x																100	5	72	x	
140			x														100	4,57	78,7746171	x	
141				x													100	6,01	59,9001664		x
142									x								100	7,64	47,1204188		x
143				x													100	7	51,4285714		x
144															x		100	6,4	56,25		x
145							x										100	10,32	34,8837209		x
146		x															100	4,2	85,7142857	x	
147		x															100	2,55	141,176471	x	
148				x													100	6,27	57,4162679		x
149		x															100	10,2	35,2941176		x
150	x																100	5,2	69,2307692	x	

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.

Tabla 102: Formato de levantamiento estudio de velocidad.

Levantamiento, Estudio de Velocidad para Señal de 60 Km/h																Carril Derecho														
Nª	Moto	Auto	Jeep	Camioneta	Microbus	Minibus	Bus Grande	Camion Ligero	C2	C3	C4	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Otros	Distancia (100m)	Segundos	Velocidad en Km/h	Exede	No Excede									
151	x																100	6,8	52,9411765		x									
152					x												100	5,81	61,9621343		x									
153									x								100	6,99	51,5021459		x									
154				x													100	7,46	48,2573727		x									
155		x															100	7,3	49,3150685		x									
156								x									100	6,79	53,0191458		x									
157				x													100	6,73	53,4918276		x									
158	x																100	4,37	82,3798627	x										
159				x													100	4,65	77,4193548	x										
160		x															100	6,15	58,5365854		x									
161		x															100	5,81	61,9621343		x									
162		x															100	5,7	63,1578947		x									
163		x															100	5,72	62,9370629		x									
164		x															100	4,8	75	x										
165		x															100	5,02	71,7131474	x										
166		x															100	3,5	102,857143	x										
167				x													100	2,93	122,866894	x										
168	x																100	3,92	91,8367347	x										
169			x														100	5,3	67,9245283	x										
170			x														100	5,2	69,2307692	x										
171				x													100	7,71	46,692607		x									
172	x																100	5,1	70,5882353	x										
173	x																100	5,03	71,5705765	x										
174	x																100	4,17	86,3309353	x										
175	x																100	4,44	81,0810811	x										
176	x																100	4,47	80,5369128	x										
177		x															100	5,63	63,9431616		x									
178				x													100	4,76	75,6302521	x										
179	x																100	4,9	73,4693878	x										
180				x													100	5,89	61,1205433		x									

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Estudio de velocidad, elaboración propia.