



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL

**ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL PARA EL DISEÑO DEL TERCER CARRIL EN
TRAMOS DE LA CARRETERA NEJAPA - IZAPA**

Elaborado por

Br. Durling Duglas González Ortiz

Br. Edwin Danilo Aragón Chávez

Tutor

Ing. Freddy Antonio Vega Mayorga

Asesor

Ing. Gilberto Solís Orozco

Managua, Julio de 2019

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme permitido llegar hasta esta meta de superación y formación profesional de culminación universitaria, gracias por guiarnos en el sendero de lo sensato y brindarnos fuerza, paciencia y sabiduría por tomar las decisiones correctas, gracias por darme vida, salud y múltiples bendiciones.

A nuestros padres y madres, por brindarnos la educación y forjar en nosotros el deseo de convertirnos en profesionales, dándonos ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándonos a valorar todo eso bueno que la vida nos regala, sus consejos, sus apoyos incondicionales y su paciencia, a todos ellos dedicamos el presente trabajo que hemos contribuido a la consecución de este logro.

A nuestro tutor, Ing. Freddy Vega Mayorga y al asesor Comisionado. Mayor Ing. Gilberto Solís que nos brindaron su tiempo, sus conocimientos, nos guiaron y nos acompañaron en este proceso.

A TODOS GRACIAS.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida.

A mi madre, Minelipxa del Socorro Chávez Morales que siempre me apoyo incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser un profesional, gracias por haberme dado el mejor regalo de la vida, la educación.

A mi familia, hermanos, abuelos(as), primos(as), quienes siempre estuvieron dándome inspiración.

A mi compañero de monografía, Durling Duglas González Ortiz, por su amistad y motivación para realizar este trabajo final monográfico.

EDWIN DANILO ARAGÓN CHÁVEZ.

DEDICATORIA

De todo corazón y con mucha gratitud dedico este trabajo:

En primer lugar, a Dios por darme la vida, sabiduría y las fuerzas para seguir siempre adelante; por cuidar en todo momento de mi familia y de mí, por estar siempre conmigo en mis momentos más felices y en los momentos incierto de mi vida, gracias por no desampararme.

A mis padres Zulma Dinora Ortiz Hernández y Fidel Antonio González Pavón por su gran confianza, apoyo económico, moral y amor incondicional durante toda mi vida hasta el día de hoy que gracias a ellos pude lograr todas las metas de todos mis estudios.

A mis hermanos y hermana por ser un gran apoyo en mi vida.

A mi compañero de monografía, Edwin Danilo Aragón Chávez por su amistad, compañerismo y motivación, por estar al frente en la realización de este trabajo.

DURLING DUGLAS GONZALEZ ORTIZ.

ÍNDICE

CAPITULO I: GENERALIDADES	
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 OBJETIVOS	5
1.4.1 Objetivos Específicos	5
1.4.2 Objetivos Específicos	5
1.5. MARCO TEÓRICO.....	6
1.5.1 Descripción De Los Componentes Viales	6
1.5.2 Estudio de Tránsito	7
1.5.2.1 Tipos de Vehículos	7
1.5.2.2 Volúmenes de tránsito	8
1.5.2.3 Tránsito promedio diario	8
1.5.2.4 Hora de máxima demanda (Hora Pico)	8
1.5.2.5 Factor de Hora Máxima Demanda (FHMD) o Factor Pico Horario	8
1.5.2.6 Clasificación de estaciones	9
1.5.2.7 Los diferentes tipos de factores	9
1.5.2.8 Niveles de Servicio	10
1.5.3 Estudio de Accidentalidad.....	10
1.5.3.1 Índice de accidentalidad.....	10
1.5.3.2 Accidente de tránsito	10
1.5.3.3 Tipos de accidentes de tránsito.....	11
1.5.3.4 Causas de accidentes de tránsito más Comunes.....	11
1.5.4 Estudio de velocidad.....	12
1.5.4.1 Clasificación de Velocidades.....	12
1.5.5 Medidas de Seguridad Vial	13
1.5.5.1 Definición de medidas de seguridad	13
1.5.5.2 Factor Humano	14
1.5.5.3 Factor vial y su entorno.....	15
1.5.5.4 Factor Vehicular.....	15
1.5.6 Diseño Metodológico	16
1.5.6.1 Tipo de investigación	16
1.5.6.2 Métodos Empíricos	17
1.5.6.3 Métodos especializados.....	17

1.5.6.4 Procedimientos de recolección de datos	18
CAPITULO II: INVENTARIO VIAL.....	
2.1 Introducción	21
2.2 Identificación del Tramo en Estudio	22
2.3 Clasificación Funcional del Tramo en Estudio.....	22
2.4 Descripción Geométrica del Tercer Carril	23
2.5 Superficie del pavimento.....	23
2.6 Drenaje Mayor y Menor	24
2.7 Pendientes Longitudinales de cada sub-tramo del estudio	25
2.8 Radios de curvas horizontales	27
2.9 Tangentes Longitudinales en los sub-tramos en estudio.....	28
2.10 Uso de suelo de los sub-tramos a ampliar	29
2.11 Estado actual de la señalización vial de los sub-tramos.....	30
2.12 Señales faltantes en la vía	31
2.13 Estado actual de la señalización vial de los sub-tramos.....	31
2.14 Señalización horizontal actual de los sub-tramos.....	32
2.15 Dispositivos diversos	33
CAPITULO III: ESTUDIO DE TRANSITO.....	
3.1 Introducción	35
3.2 Conteos Vehiculares en cada una de las estaciones aforadas	36
3.3 Cálculo de Expansión del Transito Promedio Diario (TPD) en 24 Horas.....	38
3.4 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)	39
3.5 Distribución Direccional de cada una de las estaciones aforadas	41
3.6 Hora de Máxima Demanda (HMD) en cada estación	42
3.7 Nivel de Servicio	44
3.8 Resumen de los resultados obtenidos de cada estación aforada.....	45
CAPITULO IV: ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD.....	
4.1 Introducción	52
4.2 Análisis de la Ocurrencia de accidentes de los sub-tramos en estudio	53
4.3 Análisis de accidentes por su tipo y causa.....	55
4.4 Análisis de accidentes por factor vehicular y factor humano	57
4.5 Análisis de temporalidad de accidentes	60
4.6 Análisis de la magnitud de la accidentalidad.....	65
CAPITULO V: ESTUDIO DE VELOCIDAD.....	
5.1 Introducción	67

5.2. Conteos de Velocidad Estación N° 1 Km. 12+500	68
5.3. Conteos de Velocidad Estación N° 2 Km. 14+700	70
5.4. Conteos de Velocidad Estación N° 3 Km. 20+800	73
5.5. Conteos de Velocidad Estación N° 4 Km. 26+200	75
5.6 Conteos de Velocidad Estación N° 5 Km. 45+000	78
5.7 Conteos de Velocidad Estación N° 6 Km. 59+000	80
CAPITULO VI: PROPUESTA.....	
6.1 Propuesta de señalización vial para la ampliación del tercer carril	84
6.1.1 Señalización vertical para la ampliación del tercer carril	85
6.1.2 Señalización Horizontal en el diseño de ampliación del tercer carril	86
6.1.3 Dispositivos Diversos.....	88
6.2 Descripción de la señalización vial propuesta para cada sub-tramo	88
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	
Conclusiones.....	97
Recomendaciones.....	100
BIBLIOGRAFIA.....	
Bibliografía.....	102

RESUMEN

El presente estudio monográfico referente al **ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL PARA EL DISEÑO DEL TERCER CARRIL EN TRAMOS DE LA CARRETERA NEJAPA – IZAPA**, se consideró realizarse en coordinación con las instituciones Ministerio de Transporte e Infraestructura y Policía Nacional, como una necesidad de contribuir a las mejoras de seguridad vial en los 16 sub-tramos críticos propuestos. Este estudio está estructurado en siete capítulos, incluyendo bibliografía y anexos.

Capítulo I. Generalidades

Se presenta el marco teórico donde se describe: la introducción, antecedentes, justificación, objetivo general y específico, marco teórico y metodología para llevar a cabo el estudio.

Capítulo II. Inventario Vial

Se presenta el inventario vial de los 16 sub-tramos en que fue dividida la carretera, describiendo las características, por medio de levantamiento de campo para cada tramo, presentadas por medios de tablas las diferentes características físico-geométricas de la vía, uso ocupacional del suelo, tipo de superficie de rodamiento, estado, y situación de la señalización vertical y horizontal.

Capítulo III. Estudio de tráfico

Se realizó el análisis de la capacidad vial para determinar el volumen de vehículos, el flujo direccional por sentido de circulación, las horas de máxima demanda, con el fin de establecer el nivel de servicio y la influencia del tránsito en los accidentes y demoras, para cinco sub-tramos principales de carretera.

Capítulo IV. Estudio de accidentabilidad

El análisis de los datos estadísticos de accidentes que registra la policía nacional, durante los últimos 5 años para determinar las causas reales y enfoque a las

propuestas de mejorar la seguridad vial, contiene cantidad de accidentes de tránsito, los puntos críticos o negros, las principales causas, tipos de accidentes, horarios y víctimas.

Capítulo V. Estudio de velocidad

A través del estudio de velocidad se conoció el comportamiento real de los usuarios, la velocidad de operación conforme los límites de velocidad máxima establecidos, en zonas urbanas de 60 km/h, en zona rural con velocidad máxima 70 km/h.

Capítulo VI. Propuestas

Las propuestas de ampliación al tercer carril en los sub-tramos estudiados van dirigidas al Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), también la Policía Nacional que tiene la responsabilidad de ejercer la vigilancia del tránsito.

Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo se presentan las conclusiones del trabajo para justificar técnicamente, la necesidad de construir el tercer carril en los tramos estudiados, para aumentar la capacidad vial, evitar las demoras y aumentar la seguridad vial. Las recomendaciones para hacer factible el proyecto de ampliación.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La circulación del tránsito por una carretera debe considerar dos elementos importantes, la seguridad vial de los usuarios y una movilidad fluida y cómoda, principalmente cuando hay afluencia de vehículos pesados que se ven obligados a reducir sus velocidades en condiciones geométricas no aptas para mantener velocidades constantes, el mejoramiento de la Carretera Vieja a León de Nejapa a Izapa incluye tramos con pendientes fuertes que obligan a los vehículos de carga reducir hasta en un 50% sus velocidades de operaciones, afectando a los vehículos livianos.

Esta afectación influye en la seguridad vial cuando se busca como recuperar tiempo perdido, generando velocidades mayores a las del diseño de la carretera. El análisis en seguridad vial para la ampliación en el diseño del tercer carril en tramos de la carretera Nejapa - Izapa, tiene el objetivo que los vehículos livianos circulen con más seguridad y no tengan demoras por los vehículos pesados. No obstante, para la agilización vial se debe tener los factores fundamentales del tránsito, humano, vehicular y vial.

Este tramo de carretera conocida como Carretera Vieja a León con su nomenclatura vial NIC-12, está localizada en la parte Sur-occidental de Managua, según los registros estadísticos de la Policía Nacional muestra una gran ocurrencia de accidentes de tránsito.

Desde el punto de vista técnico de la ingeniería de tránsito, el objetivo de esta investigación en seguridad vial es la disminución del índice de accidentalidad, mejorando las condiciones para desplazamientos más rápidos.

En este sentido, para desarrollar este estudio de seguridad vial se seleccionaron los 16 sub-tramos más críticos en movilidad para el tránsito vehicular, se aplicarán todos los procedimientos técnicos y científicos de la ingeniería de tránsito para que nos permitan realizar las propuestas que reduzcan los peligros en la circulación.

1.2 ANTECEDENTES

La Carretera Vieja León Nic-12 es una ruta que conecta la capital Managua con la ciudad de León, siendo una de las más antiguas de nuestro país. Dicha arteria vial quedó abierta al tránsito en toda su longitud durante el año 1955 en que quedaron prácticamente terminados los trabajos de terracería, material selecto y puentes.

Durante su posterior pavimentación se inició partiendo de León hacia Managua por las siguientes situaciones: el tramo de mayor costo de mantenimiento lo formaba los 25 kilómetros cercanos a León, además ayudó a mitigar en lo posible el problema de la polvareda que soportaba la ciudad, y finalmente aprovechar las instalaciones que tenía el departamento de carreteras al construir el tramo León-Chinandega.

La tabla 1, presenta las especificaciones que se utilizaron para el diseño geométrico original del tramo en esa época.

Tabla 1. Clasificación vial del tramo en estudio

CARRETERA NIC-12			
CLASIFICACION: TRONCAL PRINCIPAL DE NEJAPA A LEON			
ESPECIFICACIONES GENERALES DEL DISEÑO			
Longitud	81.1 km	Bombeo	3.00%
Ancho de Corona	6.5 m	Velocidad de Diseño	60 kph
Ancho de Pavimento	6.1m	Pendiente Máxima	7.00%
Derecho de Vía	20 m	Pendiente Ponderada	4.00%
Tipo de Superficie	T.S.B.D	Carga	H15-44
Base	25 cm		

Fuente: Red Vial Pavimentada de Nicaragua 1979, Ministerio de la Construcción

Los accidentes de tránsito cada día van en aumento siendo el principal factor el humano, según los datos estadísticos de la Policía Nacional la carretera Empalme Nejapa - Empalme Izapa es una de las carreteras donde circulan una gran cantidad de vehículos livianos y pesados.

La tabla 2, presenta las cantidades de accidentes, muertos y lesionados anuales en los sub-tramos en estudio. Obsérvese que desde el año 2016 al año 2018 los accidentes van aumentando.

Tabla 2. Accidentes, fallecidos y lesionados de tránsito en el periodo 2014 - 2018

Año	Accidentes	Muertos	Lesionados
2014	53	1	18
2015	55	3	24
2016	78	9	23
2017	79	5	16
2018	101	1	12

Fuente: Dirección Seguridad de Tránsito - Policía Nacional

El crecimiento del parque vehicular en los últimos años ha sido inminente debido al desarrollo socio-económico del país, en el periodo del año 2012 al 2018 se registra un incremento de 439,131 vehículos que representa un 46% a nivel nacional, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Parque Automotor Nacional Managua - León en el periodo 2012 - 2018

Año	Nacional	Managua	León
2012	511,631	260,050	31,710
2013	566,731	274,519	37,238
2014	609,841	304,504	38,279
2015	693,982	317,602	40,929
2016	772,173	364,258	49,438
2017	916,380	417,093	59,697
2018	950,762	454,263	59,032

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los accidentes de tránsito representan una tragedia para la nación, la sociedad y la familia, por las víctimas clasificadas en personas lesionadas, heridas o fallecidas, que dejan daños irreparables, que no son posibles valorar con bienes económicos. Cuando ocurren fallecimientos y discapacidades físicas en personas jóvenes la afectación de producción en la nación es afectada considerablemente, suman los gastos por atención médica y pérdidas materiales de los bienes que se transportan.

Los accidentes de tránsito son un motivo de preocupación, ya que todos los días estamos expuestos a la ocurrencia de éstos al momento de transportarnos para atender nuestras actividades diarias. Un número importante de estos accidentes es de carácter inevitable y constituye parte del riesgo inherente a toda actividad humana, pero existe un porcentaje de accidentes que son perfectamente evitables si las condiciones de los sistemas de transporte fueran distintas. En este sentido, es indispensable contar con estudios de seguridad vial, que contemplen medidas que reduzcan la accidentalidad en las carreteras.

Este estudio contempla la propuesta de implementación de acciones concretas, siendo uno de los factores determinantes la construcción en la ampliación de un tercer carril de circulación, en particular en los tramos con pendientes para evitar atrasos y demoras que ayudarán a mejorar la fluidez de la circulación, con estos trabajos de ingeniería aumentará la capacidad vial y el nivel de servicio de la carretera en particular los tramos más críticos.

La presente investigación monográfica en tramos de la carretera Nejapa - Izapa, es justificable para hacer propuestas de seguridad que reduzcan las víctimas por accidentes de tránsito, como también permita un mejor desplazamiento de los vehículos, es decir mejorar las operaciones de los automotores en especial los de carga.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivos Específicos

- Elaborar una propuesta técnica en términos de seguridad vial para el diseño de un tercer carril, que contemplen medidas correctoras destinadas a la reducción de accidentes de tránsito en la carretera Nejapa – Izapa.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar un inventario vial, con el fin de obtener una perspectiva del estado actual físico-geométrico de la carretera en estudio, con énfasis en la señalización vial.
- Realizar un aforo vehicular que permita cuantificar los volúmenes de tránsito y determinar los niveles de servicio del tramo.
- Efectuar un estudio de accidentalidad para identificar los tramos peligrosos y puntos críticos y conocer los factores de más influyen en la ocurrencia de accidentes.
- Realizar un estudio de las velocidades de operación de los vehículos que circulan en la carretera para determinar los tramos en los cuales los conductores no respetan el límite de velocidad establecido.
- Desarrollar propuesta de seguridad vial para prevenir los accidentes de tránsito o minimizar sus efectos.

1.5. MARCO TEÓRICO

1.5.1 Descripción De Los Componentes Viales

El propósito de esta descripción vial es contar con información suficiente de los nuevos componentes físico-geométricos con los contara la carretera: definición de los 16 sub-tramos, superficies de rodamiento, drenajes mayor y menor, porcentajes de pendientes, radios de curva, longitud de las tangentes, resumen de los dispositivos de control en la señalización vial para mejorar la seguridad de los usuarios. A continuación, se detallan algunas definiciones y conceptos elementos y características básicos de este estudio:

Calzada: superficie de la vía sobre la que transitan los vehículos, compuesta por uno o varios carriles de circulación, No incluye el Hombro.

Carril: parte de la calzada destinada al tránsito de los vehículos en un asola dirección, con ancho suficiente para una sola fila de vehículos.

Hombro: área o superficie adyacente en ambos lados de la superficie de ruedo, cuya finalidad es dar soporte lateral al pavimento, servir para la transito de peatones y proporcionar espacio para las emergencias y para el estacionamiento eventual de vehículos.

Derecho de la vía: área o superficie de terreno, propiedad del estado, destinada al uso de una vía pública, con zonas adyacentes como previsión para ampliaciones futuras o utilizadas para todas las instalaciones y obras complementarias al servicio de los usuarios de la vía.

Pavimento: superestructura de una carretera, construida sobre la sub-rasante y compuesta normalmente por la sub-base, la base y la capa de rodadura, cuya función principalmente es soportar las cargas rodantes y transmitir los esfuerzos al terreno, distribuyéndolas en tal forma que no produzcan deformaciones perjudiciales, así como proveer una superficie lisa y resistente para la circulación del tránsito automotor.

Señal Horizontal: se conoce demarcación sobre el pavimento y consiste en la pintura de líneas, flechas, símbolos, palabras y números que sirven para ordenar y dirigir la circulación de vehículos y peatones correctamente, por medio de estas marcas se definen los anchos de calzada, de carriles y arcenes, su canalización correcta, restricciones, movimientos permitidos e indicaciones por medio de las palabras y números.

Señal vertical: aviso o señales de tránsito adhiere al suelo, colocado en forma vertical, para informar, reglamentar o prevenir a los usuarios de la vía.

Uso del suelo: es la integración espacial de la parte funcional propiamente de un asentamiento humano, debido a la relación entre diferentes usos urbanos con o sin edificación de obras para: viviendas, comercio servicios, industria, equipamiento urbano y vialidad.

Clasificación funcional Troncal Principal: Es una red de rutas continuas que sirve a desplazamiento de grandes longitudes de viaje con el tránsito interdepartamental o interregional cuyos índices de viaje son elevados, cuyo TPDA es mayor a los 1,000 vehículos.

1.5.2 Estudio de Tránsito

El principal objetivo de realizar el aforo vehicular es cuantificar los volúmenes actuales de tránsito, con las condiciones presentes en los 16 tramos en estudio, clasificados por dirección de los movimientos direccionales, durante periodos de tiempo determinados. A la vez se analizan los niveles de servicios de la carretera.

1.5.2.1 Tipos de Vehículos

Vehículos Livianos: son aquellos de menos de 5 toneladas de capacidad, tales como automóviles, camionetas, entre otros.

Vehículos pesados: son aquellos de más de 5 toneladas de capacidad, tales como camionetas, buses, remolques entre otros.

1.5.2.2 Volúmenes de tránsito

El volumen de tránsito es el número total de vehículos que circulan por una sección de la vía en un periodo de tiempo determinado.

1.5.2.3 Tránsito promedio diario

Es el volumen de tránsito durante un periodo de tiempo, dividido por el número de días del periodo. Abreviadamente se denota como TPD. Según el periodo utilizado para medir el volumen de tránsito, el TPD puede ser anual, mensual o semanal, denominado TPDA, TPDM y TPDS, respectivamente.

1.5.2.4 Hora de máxima demanda (Hora Pico)

La hora pico es la hora de máximo demanda vehicular para una calle o carretera, puede ser repetitiva durante varios días de la semana; sin embargo, puede ser diferente para cada tipo, pero el mismo periodo máximo. Por lo que es necesario hacer la planeación de los controles de tránsito, tales como:

- Prohibiciones de estaciones.
- Prohibiciones de ciertos movimientos de vueltas.
- Disposiciones de los tiempos de semáforos.

1.5.2.5 Factor de Hora Máxima Demanda (FHMD) o Factor Pico Horario

Se le llama así a la relación entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD) y el volumen máximo (V_m) que se representa durante un periodo dado dentro de dicha hora, este se representa a través de la ecuación:

$$FHMD = VHMD / (N * VMAX)$$

Dónde: N es el número de periodos durante la hora de máximo demanda.

Los periodos dentro de la hora de máxima demanda pueden ser de 5, 10 o 15 minutos, utilizados este último con mayor frecuencia.

El factor de la hora de máxima demanda es un indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos. Su mayor valor es la unidad, lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora. Valores bastantes menores que la unidad, indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora. En general este valor esta alrededor de 0.85, este es un valor aproximado del 30 % del volumen total de la hora pico.

1.5.2.6 Clasificación de estaciones

Estación de Mayor Cobertura: son las estaciones de conteos continuos los 365 días al año con conteos de 24 horas por día.

Estación de Corta Duración: se aplica a un conjunto de estaciones donde los flujos reportados son mayores de 300 TPDA.

Estación de Conteo Sumaria: son las estaciones con volúmenes menores de 300 TPDA, son clasificados por 12 horas por tres días consecutivos (martes a jueves).

1.5.2.7 Los diferentes tipos de factores

Factor Día: Corresponde expandir el trafico diurno de 12 horas a tráfico diario de 24 horas se obtiene mediante los resultados correspondientes de las estaciones de mayor cobertura de 24 horas.

Factor Semana: para expandir el resultado obtenido para un periodo corto de tres días de las semanas (martes a jueves) al promedio semanales 7 días (lunes a domingo).

Factor Fin Semana: es el factor para expandir un conteo realizado durante el fin de semana a los 7 días de semana.

Factor de Expansión de TPDA: es el factor para expandir el tráfico diario semanal al tránsito promedio diario anual (TPDA) por tipo de vehículo, el que se obtiene de los conteos realizados en las estaciones de mayor cobertura.

1.5.2.8 Niveles de Servicio

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio, que es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de flujo vehicular y de su percepción por las condiciones y/o sus pasajeros.

Esta condición se describe en términos de factores, tales como velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

1.5.3 Estudio de Accidentalidad

El estudio de accidentalidad permite realizar un análisis eficaz del comportamiento de los accidentes de tránsito en diferentes intervalos de tiempo, la peligrosidad que representan estos accidentes ante el bienestar social, además se localizan los puntos que demandan mayor atención (puntos críticos), y se determina la razón por la cual estos se originan a fin de evaluarlos y proponer soluciones.

1.5.3.1 Índice de accidentalidad

Al relacionar los accidentes ocurridos, proporcionalmente con la población y con los vehículos, se dispondrá de cifras o índices que permitan hacer comparaciones a cerca del comportamiento de la accidentalidad éstas darán la escala para juzgar la magnitud del problema. Esta comparación puede hacerse entre ciudades, entidades políticas, tramos de carreteras, países o bien un sistema o red vial a través del tiempo.

1.5.3.2 Accidente de tránsito

Es la acción y omisión culposa cometida por cualquier conductor, pasajero o peatones en la vía pública o privada, causando daños materiales, lesiones o muertes de personas, donde intervienen por lo menos un vehículo en movimiento.

1.5.3.3 Tipos de accidentes de tránsito

Atropellos: Ocurre entre un vehículo en movimiento y al menos una persona.

Colisión entre vehículos: Ocurre entre dos o más vehículos.

Colisión con objeto fijo: Ocurre entre un vehículo en movimiento y un objeto inerte que puede ser una casa, un poste, un boulevard, una acera inclusive con otro vehículo estacionado.

Vuelcos: Es un tipo de accidente en el cual el conductor de un vehículo pierde el control del mismo.

Accidente con Semoviente: Es un accidente donde participan un vehículo y un semoviente.

Caída de pasajeros: Ocurre cuando una persona cae del vehículo que es transportada, sufriendo lesiones o la muerte.

Caída de objetos: Este accidente ocurre, cuando, los vehículos del transporte de carga no aseguran correctamente la misma o violan la ley de tránsito al sobrecargarlos.

1.5.3.4 Causas de accidentes de tránsito más Comunes

- Adelantar en L.C.A
- Caída de pasajero
- Conducir contra la vía
- Desatender señales de tránsito
- Distracción al manejar
- Estado de ebriedad
- Exceso de velocidad
- Falta de Pericia
- Falta de precaución al retroceder
- Fortuito
- Giros indebidos
- Imprudencia peatonal
- Interceptar el paso
- Invasión de carril
- Mal estado mecánico
- No guardar distancia
- Semoviente en la vía
- Salido de la vía

1.5.4 Estudio de velocidad

La hora en que se deben efectuar depende del propósito del estudio, en general para determinar límites de velocidad podría efectuarse en las horas que no sean de máxima demanda.

Cuando el volumen de vehículos es bajo, es conveniente tomar datos en más de un día. Un estudio de velocidad instantánea (manual, radar o sensores) requiere de una muestra mínima para que satisfaga requerimientos estadísticos mínimos. Cuando el estudio se efectúa con un radar, solo el formulario será necesario.

1.5.4.1 Clasificación de Velocidades

Velocidad: se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo.

Velocidad de punto: es la velocidad de un vehículo a su paso por un determinado punto de una carretera o calle.

Velocidad Instantánea: es la velocidad de un vehículo cuando se encuentra circulando a lo largo de un tramo de una carretera o calle en instante dado.

Velocidad media Temporal: es la medida de las velocidades de punto de todos los vehículos, o parte de ellos que pasan por un punto específico de una carretera o calle durante un intervalo de tiempo seleccionado.

Velocidad media espacial: es la medida aritmética de las velocidades instantáneas de todos los vehículos que en un instante dado se encuentran en un tramo de carretera o calle.

1.5.5 Medidas de Seguridad Vial

1.5.5.1 Definición de medidas de seguridad

La seguridad vial consiste en la prevención de accidentes de tránsito o la minimización de sus efectos, especialmente para la vida y la salud de las personas. Las normas reguladoras de tránsito los programas o proyectos de mantener en buen estado las vías por parte de las entidades correspondientes (MTI, FOMAV y Gobierno Municipal) y la responsabilidad de los usuarios de la vía pública integran el principal punto en la seguridad vial.

Estas medidas tienen que estar de acuerdo con los factores influyentes en los accidentes, para contrarrestar los peligros, es importante una política por parte del Estado que apoye los debidos programas y campañas de educación vial, sin ella no es posible lograr un óptimo resultado.

Algunas medidas especiales de seguridad vial que pueden ser aplicadas en nuestro país son entre otras, las siguientes:

- Ordenamiento y Señalización vial.
- Aumento significativo de Agentes de Tránsito.
- Mantenimiento de la infraestructura vial.
- Adecuado diseño geométrico.
- Nuevas campañas de información por grupos de riesgo.
- Nuevo esquema de formación de conductores.
- Educación vial desde temprana edad.

Los factores o elementos comunes que intervienen en los accidentes son tres:

- El hombre, principalmente como conductor y muy frágil como peatón.
- La vía y su entorno.
- El vehículo, su carga y su estado mecánico.

En nuestro caso vamos a trabajar en mejorar las condiciones geométricas para una mayor capacidad vial, mejorar la movilidad, reducir las demoras y diseñar un sistema de señalización vial óptimo.

1.5.5.2 Factor Humano

El factor humano es el principal influyente en cuanto a la causalidad siniestral de los accidentes, por lo que se le atribuye un porcentaje estimado del 90% de porcentaje de participación.

En el factor humano además de las buenas condiciones físicas mentales de los usuarios, se requiere conocimiento y educación vial. Una buena condición Psicofísica es elemental a la hora de circular por las carreteras del país, está demostrado científicamente que distintas clases de enfermedades como ser: Cardiovasculares, Psíquicas, Neuróticas, entre otras disminuyen el buen rendimiento en la conducción.

Uno de los puntos a tener en cuenta a la hora de conducir es el sueño. El sueño no solo puede ser causado por la fatiga, sino también por excesos en la comida, bebidas carbonatadas cuando se conduce. Aparte de las buenas condiciones físicas que debe tener el conductor, también las buenas condiciones mentales son básicas y que se ven afectadas por:

- Automedicación
- Drogas, principalmente antes de conducir.
- Emanaciones de gases del motor
- Exceso de comida
- Fatiga
- Irritación

El Exhibicionismo: Al momento de la conducción, los exhibicionistas tratan de demostrar habilidades poco corrientes, con las cuales quieren llamar la atención de otras personas (conducir con una mano, manejar a alta velocidades, hacer ruido con bocinas, quitar el silenciador, realizar carreras, etc.).

1.5.5.3 Factor vial y su entorno

La vía es el escenario donde el hombre es el actor. El nivel de exigencia para el conductor vendrá impuesto por:

- Características geométricas y físicas de la vía. No es lo mismo conducir en recta que en curva, por pavimento deslizante que, por otro con mayor adherencia, etc.
- Condiciones meteorológicas o ambientales (lluvia, niebla, hielo).
- Tránsito (densidad, fluidez, vehículos pesados o solo ligeros).
- La normas y señales de circulación (vía señalizada o no, etc.).

Los cambios climáticos generados influyen en la producción de los accidentes, y obran en consecuencia en el conductor generado psíquicamente (nerviosismo, ansiedad, deseo de acelerar y omitir los peligros al transitar); a pesar que su grado de participación es un porcentaje menor en comparación con los demás factores de incidencia. Los accidentes fatales ocurren en las carreteras debido a las altas velocidades e impactos de frente.

1.5.5.4 Factor Vehicular

El Vehículo: Medio de transporte que circula por la vía pública o privada con impulsión mecánica, animal o por la fuerza del hombre, exceptos los comprendidos en la definición del peatón (sillas de ruedas o artefactos especiales). Estos por su naturaleza se clasifican:

Tracción mecánica: Son los medios impulsados por cualquier fuerza motriz, su conducción amerita de una licencia de conducir otorgada bajo los requisitos y procedimientos de la Ley 431 de Tránsito, estos vehículos están comprendidos desde una pequeña motocicleta de centímetros cúbicos, hasta el más pesado de los cabezales o equipos agrarios.

Tracción humana: Son medios impulsados por la fuerza muscular del hombre, como carretillas, bicicletas.

Tracción animal: Son medios movidos por animales de tiro y pueden ser silla, carga o cualquier otra clase, tales como coches, carretones o carretas.

El vehículo debe ser un objeto de mantenimiento adecuado periódicamente, de los principales elementos fundamentales que garantizan seguridad propia y ajena, (Motorización, Dirección, Frenos, Seguridad Activa y Pasiva, Suspensión, etc.). Con frecuencia se debe cambiar el aceite de motor, de la caja de velocidad y de dirección, así como mantenerlo debidamente engrasado.

Incontables son los factores que influyen en cuanto a las condiciones óptimas del vehículo, por lo cual se recomienda tener en cuenta los elementos de seguridad activos y pasivos que son los que obran favorablemente ante un imprevisto.

La capacidad de respuesta del conductor depende de los siguientes factores:

- Características mecánicas del mismo (potencia, acelerador, frenado)
- Mantenimiento y estado de conservación (dirección, frenos, suspensión, neumáticos, etc.)
- Carga y su colocación (no es lo mismo conducir un vehículo cargado en exceso que cargado dentro de los límites autorizados).

1.5.6 Diseño Metodológico

1.5.6.1 Tipo de investigación

Este trabajo monográfico es una investigación cuantitativa con carácter evaluativo, cuyo principal producto será información relevante y objetiva para entender el fenómeno de accidentalidad y aplicar conocimientos en materia de seguridad vial.

El análisis de seguridad vial en el tramo Nejapa - Izapa (NIC-12), pretende estudiar el comportamiento de los usuarios, conocer los componentes viales en el diseño de los sub-tramos, para mejorar las condiciones de seguridad vial. Este proceso incluirá métodos empíricos y especializados.

1.5.6.2 Métodos Empíricos

Estos métodos hacen referencias de considerar la importancia que tiene la información generada por la experiencia de las personas involucradas en el asunto en estudio. Entre los cuales, se utilizarán los siguientes:

La observación

Hacer visitas de campo a lo largo del tramo para estar en contacto directo con aquellas zonas que a simple vista muestren componentes peligrosos, para aplicar las metodologías de estudios de tráfico y recolectar información sobre el fenómeno accidente y sus subsecuentes efectos.

Para fines de este trabajo monográfico, se observarán los lugares donde más se efectúan accidentes de tránsito, los puntos de mayor concentración de personas, el comportamiento de las personas y la circulación de los vehículos en la vía, los tramos con mayor volumen de tránsito, etc.

1.5.6.3 Métodos especializados

Estos métodos son utilizados en la adquisición de información más organizada en la que pueda tener credibilidad, mediante la ejecución de experimentos prácticos que la valoricen. Los métodos especializados a utilizar son:

Método bibliográfico

La recopilación de estudios similares, de normas de seguridad vial, comportamiento humano y normativas nacionales e internacionales de diseño geométrico, son una herramienta fundamental para lograr una interpretación correcta de los datos resultantes de los estudios especificados.

Método analítico

El análisis matemático lógico de los datos recopilados en el campo, es lo que permite ir descartando agravantes y atenuantes en las causas de accidentes y en la propuesta de soluciones.

Método de síntesis

La clasificación es la principal forma de agrupar y ordenar los recopilados y los resultados.

Método científico

Contiene el proceso lógico, con el cual se llega a la solución del problema. Observar el fenómeno, analizar la realidad, determinar la teoría que respalde la tesis y llegar a una conclusión.

Método investigativo

Se debe entender como el proceso dedicado a responder una pregunta. Dicha pregunta lo que lo que pretende es aclarar la incertidumbre de nuestro conocimiento. No se trata de almacenar datos de forma indiscriminada, sino que se define como un proceso sistemático, organizado y objetivo, destinado a solucionar un problema o solventar una necesidad.

1.5.6.4 Procedimientos de recolección de datos

Para realizar un diagnóstico de la situación de la carretera en términos de seguridad vial, se ha propuesto llevar a cabo, los siguientes estudios.

- Realizar una descripción físico-geométrica para determinar la propuesta de diseño para cada uno de los 16 sub-tramos.
- Realizar un aforo vehicular, clasificando cada uno de los vehículos que circulan para conocer los volúmenes actuales de tránsito, clasificados en un periodo de tiempo de 12 horas por cada sentido de circulación, en cinco lugares pertenecientes a su respectivo sub-tramo.
- La Policía Nacional facilitó la información según la base de datos estadísticos de la ocurrencia de los accidentes de tránsito. Para efectuar un estudio de

accidentalidad que permitió realizar un análisis eficaz del comportamiento de los accidentes de tránsito en el periodo del año 2014 al 2018.

- Efectuar un estudio de velocidad, primeramente, se clasificaron los tipos de vehículos que circulan en el tramo de manera de que con el radar se midieron las velocidades de punto de cada uno de los sentidos y de cada uno de los vehículos.
- Una vez terminado cada uno los estudios, se analizarán los datos para el diseño del tercer carril en los puntos más críticos y así dar la seguridad vial en el tramo carretera Nejapa - Izapa.

CAPITULO II: INVENTARIO VIAL

2.1 Introducción

En este capítulo se realizará una descripción de cada uno de los componentes viales siendo lo más importante conocer con detalle cada uno de estos, sus características físico-geométricas, la superficie de rodamiento, drenajes mayores y menores, estado y ubicación de la señalización vial. Prácticamente es para conocer de forma cuantitativa y cualitativa los elementos de la vía.

Las demoras de tiempos de recorrido, producto de sub-tramos con pendientes, zonas pobladas reducen las velocidades de operación del transporte liviano y pesado de bienes y servicios; lo que hace que el tráfico se torne lento, lo que aumenta los costos de operación vehicular y el tiempo de viaje requerido para el tránsito de turismo, carga nacional e internacional, impactando negativamente en la capacidad vial de carretera.

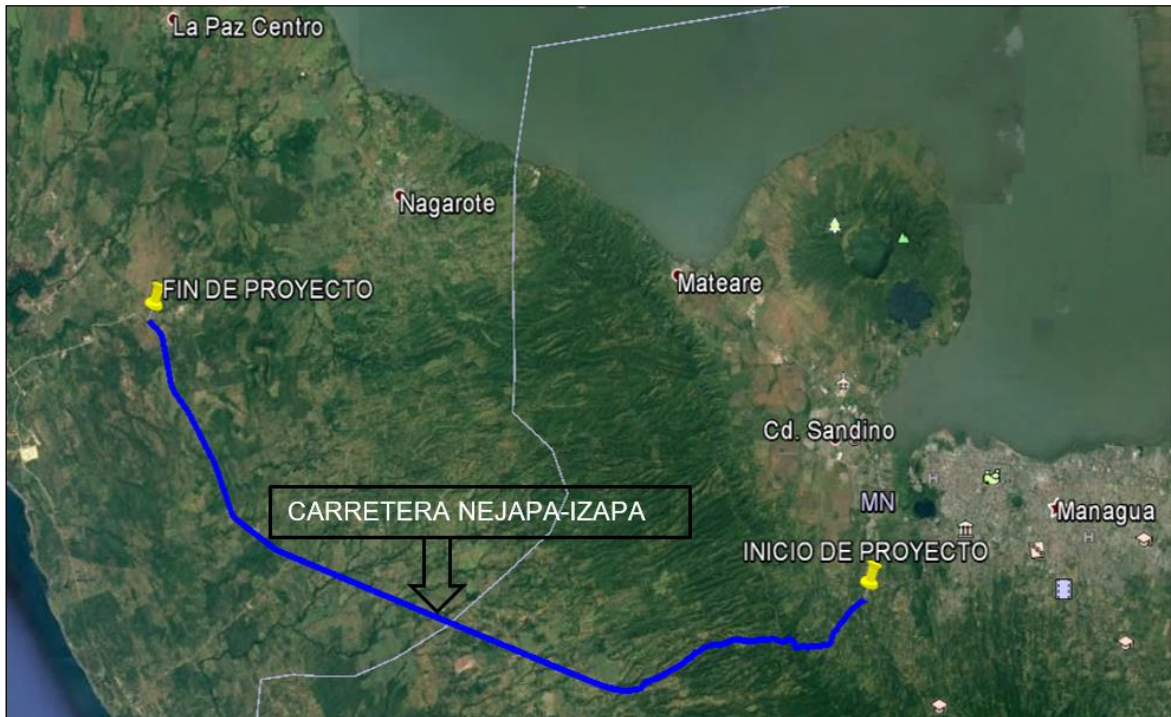
Ante esta situación, las instituciones involucradas en la seguridad vial han coordinados esfuerzos orientado por nuestro Gobierno de Nicaragua, a través del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV) y Policía Nacional con la Dirección de Tránsito Nacional, ha considerado desarrollar este estudio de seguridad vial para el diseño del tercer carril en tramos de la Carretera Vieja a León tramo: Nejapa - Izapa.

Es evidente que el derecho de vía limitado no permitió en el tramo una mejor ampliación, otro elemento que se observó la falta de mantenimiento vial en los dispositivos de control del tránsito.

2.2 Identificación del Tramo en Estudio

La Carretera Vieja a León se encuentra en la parte Suroeste de la ciudad de Managua, forma una de las principales vías clasificada como una troncal principal del país

Imagen 1. Micro localización del Tramo en Estudio



Fuente: Mapa satelital – Google Earth

2.3 Clasificación Funcional del Tramo en Estudio

El tramo de carretera en estudio está localizado entre los Departamento de Managua y León, atraviesa las comunidades de Cedro Galán, Chiquilistagua, Los Cedros, Villa El Carmen, etc., esta carretera forma parte del corredor internacional de la carga intracentroamericana, sirviendo de tránsito al intercambio comercial norte – sur y a los flujos de carga y pasajeros nacionales que tiene origen o destino los departamentos de León y Chinandega del occidente y los departamentos de oriente Carazo, Granada, Masaya y Rivas.

2.4 Descripción Geométrica del Tercer Carril

De manera general todas las ampliaciones tienen una transición de entrada y salida de 100 m, lo que permitirá dos carriles de circulación en igual sentido, el ancho para todos los carriles será de 3.6 metros. La tabla 4, describe cada uno de los sub-tramos a ampliar con su respectiva longitud y su banda, con una longitud total de todos los sub-tramos de 15.66 kilómetros.

Tabla 4. Descripción de cada Sub-tramos

Sub-tramos	Desde	Hasta	Longitud (mts)	Banda de la ampliacion	Observaciones
1	12+100	12+800	700	Derecha	
2	13+120	13+620	500	Derecha	
3	14+040	16+925	2,885	Derecha	
4	17+310	18+730	1,420	Izquierda	
5	20+640	23+155	2,515	Izquierda	
6	24+180	25+480	1,300	Izquierda	Superponen a 100 mts.
7	25+380	25+860	480	Derecha	Superponen a 100 mts.
8	26+190	27+190	1,000	Izquierda	
9	30+340	30+880	540	Derecha	Se empalman
10	30+880	31+340	460	Izquierda	Se empalman
11	44+880	45+740	860	Derecha	
12	46+040	46+640	600	Izquierda	
13	51+040	51+540	500	Derecha	
14	52+390	53+340	950	Derecha	
15	57+390	57+890	500	Derecha	
16	58+590	59+040	450	Izquierda	

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

2.5 Superficie del pavimento

En la actualidad, este tramo de la carretera Nic-12, esta mejorado y consta de un tipo de rodamiento, entre el Empalme Nejapa y Empalme Puerto Sandino de pavimento rígido (concreto hidráulico). La condición del pavimento se detalla en la tabla 5, en todos los sub-tramos la superficie de rodamiento se encuentra en buen estado, debido a que este tramo forma parte de la red vial de mantenimiento.

Tabla 5. Superficie de Rodamiento en los sub-tramos

Sub-tramos	Inicia	Finaliza	Tipo de Superficie	Condición del pavimento
1	12+100	12+800	Concreto	Buen estado
2	13+120	13+620	Concreto	Buen estado
3	14+040	16+925	Concreto	Buen estado
4	17+310	18+730	Concreto	Buen estado
5	20+640	23+155	Concreto	Buen estado
6	24+180	25+480	Concreto	Buen estado
7	25+380	25+860	Concreto	Buen estado
8	26+190	27+190	Concreto	Buen estado
9	30+340	30+880	Concreto	Buen estado
10	30+880	31+340	Concreto	Buen estado
11	44+880	45+740	Concreto	Buen estado
12	46+040	46+640	Concreto	Buen estado
13	51+040	51+540	Concreto	Buen estado
14	52+390	53+340	Concreto	Buen estado
15	57+390	57+890	Concreto	Buen estado
16	58+590	59+040	Concreto	Buen estado

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

2.6 Drenaje Mayor y Menor

En los sub-tramos en estudio se encuentran drenajes menores y mayores, la ubicación ideal es aquella en la cual el cruce se hace a un ángulo recto de la línea central de las corrientes de agua. En los drenajes menores conocidos como alcantarillas los flujos máximos dependen fundamentalmente de la profundidad de las aguas arriba a la entrada y de la geometría como cajas sencillas, los diámetros de los tubos son de tamaño máximo de 60", 42", 36", y 24" pulgadas, a como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Puentes, Cajas puentes y alcantarillas ubicados en los sub-tramos

ODT	Sub-tramos	Estación	Observaciones	Diámetro (Pulgadas)
1	1	12+307	Alcantarilla	36" y 60"
-	2	-	No presenta drenaje	-
2	3	14+151	Alcantarilla	36"
3		14+424	Alcantarilla	30"
4		14+636	Alcantarilla	24"
5		15+150	Alcantarilla	30"
6		16+460	Alcantarilla	24"
7		16+600	Alcantarilla	24"
8		16+826	Alcantarilla	24" y 36"
9	4	18+488	Alcantarilla	24"
10		18+695	Alcantarilla	24"
11	5	21+434	Alcantarilla	30"
-	6	25+328	Caja puente	-
-	7	-	No presenta drenaje	-
12	8	26+396	Alcantarilla	36"
-		27+128	Caja puente	-
-	9	30+340	Puente	-
13		30+605	Alcantarilla	36"
14		30+697	Alcantarilla	36"
15	10	31+122	Alcantarilla	24"
16		31+305	Alcantarilla	24"
-	11	45+125	Caja Puente	-
17	12	46+169	Alcantarilla	24"
18		46+524	Alcantarilla	24"
19	13	51+129	Alcantarilla	24"
20		51+206	Alcantarilla	60"
21		51+426	Alcantarilla	24"
22		51+511	Alcantarilla	42"
-	14	52+570	Caja puente	-
23		52+619	Alcantarilla	60"
24	15	57+510	Alcantarilla	60"
-	16	58+850	Caja Puente	-

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

2.7 Pendientes Longitudinales de cada sub-tramo del estudio

Es importante conocer las pendientes para la definición de los sub-tramos más críticos de circulación, a la vez éstos ayudan a determinar los criterios de señalización vial, para indicar la proximidad de una pendiente que, por su longitud,

porcentaje de inclinación o combinación de ambos factores requiera precaución adicional por parte de los conductores, en especial los vehículos pesados con carga, cabe destacar que estos datos justifican la ampliación a un tercer carril. A como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Pendientes en los sub-tramos

Sub-tramos	Inicia	Finaliza	Longitud (mts)	Pendiente (%)	(-)	(+)	Banda
1	12+140	12+440	300	6.08	-	X	Derecha
	12+440	12+540	100	3.00	-	X	
	12+540	12+710	170	6.67	-	X	
2	13+140	13+260	120	4.60	-	X	Derecha
	13+260	13+440	180	5.50	-	X	
	13+440	13+620	180	2.68	-	X	
3	14+160	14+440	280	5.78	-	X	Derecha
	14+440	14+740	300	5.36	-	X	
	14+740	15+140	400	4.81	-	X	
	15+140	15+540	400	5.27	-	X	
	15+540	15+840	300	6.00	-	X	
	15+840	16+140	300	6.35	-	X	
	16+140	16+340	200	6.33	-	X	
	16+340	16+400	60	8.80	-	X	
	16+400	16+640	240	6.31	-	X	
16+640	16+840	200	5.17	-	X		
4	17+440	17+540	100	3.53	X	-	Izquierda
	17+540	18+040	500	6.09	X	-	
	18+040	18+440	400	5.90	X	-	
	18+440	18+730	290	2.26	X	-	
5	20+700	21+040	340	6.41	X	-	Izquierda
	21+040	21+440	400	6.84	X	-	
	21+440	21+570	130	5.43	X	-	
	21+800	21+990	190	5.00	X	-	
	22+340	22+540	200	5.50	X	-	
	22+540	22+840	300	5.16	X	-	
6	22+840	23+040	200	4.41	X	-	Izquierda
	24+180	24+290	110	2.77	X	-	
	24+290	24+540	250	6.10	X	-	
	24+540	24+790	250	6.56	X	-	
	24+790	24+940	150	6.33	X	-	
7	24+940	25+360	420	6.71	X	-	Derecha
	25+380	25+690	310	6.69	-	X	
	26+390	26+740	350	5.40	X	-	
	26+740	26+940	200	6.35	X	-	
8	26+940	27+100	160	6.80	X	-	Izquierda
	27+160	27+190	30	3.12	X	-	
	30+390	30+790	400	3.75	-	X	
9	31+240	31+340	100	5.53	X	-	Izquierda
11	44+980	45+340	360	6.75	-	X	Derecha
	45+340	45+640	300	6.48	-	X	
12	46+040	46+140	100	3.38	X	-	Izquierda
	46+140	46+440	300	6.61	X	-	
	46+440	46+540	100	5.78	X	-	
13	51+140	51+480	340	4.89	-	X	Derecha
14	52+440	52+640	200	6.40	-	X	Derecha
	52+640	53+040	400	6.77	-	X	
	53+040	53+140	100	6.11	-	X	
15	57+440	57+840	400	4.58	-	X	Derecha
16	58+690	59+040	350	4.58	X	-	Izquierda

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

2.8 Radios de curvas horizontales

La mayoría de los conductores adopta una velocidad de acuerdo al radio de curva, además cuando las condiciones por la falta de visibilidad lo permiten; por todo esto es importante conocer cada una de las curvas de los sub-tramos en estudio.

Tabla 8. Radios de Curvas horizontales

Sub-tramos	Estación (PC)	Estación (PT)	Radio (mts)	Observaciones
3	14+282	14+437	310	izquierda
	14+699	14+952	153	derecha
	15+030	15+127	112	derecha
	15+223	15+349	217	izquierda
	15+835	15+919	120	izquierda
	15+951	16+094	102	derecha
	16+151	16+264	114	izquierda
	16+623	16+798	101	derecha
4	17+310	17+431	430	izquierda
	17+580	17+732	205	derecha
	17+989	18+282	480	izquierda
	18+486	18+655	500	derecha
5	20+917	21+074	320	derecha
	21+193	21+281	160	izquierda
	21+741	21+912	505	izquierda
	22+052	22+236	475	derecha
	22+331	22+458	140	izquierda
	22+513	22+633	150	derecha
	22+814	22+979	315	izquierda
	23+020	23+144	315	derecha
6	24+418	24+547	920	derecha
	24+851	24+922	559	izquierda
	25+014	25+110	220	derecha
	25+176	25+356	178	izquierda
7	25+481	25+704	250	derecha
8	26+335	26+642	985	derecha

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

La tabla 8, presenta los radios de curva de cada uno de los sub-tramos, encontrando 14 curvas con radio menor o igual a 300 metros y 12 curvas con radio mayor a 300 metros. En los sub-tramos no mencionados en esta tabla no se encontró curva horizontal.

2.9 Tangentes Longitudinales en los sub-tramos en estudio

Tabla 9. Tangentes longitudinales en los sub-tramos en estudio

Sub-tramos	Inicia	Finaliza	Longitud (mts)
1	12+231	12+252	21
	12+373	12+385	12
	12+658	12+740	82
2	13+120	13+620	500
3	14+040	14+282	242
	14+437	14+698	261
	14+951	15+030	79
	15+126	15+223	97
	15+349	15+614	265
	15+717	15+835	118
	15+919	15+951	32
	16+094	16+151	57
	16+263	16+623	360
4	16+826	16+925	99
	17+431	17+580	149
	17+732	17+988	256
	18+282	18+488	206
5	18+655	18+695	40
	20+640	20+916	276
	21+074	21+192	118
	21+280	21+741	461
	20+911	21+052	141
	22+236	22+331	95
	22+458	22+513	55
	22+633	22+814	181
6	22+979	23+019	40
	23+144	23+155	11
	24+180	24+418	238
	24+547	24+851	304
	24+922	25+014	92
7	25+110	25+176	66
	25+356	25+481	125
8	25+704	25+860	156
	26+190	26+335	145
9	26+642	27+190	548
	30+340	30+880	540
10	30+880	31+340	460
11	44+880	45+740	860
12	46+040	46+706	666
13	51+040	51+540	500
14	52+390	53+008	618
	53+158	53+340	182
15	57+390	57+890	500
16	58+590	59+040	450

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

2.10 Uso de suelo de los sub-tramos a ampliar

Es la integración espacial de la parte funcional propiamente de un asentamiento humano, debido a la relación entre diferentes usos urbanos con o sin edificación de obras para; vivienda, comercio, servicios, industria, equipamiento urbano y vialidad; por el carácter del uso del suelo la densidad demográfica o la edificación no constituyen factores determinantes en la definición de sus límites.

Tabla 10. Categorización del uso de suelos

Sub-tramos	Comercial	Área Verde	Residencial
1	325	700	375
2	200	500	300
3	280	3,590	1,900
4	-	2,490	350
5	-	4,680	350
6	-	2,600	-
7	-	960	-
8	-	1,750	250
9	200	540	340
10	150	570	200
11	-	1,570	150
12	-	1,200	-
13	-	1,000	-
14	-	1,900	-
15	-	1,000	-
16	-	800	100
Total	1,155	25,850	4,315
%	4%	82%	14%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

La tabla 10, muestra la categorización del suelo en los 16 Sub-tramos del estudio, los sub-tramos N° 4, 5, 6, 7, 8,10 hasta el 16 el uso más representativo es el área verde que corresponde a la zona rural con mayor porcentaje con 82%, seguido del uso residencial con 14% siendo los más representativos los sub-tramos N° 2, 3,5 y 9, finalizando con el uso comercial con 4% siendo el más representativo el sub-tramo N° 1.

2.11 Estado actual de la señalización vial de los sub-tramos

Tabla 11. Resumen de la Señalización Vertical actual de los sub-tramos

Descripción	Código	Dimensiones (cm)	Cantidad
Alto	R-1-1	61 x 61	2
45 KPH Velocidad Máxima	R-2-1	91.4 x 61	1
60 KPH Velocidad Máxima	R-2-1	91.4 x 61	4
70 KPH Velocidad Máxima	R-2-1	91.4 x 61	3
No Adelantar	R-13-1	91.4 x 61	12
Parada de Bus	R-10-1	91.4 x 61	4
Salida de Camiones	P-10-6	76.2 x 76.2	1
Varias Curvas a la Izq. y Der.	P-1-5	76.2 x 76.2	5
Doble Curva a la Izq.	P-1-4	76.2 x 76.2	2
Cruce de peatones	P-9-4	76.2 x 76.2	2
Peatón en la Vía	P-9-1	76.2 x 76.2	3
Puente Próximo	P-5-6	76.2 x 76.2	5
Ganado en la Vía	P-10-1	76.2 x 76.2	1
Delineador Doble Cara	P-12-4a	30 x 90	52
Informativa de Destino	II-5-2	100 x 60	2
Informativa de Destino	ID-2-4	270 x 75	2
Informativa de Destino	ID-2-2	240 x 75	1
Informativa de Destino	ID-2-1	240 x 40	3
Informativa Geográfica	IG-1-4	240 x 40	2
Zona Escolar	E-1-1	76.2 x 76.2	2
Cruce Escolar	E-1-3	76.2 x 76.2	2
Zona Escolar a 100m	E-1-1+E-1-2	31.7 x 76.2	2
Escuela a 25 KPH	E-3-1+R-2-1	61 x 20.3	2
Cumpla Con Las Señales De Transito	Sin Código	147 x 56	1
Total:			117

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

En la tabla 11, se muestra el resumen de la señalización vertical actual (para ver los datos completos ver anexos del IV – VII, tabla 62) según los datos del levantamiento, existen 117 señales verticales en los dieciséis sub-tramos en estudio.

2.12 Señales faltantes en la vía

Tabla 12. Resumen de Señalización Vertical faltante en los Sub-tramos.

Leyenda	Código	Dimensiones (cm)	Cantidad
Peatón en la Vía	P-9-1	76.2 x 76.2	1
60 KPH Velocidad Máxima	R-2-1	91.4 x 61	3
Zona de Derrumbes	P-7-11 y P-7-12	76.2 x 76.2	2
Varias Curvas a la Derecha	P-1-5	76.2 x 76.2	1
Cruce de Peatones	P-9-4	76.2 x 76.2	2
No Adelantar	R-13-1	91.4 x 61	1
80 KPH Velocidad Máxima	R-2-1	91.4 x 61	2
Puente Próximo	P-5-6	76.2 x 76.2	1
Total:			13

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

En la tabla 12, se muestra el resumen de la señalización vertical faltantes (para ver los datos completos ver anexos VII, tabla 63) según los datos del levantamiento, existen 13 señales faltante en los sub-tramos en estudio sobre saliendo las señales de límites de velocidad.

2.13 Estado actual de la señalización vial de los sub-tramos

Tabla 13. Resumen del estado actual de las señales verticales

Bueno Estado	Regular Estado	Mal Estado	Faltantes	Total
57	48	12	13	130
44%	37%	9%	10%	100%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

En la tabla 13, se muestra el resumen del estado de la señalización vertical actual (para ver los datos completos ver anexos VII, tabla 64), clasificándola en buen estado (Señales que se encontraban sin ningún tipo de daño físico y sin manchones), regular estado (Señales con leve daño físico y manchones leves), mal estado (Fuerte daño físico ameritando el cambio y con alto grado de vandalismo).

Imagen 2. Señalización Informativa ID-2-1, Estación 12+080; Regular estado



Fuente: Datos levantados por sustentantes

2.14 Señalización horizontal actual de los sub-tramos

Tabla 14. Resumen señalización Horizontal actual de los sub-tramos

Descripción	Dimensión	Unidad	Cantidad	Color
Línea central continua doble de 10 cm	-	m	1,300	Amarillo
Línea central continua sencilla de 12 cm	-	m	11,460	Amarillo
Línea central discontinua de 12 cm	4.50 x 7.50	m	1,225	Amarillo
Línea Intermitente a los lados de 12 cm	-	m	2,605	Amarillo
Línea continua paralela o de borde	-	m	30,420	Blanco
Simbología	-	m ²	171.1	Blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

En la tabla 14, se muestra el resumen de la señalización horizontal (para ver los datos completos ver anexos del IX -X, tabla 65 - 66), según los datos del levantamiento, la cantidad de línea continua amarilla es 14.06 kilómetros, en línea discontinua amarilla tiene un total de 3.83 kilómetros y línea continua de borde blanca tiene un total 30.42 kilómetros, por último, la simbología con 171.1 metros cuadrados.

2.15 Dispositivos diversos

Postes guías de concreto para puentes, cajas puentes y alcantarillas son con una sección cuadrada de 17 cm x 17 cm con una altura de 90 cm sobre el nivel del terreno, para indicar la presencia de puentes, cajas puentes y alcantarilla. La defensa metálica funciona como viga para evitar que los vehículos que pierdan el control, no sufran vuelcos y recuperen nuevamente el control también son conocidas como barreras metálicas, se definieron en aquellos lugares donde una salida de la vía puede resultar fatal para los usuarios, generalmente abismo o terraplenes en desproporción desfavorable.

Los postes de kilometraje se construirán de concreto para mantener la uniformidad en la red vial nacional y contrarrestar el vandalismo, serán instalados en la banda derecha manteniendo la ubicación del inventario del Ministerio de Transporte e Infraestructura.

Tabla 15. Resumen de los dispositivos diversos actuales en los sub-tramos

Descripción	Unidad	Cantidad
Defensa Metálica	M	5,100
Postes guías para alcantarillas, cajas Puentes y Puentes	c/u	82
Postes Kilometros	c/u	20
Violeta (ojo de gato)	c/u	-

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

En la tabla 15, se muestra el resumen de los dispositivos diversos en los 16 sub-tramos en estudio (para ver los datos completos ver tabla 67 - 68, anexos XI - XII) según los datos del levantamiento, el total de defensas metálicas es de 5,100 metros, postes guías es de 82 c/u, postes kilómetros es de 20 unidades y violetas (ojo de gato) no se encontró ninguna.

CAPITULO III: ESTUDIO DE TRANSITO

3.1 Introducción

Para recolectar los datos de campo de los conteos vehiculares, se seleccionaron cinco estaciones ubicados con adecuada visibilidad y suficiente ancho de hombros, de manera que permitiesen realizar el conteo del tráfico en ambos sentidos de la carretera.

Los conteos se realizaron en los siete días de la semana en cinco estaciones de los sub-tramos en estudio, de forma que se muestrearon todos los días lo cual permitió contar los días de tráfico medios como (martes, miércoles y jueves), los días de fin de semana (sábado y domingo), y los días considerados altos (lunes y viernes), durante 12:00 horas continuas entre las 06:00 horas y las 18:00 horas.

La localización de los puntos de aforos, se han seleccionado con la finalidad de obtener un tráfico predominantemente urbano, semiurbano y rural, sin la alteración de los tráficos de agitación urbana, que alteren el verdadero comportamiento del tráfico de los sub-tramos de la carretera, donde se adicionarán los carriles de ascenso en ambos sentidos del flujo vehicular. En la tabla 16, podemos observar los criterios que se utilizaron para seleccionar los puntos aforados, así como la dependencia cada uno de ellos. (Datos tomado de revista de tráfico MTI año 2016)

Tabla 16. Ubicación, criterios y dependencia de las estaciones aforadas

Nº de Aforados	Estación	Criterios	Estacion de Mayor Cobertura (EMC)	Estacion de Corta Duracion (ECD)
1	Km 12+500	<ul style="list-style-type: none"> • Localizada en el sub-tramo Nº 1 • Zona urbana • Pendiente del 3% 	Nº 200 (Entrada al INCAE - El Crucero)	Nº 1200 (Semaforos Auto Motel Nejapa - Emp. Santa Rita)
2	Km 18+500	<ul style="list-style-type: none"> • Localizada en el sub-tramo Nº 4 • Zona semi-urbana • Pendiente del 2.26% 		
3	Km 30+500	<ul style="list-style-type: none"> • Localizada en el sub-tramo Nº 9 • Zona semi-urbana • Pendiente del 3.75% 	Nº 107 (Sebaco - Emp. San Isidro)	Nº 1209 (Emp. Santa Rita - Emp. El Tránsito)
4	Km 45+500	<ul style="list-style-type: none"> • Localizada en el sub-tramo Nº 11 • Zona rural • Pendiente del 6.48% 	Nº 2404 (Chinandega - Corinto)	Nº 1201 (Emp. El Tránsito - Emp. Puerto sandino)
5	Km 59+040	<ul style="list-style-type: none"> • Localizada en el sub-tramo Nº 16 • Zona rural • Pendiente del 4.58% 		

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

3.2 Conteos Vehiculares en cada una de las estaciones aforadas

En las siguientes tablas podemos observar los resultados del conteo vehicular en 12 horas los siete días de la semana, así como el resultado del TPDiS de cada uno de los puntos aforados y su composición vehicular.

Tabla 17. Resultado del Conteo Vehicular en 12 Horas (Estación N° 1)

Dia	Bic.	Motos	Vehículos Livianos			Vehículos Pasajeros			Vehículos de carga					Vehículos Pesados		Otro	Total
			Auto	Jeep	Cta. Pick	Micro Bus	Mini Bus	Bus Grande	Camiones			Cabezal/SemiR.		VA	VC		
									Camión Liv.	C2	C3	T3S2	T3S3				
Lunes	106	2,164	2,645	804	1,630	218	328	236	479	200	65	218	73	3	11	33	9,107
Martes	82	1,905	2,642	699	1,706	326	270	242	499	226	65	237	44	3	5	37	8,906
Miércoles	108	1,988	2,449	700	1,482	286	205	235	492	218	51	188	73	1	3	34	8,405
Jueves	94	1,788	2,297	735	1,501	295	189	237	439	164	50	221	47	0	1	31	7,995
Viernes	98	1,900	2,352	982	1,655	281	182	247	529	209	55	237	89	5	3	32	8,758
Sábado	95	2,028	2,842	902	1,643	204	283	254	454	232	60	213	45	0	4	46	9,210
Domingo	69	1,448	2,253	720	1,175	116	175	144	306	98	33	112	45	0	2	29	6,656
Total	652	13,221	17,480	5,542	10,792	1,726	1,632	1,595	3,198	1,347	379	1,426	416	12	29	242	59,037
TPDiS	93	1,889	2,497	792	1,542	247	233	228	457	192	54	204	59	2	4	35	8,434
Composicion Vehicular (%)		22%	30%	9%	18%	3%	3%	3%	5%	2%	1%	2%	1%	0%	0%	0%	100%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 18. Resultado del Conteo Vehicular en 12 Horas (Estación N° 2)

Dia	Bic.	Motos	Vehículos Livianos			Vehículos Pasajeros			Vehículos de carga					Vehículos Pesados		Otro	Total
			Auto	Jeep	Cta. Pick	Micro Bus	Mini Bus	Bus Grande	Camiones			Cabezal/SemiR.		VA	VC		
									Camión Liv.	C2	C3	T3S2	T3S3				
Lunes	4	785	905	240	882	208	24	113	239	102	30	144	50	4	1	5	3,732
Martes	2	793	955	284	955	266	13	122	306	112	62	208	40	11	0	7	4,134
Miércoles	3	791	904	336	975	257	14	113	302	128	48	228	83	11	3	8	4,201
Jueves	3	779	881	306	871	273	19	118	264	169	36	200	48	3	0	5	3,972
Viernes	2	812	1,014	349	1,063	292	18	143	271	155	40	222	57	5	0	5	4,446
Sábado	10	1,000	1,463	473	1,232	353	53	182	326	132	31	244	38	5	0	5	5,537
Domingo	1	491	919	288	757	180	40	85	153	53	10	116	35	0	0	2	3,129
Total	25	5,451	7,041	2,276	6,735	1,829	181	876	1,861	851	257	1,362	351	39	4	37	29,151
TPDiS	4	779	1,006	325	962	261	26	125	266	122	37	195	50	6	1	5	4,164
Composicion Vehicular (%)		19%	24%	8%	23%	6%	1%	3%	6%	3%	1%	5%	1%	0%	0%	0%	100%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 19. Resultado del Conteo Vehicular en 12 Horas (Estación N° 3)

Dia	Bic.	Motos	Vehículos Livianos			Vehículos Pasajeros			Vehículos de carga					Vehículos Pesados		Otro	Total
			Auto	Jeep	Cta. Pick	Micro Bus	Mini Bus	Bus Grande	Camiones			Cabezal/SemiR.		VA	VC		
									Camión Liv.	C2	C3	T3S2	T3S3				
Lunes	64	378	768	301	605	192	15	104	289	127	36	142	47	5	5	5	3,019
Martes	70	330	606	238	584	174	20	108	243	93	23	139	33	0	1	15	2,607
Miércoles	76	369	651	309	638	145	23	87	253	129	50	168	61	5	2	8	2,898
Jueves	135	508	654	403	596	192	62	137	298	186	49	163	84	2	0	3	3,337
Viernes	152	517	691	459	714	222	72	160	388	261	76	196	106	1	0	5	3,868
Sábado	49	639	798	367	797	193	29	140	254	140	44	243	51	1	2	8	3,706
Domingo	111	488	755	349	648	177	29	136	231	70	17	132	33	3	0	0	3,068
Total	657	3,229	4,923	2,426	4,582	1,295	250	872	1,956	1,006	295	1,183	415	17	10	44	22,503
TPDiS	94	461	703	347	655	185	36	125	279	144	42	169	59	2	1	6	3,215
Composicion Vehicular (%)		14%	22%	11%	20%	6%	1%	4%	9%	4%	1%	5%	2%	0%	0%	0%	100%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 20. Resultado del Conteo Vehicular en 12 Horas (Estación N° 4)

Dia	Bic.	Motos	Vehículos Livianos			Vehículos Pasajeros			Vehículos de carga					Vehículos Pesados		Otro	Total
			Auto	Jeep	Cta. Pick	Micro Bus	Mini Bus	Bus Grande	Camiones			Cabezal/SemiR.		VA	VC		
									Camión Liv.	C2	C3	T3S2	T3S3				
Lunes	11	204	404	294	528	236	7	61	141	69	25	163	50	0	1	12	2,195
Martes	9	207	395	177	486	212	3	53	135	75	41	219	61	0	6	16	2,086
Miércoles	13	198	367	211	517	196	8	51	132	68	33	216	102	0	18	18	2,123
Jueves	7	209	376	222	452	221	6	52	144	88	28	235	76	0	0	14	2,135
Viernes	7	190	427	286	530	257	6	60	131	76	31	202	68	0	1	13	2,278
Sábado	10	295	538	285	529	250	10	55	151	59	37	242	58	0	2	12	2,523
Domingo	12	233	330	249	340	123	14	51	64	23	11	109	34	1	0	28	1,610
Total	69	1,536	2,837	1,724	3,382	1,495	54	383	898	458	206	1,386	449	1	28	113	14,950
TPDiS	10	219	405	246	483	214	8	55	128	65	29	198	64	0	4	16	2,136
Composicion Vehicular (%)		10%	19%	12%	23%	10%	0%	3%	6%	3%	1%	9%	3%	0%	0%	1%	100%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 2110. Resultado del Conteo Vehicular en 12 Horas (Estación N° 5)

Dia	Bic.	Motos	Vehículos Livianos			Vehículos Pasajeros			Vehículos de carga					Vehículos Pesados		Otro	Total
			Auto	Jeep	Cta. Pick	Micro Bus	Mini Bus	Bus Grande	Camiones			Cabezal/SemiR.		VA	VC		
									Camión Liv.	C2	C3	T3S2	T3S3				
Lunes	6	169	406	244	464	174	15	66	152	182	23	155	69	3	0	6	2,128
Martes	7	154	336	155	442	142	10	53	134	160	33	216	47	3	1	11	1,897
Miércoles	7	105	296	190	414	157	9	60	126	150	23	225	93	1	5	7	1,861
Jueves	1	125	335	195	429	147	10	55	102	114	20	196	69	5	1	9	1,812
Viernes	20	168	363	259	492	155	28	57	152	130	20	205	73	1	0	14	2,117
Sábado	23	285	673	236	518	222	29	69	163	108	27	260	68	1	2	8	2,669
Domingo	1	160	243	155	271	91	8	66	43	58	5	91	31	2	1	6	1,231
Total	65	1,166	2,652	1,434	3,030	1,088	109	426	872	902	151	1,348	450	16	10	61	13,715
TPDiS	9	167	379	205	433	155	16	61	125	129	22	193	64	2	1	9	1,959
Composicion Vehicular (%)		9%	19%	10%	22%	8%	1%	3%	6%	7%	1%	10%	3%	0%	0%	0%	100%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

3.3 Cálculo de Expansión del Tránsito Promedio Diario (TPD) en 24 Horas

Para el cálculo de expansión de TPD se realizó con el volumen total de cada vehículo en 12 horas de cada una de estación aforadas, se usó solamente el factor de día según la dependencia EMC y ECD (véase anexo XV, tablas 73 - 75) correspondiente al cuarto cuatrimestre, debido a que los conteos se realizaron durante el mes de septiembre. Los resultados se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 22. Resultados Expansión del TPD en 24 Horas (Estación N° 1)

Grupo	Moto	Vehículos Livianos			Vehículos Pasajeros			Vehículos de carga					Vehículos Pesados		Otros	Total (vpd)
		Auto	Jeep	Cta. Pick	M Bus	M Bus ≥15p	Bus Grande	Camiones			Cabezal/Semi R.		V.A	V.C		
								Camión Liv	C2	C3	T3S2	T3S3				
Tránsito total en 12 horas	13,221	17,480	5,542	10,792	1,726	1,632	1,595	3,198	1,347	379	1,426	416	12	29	242	59,037
Factor de día	1.31	1.37	1.33	1.32	1.27	1.21	1.19	1.28	1.28	1.25	1.61	1.61	1.00	1.00	1.30	
Tránsito total en 24 horas	17,320	23,948	7,371	14,245	2,192	1,975	1,898	4,093	1,724	474	2,296	670	12	29	315	78,561
TPDS	2,474	3,421	1,053	2,035	313	282	271	585	246	68	328	96	2	4	45	11,223

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 23. Resultados Expansión del TPD en 24 Horas (Estación N° 2)

Grupo	Moto	Vehículos Livianos			Vehículos Pasajeros			Vehículos de carga					Vehículos Pesados		Otros	Total (vpd)
		Auto	Jeep	Cta. Pick	M Bus	M Bus ≥15p	Bus Grande	Camiones			Cabezal/Semi R		V.A	V.C		
								Camión Liv.	C2	C3	T3S2	T3S3				
Tránsito total en 12 horas	5,451	7,041	2,276	6,735	1,829	181	876	1,861	851	257	1,362	351	39	4	37	29,151
Factor de día	1.31	1.37	1.33	1.32	1.27	1.21	1.19	1.28	1.28	1.25	1.61	1.61	1.00	1.00	1.30	
Tránsito total en 24 horas	7,141	9,646	3,027	8,890	2,323	219	1,042	2,382	1,089	321	2,193	565	39	4	48	38,930
TPDS	1,020	1,378	432	1,270	332	31	149	340	156	46	313	81	6	1	7	5,561

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 24. Resultados Expansión del TPD en 24 Horas (Estación N° 3)

Grupo	Moto	Vehículos Livianos			Vehículos Pasajeros			Vehículos de carga					Vehículos Pesados		Otros	Total (vpd)
		Auto	Jeep	Cta. Pick	M Bus	M Bus ≥15p	Bus Grande	Camiones			Cabezal/Semi R		V.A	V.C		
								Camión Liv.	C2	C3	T3S2	T3S3				
Tránsito total en 12 horas	3,229	4,923	2,426	4,582	1,295	250	872	1,956	1,006	295	1,183	415	17	10	44	22,503
Factor de día	1.24	1.32	1.25	1.27	1.30	1.22	1.21	1.33	1.48	1.31	1.69	1.69	1.06	1.00	1.29	
Tránsito total en 24 horas	4,004	6,498	3,033	5,819	1,684	305	1,055	2,601	1,489	386	1,999	701	18	10	57	29,660
TPDS	572	928	433	831	241	44	151	372	213	55	286	100	3	1	8	4,237

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 25. Resultados Expansión del TPD en 24 Horas (Estación N° 4)

Grupo	Moto	Vehículos Livianos			Vehículos Pasajeros			Vehículos de carga					Vehículos Pesados		Otros	Total (vpd)
		Auto	Jeep	Cta. Pick	M Bus	M Bus ≥15p	Bus Grande	Camiones			Cabezal/Semi R.		V.A	V.C		
								Camión Liv.	C2	C3	T3S2	T3S3				
Tránsito total en 12 horas	1,536	2,837	1,724	3,382	1,495	54	383	898	458	206	1,386	449	1	28	113	14,950
Factor de día	1.30	1.31	1.18	1.25	1.19	1.44	1.24	1.17	1.28	1.25	1.40	1.40	1.00	1.00	1.21	
Tránsito total en 24 horas	1,997	3,716	2,034	4,228	1,779	78	475	1,051	586	258	1,940	629	1	28	137	18,936
TPDS	285	531	291	604	254	11	68	150	84	37	277	90	0	4	20	2,705

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 26. Resultados Expansión del TPD en 24 Horas (Estación N° 5)

Grupo	Moto	Vehículos Livianos			Vehículos Pasajeros			Vehículos de carga					Vehículos Pesados		Otros	Total (vpd)
		Auto	Jeep	Cta. Pick	M Bus	M Bus ≥15p	Bus Grande	Camiones			Cabezal/Semi R.		V.A	V.C		
								Camión Liv	C2	C3	T3S2	T3S3				
Tránsito total en 12 horas	1,166	2,652	1,434	3,030	1,088	109	426	872	902	151	1,348	450	16	10	61	13,715
Factor de día	1.30	1.31	1.18	1.25	1.19	1.44	1.24	1.17	1.28	1.25	1.40	1.40	1.00	1.00	1.21	
Tránsito total en 24 horas	1,516	3,474	1,692	3,788	1,295	157	528	1,020	1,155	189	1,887	630	16	10	74	17,430
TPDS	217	496	242	541	185	22	75	146	165	27	270	90	2	1	11	2,490

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

3.4 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

Teniendo los resultados del TPDS correspondiente de cada punto, se calculó el TPDA haciendo uso del factor de expansión del TPDA según la dependencia EMC y ECD (véase anexo XV, tablas 73 - 75) como se muestra en la tabla 16), correspondiente al cuarto cuatrimestre, debido a que los conteos se realizaron durante el mes de septiembre. Los resultados se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 27. Resultado del TPDA (Estación N° 1)

Grupo	Moto	Vehículos Livianos			Vehículos Pasajeros			Vehículos de carga					Vehículos Pesados		Otros	Total (vpd)
		Auto	Jeep	Cta. Pick	M Bus	M Bus ≥15p	Bus Grande	Camiones			Cabezal/Semi R.		V.A	V.C		
								Camión Liv	C2	C3	T3S2	T3S3				
TPDS	2,474	3,421	1,053	2,035	313	282	271	585	246	68	328	96	2	4	45	11,223
Factor de Expansión TPDA	0.90	0.96	0.97	0.97	0.97	1.03	0.95	0.99	1.02	1.09	1.04	1.04	1.00	1.00	1.23	
TPDA (vpd)	2,227	3,284	1,021	1,974	304	291	258	579	251	74	341	100	2	4	55	10,764
% TPDA	21%	31%	9%	18%	3%	3%	2%	5%	2%	1%	3%	1%	0%	0%	1%	100%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 28. Resultado del TPDA (Estación N° 2)

Grupo	Moto	Vehículos Livianos			Vehículos Pasajeros			Vehículos de carga					Vehículos Pesados		Otros	Total (vpd)
		Auto	Jeep	Cta. Pick	M Bus	M Bus ≥15p	Bus Grande	Camiones			Cabezal/Semi R.		V.A	V.C		
								Camión Liv	C2	C3	T3S2	T3S3				
TPDS	1,020	1,378	432	1,270	332	31	149	340	156	46	313	81	6	1	7	5,562
Factor de Expansión TPDA	0.9	0.96	0.97	0.97	0.97	1.03	0.95	0.99	1.02	1.09	1.04	1.04	1	1	1.23	
TPDA (vpd)	918	1,323	419	1,232	322	32	141	337	159	50	326	84	6	1	8	5,358
% TPDA	17%	25%	8%	23%	6%	1%	3%	6%	3%	1%	6%	2%	0%	0%	0%	100%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 29. Resultado del TPDA (Estación N° 3)

Grupo	Moto	Vehículos Livianos			Vehículos Pasajeros			Vehículos de carga					Vehículos Pesados		Otros	Total (vpd)
		Auto	Jeep	Cta. Pick	M Bus	M Bus ≥15p	Bus Grande	Camiones			Cabezal/Semi R.		V.A	V.C		
								Camión Liv	C2	C3	T3S2	T3S3				
TPDS	572	928	433	831	241	44	151	372	213	55	286	100	3	1	8	4,237
Factor de Expansión TPDA	0.89	0.98	0.99	0.96	0.93	0.87	0.98	0.96	0.92	0.8	1.01	1.01	0.74	1	1.02	
TPDA (vpd)	509	910	429	798	224	38	148	357	196	44	288	101	2	1	8	4,053
% TPDA	13%	22%	11%	20%	6%	1%	4%	9%	5%	1%	7%	2%	0%	0%	0%	100%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 30. Resultado del TPDA (Estación N° 4)

Grupo	Moto	Vehículos Livianos			Vehículos Pasajeros			Vehículos de carga					Vehículos Pesados		Otros	Total (vpd)
		Auto	Jeep	Cta. Pick	M Bus	M Bus ≥15p	Bus Grande	Camiones			Cabezal/Semi R.		V.A	V.C		
								Camión Liv	C2	C3	T3S2	T3S3				
TPDS	285	531	291	604	254	11	68	150	84	37	277	90	0	4	20	2,705
Factor de Expansión TPDA	1.04	0.98	1.25	1.05	1.07	0.75	0.93	1.14	0.93	1.03	1.16	1.16	1.48	1.33	0.91	
TPDA (vpd)	297	520	363	634	272	8	63	171	78	38	322	104	0	5	18	2,894
% TPDA	10%	18%	13%	22%	9%	0%	2%	6%	3%	1%	11%	4%	0%	0%	1%	100%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 31. Resultado del TPDA (Estación N° 5)

Grupo	Moto	Vehículos Livianos			Vehículos Pasajeros			Vehículos de carga					Vehículos Pesados		Otros	Total (vpd)
		Auto	Jeep	Cta. Pick	M Bus	M Bus ≥15p	Bus Grande	Camiones			Cabezal/Semi R.		V.A	V.C		
								Camión Liv	C2	C3	T3S2	T3S3				
TPDS	217	496	242	541	185	22	75	146	165	27	270	90	2	1	11	2,490
Factor de Expansión TPDA	1.04	0.98	1.25	1.05	1.07	0.75	0.93	1.14	0.9	1.03	1.16	1.16	1.48	1.33	0.91	
TPDA (vpd)	225	486	302	568	198	17	70	166	153	28	313	104	3	2	10	2,646
% TPDA	9%	18%	11%	21%	7%	1%	3%	6%	6%	1%	12%	4%	0%	0%	0%	100%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

3.5 Distribución Direccional de cada una de las estaciones aforadas

Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos de la distribución direccional en cada uno de las estaciones aforadas.

Tabla 32. Distribución Direccional (Estación Nº 1)

Día	Managua – León ➔	León – Managua ←	Distribución Direccional
Lunes	47	(53)	47 / 53
Martes	47	(53)	47 / 53
Miércoles	44	(56)	44 / 56
Jueves	45	(55)	45 / 55
Viernes	46	(54)	46 / 54
Sábado	(52)	48	52 / 48
Domingo	(54)	46	54 / 46
Promedio	48	(52)	48 / 52

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Tabla 33. Distribución Direccional (Estación Nº 2)

Día	Managua – León ➔	León – Managua ←	Distribución Direccional
Lunes	45	(55)	45 / 55
Martes	46	(54)	46 / 54
Miércoles	50	50	50 / 50
Jueves	48	(52)	48 / 52
Viernes	(57)	43	57 / 43
Sábado	(51)	49	51 / 49
Domingo	(52)	48	51 / 49
Promedio	50	50	50 / 50

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Tabla 34 Distribución Direccional (Estación Nº 3)

Día	Managua – León ➔	León – Managua ←	Distribución Direccional
Lunes	47	(53)	47 / 53
Martes	42	(58)	42 / 58
Miércoles	(53)	47	53 / 47
Jueves	(56)	44	56 / 44
Viernes	(58)	42	58 / 42
Sábado	(57)	43	57 / 43
Domingo	(55)	45	55 / 45
Promedio	(53)	47	53 / 47

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 35. Distribución Direccional (Estación N° 4)

Día	Managua – León →	León – Managua ←	Distribución Direccional
Lunes	38	(62)	38 / 62
Martes	40	(60)	40 / 60
Miércoles	43	(57)	43 / 57
Jueves	41	(59)	41 / 59
Viernes	40	(60)	40 / 60
Sábado	46	(54)	46 / 54
Domingo	43	(57)	43 / 57
Promedio	42	(58)	42 / 58

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 36. Distribución Direccional (Estación N° 5)

Día	Managua – León →	León – Managua ←	Distribución Direccional
Lunes	43	(57)	43 / 57
Martes	47	(53)	47 / 53
Miércoles	49	(51)	49 / 51
Jueves	45	(55)	45 / 55
Viernes	44	(56)	44 / 56
Sábado	45	(55)	45 / 55
Domingo	(52)	48	52 / 48
Promedio	46	(54)	46 / 54

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

3.6 Hora de Máxima Demanda (HMD) en cada estación

En las siguientes tablas se muestra el HMD, así como el resultado del Máximo Volumen Hora (MVH) con su respecto al TPDi de cada una de las estaciones aforadas.

Tabla 3711. Horas de máxima demanda (Estación N° 1)

Día	Hora	HMD (vph)	TPDi (vpd)	% del TPDi
Lunes	06:00 - 07:00	1,250	9,107	13.7%
Martes	06:00 - 07:00	1,173	8,906	13.2%
Miércoles	06:00 - 07:00	1,169	8,405	13.9%
Jueves	06:00 - 07:00	1,089	7,995	13.6%
Viernes	07:00 - 08:00	1,021	8,758	11.7%
Sábado	07:00 - 08:00	993	9,210	10.8%
Domingo	16:00 - 17:00	775	6,656	11.6%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Tabla 38. Horas de máxima demanda (Estación N° 2)

Día	Hora	HMD (vph)	TPDi (vpd)	% del TPDi
Lunes	06:00 - 07:00	490	3,732	13%
Martes	07:00 - 08:00	478	4,134	12%
Miércoles	07:00 - 08:00	455	4,201	11%
Jueves	07:00 - 08:00	409	3,972	10%
Viernes	06:00 - 07:00	523	4,446	12%
Sábado	14:00 - 15:00	605	5,537	11%
Domingo	16:00 - 17:00	368	3,129	12%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Tabla 39. Horas de máxima demanda (Estación N° 3)

Día	Hora	HMD (vph)	TPDi (vpd)	% del TPDi
Lunes	07:00 - 08:00	352	3,019	11.7%
Martes	09:00 - 10:00	276	2,607	10.6%
Miércoles	07:00 - 08:00	335	2,898	11.6%
Jueves	06:00 - 07:00	378	3,337	11.3%
Viernes	06:00 - 07:00	393	3,868	10.2%
Sábado	07:00 - 08:00	383	3,706	10.3%
Domingo	10:00 - 11:00	341	3,068	11.1%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 40. Horas de máxima demanda (Estación N° 4)

Día	Hora	HMD (vph)	TPDi (vpd)	% del TPDi
Lunes	07:00 - 08:00	239	2,195	10.9%
Martes	07:00 - 08:00	222	2,086	10.6%
Miércoles	06:00 - 07:00	226	2,135	10.6%
Jueves	06:00 - 07:00	223	2,123	10.5%
Viernes	06:00 - 07:00	241	2,278	10.6%
Sábado	16:00 - 17:00	299	2,523	11.9%
Domingo	16:00 - 17:00	179	1,610	11.1%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 41. Horas de máxima demanda (Estación N° 5)

Día	Hora	HMD (vph)	TPDi (vpd)	% del TPDi
Lunes	06:00 - 07:00	276	2,128	13.0%
Martes	07:00 - 08:00	222	1,897	11.7%
Miércoles	08:00 - 09:00	206	1,861	11.1%
Jueves	07:00 - 08:00	220	1,812	12.1%
Viernes	17:00 - 18:00	217	2,117	10.3%
Sábado	16:00 - 17:00	278	2,669	10.4%
Domingo	09:00 - 10:00	133	1,231	10.8%

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

3.7 Nivel de Servicio

The Highway Capacity Manual (HCM) versión 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.

La carretera en estudio se clasifica como troncal principal, mayor de 1,000 vehículos y forma parte de la red vial de Centroamérica, esto conlleva que nuestro tramo de 2 carriles se clasifique como clase 1, según la metodología del HCM cuenta con 7 pasos para determinar el nivel de servicio. (véase anexos XVI - XXI, tablas 76 - 86).

Clase I de carreteras de dos carriles: Son carreteras donde los conductores esperan viajar a velocidades relativamente altas. Carreteras de dos carriles que son las principales rutas interurbanas, conectores principales de los principales generadores de tráfico, rutas de cercanías diarias, o principales eslabones de redes estatales o carretera nacional se asignan generalmente a la Clase I. Estas sirven sobre todo los viajes de larga distancia, o facilita las conexiones entre las vías que sirven a viajes de larga distancia.

Tabla 42. Nivel de servicio actual de cada estación aforada

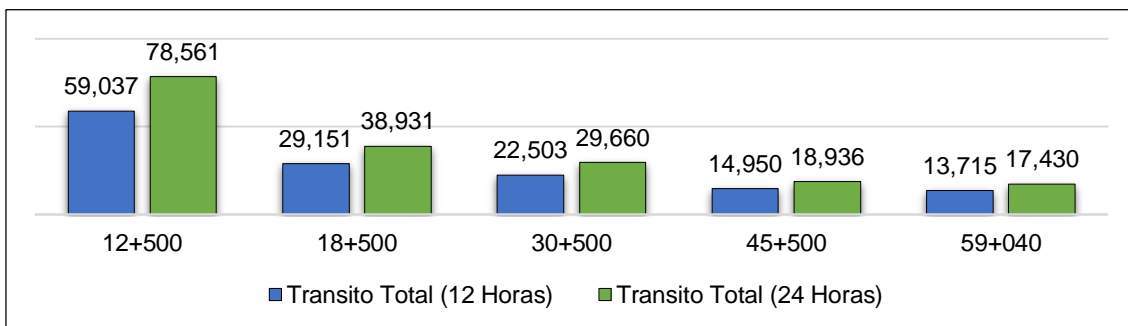
Datos	Estación				
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5
FFS (mi/h)	45.72	52.18	52.18	52.18	52.18
Vi, ATS (v/h)	857.67	483.51	401.40	350.97	338.08
ATS (mi/h)	33.06	43.64	44.85	45.74	47.14
Vi, PTSF (v/h)	846.80	447.49	347.51	295.92	275.21
PTSF (%)	86.07	69.01	66.02	62.95	56.04
NS(ATS)	E	D	D	C	C
NS(PTSF)	E	D	D	C	C
Cd,ATS (v/h)	1678.45	1223.56	1005.60	943.95	858.04
Cd,PTSF (v/h)	1700.00	1322.03	1161.53	1119.55	1054.06

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

La tabla 42 (elaborado con los datos de las tablas 87 - 91, ver anexos XXII - XXVI), nos presenta los resultados obtenidos a través del cálculo elaborado con ayuda del HCM 2010, en el cual podemos apreciar el nivel de servicio actual en cada uno de las estaciones aforadas.

3.8 Resumen de los resultados obtenidos de cada estación aforada

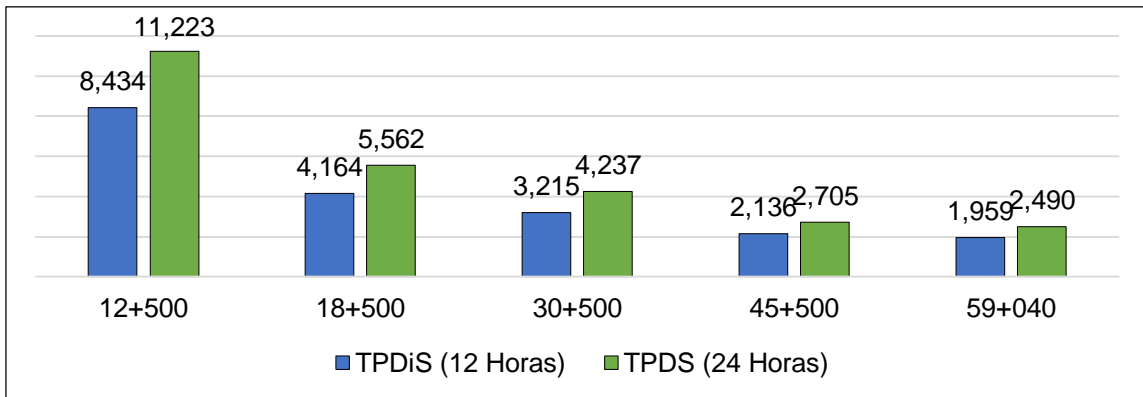
Gráfico 1. Transito total de vehículos aforados en 12 horas y la proyección a 24 horas



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 1 (elaborado con datos de la tabla 92, ver anexo XXVII), nos muestra el comportamiento del tránsito en las cinco estaciones donde se realizó el conteo vehicular, podemos observar que el mayor volumen se encuentra en las primeras dos estaciones aforadas esto a consecuencia de que existe una mayor área urbana y comercial en comparación con las demás estaciones aforadas.

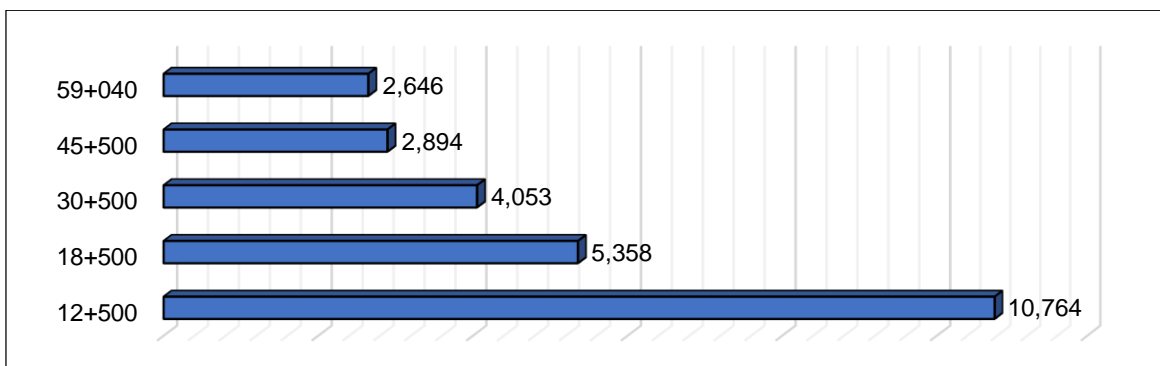
Gráfico 2. Tránsito Promedio Diurno Semanal en 12 horas y la proyección a 24 horas



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 2 (elaborado con datos de la tabla 93, ver anexo XXVII), nos muestra el comportamiento del tránsito promedio diurno semanal en las cinco estaciones, así como su proyección a 24 horas, en lo cual se observa que el mayor volumen de tráfico se presenta en los primeros 2 puntos aforados.

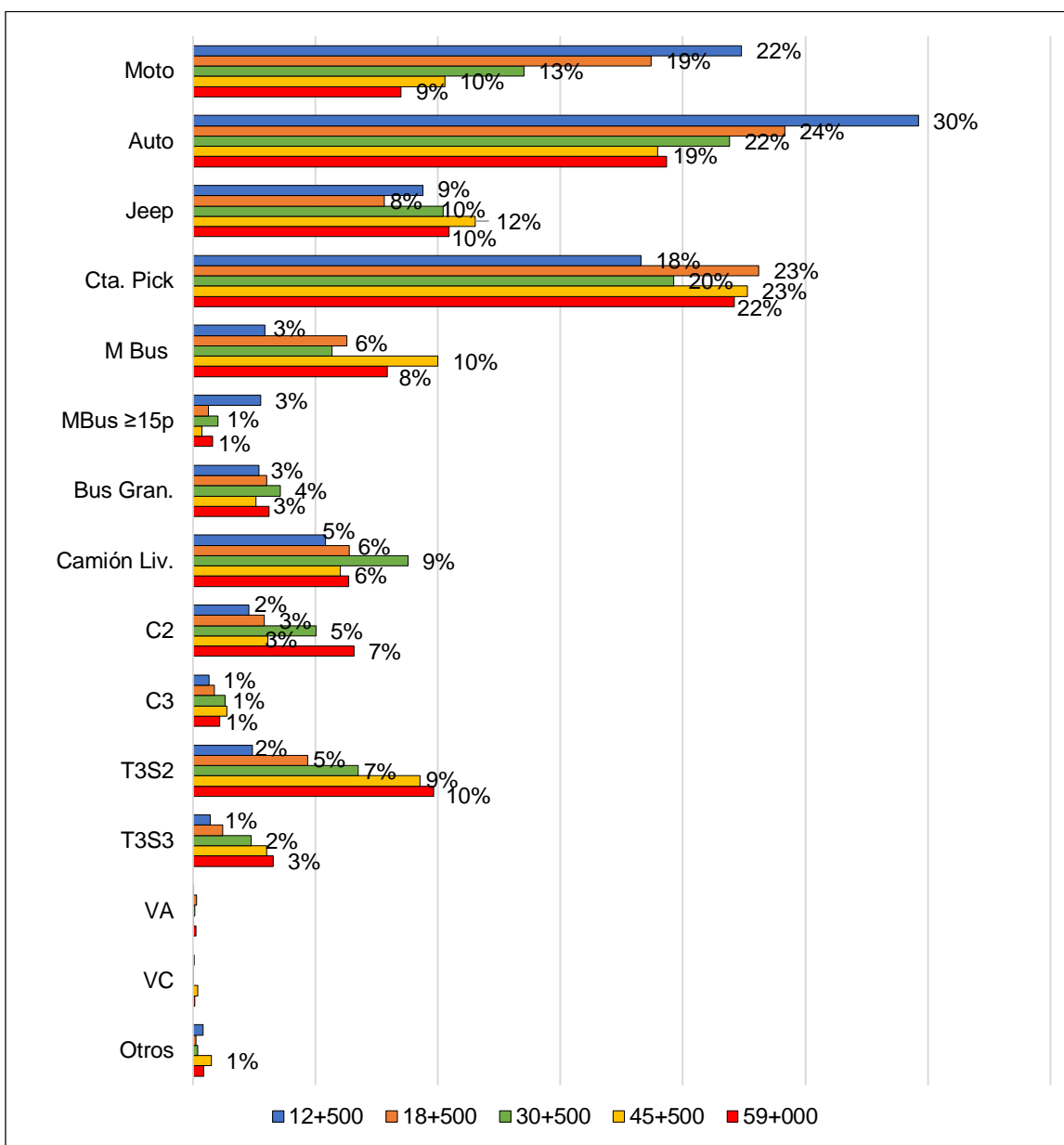
Gráfico 3. Tránsito Promedio Diario Anual de cada estación aforadas



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 3 (elaborado con datos de la tabla 93, ver anexo XXVII), nos muestra el comportamiento del tránsito promedio diario anual en las cinco estaciones de conteo vehicular; la estación 12+500 ha alcanzado la mayor cantidad de vehículos. Las estaciones 45+500 (empalme El Tránsito) y 59+040 (empalme Puerto Sandino) muestran los volúmenes más bajos con un TPDA de 2,894 vehículos y 2,646 vehículos correspondientemente.

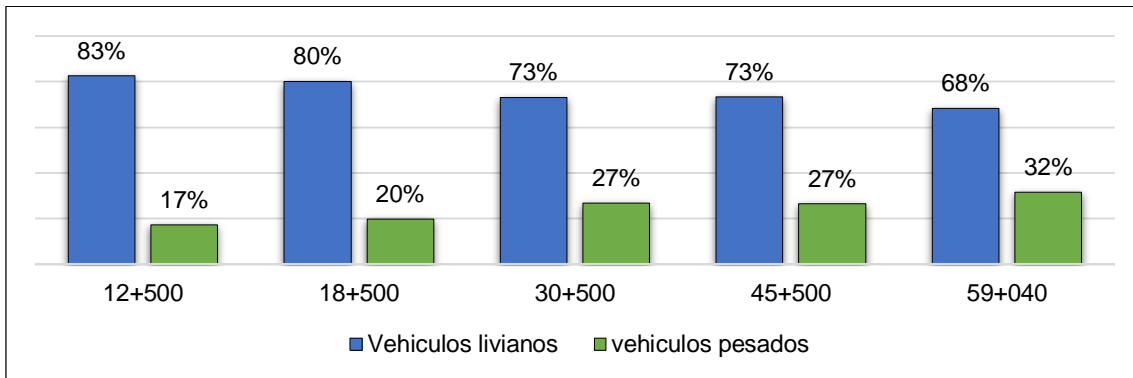
Gráfico 4. Composición vehicular de las estaciones aforadas



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

En el gráfico 4 (elaborado con datos de la tabla 94, ver anexo XXVII), podemos observar la composición vehicular en los cinco puntos del estudio, los vehículos livianos más relevantes son: el automóvil, las camionetas y las motocicletas, los camiones livianos y camiones carga (cabezales) son los más representativos de los vehículos pesados.

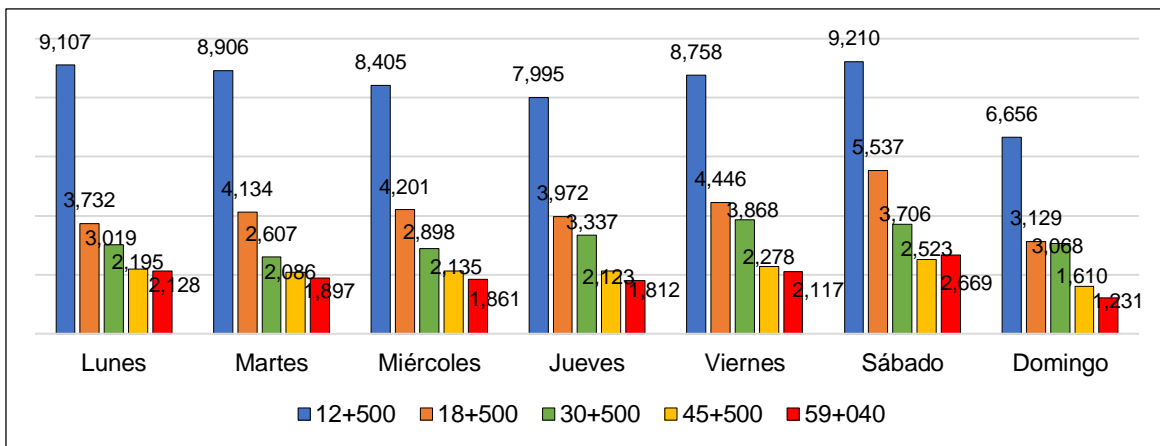
Gráfico 5. Vehículos livianos y Vehículos pesados de cada estación aforada (%)



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 5 (elaborado con datos de la tabla 95, ver anexo XXVIII), presenta la composición vehicular en las cinco estaciones, el vehículo que más predomina en cada una de las estaciones es el vehículo liviano.

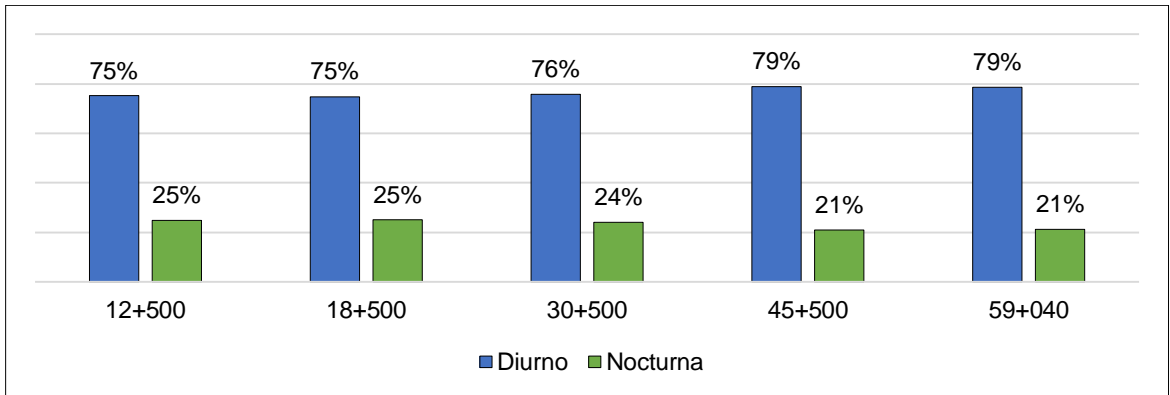
Gráfico 6. Volumen Promedio Diurno en 12 horas de cada estación aforada



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 6 (elaborado con datos de la tabla 96, ver anexo XXVIII), nos muestra el comportamiento del tránsito promedio diario del transcurso de la semana en las estaciones aforadas, la estación 12+500 refleja la mayor cantidad de vehículos con respecto a las otras estaciones, siendo los días lunes, viernes y sábado los más relevantes.

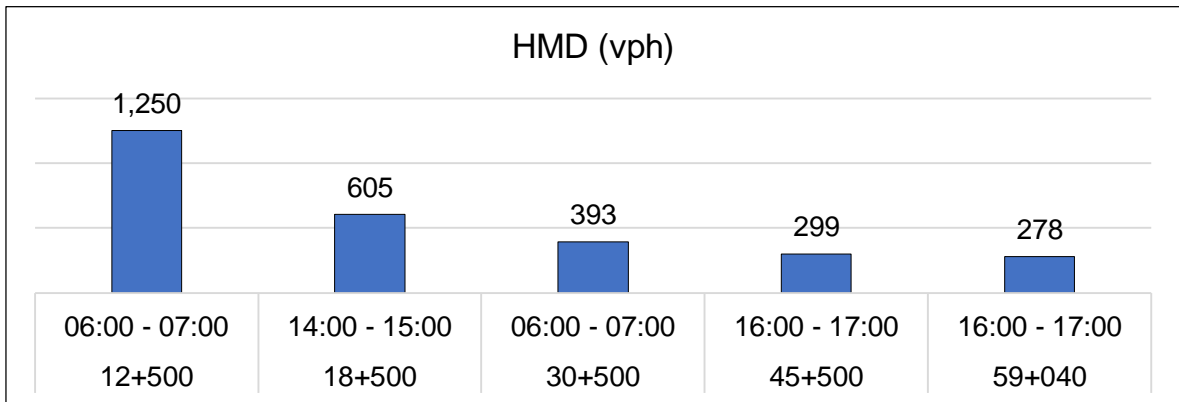
Gráfico 7. Volumen del tráfico diurno y nocturno de cada estación aforada (%)



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 7 (elaborado con datos de la tabla 97, ver anexo XXVIII), podemos observar que el mayor flujo vehicular es en horario diurno esto podría ser a consecuencia de las actividades del día a día de la población.

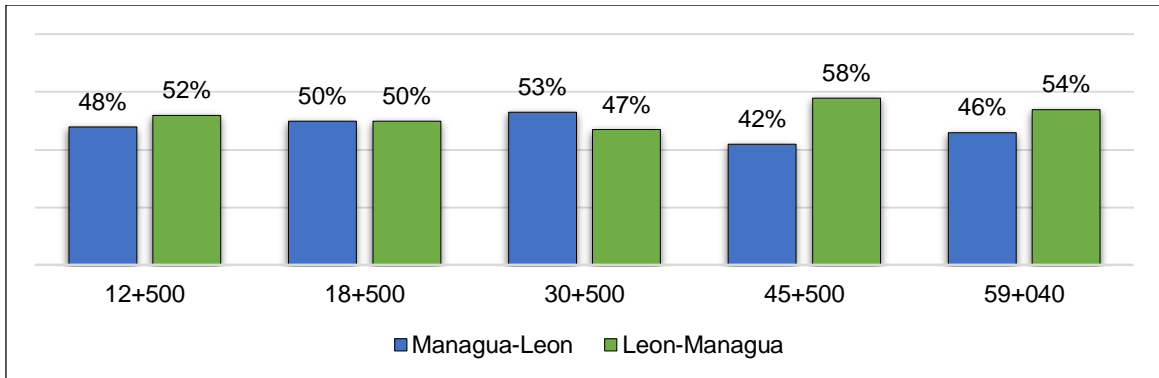
Gráfico 8. Hora de máxima demanda de cada de cada estación aforada



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 8 (elaborado con datos de la tabla 98, ver anexo XXIX), nos muestra el comportamiento del volumen en la hora de máxima demanda en las estaciones aforadas, de 06:00 - 07:00 representa la hora pico por las mañanas en las estaciones 12+500 y 30+500, de igual forma de 16:00 - 17:00 representa la hora pico por las tardes, en las estaciones 45+500 y 59+040.

Gráfico 9. Distribución Direccional de cada estación aforada



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 9 (elaborado con datos de la tabla 99, ver anexo XXIX), nos muestra el comportamiento direccional del tráfico que circula en cada una de las estaciones, siendo la de mayor referencia el sentido de León - Managua.

CAPITULO IV: ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD

4.1 Introducción

Al analizar los datos estadísticos de los accidentes de tránsito de los sub-tramos en estudio entre los años 2014 al 2018, brindados por el Departamento de Tránsito de la Policía Nacional, encontramos un incremento de accidentes. Se observaron por separado los factores que influyen en los accidentes para que las instituciones puedan poner en práctica planes que disminuyan la ocurrencia de accidentes.

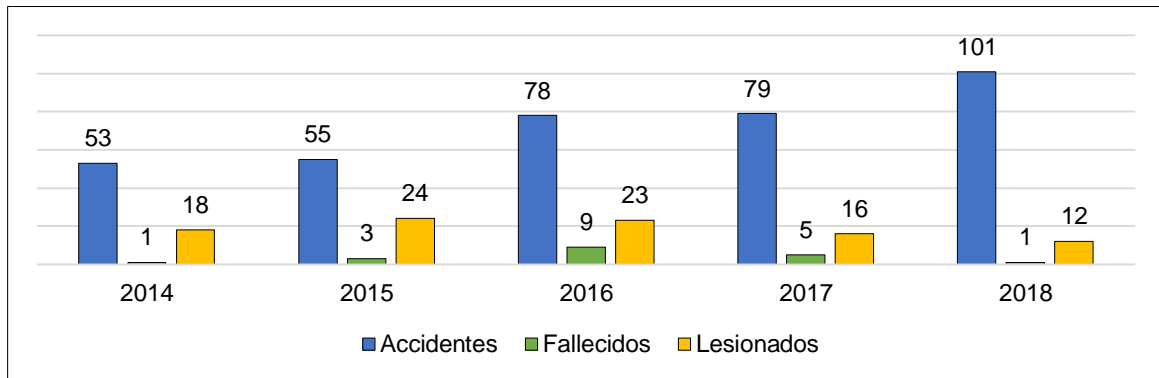
Al clasificar los datos estadísticos de los accidentes se determinaron que de los 16 sub-tramos en estudio, los sub-tramos del 1 al 3 representan las cifras más altas de accidentes, fallecidos y lesionados. Las principales causas que destacan son: no guardar distancia con 34%, la invasión de carril con 16%, giro indebido con 12% e interceptar el paso con 11%. De los tipos de accidentes obtenemos que la colisión entre vehículos representa el 81% de las ocurrencias, de los vehículos involucrados destacan los automóviles con 30%, motocicletas con 22% y camionetas con 20%. El 88% de los vehículos son de uso particular, de esta forma los vehículos entre los años de fabricación entre 2010 y 2018 representan el 48%, menores del 2010 con 52%.

Los varones representan el género más afectado en ocurrencia de accidentes con 92%, las mujeres con 8%. Los rangos de edad se encuentran entre 20 a 30 años con 24%, de 30 a 40 años con 34% y entre 40 a 50 años con 22%; entre los meses con mayor ocurrencia tenemos abril y noviembre, de igual forma los días más relevantes son lunes, viernes y sábado; se estableció que las horas de mayor ocurrencia se encuentran de 6:00 am a 9:00 am con 24%, seguido de 16:00 pm a 19:00 pm con 20%. El horario diurno presenta el 75% y el nocturno el 25% de los accidentes, todos estos datos estadísticos se pueden observar en el desarrollo de este capítulo.

El análisis de magnitud está relacionado con respecto a la cantidad de accidentes, fallecidos y lesionados. Este cálculo lo podemos obtener de 3 maneras diferentes, ya sea utilizando el parque vehicular, la población en general y la distancia recorrida.

4.2 Análisis de la Ocurrencia de accidentes de los sub-tramos en estudio

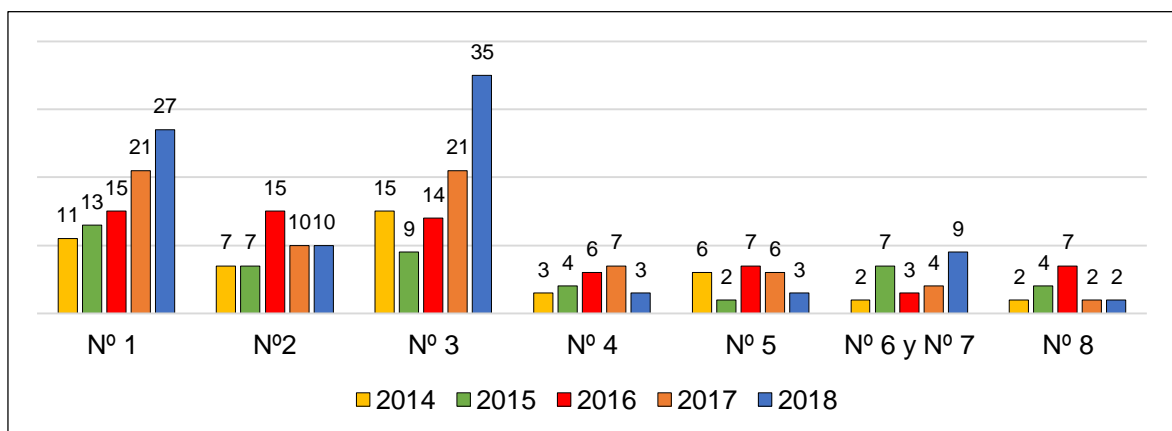
Gráfico 10. Ocurrencia de accidentes, fallecidos y lesionados periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El gráfico 10 (elaborado con datos de la tabla 105, ver anexo XL), nos muestra como a partir del año 2015 se dio un incremento gradual en el número de accidentes de los sub-tramos en estudio, sobresaliendo el año 2018 con 101 accidentes, en el año 2016 con 9 fallecidos y el año 2015 con 24 lesionados.

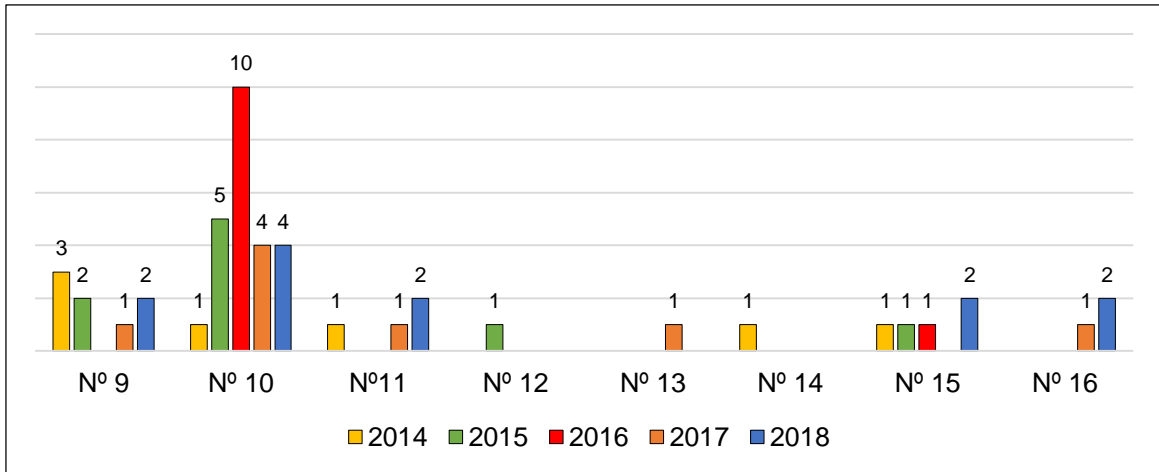
Gráfico 11. Ocurrencia de accidentes en los sub-tramos 1 al 8 periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

En el gráfico 11 (elaborado con datos de la tabla 106, ver anexo XL), podemos observar que los sub-tramos de mayor índice de accidentes son los sub-tramos del 1 al 3, esto se debe a que contienen una mayor área de urbanización y comercial.

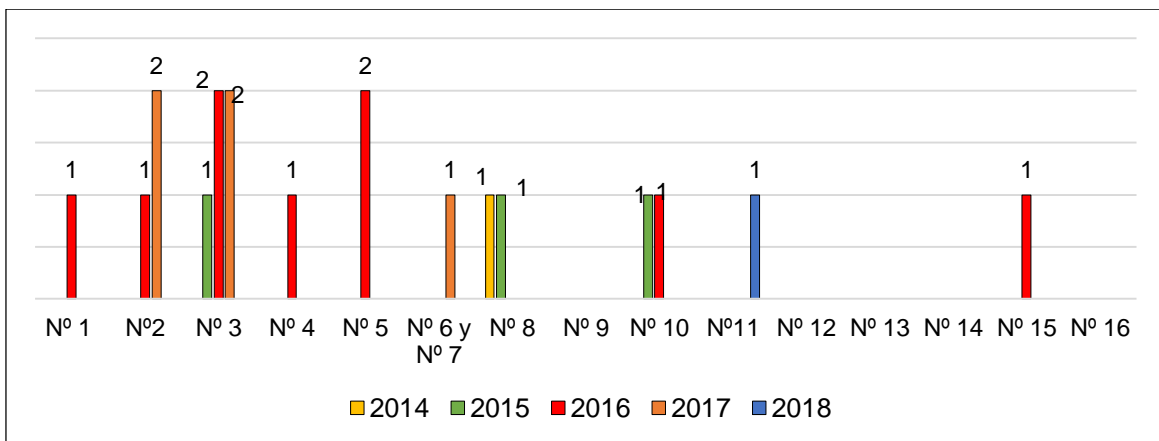
Gráfico 12. Ocurrencia de accidentes en los sub-tramos 9 al 16 periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El gráfico 12 (elaborado con datos de la tabla 106, ver anexo XL), nos presenta la ocurrencia de accidentes de los sub-tramos del 9 al 16, siendo los sub-tramos 9 y 10 los que presentan la mayor ocurrencia de accidentes en el año 2016.

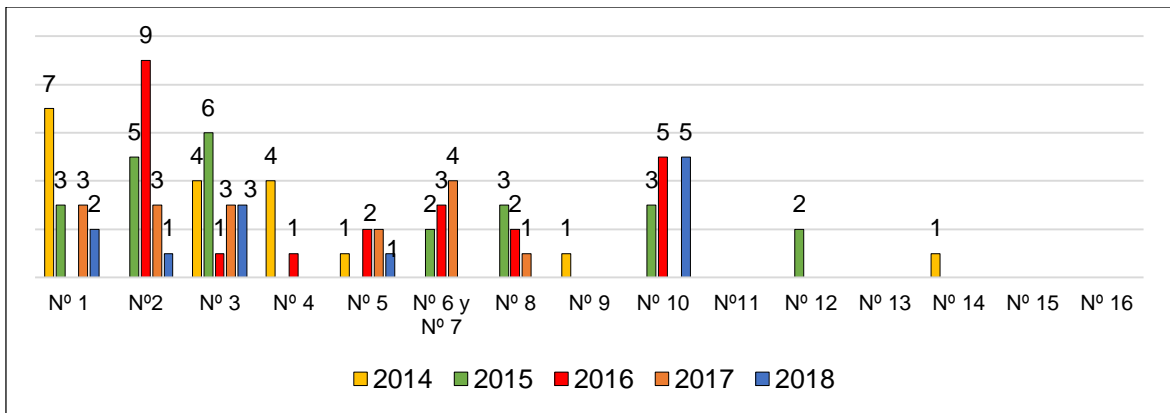
Gráfico 13. Ocurrencia de mortalidad en los 16 sub-tramos periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El en gráfico 13 (elaborado con datos de la tabla 107, ver anexo XLI), podemos observar que los sub-tramos en los que ocurre mayor índice de mortalidad son: sub-tramos 2 y 3, esto nos va indicando que a mayor área urbanizada y comercial la posibilidad de un accidente mortal es mayor.

Gráfico 14. Ocurrencia de morbilidad en los 16 sub-tramos periodo 2014 - 2018

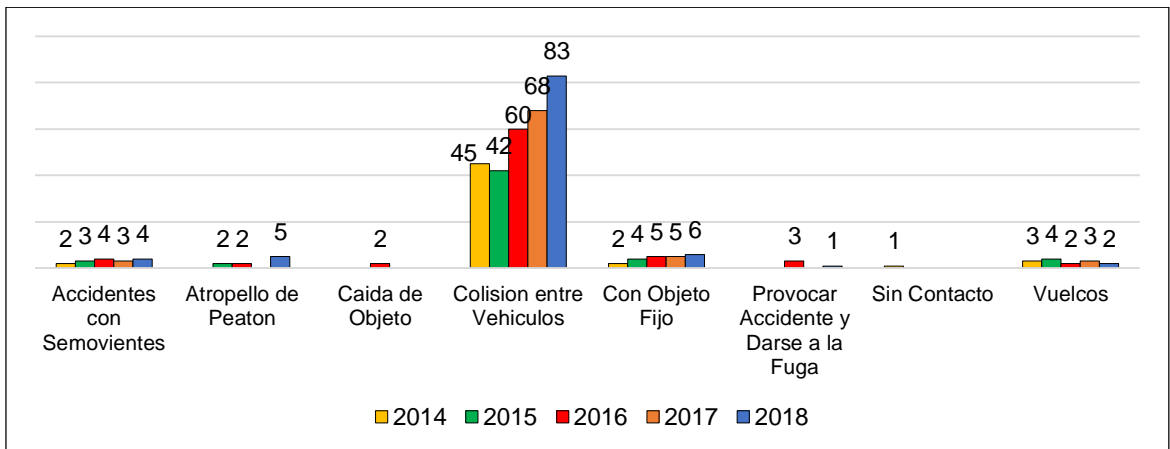


Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El en gráfico 14 (elaborado con datos de la tabla 108, ver anexo XLI), se puede apreciar que los sub-tramos 1 al 3 presentan mayor ocurrencia de morbilidad, esto se debe al mayor número población que habita y circula en esta el área

4.3 Análisis de accidentes por su tipo y causa

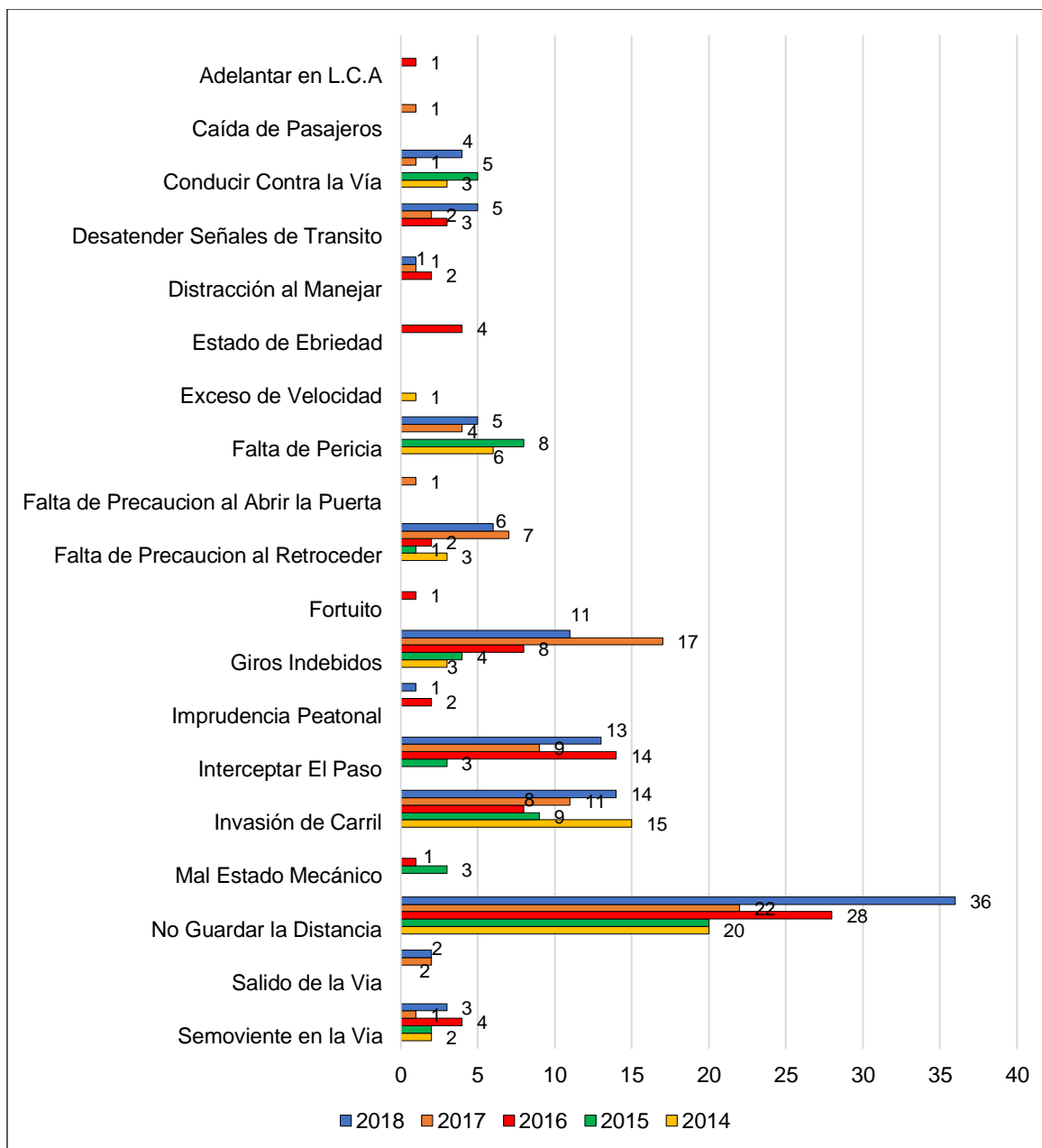
Gráfico 15. Tipos de accidentes periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El en gráfico 15 (elaborado con datos de la tabla 109, ver anexo XLII), se puede apreciar que el tipo de accidente que ocurre con más frecuencia en los sub-tramos en estudio es la colisión entre vehículos.

Gráfico 16. Causas de accidentes Periodo 2014 - 2018

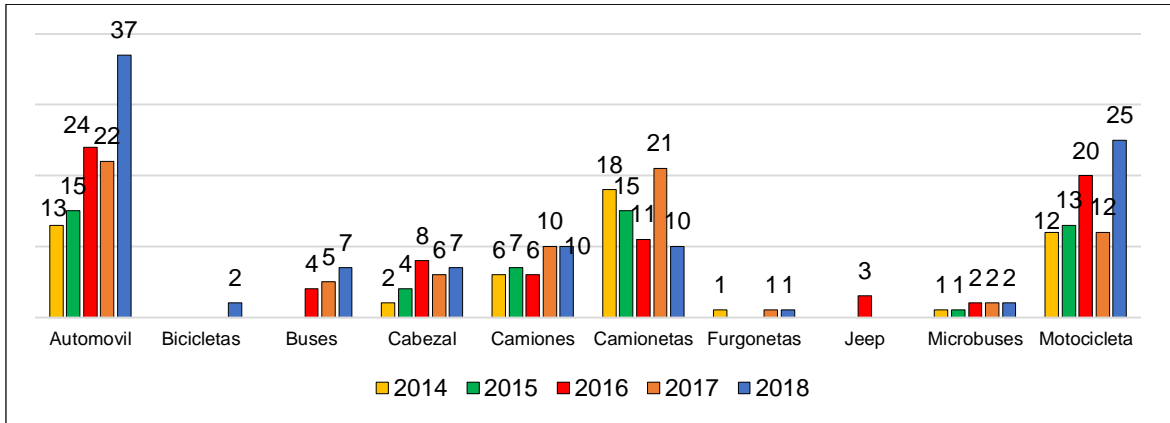


Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El en gráfico 16 (elaborado con datos de la tabla 110, ver anexo XLII), podemos observar que las causas más comunes para que ocurra un accidente son: el no guardar distancia, invasión de carril, giros indebidos e interceptar el paso, en todas ellas el factor humano toma un papel importante.

4.4 Análisis de accidentes por factor vehicular y factor humano

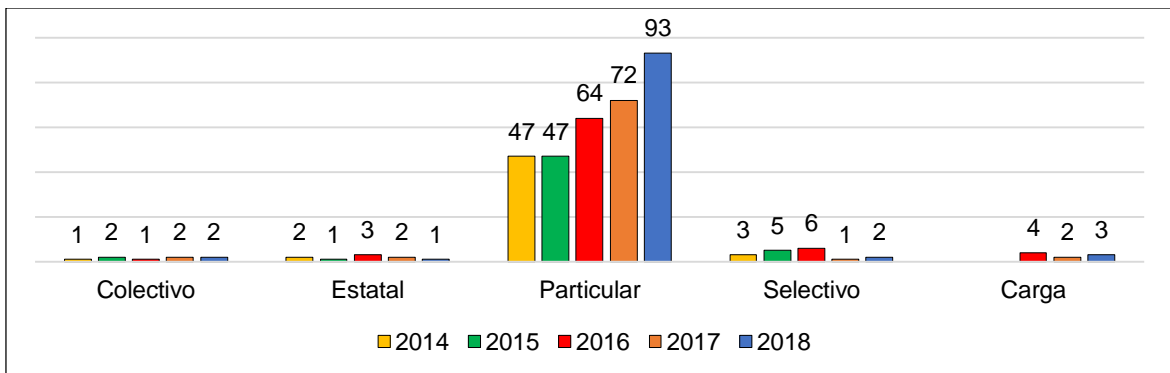
Gráfico 17. Composición vehicular Periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El en gráfico 17 (elaborado con datos de la tabla 111, ver anexo XLIII), se presentan todos los vehículos que participaron en la ocurrencia de accidentes en los sub-tramos en estudio, siendo el más representativo el automóvil, seguido de las motocicletas y camionetas.

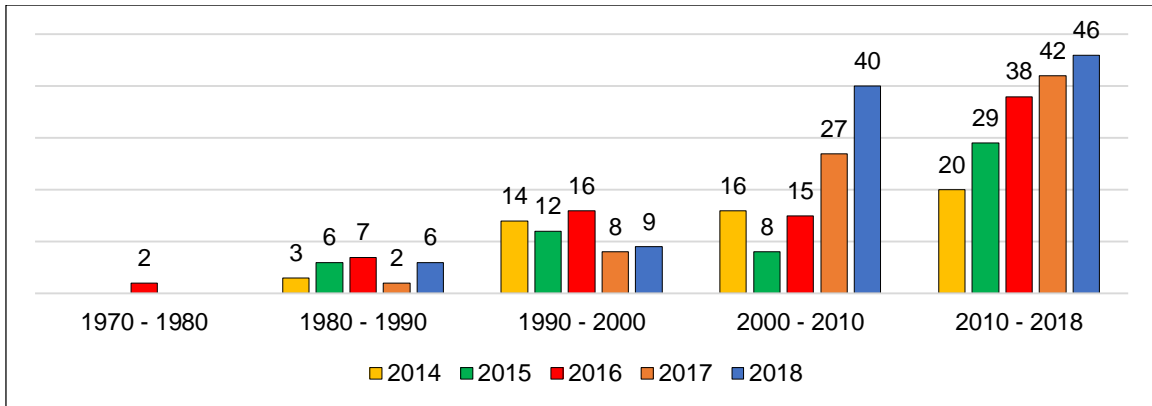
Gráfico 18. Accidentes por tipos de servicio de los vehículos Periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El en gráfico 18 (elaborado con datos de la tabla 112, ver anexo XLIII), podemos observar que los vehículos de uso particular son los principales causantes accidente.

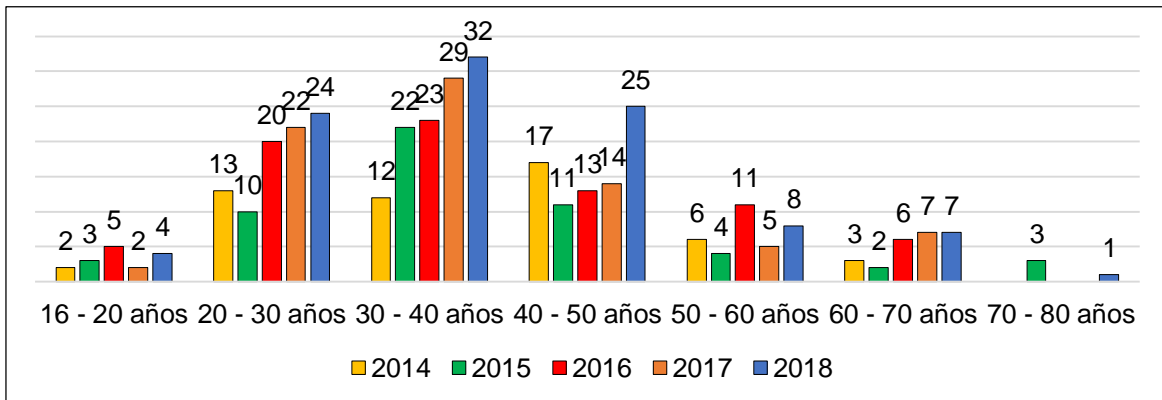
Gráfico 19. Años de fabricación de los vehículos Periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

En el gráfico 19 (elaborado con datos de la tabla 113, ver anexo XLIII), podemos observar que los conductores con vehículos con fecha de fabricación más reciente son propensos a causar algún tipo de accidente, esto podría deberse a que los vehículos más actuales alcanzan mayores velocidades con mayor facilidad.

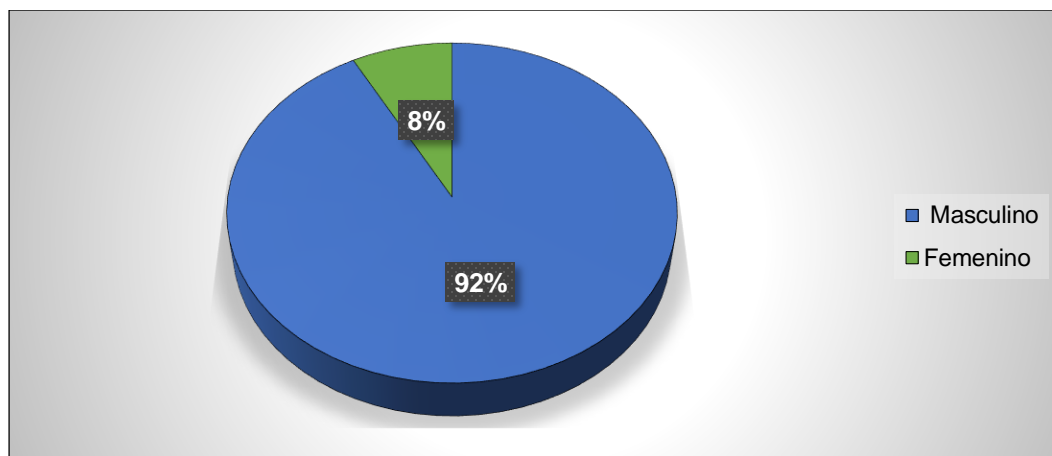
Gráfico 20. Rangos de edades de los conductores Periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El gráfico 20 (elaborado con datos de la tabla 114, ver anexo XLIV), muestra los rangos de edad de los conductores en los cinco años evaluados, podemos observar que los conductores más propensos a causar un accidente tienen edades entre 30 a 40 años, seguido de 20 a 30 años y en tercer lugar de 40 a 50 años.

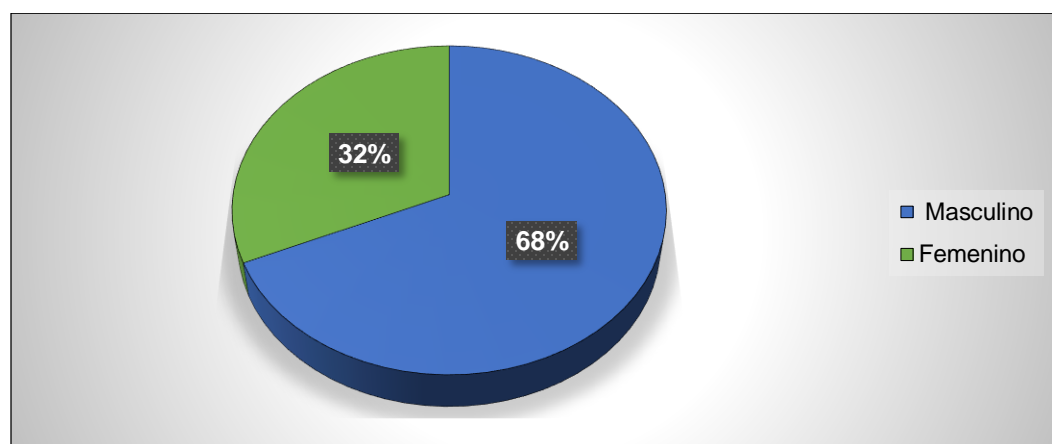
Gráfico 21. Accidente por genero de los conductores (%) Periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El gráfico 21 (elaborado con datos de la tabla 115, ver anexo XLIV), podemos observar que el mayor causante de accidente es el género masculino.

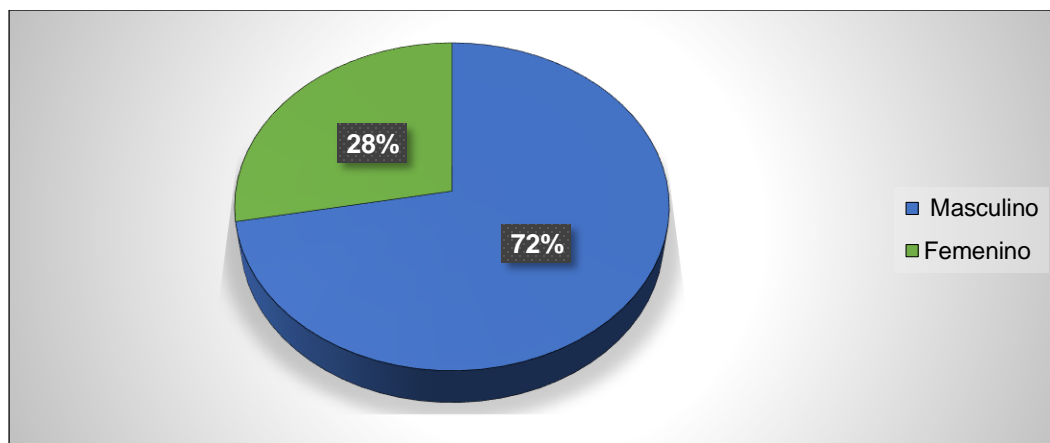
Gráfico 22. Mortalidad por género (%) Periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

En la gráfica 22 (elaborado con datos de la tabla 116, ver anexo XLIV), se puede apreciar que el género de mayor índice de mortalidad es el masculino, esto a consecuencia de que es el más involucrado en los accidentes como se ha podido observar en las gráficas anteriores.

Gráfico 23. Morbilidad por género (%) Periodo 2014 - 2018

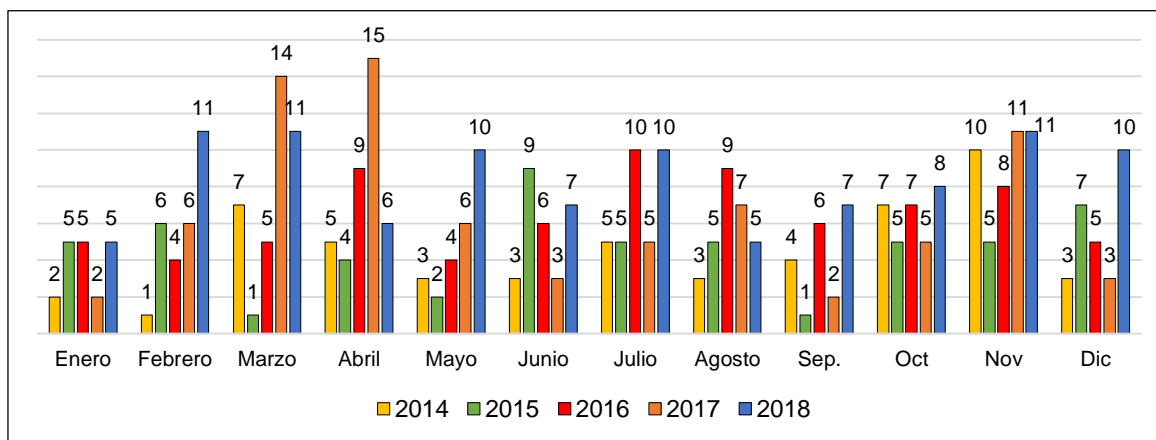


Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El gráfico 23 (elaborado con datos de la tabla 117, ver anexo XLIV), se puede apreciar que el mayor porcentaje de índice de morbilidad se da en el género masculino.

4.5 Análisis de temporalidad de accidentes

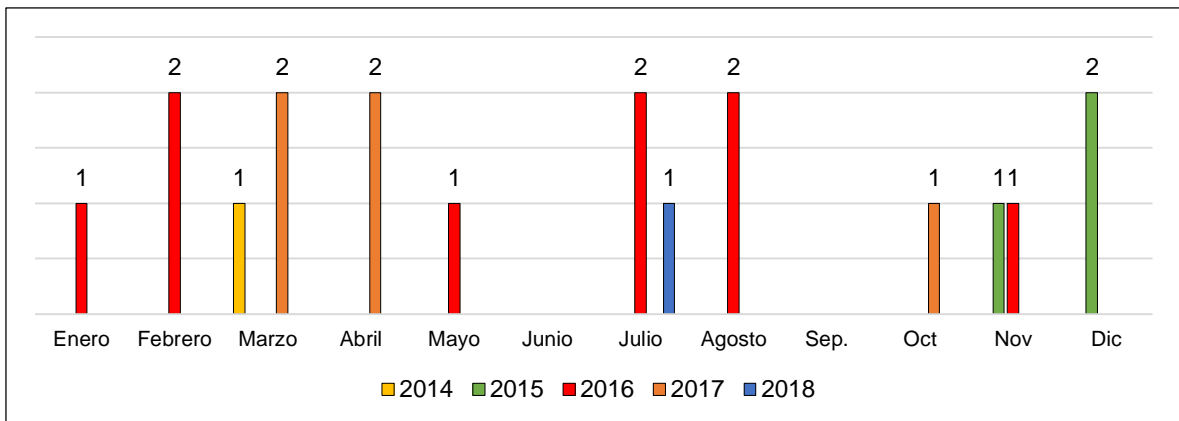
Gráfico 24. Accidentes por meses Periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

En el gráfico 24 (elaborado con datos de la tabla 118, ver anexo XLV), podemos apreciar que los meses con mayor índice de accidentes son noviembre y abril.

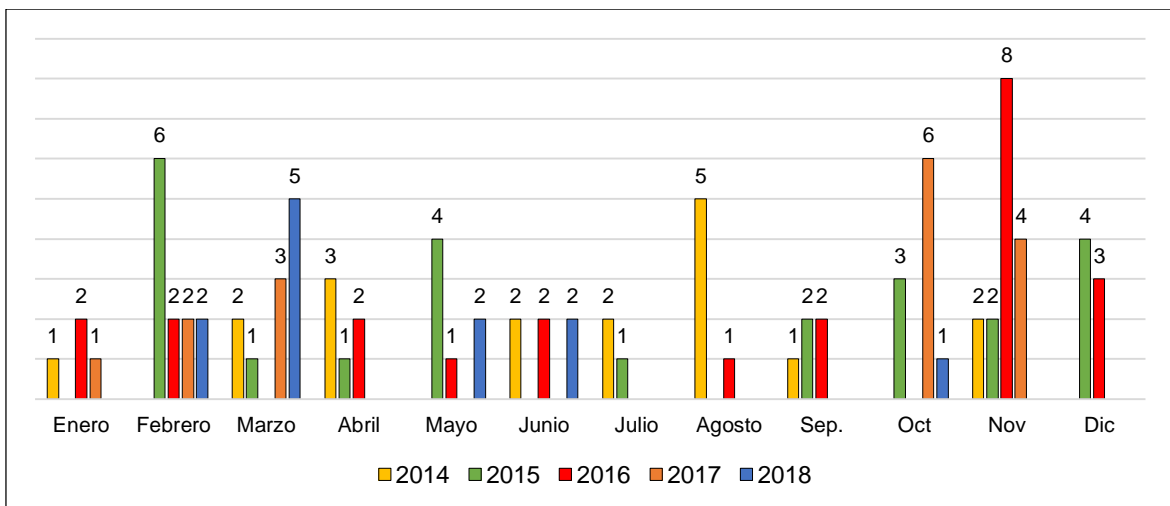
Gráfico 25. Mortalidad por meses Periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El gráfico 25 (elaborado con datos de la tabla 119, ver anexo XLV), nos muestra los meses de mayor ocurrencia de fallecidos en los sub-tramos en estudio, los cuales son marzo y julio.

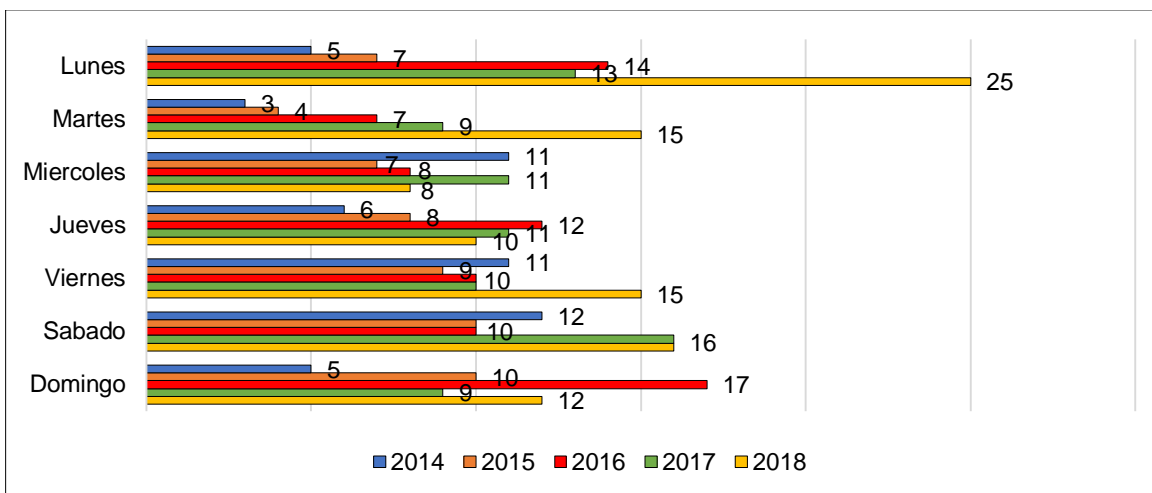
Gráfico 1. Morbilidad por meses Periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El gráfico 26 (elaborado con datos de la tabla 120, ver anexo XLVI), nos muestra los meses de mayor ocurrencia de lesionados en el periodo evaluado son noviembre, febrero y marzo.

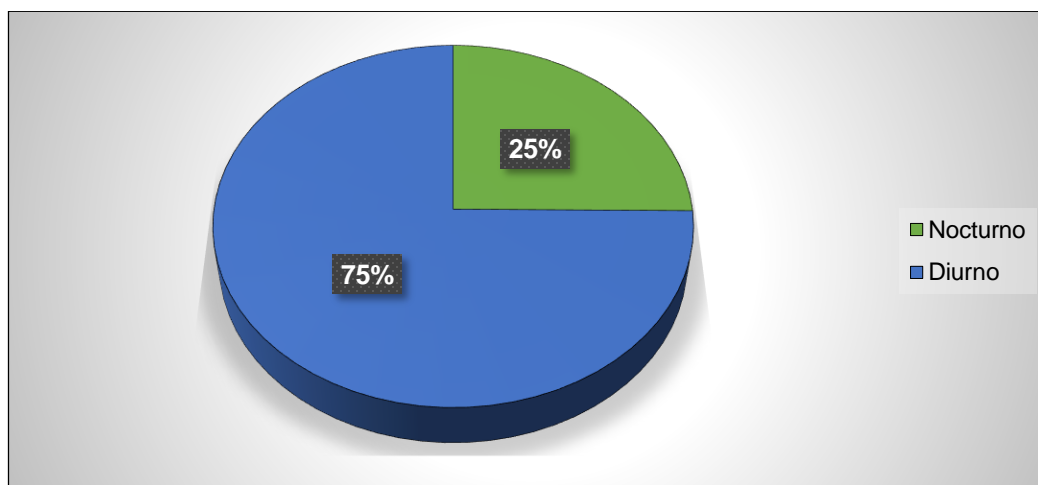
Gráfico 27. Accidentes por día Periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El gráfico 27 (elaborado con datos de la tabla 121, ver anexo XLVI), muestra la ocurrencia de accidentes por día, siendo los de mayor relevancia los lunes, viernes y sábados.

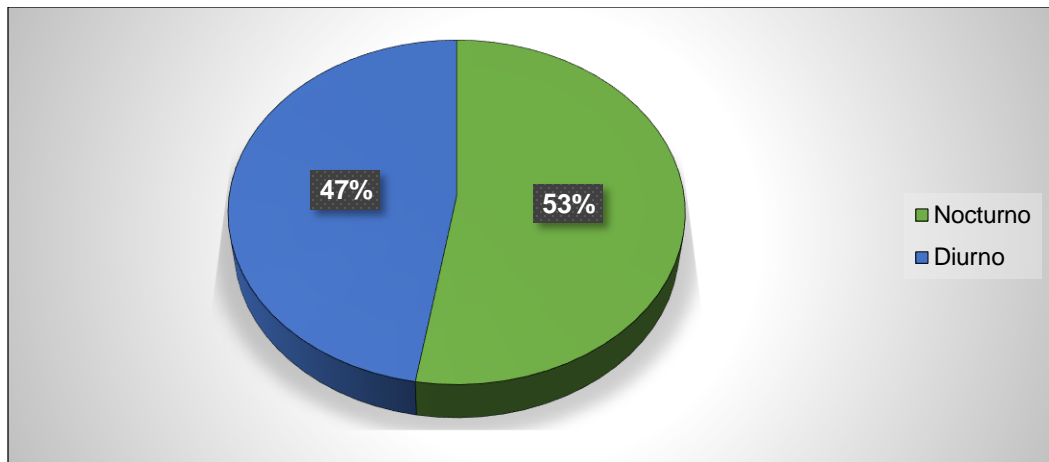
Gráfico 28. Accidentes en horario diurno y nocturno Periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El gráfico 28 (elaborado con datos de la tabla 122, ver anexo XLVI), nos muestra la ocurrencia de los accidentes en el horario diurno con 75% y el nocturno con 25%. Nos indica que solo una cuarta parte de los accidentes se dan en las noches.

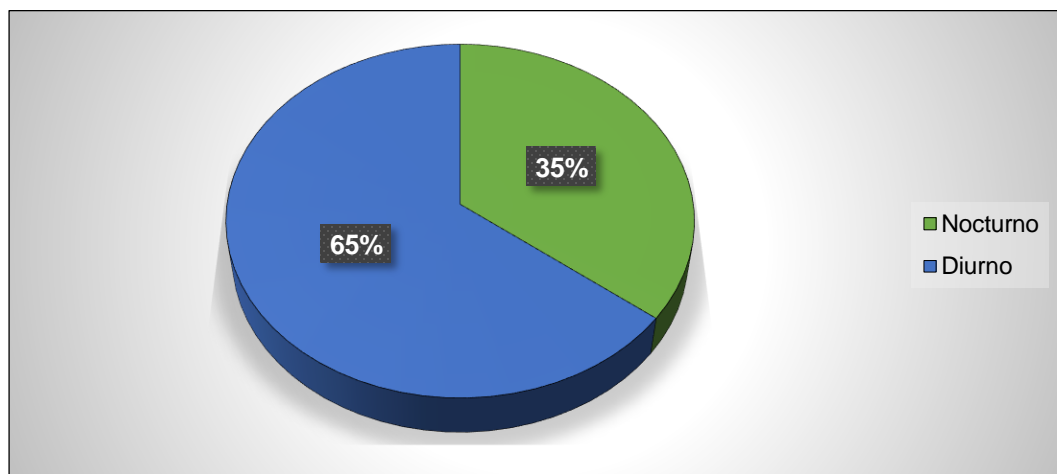
Gráfico 29. Mortalidad en horario diurno y nocturno Periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El gráfico 29 (elaborado con datos de la tabla 123, ver anexo XLVII), nos muestra la mayor cifra de fallecidos se da en el horario nocturno, lo que nos indica que, aunque el número de accidentes es menor en el horario nocturno, pero tienden a ser de mayor mortalidad.

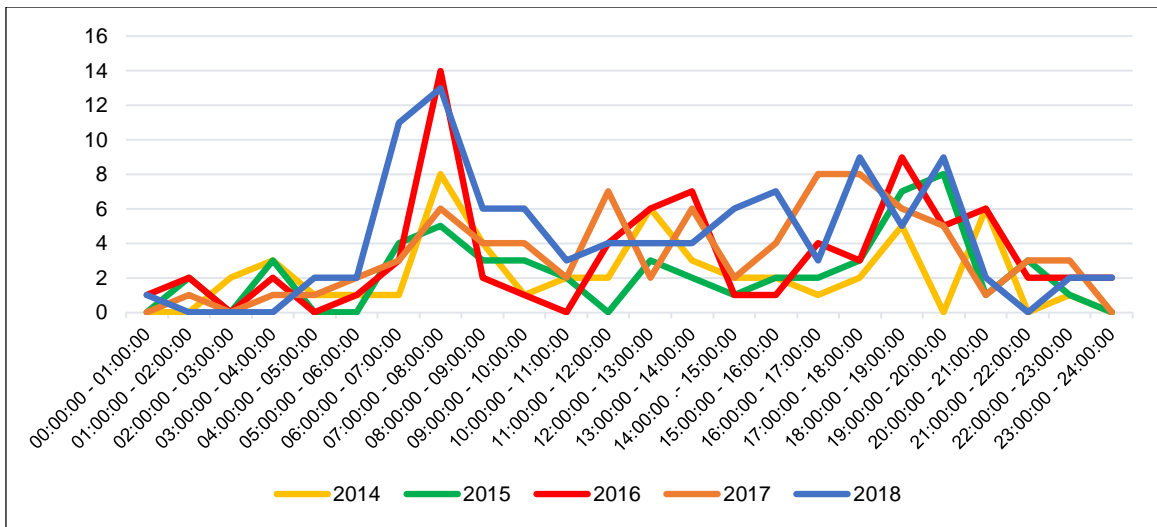
Gráfico 30. Morbilidad el horario diurno y nocturno Periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El gráfico 30 (elaborado con datos de la tabla 124, ver anexo XLVII), nos muestra la en la mayor cifra de lesionados se da en el horario diurno.

Gráfico 31. Hora de ocurrencia de accidentes Periodo 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

El gráfico 31 (elaborado con datos de la tabla 125, ver anexo XLVII), muestra las horas de ocurrencia de los accidentes, siendo las más relevantes las horas de la mañana (06:00:00 - 09:00:00) y por la tarde (16:00:00 - 19:00:00).

4.6 Análisis de la magnitud de la accidentalidad

Tabla 43. Índices de accidentalidad, mortalidad y morbilidad del Periodo 2015 - 2018

Estación	Año	Índices Accidentes	Índices Mortalidad	Índices Morbilidad
12+500	2015	(13.6)	0.0	(3.1)
	2016	(9.5)	(0.6)	0.0
	2017	(15.2)	0.0	(2.2)
	2018	(9.8)	0.0	(0.7)
18+500	2015	2.1	0.0	0.0
	2016	1.9	0.3	(0.3)
	2017	2.5	0.0	0.0
	2018	1.1	0.0	0.0
30+500	2015	2.7	0.0	0.0
	2016	0.0	0.0	0.0
	2017	0.9	0.0	0.0
	2018	2.5	0.0	0.0
45+500	2015	0.0	0.0	0.0
	2016	0.0	0.0	0.0
	2017	1.4	0.0	0.0
	2018	2.2	(1.1)	0.0
59+040	2015	0.0	0.0	0.0
	2016	0.0	0.0	0.0
	2017	2.7	0.0	0.0
	2018	4.6	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia, con datos estadísticos de la Policía Nacional Departamento de Tránsito

La tabla 43 (para ver los datos completos ver anexo XLIX, tabla 127), nos muestra que el índice de accidentalidad de mayor impacto se dio en el año 2017 en la estación 12+500 con 15 accidentes por cada millón de vehículos que circularon, de igual forma en la estación 12+500 el índice de morbilidad más relevante se dio en el año 2015 con 3 lesionados por cada millón de vehículos, el índice de mortalidad de mayor cifra se dio en el año 2018 en la estación 45+500 con un fallecido por cada millón de vehículos que circularon en este punto.

CAPITULO V: ESTUDIO DE VELOCIDAD

5.1 Introducción

La velocidad se ha convertido en uno de los principales indicadores utilizados para medir la calidad de la operación de una carretera. Finalmente, la velocidad es un factor muy importante en el tránsito ya que los vehículos actuales han sobrepasado los límites para los que fue diseñada la carretera actual, por lo que la mayor parte de los reglamentos resultan obsoletos.

Por todas las razones anteriores, la velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin de que origine un perfecto equilibrio entre los tres factores principales: el humano, el vehicular y el vial. De tal manera que siempre se garantice la seguridad. En este trabajo monográfico se demostró a través del análisis realizado en los seis puntos de estudio, de los cuales en cinco puntos se sobrepasó la velocidad establecida.

Tabla 44. Ubicación y Descripción de los puntos en estudio

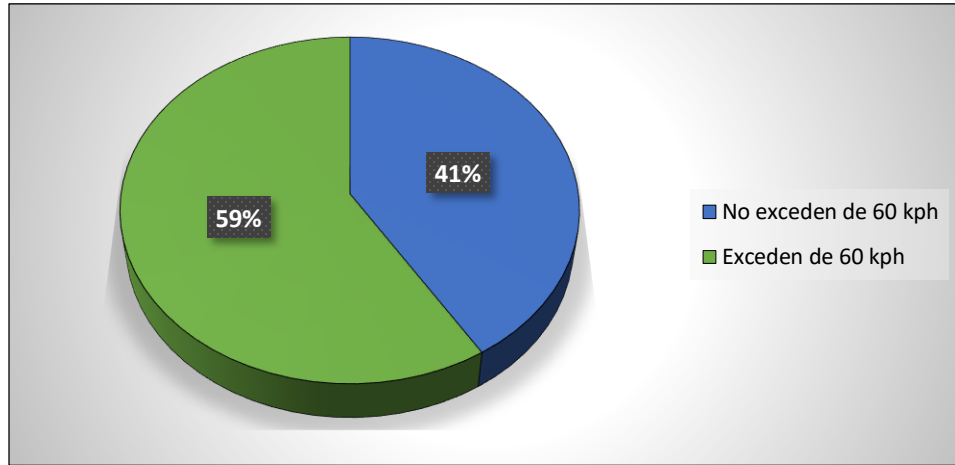
Sub-tramos	Estación	Límite de Velocidad (Kph)	Velocidad Promedio (Kph)
1	12+500	60	62
3	14+700	60	64
5	20+800	60	66
8	26+200	70	65
11	45+000	70	84
14	59+000	70	86

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentante

La tabla 44, (para ver los datos completos ver anexos L - LXII, tablas 128 - 141), nos presenta las estaciones donde se realizó el estudio de velocidad de igual manera se muestra el límite de velocidad y las velocidades promedio que alcanzan los vehículos en estos puntos.

5.2. Conteos de Velocidad Estación N° 1 Km. 12+500

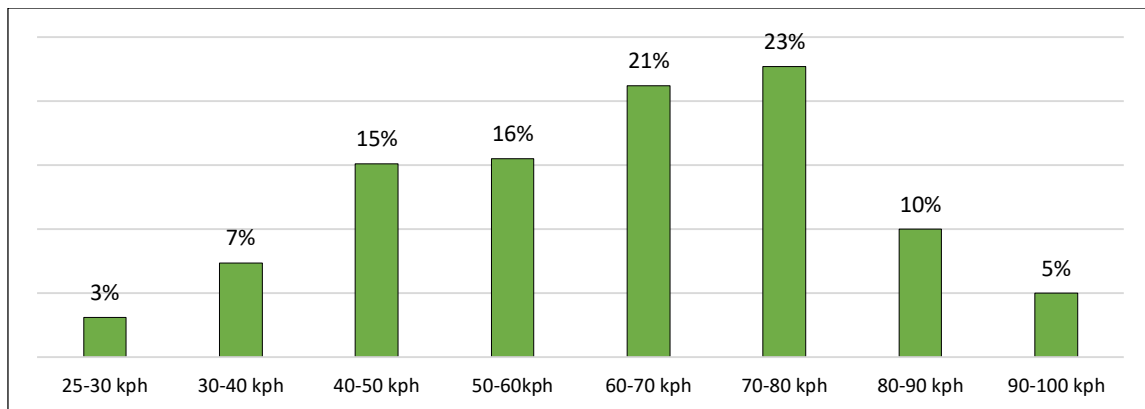
Gráfico 32. Vehículos que exceden y no exceden el límite de velocidad



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 32 (elaborado con datos de tabla 142, ver anexo LXIV), nos muestra el comportamiento de los vehículos, en su mayoría exceden el límite de velocidad establecido, lo que demuestra que este punto de mayor peligrosidad.

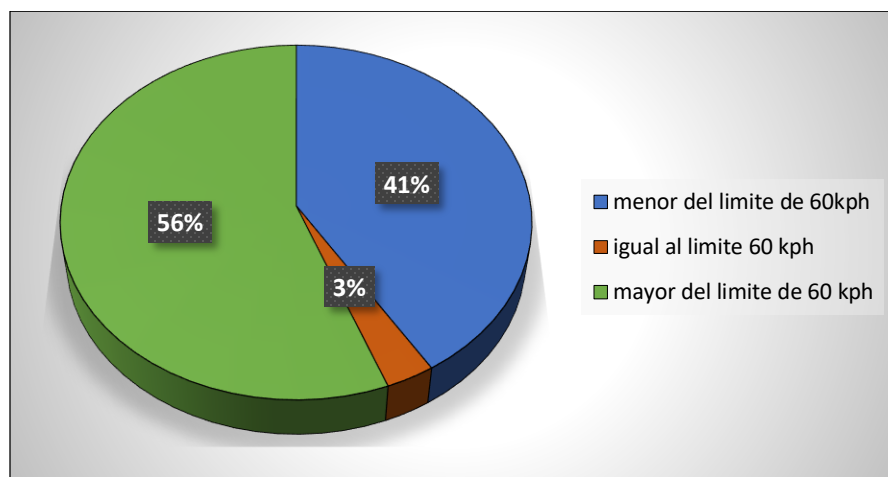
Gráfico 33. Rangos de las velocidades



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 33 (elaborado con datos de tabla 143, ver anexo LXIV), nos presenta los rangos de las velocidades a la que circulan los vehículos en este punto. Entre los más representativos se encuentran entre 70 - 80 kph y 60 - 70 kph.

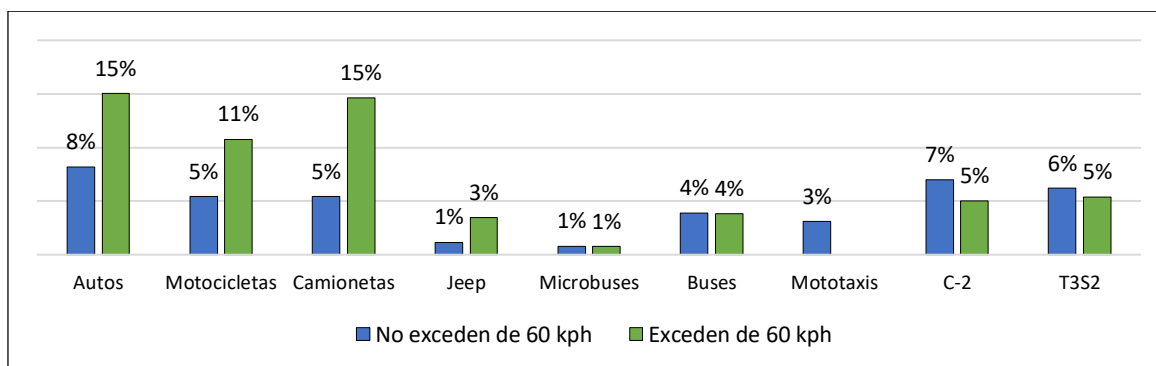
Gráfico 34. Comportamiento de las velocidades



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 34 (elaborado con datos de tabla 144, ver anexo LXIV), nos muestra que solamente el 3% de los vehículos circula dentro del límite establecido, los que circulan por debajo al límite es el 41% y por encima al límite es el 56%.

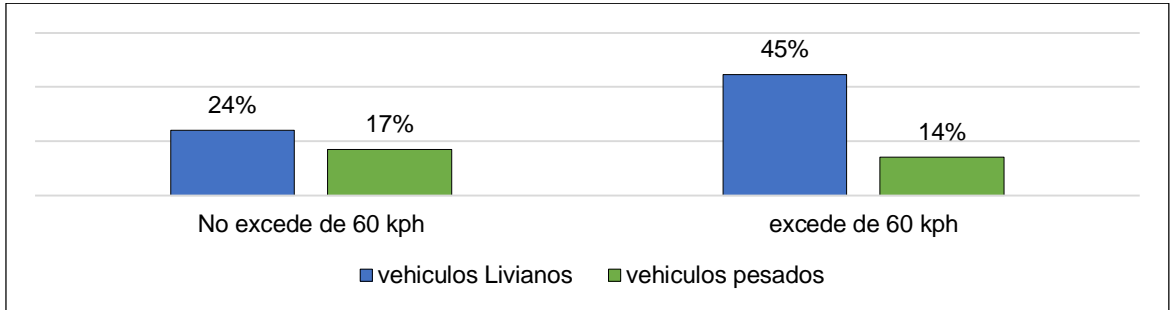
Gráfico 35. Comportamiento por tipo de vehículo



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

En el gráfico 35 (elaborado con datos de tabla 145, ver anexo LXV), podemos observar el comportamiento por tipo de vehículo en donde se puede apreciar que por parte de los vehículos livianos los automóviles y camionetas son los más frecuentes a exceder el límite de velocidad, mientras que por parte de los vehículos pesados los más representativos son camiones (C2) y camiones de carga (T3S2).

Gráfico 36. Comportamiento de los Vehículos livianos y pesados

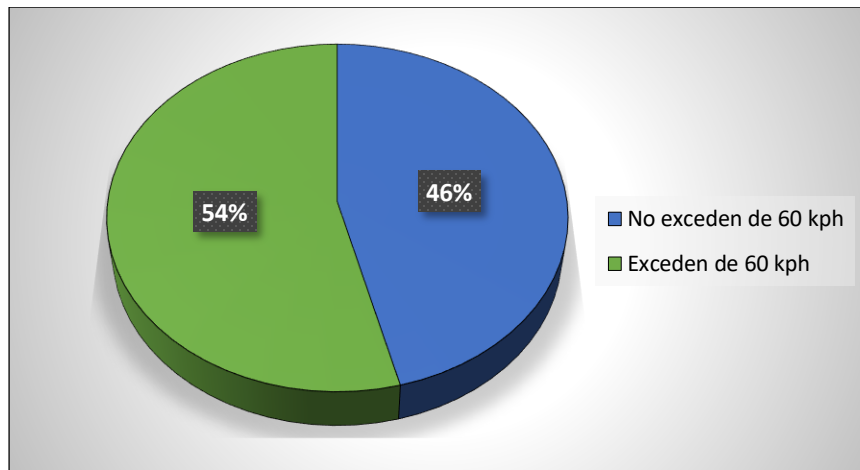


Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

En el gráfico 36 (elaborado con datos de tabla 146, ver anexo LXV), podemos apreciar que la mayoría de los vehículos que exceden el límite de velocidad establecido son los vehículos livianos, esto podría deberse a que ellos desarrollan velocidades mayores en pequeños tramos con mayor facilidad en comparación con los vehículos pesados.

5.3. Conteos de Velocidad Estación N° 2 Km. 14+700

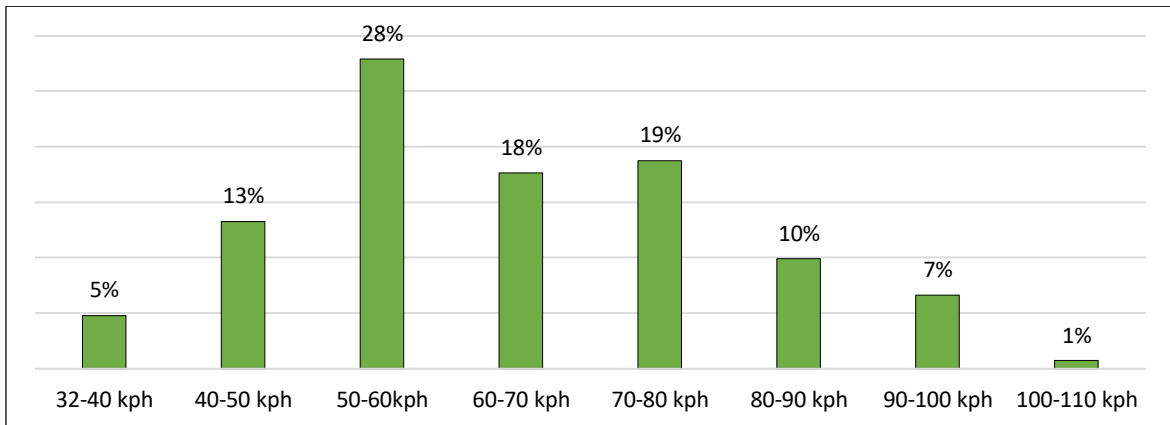
Gráfico 37. Vehículos que exceden y no exceden el límite de velocidad



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 37 (elaborado con datos de tabla 142, ver anexo LXIV), nos muestra que la mayoría de los vehículos que circulan por este punto exceden el límite de velocidad establecida.

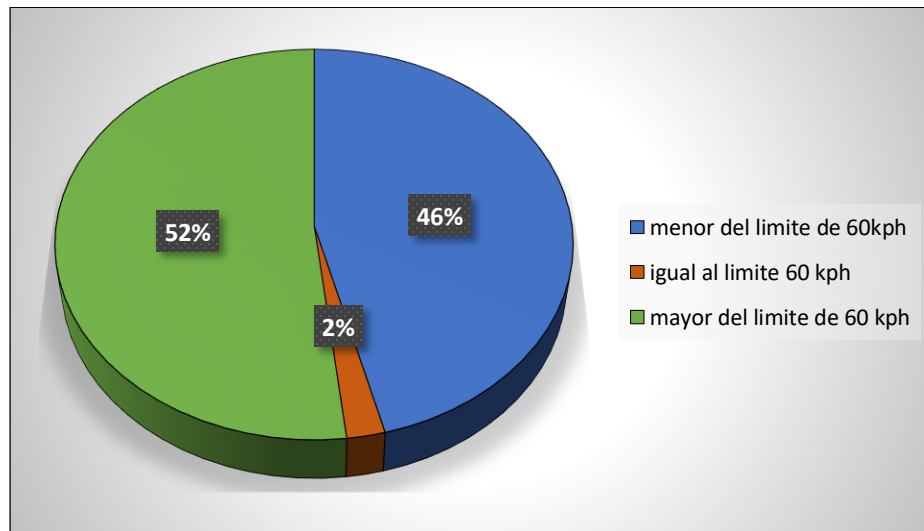
Gráfico 38. Rangos de las velocidades



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico (elaborado con datos de tabla 143, ver anexo LXIV), nos presenta los rangos de las velocidades a la que circulan los vehículos en este punto, los más representativo se encuentran entre 50 - 60 kph, 60 - 70 kph y 70-80 kph.

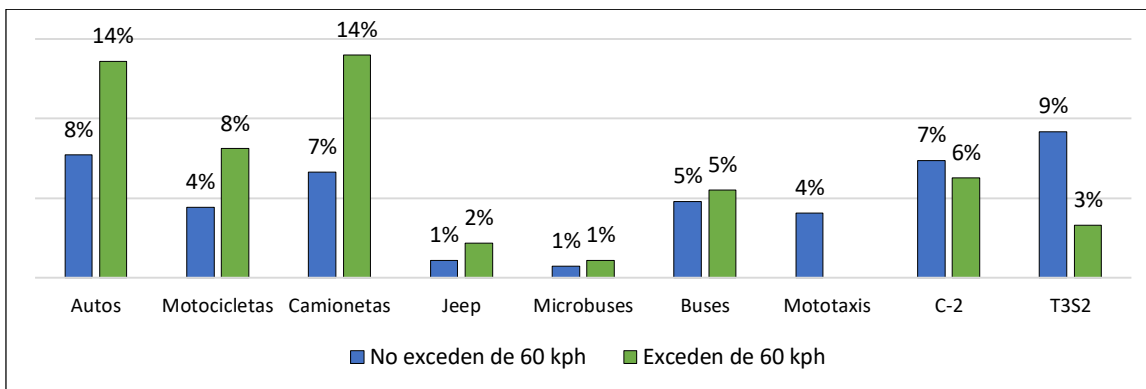
Gráfico 39. Comportamiento de las velocidades



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 39. (elaborado con datos de tabla 144, ver anexo LXIV), nos muestra que solamente el 2% de los vehículos circula dentro del límite establecido, el 46% circula por debajo al límite y el 56% por encima al límite.

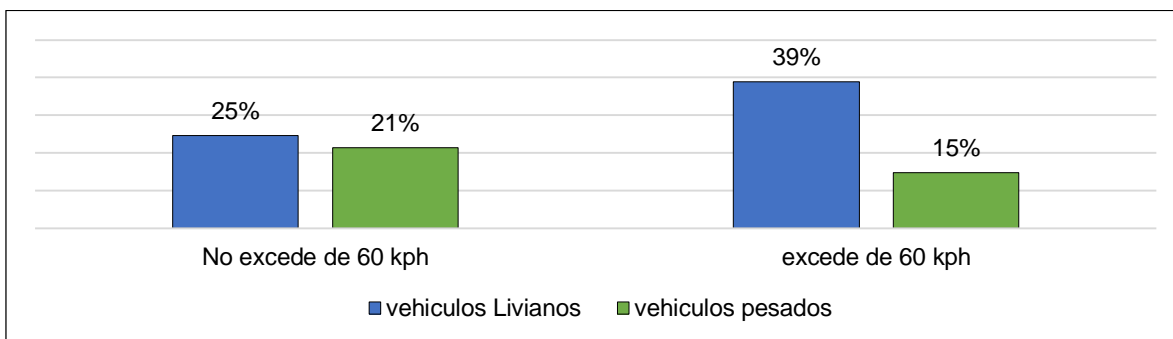
Gráfico 40. Comportamiento por tipo de vehículo



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

En el gráfico 40 (elaborado con datos de tabla 145, ver anexo LXV), podemos observar el comportamiento por tipo de vehículos, en donde se puede apreciar que por parte de los vehículos livianos los automóviles y camionetas son los más frecuentes a exceder el límite de velocidad, mientras que por parte de los vehículos pesados los más representativos son: camiones (C2) y camiones de carga (T3S2).

Gráfico 412. Comportamiento de los Vehículos livianos y pesados

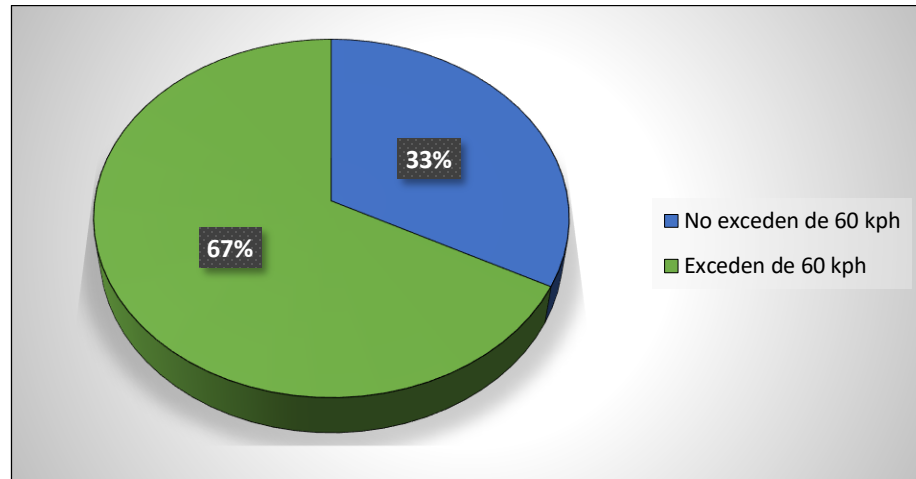


Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 41 (elaborado con datos de tabla 146, ver anexo LXV), podemos apreciar que la mayoría de los vehículos que exceden el límite de velocidad establecido son los vehículos livianos, esto podría deberse a que ellos desarrollan velocidades mayores en pequeños tramos con mayor facilidad en comparación con los vehículos pesados.

5.4. Conteos de Velocidad Estación N° 3 Km. 20+800

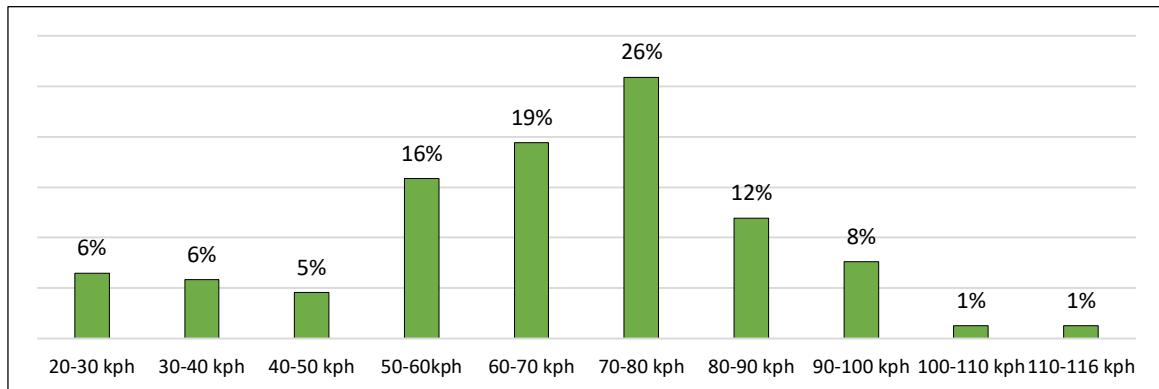
Gráfico 42. Vehículos que exceden y no exceden el límite de velocidad



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 42 (elaborado con datos de tabla 142, ver anexo LXIV), nos muestra el comportamiento de los vehículos que exceden el límite de velocidad establecido con 67% y los que no exceden con 33%.

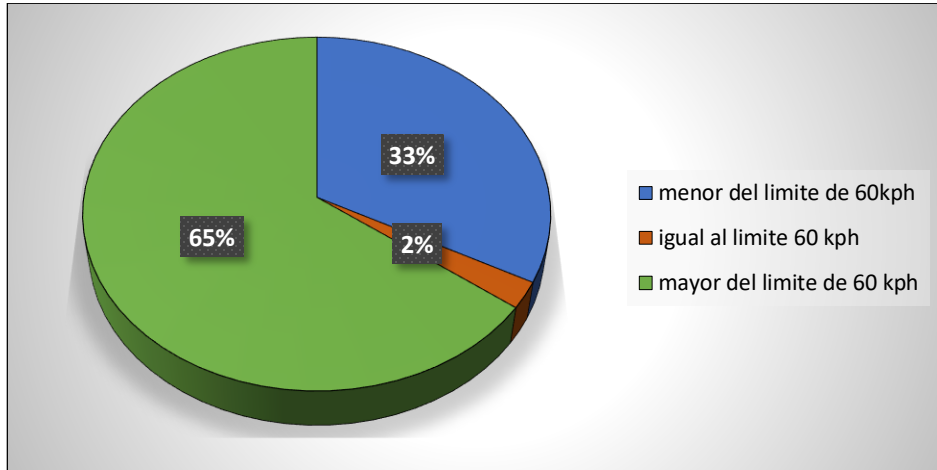
Gráfico 43. Rangos de las velocidades



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 43 (elaborado con datos de tabla 143, ver anexo LXIV), nos muestra los tres rangos de velocidades en que circulan los vehículos en este punto, los más representativos son 50 - 60 kph, 60 - 70 kph y 70 - 80 kph.

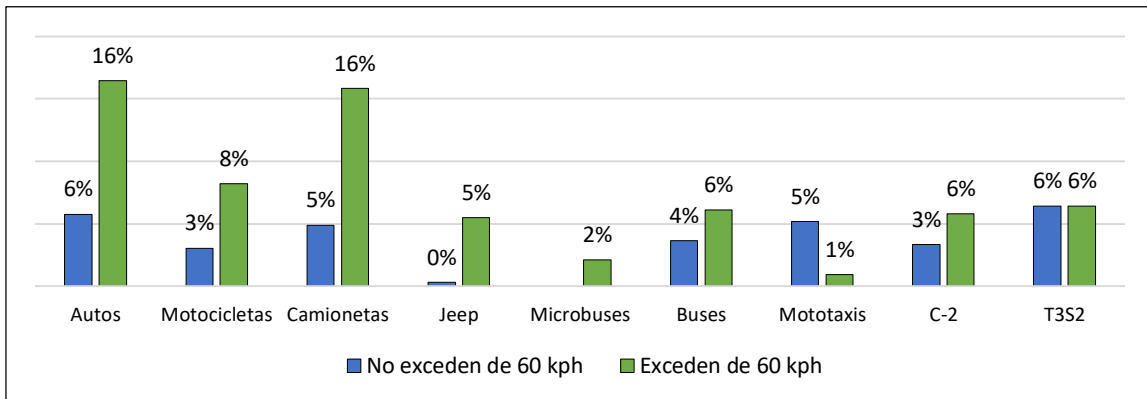
Gráfico 44. Comportamiento de las velocidades



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 44 (elaborado con datos de tabla 144, ver anexo LXIV), nos muestra que solamente el 2% circula en dentro del límite establecido, el 33% por debajo al límite y el 65% circula por encima del límite de velocidad.

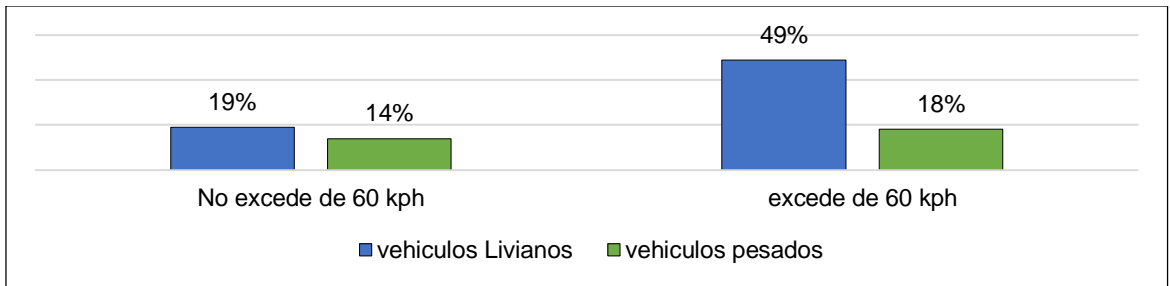
Gráfico 45. Comportamiento por tipo de vehículo



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 45 (elaborado con datos de tabla 145, ver anexo LXV), podemos observar el comportamiento por tipo de vehículos, en donde se puede apreciar que por parte de los vehículos livianos los automóviles y camionetas son los más frecuentes a exceder el límite de velocidad, mientras que por parte de los vehículos pesados los más representativos son: camiones (C2) y camiones carga (T3S2).

Gráfico 46. Comportamiento de los Vehículos livianos y pesados

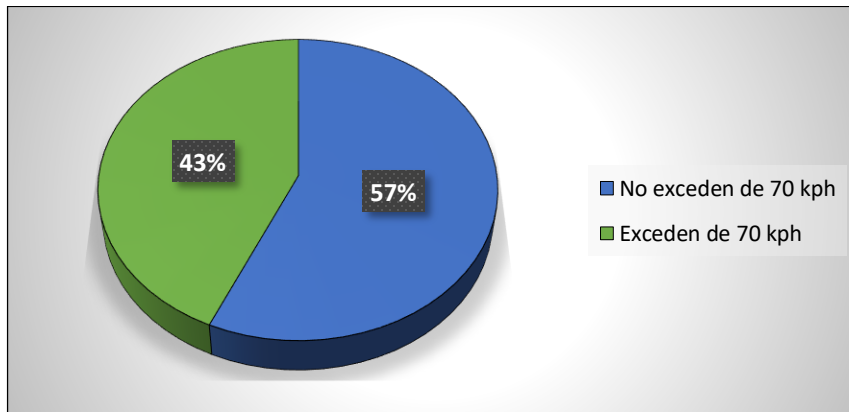


Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 46 (elaborado con datos de tabla 146, ver anexo LXV), podemos apreciar que la mayoría de los vehículos que exceden el límite de velocidad establecido son los vehículos livianos, esto podría deberse a que ellos desarrollan velocidades mayores en pequeños tramos con mayor facilidad en comparación con los vehículos pesados.

5.5. Conteos de Velocidad Estación N° 4 Km. 26+200

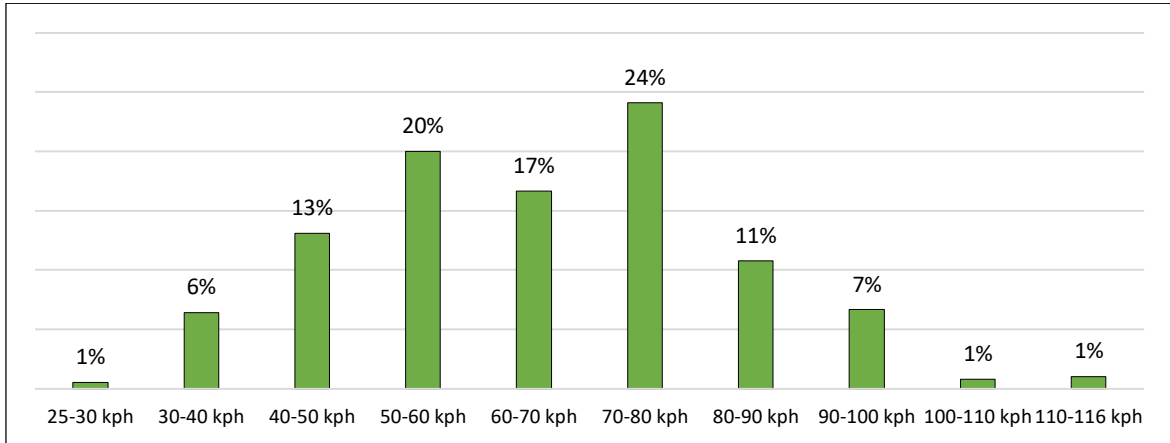
Gráfico 47. Vehículos que exceden y no exceden el límite de velocidad



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 47 (elaborado con datos de tabla 142, ver anexo LXIV), nos muestra el comportamiento de los vehículos que exceden el límite de velocidad establecido con 43% y los que no exceden con 57% lo que muestra en este punto es menos peligroso.

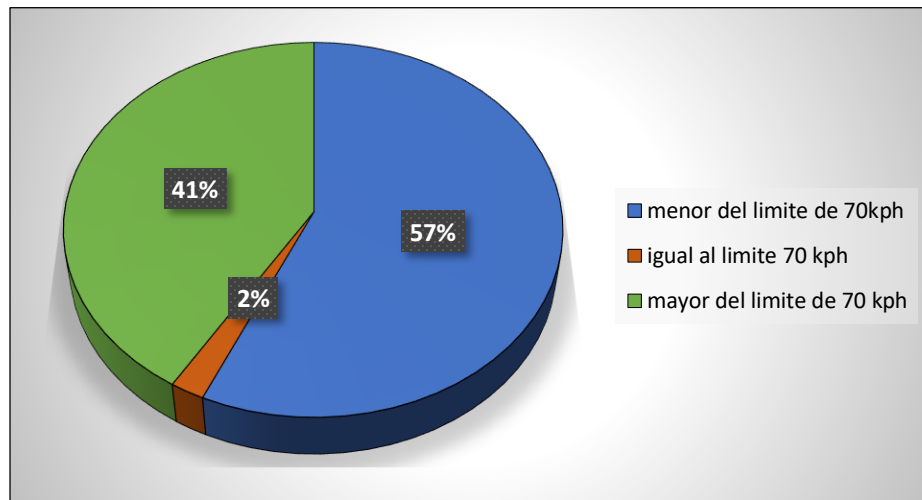
Gráfico 48. Rangos de las velocidades



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 48 (elaborado con datos de tabla 143, ver anexo LXIV), nos muestra los rangos de velocidades en la que circulan los vehículos en este punto, en su mayoría lo hacen en un rango de 70-80 kph.

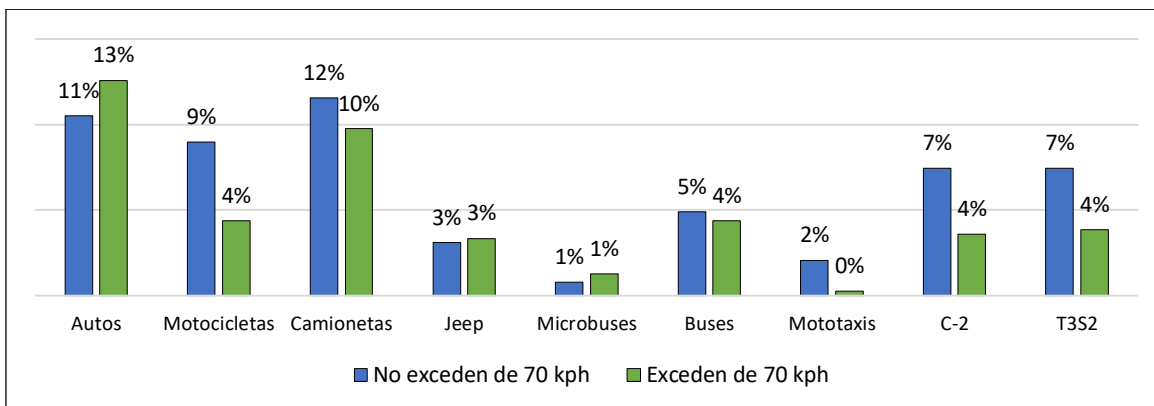
Gráfico 49. Comportamiento de las velocidades



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 49 (elaborado con datos de tabla 144, ver anexo LXIV), nos muestra que solamente el 2% circula dentro del límite establecido, el 57% por debajo al límite de 70 kph y con 41% por encima al límite.

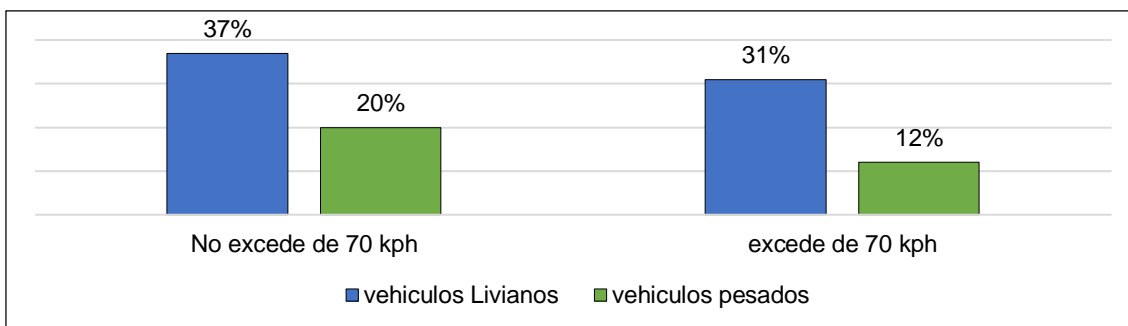
Gráfico 50. Comportamiento por tipo de vehículo



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 50 (elaborado con datos de tabla 145, ver anexo LXV), podemos observar el comportamiento por tipo de vehículos, en donde se puede apreciar que por parte de los vehículos livianos los automóviles y camionetas son los más frecuentes a exceder el límite de velocidad, mientras que por parte de los vehículos pesados los más representativos son los camiones (C2) y camiones carga (T3S2).

Gráfico 51. Comportamiento de los Vehículos livianos y pesados

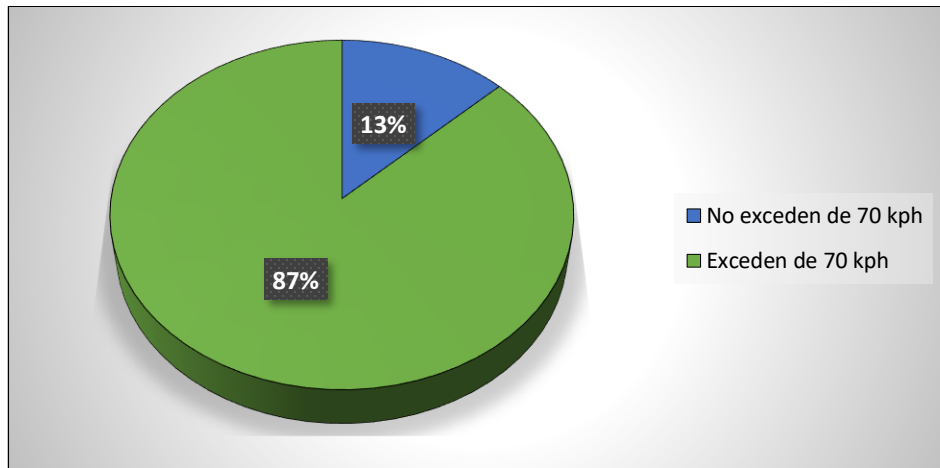


Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 51 (elaborado con datos de tabla 146, ver anexo LXV), podemos apreciar que la mayoría de los vehículos que exceden el límite de velocidad establecido son los vehículos livianos, esto podría deberse a que ellos desarrollan velocidades mayores en pequeños tramos con mayor facilidad en comparación con los vehículos pesados.

5.6 Conteos de Velocidad Estación N° 5 Km. 45+000

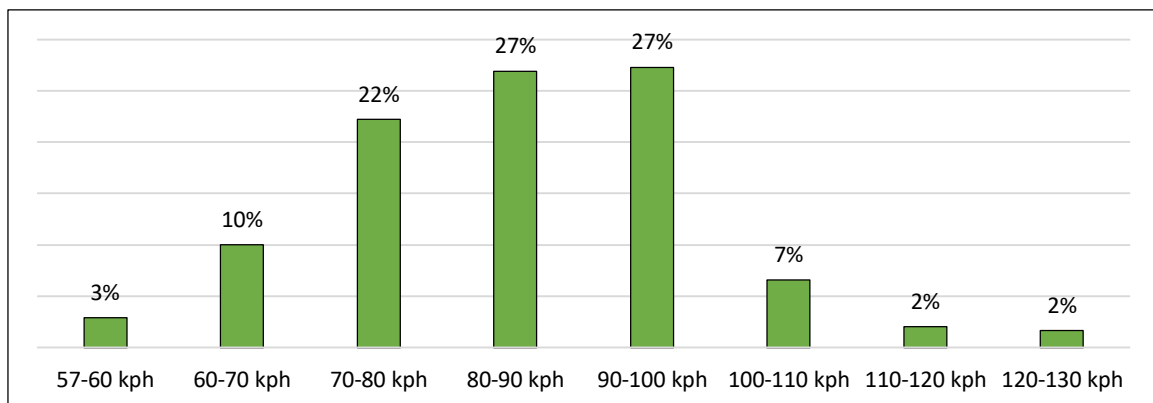
Gráfico 52. Vehículos que exceden y no exceden el límite de velocidad



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 52 (elaborado con datos de tabla 142, ver anexo LXIV), nos muestra el comportamiento de los vehículos, en su mayoría exceden el límite de velocidad establecido, lo que demuestra que la peligrosidad es mayor en este punto.

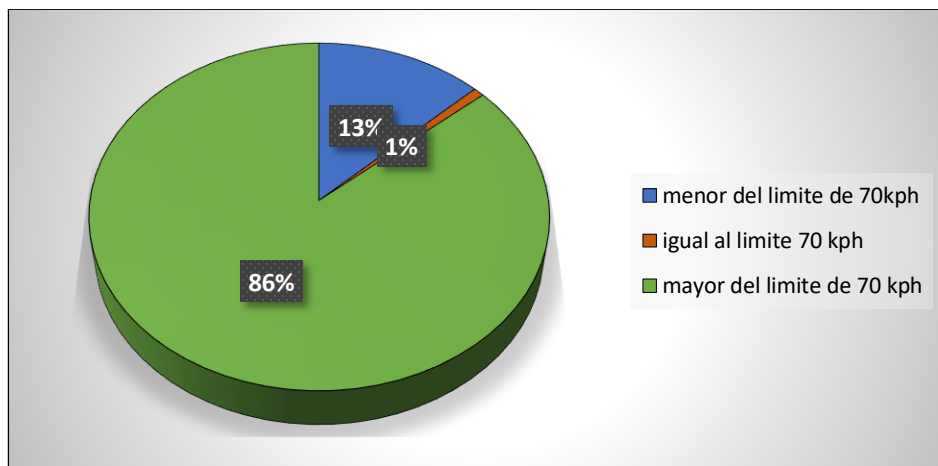
Gráfico 53. Rangos de las velocidades



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 53 (elaborado con datos de tabla 143, ver anexo LXIV), nos muestra los rangos de velocidades en la que circulan los vehículos en este punto, los rangos más representativos son: 80 - 90 kph y 90 - 100 kph.

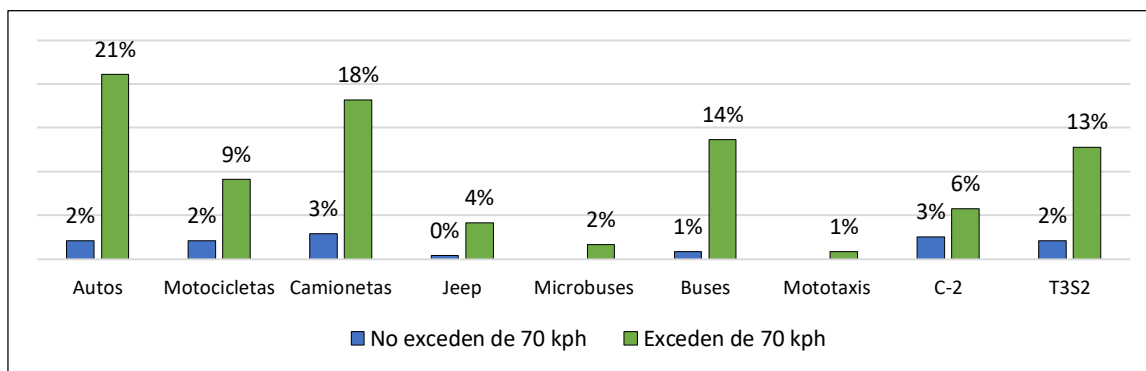
Gráfico 54. Comportamiento de las velocidades



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 54 (elaborado con datos de tabla 144, ver anexo LXIV), nos muestra que solamente el 1% circula dentro del límite establecido, el 13% por debajo al límite y el 86% circula por encima al límite de velocidad.

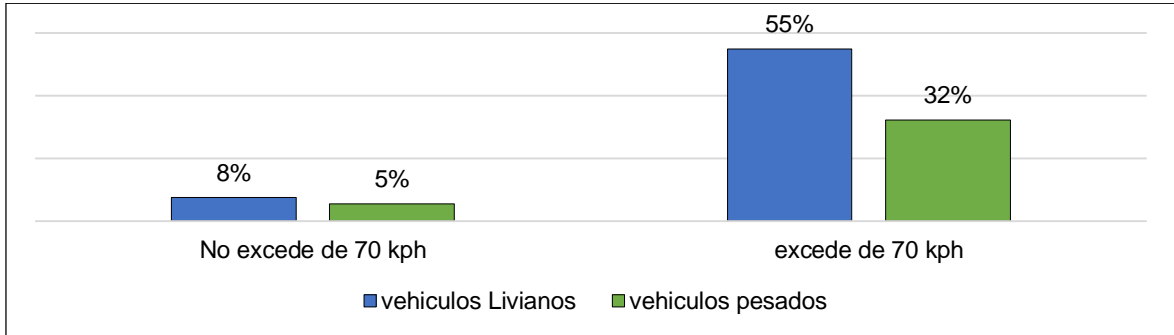
Gráfico 55. Comportamiento por tipo de vehículo



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 55 (elaborado con datos de tabla 145, ver anexo LXV), podemos observar el comportamiento por tipo de vehículos, en donde se puede apreciar que por parte de los vehículos livianos los automóviles y camionetas son los más frecuentes a exceder el límite de velocidad, mientras que por parte de los vehículos pesados los más representativos son los buses y camiones carga (T3S2).

Gráfico 56. Comportamiento de los Vehículos livianos y pesados

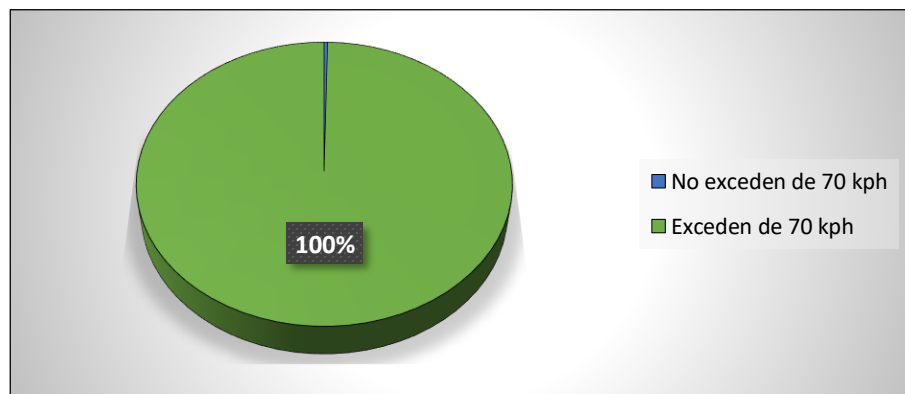


Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 56 (elaborado con datos de tabla 146, ver anexo LXV), podemos apreciar que la mayoría de los vehículos que exceden el límite de velocidad establecido son los vehículos livianos, esto podría deberse a que ellos desarrollan velocidades mayores en pequeños tramos con mayor facilidad en comparación con los vehículos pesados.

5.7 Conteos de Velocidad Estación N° 6 Km. 59+000

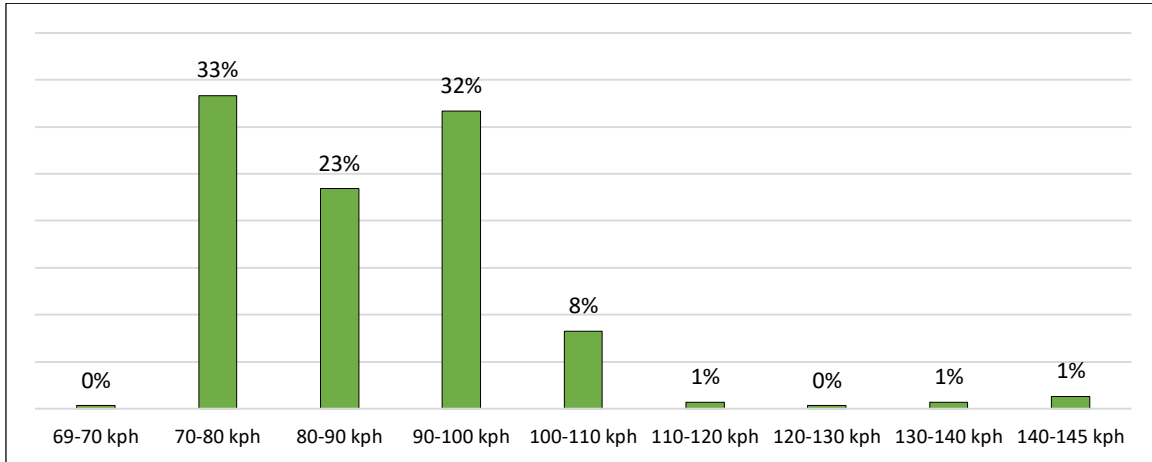
Gráfico 57. Vehículos que exceden y no exceden el límite de velocidad



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 57 (elaborado con datos de tabla 142, ver anexo LXIV), nos muestra como el 100% de los vehículos exceden los límites de velocidad establecido, lo que nos indica que este tramo es uno de los más peligrosos.

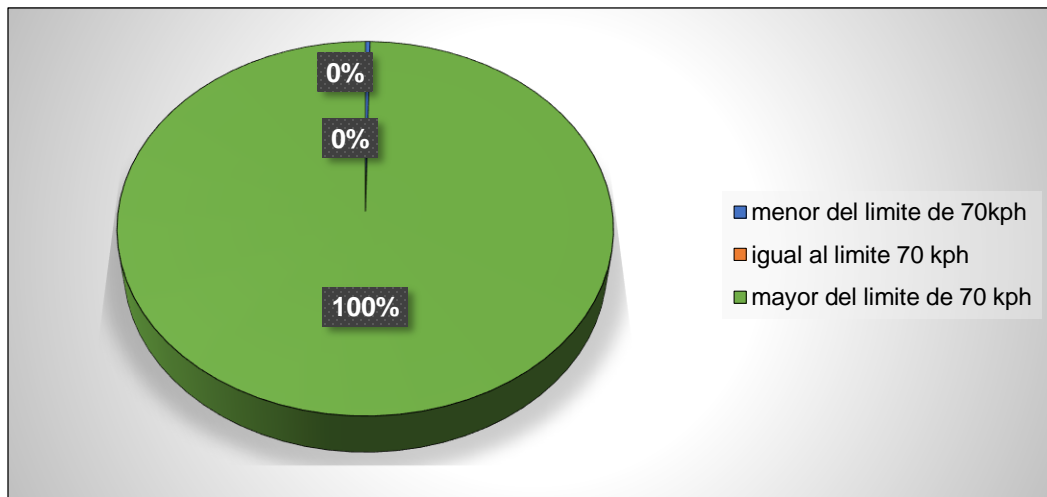
Gráfico 58. Rangos de las velocidades



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 58 (elaborado con datos de tabla 143, ver anexo LXIV), nos muestra los rangos de velocidades en la que circulan los vehículos en este punto, los más representativos son: 70 - 80 kph y 90 - 100 kph.

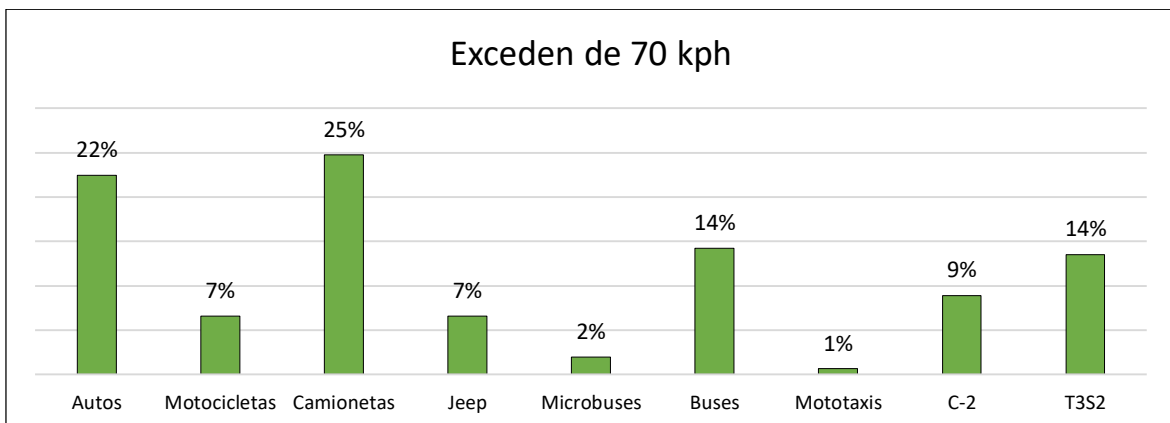
Gráfico 59. Comportamiento de las velocidades



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 59 (elaborado con datos de tabla 144, ver anexo LXIV), nos muestra que el 100% de los vehículos que circulan por este punto exceden el límite de velocidad establecido.

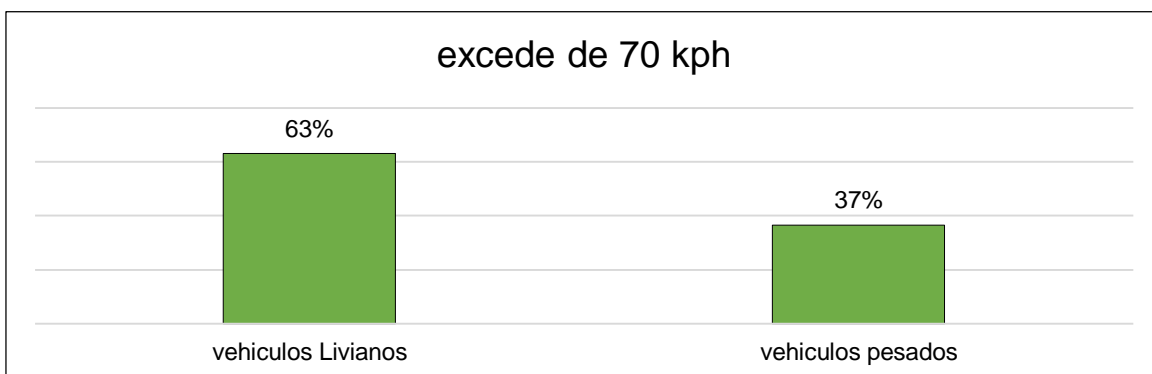
Gráfico 60. Comportamiento por tipo de vehículo



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 60 (elaborado con datos de tabla 145, ver anexo LXV), podemos observar el comportamiento por tipo de vehículos, en donde se puede apreciar que todos los vehículos exceden el límite de velocidad establecido, de los vehículos livianos son los autos y camionetas de los pesados tenemos los buses y camiones de carga (T3S2).

Gráfico 61. Comportamiento de los Vehículos livianos y pesados



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

El gráfico 61 (elaborado con datos de tabla 146, ver anexo LXV), podemos apreciar que los vehículos livianos y pesados exceden el límite de velocidad establecido, esto podría deberse a que esta es una zona rural por lo cual los conductores se sienten en confianza de infringir el límite en la velocidad.

CAPITULO VI: PROPUESTA

6.1 Propuesta de señalización vial para la ampliación del tercer carril

Actualmente las señales verticales se encuentran incompletas y en mal estado por falta de mantenimiento (para ver los datos completos ver anexos IV - XII, tablas 62 - 68). En cuanto al sistema de señalización vial de los 16 sub-tramos a proponer en la ampliación con un tercer carril para mejorar la fluidez del tránsito, estamos presentando la siguiente propuesta utilizando los criterios técnicos del Manual de Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (SIECA).

La ampliación de un tercer carril modifica las señales existentes, principalmente las marcas horizontales para orientar a los conductores, su ubicación y movimientos correctos en la circulación vial. Otras reglamentaciones indicadas por las señales verticales son necesarias para el tránsito de vehículos pesados como el uso de carril derecho e izquierdo, pendientes, curvas y límites de velocidades.

Las ampliaciones tienen características geométricas diferentes en cuanto a longitudes, condiciones geométricas y entorno, lo cual es necesario indicar por medio de la señalización vial, para informar a toda persona que circule por ellos las estrictiones, prevenciones e informaciones para circular correctamente, también se incluye la protección lateral en aquellas zonas donde los vehículos peligran al perder el control.

La señalización vial definida en este proyecto además de la descripción técnica para su justificación está basada en los acuerdos de Circulación y criterios de Señalización vial de la Región Centroamericana, del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

6.1.1 Señalización vertical para la ampliación del tercer carril

Tabla 45. Resumen de propuestas de señalización vertical

Descripción	Código	Dimensión (cm)	Cantidad
Ampliación de carril	P-5-4	76.2x76.2	16
Bajada + Bajar con compresión	P-6-3	76.2x76.2	2
	P-6-4	31.7x76.2	2
Camiones carril derecho	R-7-6 ^a	91.4x61	16
Ceda el paso	R-1-2	75x75x75	16
Cruce de peatones	P-9-4	76.2x76.2	16
Curva a la derecha	P-1-2	76.2x76.2	2
Curva a la izquierda		76.2x76.2	2
Delineador de franjas	P-12-4 ^a	30x90	60
Delineador tipo chevrón	P-1-9	57.1x76.2	252
Doble curva a la derecha	P-1-3	76.2x76.2	2
Doble curva a la izquierda		76.2x76.2	4
Identificación de Ruta	II-1-3 ^a	85x85	5
Informativas de Destino	ID-2-4	270x75	4
Informativas de Destino	ID-2-2	240x75	2
No adelantar	R-13-1	91.4x61	8
Parada de bus	R-10-1	76.2x76.2	4
Reducción de carril	P-5-4	76.2x76.2	16
Subida + Bajar con compresión	P-6-3	76.2x76.2	2
	P-6-5	31.7x76.2	2
Varias curvas a la derecha	P-1-5	76.2x76.2	4
Varias curvas a la izquierda		76.2x76.2	4
Velocidad máxima 60 KPH	R-2-1	137.2x91.4	12
Velocidad máxima 80 KPH		137.2x91.4	10
Zonas de derrumbes	P-7-11	76.2x76.2	1
	P-7-12	31.7x76.2	1
Total			465

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

La tabla 45, muestra el resumen de la señalización vertical (para ver los datos completos ver anexos del LXVI - LXXI, tablas 147 - 149), para la ampliación de un tercer carril se tomó en cuenta: la geometría de cada sub-tramo y su entorno vial, la señalización vial es importante ya que sirve para indicar a los conductores y peatones las restricciones, prevenciones e informaciones para circular correctamente.

6.1.2 Señalización Horizontal en el diseño de ampliación del tercer carril

Líneas centrales: que serán dobles de color amarillo para indicar el doble sentido de la circulación, pintadas longitudinalmente sobre el eje de la carretera a 0.05 m de la junta central, manteniendo una separación central entre ellas de 0.10 m, estas líneas centrales serán de 0.12 m de ancho.

En los tramos donde se ampliará la banda de dos carriles con igual sentido de circulación se mantendrá la línea continua central siempre, no se podrá utilizar el carril contrario para adelantar a ningún vehículo, la banda ampliada cuenta con un carril derecho para el tránsito lento o pesado y un carril izquierdo para el tránsito rápido o liviano.

En la banda no ampliada que utilizarán los vehículos en sentido contrario a los dos carriles de igual sentido de circulación, se pintará línea continua cuando no haya la distancia de visibilidad de acuerdo a la velocidad; cuando haya esa distancia de visibilidad se pintará discontinua para permitir adelantamiento siempre que haya condiciones favorables adelante.

Líneas Divisorias de Carriles: son las líneas longitudinales discontinuas que sirven para separar los carriles de igual sentido de circulación en los tramos ampliados, se pintan 3.50 m separadas por una sección sin pintar de 7.50 m, de color blanco y ancho de 0.12 m. Se pintan desde el inicio de la transición de entrada hasta 30.00 m antes del comienzo de la transición de salida.

Líneas canalizadoras continua: son líneas continuas de color blanco que se pintarán desde 30.00 antes del inicio de la transición de salida, para indicar el fin del tercer carril, definiendo el espacio de espera para incorporarse al carril izquierdo en caso que no lo hiciera antes, estas líneas tendrán 0.20 m de ancho.

Líneas canalizadoras discontinuas 1.00 m x 1.00 m: para indicar la longitud de la transición de salida y definir el ancho del carril único que continuara sobre la carretera, se pintaran secciones de 1.00 m con ancho de 0.12 m., separadas con secciones de 1.00 sin pintar.

Líneas paralelas o de borde: son rayas longitudinales que se pintaran en los extremos de la calzada para indicar el ancho del carril derecho en ambos sentidos de circulación y el ancho del arcén o espacio peatonal, se pintaran de manera continua y solamente en los accesos públicos o servicentros para combustibles se cortara.

Tabla 46. Resumen de la señalización horizontal de ampliación del tercer carril

Descripción	Dimensiones	Unidad	Cantidad	Observaciones
Línea central continua doble de 12 cm		m	12,150	Color amarillo
Línea central continua sencilla de 12 cm		m	3,510	Color amarillo
Línea central discontinua de 12 cm	4.50 x 7.50	m	3,510	Color amarillo
Línea divisoria de carril de 12 cm	3.50 x 7.50	m	13,582	Color blanco
Línea canalizadora continua de 20 cm		m	480	Color blanco
Línea canalizadora discontinua de 12 cm	1.00 @ 1.00	m	1,600	Color blanco
Línea continua paralela o de borde		m	31,320	Color blanco
Simbología		m2	609	Color blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

La Tabla 46, muestra el resumen de la señalización horizontal (para ver los datos completos ver anexos del LXXII - LXXVI, tablas 150 - 151). en las ampliaciones de tercer carril, se tomó en cuenta la longitud de los sub-tramos, esta señalización es necesaria para indicar a los conductores y peatones las restricciones, prevenciones e informaciones para circular correctamente.

6.1.3 Dispositivos Diversos

Tabla 47. Resumen de los Dispositivos Diversos

Descripción	Unidad	Cantidad
Defensa metálica	M	4,500
Postes guías para alcantarillas, cajas puentes y puentes	c/u	108
Ojos de gatos	c/u	6,191

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

La tabla 47 (para ver los datos completos ver anexos del LXXVII - LXXVIII, tablas 152 – 154), nos muestra el resumen de los dispositivos diversos como la protección lateral de defensas metálicas en aquellas zonas donde los vehículos peligran al perder el control.

6.2 Descripción de la señalización vial propuesta para cada sub-tramo

En las siguientes tablas se describe la señalización vertical y horizontal para la ampliación de cada sub-tramo ver planos de señalización 01/16 - 16/16, para ver los datos completos ver anexos del LXVI - LXXI, tablas 147 - 149).

Tabla 48. Propuesta de la señalización vial del sub-tramo N° 1

Señalización vertical				
Leyenda	Código	B/D	B/I	Cantidad
Reducción y ampliación de Carril	P-5-4	2		2
Cruce de peatón	P-9-4	2	2	4
Camiones carril derecho	R-7-6a	1		1
60 KPH Velocidad máxima	R-2-1		1	1
Ceda el paso	R-1-2	1		1
Informativa de destino	ID-2-2	1	1	2
Total:				11
Señalización horizontal				
Descripción	Dimensión	Unidad	Cantidad	Color
Línea central continua doble de 12 cm	@ 700	m	700	Amarillo
Línea divisoria de carril de 12 cm	3.50 x 7.50	m	570	Blanco
Línea canalizadora continua de 20 cm		m	30	Blanco
Línea canalizadora discontinua de 12 cm	1.00 @ 1.00	m	100	Blanco
Línea continua paralela o de borde		m	1,400	Blanco
Simbología		m2	79	Blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 49. Propuesta de señalización vial del sub-tramo N° 2

Señalización vertical				
Leyenda	Código	B/D	B/I	Cantidad
Reducción y ampliación de Carril	P-5-4	2		2
Cruce de peatón	P-9-4	2	2	4
Ceda el Paso	R-1-2	1		1
No Adelantar	R-13-1		1	1
60 KPH Velocidad máxima	R-2-1		1	1
Camiones carril derecho	R-7-6a	1		1
Total:				10
Señalización horizontal				
Descripción	Dimensión	Unidad	Cantidad	Color
Línea central continua doble de 12 cm	@ 500	m	500	Amarillo
Línea divisoria de carril de 12 cm	3.50 x 7.50	m	370	Blanco
Línea canalizadora continua de 20 cm		m	30	Blanco
Línea canalizadora discontinua de 12 cm	1.00 @ 1.00	m	100	Blanco
Línea continua paralela o de borde		m	1,000	Blanco
Simbología		m2	101	Blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 50. Propuesta de señalización vial del sub-tramo N° 3

Señalización vertical				
Leyenda	Código	B/D	B/I	Cantidad
Reducción y ampliación de Carril	P-5-4	2		2
Camiones carril derecho	R-7-6a	1		1
Curva a la izquierda	P-1-2	1		1
Curva a la derecha			1	1
Cruce de peatón	P-9-4	2	2	4
Varias curvas a la derecha	P-1-5	2	1	3
Varias curvas a la izquierda		1	1	2
Parada de bus	R-10-1	1		1
60 KPH Velocidad máxima	R-2-1	1	1	2
Subida a la izquierda + 6.3 %	P-6-3+P-6-5	1		1
Nic-12	Il-1-3a		1	1
No adelantar	R-13-1		3	3
Ceda el paso	R-1-2	1		1
Bajada a la izq. + Bajar en compresión	P-6-3+P-6-4		1	1
Total:				24
Señalización horizontal				
Descripción	Dimensión	Unidad	Cantidad	Color
Línea central continua doble de 12 cm	@ 2,885	m	2,885	Amarillo
Línea divisoria de carril de 12 cm	3.50 x 7.50	m	2,755	Blanco
Línea canalizadora continua de 20 cm		m	30	Blanco
Línea canalizadora discontinua de 12 cm	1.00 @ 1.00	m	100	Blanco
Línea continua paralela o de borde		m	5,770	Blanco
Simbología		m2	81	Blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 51. Propuesta de señalización vial del sub-tramo N° 4

Señalización vertical				
Leyenda	Código	B/D	B/I	Cantidad
No adelantar	R-13-1	1		1
60 KPH Velocidad máxima	R-2-1	1	1	2
Ceda el Paso	R-1-2		1	1
Reducción y ampliación de carril	P-5-4		2	2
Cruce de peatón	P-9-4	1	1	2
Parada de bus	R-10-1	1		1
Varias curvas a la izquierda	P-1-5		1	1
Camiones carril derecho	R-7-6a		1	1
Total:				11
Señalización horizontal				
Descripción	Dimensión	Unidad	Cantidad	Color
Línea central continua doble de 12 cm	@ 1,420	m	1,420	Amarillo
Línea divisoria de carril de 12 cm	3.50 x 7.50	m	1,290	Blanco
Línea canalizadora continua de 20 cm		m	30	Blanco
Línea canalizadora discontinua de 12 cm	1.00 @ 1.00	m	100	Blanco
Línea continua paralela o de borde		m	2,840	Blanco
Simbología		m2	47	Blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

Tabla 52. Propuesta de señalización vial del sub-tramo N° 5

Señalización vertical				
Leyenda	Código	B/D.	B/I	Cantidad
60 KPH Velocidad máxima	R-2-1	1	1	2
Ceda el paso	R-1-2		1	1
Doble curva a la derecha	P-1-3	2	1	3
Doble curva a la izquierda		1	2	3
Reducción y ampliación de carril	P-5-4		2	2
No adelantar	R-13-1	2		2
Camiones carril derecho	R-7-6a		1	1
Bajada a la izq.+Bajar en compresión	P-6-3+P-6-4	1		1
Nic-12	Il-1-3a	1		1
Total:				16
Señalización horizontal				
Descripción	Dimensión	Unidad	Cantidad	Color
Línea central continua doble de 12 cm	@ 2,515	m	2,515	Amarillo
Línea divisoria de carril de 12 cm	3.50 x 7.50	m	2,385	Blanco
Línea canalizadora continua de 20 cm		m	30	Blanco
Línea canalizadora discontinua de 12 cm	1.00 @ 1.00	m	100	Blanco
Línea continua paralela o de borde		m	5,030	Blanco
Simbología		m2	23	Blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 53. Propuesta de señalización vial del sub-tramo N° 6 y N° 7

Señalización vertical				
Leyenda	Código	B/D	B/I	Cantidad
Ceda el paso	R-1-2	1	1	2
Reducción y ampliación de carriles	P-5-4	2	2	4
60 KPH Velocidad máxima	R-2-1	1	1	2
Varias curvas a la derecha	P-1-5	1		1
Varias curvas a la izquierda			1	1
Camiones carril derecho	R-7-6 ^a	1	1	2
Subida a la izquierda + 6.5 %	P-6-3+P-6-5		1	1
Nic-12	II-1-3 ^a		1	1
Total:				14
Señalización horizontal				
Descripción	Dimensión	Unidad	Cantidad	Color
Línea central continua doble de 12 cm	@ 1,780	M	1,780	Amarillo
Línea divisoria de carril de 12 cm	3.50 x 7.50	M	1,520	Blanco
Línea canalizadora continua de 20 cm		M	60	Blanco
Línea canalizadora discontinua de 12 cm	1.00 @ 1.00	m	200	Blanco
Línea continua paralela o de borde		m	3,560	Blanco
Simbología		m2	45	Blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 124. Propuesta de señalización vial del sub-tramo N° 8

Señalización vertical				
Leyenda	Código	B/D	B/I	Cantidad
80 KPH Velocidad máxima	R-2-1	1	1	2
Curva a la derecha	P-1-2	1		1
Curva a la izquierda			1	1
Ceda el paso	R-1-2		1	1
Reducción y ampliación de carril	P-5-4		2	2
Camiones carril derecho	R-7-6a		1	1
Total:				8
Señalización horizontal				
Descripción	Dimensión	Unidad	Cantidad	Color
Línea central continua doble de 12 cm	@ 700	m	700	Amarillo
Línea central continua sencilla de 12 cm		m	300	Amarillo
Línea central discontinua de 12 cm	4.50 x 7.50	m	300	Amarillo
Línea divisoria de carril de 12 cm	3.50 x 7.50	m	870	Blanco
Línea canalizadora continua de 20 cm		m	30	Blanco
Línea canalizadora discontinua de 12 cm	1.00 @ 1.00	m	100	Blanco
Línea continua paralela o de borde		m	2,000	Blanco
Simbología		m2	23	Blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 55. Propuesta de señalización vial del sub-tramo N° 9 y N° 10

Señalización vertical				
Leyenda	Código	B/D	B/I	Cantidad
60 KPH Velocidad máxima	R-2-1	1	1	2
Reducción y ampliación de Carril	P-5-4	2	2	4
Informativa de destino	ID-2-4	2	2	4
Cruce de peatón	P-9-4	1	1	2
Parada de bus	R-10-1	1	1	2
Camiones carril derecho	R-7-6a	1	1	2
Ceda el paso	R-1-2	1	1	2
Nic-12	II-1-3a	1		1
Total:				19
Señalización horizontal				
Descripción	Dimensión	Unidad	Cantidad	Color
Línea central continua doble de 12 cm	@ 1,000	m	1,000	Amarillo
Línea divisoria de carril de 12 cm	3.50 x 7.50	m	740	Blanco
Línea canalizadora continua de 20 cm		m	60	Blanco
Línea canalizadora discontinua de 12 cm	1.00 @ 1.00	m	200	Blanco
Línea continua paralela o de borde		m	2,000	Blanco
Simbología		m2	77	Blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 56. Propuesta de señalización vial del sub-tramo N° 11

Señalización vertical				
Leyenda	Código	B/D	B/I	Cantidad
80 KPH Velocidad máxima	R-2-1	1		1
Reducción y ampliación de Carril	P-5-4	2		2
Subida a la derecha + 6.5 %	P-6-3+P-6-5	1		1
Camiones carril derecho	R-7-6a	1		1
Ceda el paso	R-1-2	1		1
Bajada a la der+Bajar en compresión	P-6-3+P-6-4		1	1
Nic-12	II-1-3a		1	1
Total:				8
Señalización horizontal				
Descripción	Dimensión	Unidad	Cantidad	Color
Línea central continua doble de 12 cm	@ 100	m	100	Amarillo
Línea central continua sencilla de 12 cm		m	760	Amarillo
Línea central discontinua de 12 cm	4.50 x 7.50	m	760	Amarillo
Línea divisoria de carril de 12 cm	3.50 x 7.50	m	730	Blanco
Línea canalizadora continua de 20 cm		m	30	Blanco
Línea canalizadora discontinua de 12 cm	1.00 @ 1.00	m	100	Blanco
Línea continua paralela o de borde		m	1,720	Blanco
Simbología		m2	23	Blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 57. Propuesta de señalización vial del sub-tramo N° 12

Señalización vertical				
Leyenda	Código	B/D	B/I	Cantidad
Ceda el paso	R-1-2		1	1
Reducción y ampliación de carril	P-5-4		2	2
Camiones carril derecho	R-7-6a		1	1
80 KPH Velocidad máxima	R-2-1		1	1
Total:				5
Señalización horizontal				
Descripción	Dimensión	Unidad	Cantidad	Color
Línea central continua sencilla de 12 cm		m	600	Amarillo
Línea central discontinua de 12 cm	4.50 x 7.50	m	600	Amarillo
Línea divisoria de carril de 12 cm	3.50 x 7.50	m	470	Blanco
Línea canalizadora continua de 20 cm		m	30	Blanco
Línea canalizadora discontinua de 12 cm	1.00 @ 1.00	m	100	Blanco
Línea continua paralela o de borde		m	1,200	Blanco
Simbología		m ²	23	Blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 58. Propuesta de señalización vial del sub-tramo N° 13

Señalización vertical				
Leyenda	Código	B/D	B/I	Cantidad
Ceda el paso	R-1-2	1		1
Reducción y ampliación de carril	P-5-4	2		2
Camiones carril derecho	R-7-6a	1		1
80 KPH Velocidad máxima	R-2-1	1	1	2
Total:				6
Señalización horizontal				
Descripción	Dimensión	Unidad	Cantidad	Color
Línea central continua doble de 12 cm	@ 100	m	100	Amarillo
Línea central continua sencilla de 12 cm		m	400	Amarillo
Línea central discontinua de 12 cm	4.50 x 7.50	m	400	Amarillo
Línea divisoria de carril de 12 cm	3.50 x 7.50	m	370	Blanco
Línea canalizadora continua de 20 cm		m	30	Blanco
Línea canalizadora discontinua de 12 cm	1.00 @ 1.00	m	100	Blanco
Línea continua paralela o de borde		m	1,000	Blanco
Simbología		m ²	23	Blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 59. Propuesta de señalización vial del sub-tramo N° 14

Señalización vertical				
Leyenda	Código	B/D	B/I	Cantidad
80 KPH Velocidad máxima	R-2-1	1	1	2
Reducción y ampliación de carril	P-5-4	2		2
Subida a la derecha + 6.5 %	P-6-3+P-6-5	1		1
Camiones carril derecho	R-7-6a	1		1
Bajada a la der+Bajar en compresión	P-6-3+P-6-4		1	1
Ceda el paso	R-1-2	1		1
Total:				8
Señalización horizontal				
Descripción	Dimensión	Unidad	Cantidad	Color
Línea central continua doble de 12 cm	@ 150	m	150	Amarillo
Línea central continua sencilla de 12 cm		m	800	Amarillo
Línea central discontinua de 12 cm	4.50 x 7.50	m	800	Amarillo
Línea divisoria de carril de 12 cm	3.50 x 7.50	m	820	Blanco
Línea canalizadora continua de 20 cm		m	30	Blanco
Línea canalizadora discontinua de 12 cm	1.00 @ 1.00	m	100	Blanco
Línea continua paralela o de borde		m	1,900	Blanco
Simbología		m2	23	Blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 60. Propuesta de señalización vial del sub-tramo N° 15

Señalización vertical				
Leyenda	Leyenda	B/D	B/I	Cantidad
80 KPH Velocidad máxima	R-2-1	1		1
Reducción y ampliación de carriles	P-5-4	2		2
Camiones carril derecho	R-7-6a	1		1
Ceda el paso	R-1-2	1		1
Total:				5
Señalización horizontal				
Descripción	Dimensión	Unidad	Cantidad	Color
Línea central continua doble de 12 cm	@ 150	m	150	Amarillo
Línea central continua sencilla de 12 cm		m	350	Amarillo
Línea central discontinua de 12 cm	4.50 x 7.50	m	350	Amarillo
Línea divisoria de carril de 12 cm	3.50 x 7.50	m	370	Blanco
Línea canalizadora continua de 20 cm		m	30	Blanco
Línea canalizadora discontinua de 12 cm	1.00 @ 1.00	m	100	Blanco
Línea continua paralela o de borde		m	1,000	Blanco
Simbología		m2	23	Blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

Tabla 61. Propuesta de señalización vial del sub-tramo N° 16

Señalización vertical				
Leyenda	Código	B/D	B/I	Cantidad
80 KPH Velocidad máxima	R-2-1	1		1
No adelantar	R-13-1	1		1
Reducción y ampliación de carriles	P-5-4		2	2
Ceda el paso	R-1-2		1	1
Camiones carril derecho	R-7-6a		1	1
Total:				6
Señalización horizontal				
Descripción	Dimensión	Unidad	Cantidad	Color
Línea central continua doble de 12 cm	@ 150	m	150	Amarillo
Línea central continua sencilla de 12 cm		m	300	Amarillo
Línea central discontinua de 12 cm	4.50 x 7.50	m	300	Amarillo
Línea divisoria de carril de 12 cm	3.50 x 7.50	m	320	Blanco
Línea canalizadora continua de 20 cm		m	30	Blanco
Línea canalizadora discontinua de 12 cm	1.00 @ 1.00	m	100	Blanco
Línea continua paralela o de borde		m	900	Blanco
Simbología		m2	23	Blanco

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Actualmente la carpeta de rodamiento de la carretera se encuentra en buen estado, se encontraron 16 sub-tramos, los cuales fueron objeto de estudio, sus condiciones físicas y geométricas permitirían una ampliación de un tercer carril, la pendiente de estos sub-tramos oscila entre 2.26% - 8.80%, al tener estos alineamientos verticales altos es evidente que se incrementa el consumo de combustible en los vehículos, el tiempo de viaje y se reduce la velocidad de operación de la carretera.
- En los sub-tramos de estudio las señales verticales se encuentran el 44% en buen estado, el 37% en un estado regular, el 9% en mal estado y un 10% faltante, cabe mencionar que en ninguno de los sub-tramos se encontró la señal preventiva delineador a doble cara (P-1-9), los cuales se ubican en el inicio, desarrollo y finalización de las curvas. La señalización horizontal se encuentra en buen estado, esto podría deberse a que es pintura termoplástica la cual tiene mayor resistencia al flujo vehicular y un tiempo de vida útil mayor en comparación a la pintura de tráfico en frío. Los dispositivos diversos se encuentran en su totalidad y en un buen estado a excepción de las vialetas las cuales no se encontró en ninguno de los sub-tramos.
- En los primeros 3 sub-tramos de estudio la zona urbana y comercial es mayor en comparación con el resto de los sub-tramos lo cual es un factor para un mayor volumen vehicular y peatonal circular por es un riesgo inherente en la ocurrencia de accidentes.
- Al analizar el aforo vehicular se concluyó, que el tipo de transporte de mayor presencia son los de transporte liviano encabezado por: automóviles y camionetas. Y en un segundo plano los vehículos de pesados, los más representativos los camiones livianos y los camiones de carga, siendo así una vía muy importante para la economía del país.

- Con el aforo vehicular se obtuvo el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), el cual nos muestra la circulación vehicular de cada estación, en la estación 12+500 es de 10,764 vehículos, para la estación 18+500 es de 5,358 vehículos, para la estación 30+500 es de 4,053 vehículos, para la estación 45+500 es de 2,894 vehículos y para la estación 59+040 es de 2,646 vehículos, podemos observar que a medida que nos alejamos de la zona urbana y comercial el volumen de tráfico vehicular disminuye considerablemente. Así mismo las horas de máxima demanda (HMD) por la mañana están comprendida de 6:00 - 7:00, por la tarde están comprendida de 16:00 – 17:00, los días más representativos son los lunes, viernes y sábado posiblemente esto se deba por las personas que trabajan en Managua y regresan a sus lugares de origen los fines de semana y retornen a sus labores el día lunes.
- El Nivel de servicio se calculó para cinco puntos del tramo en estudio: en el km 12+500 presenta nivel de servicio “E”, es un flujo vehicular acercándose a forzado se pueden encontrar embotellamientos, el km 18+500 y km 30+500 presentan un nivel de servicio “D” un flujo vehicular acercándose a estable, en el km 45+500 y el km 59+040 presenta un nivel de servicio “C” flujo vehicular estable, podemos observar que el nivel de servicio mejora conforme uno se aleja de la zona urbana.
- Al analizar cinco años de estadísticas de accidentes vemos que estos han tenido un aumento gradual, entre los años 2014 y 2018 los accidentes han aumentado un 91% lo que indica un claro problema de accidentabilidad.
- Se determinaron tres sub-tramos críticos los cuales los cuales representan el 63% de accidentes ocurridos en los 16 sub-tramos de estudio, estos se ubican en las siguientes estaciones: km 12+100 - km 12+800, km 13+120 -

km 13+620, km 14+040 - 16+925, esto podría ser a consecuencia de la alta zona urbana y comercia que existe en estos sub-tramos.

- En los sub-tramos críticos el principal tipo de accidente es la colisión entre vehículos con un 88%, las principales causas de accidentes son: el no guardar distancia, invasión de carril, giro indebido e interceptar el paso. Estas cuatro causas representan el 73% de los accidentes. Al observar el tipo de causas de accidentes, podemos decir que estas son debido a la falta de educación vial y falta de cortesía que poseen los conductores.
- Al clasificar los accidentes por su cronología, podemos determinar que la mayoría de estos ocurren entre los meses de noviembre, marzo y abril, en dichos meses representan el 34% de los accidentes. Los días de mayor ocurrencia de accidentes son el lunes y sábado con 17%, se determinó que las horas de mayor ocurrencia se encuentra de 6:00 am a 9:00 am con 24% seguido de 04:00 pm a 07:00 pm con 20%, se observa que la hora pico coincide con la hora en la que ocurren más accidentes.
- Según el estudio de velocidad de los 1,794 vehículos analizados, el 55.8% no respeta el límite de velocidad establecido y el 44.2% lo respeta, siendo los mayores reincidentes los vehículos livianos como los automóviles, y camionetas. Esto coincide con el aforo vehicular el cual nos indica que estos son los tipos de vehículos que circulan con mayor frecuencia en el tramo.
- Con los resultados obtenidos en los diferentes estudios realizados, podemos observar que es de suma importancia realizar planes para minimizar el número de accidentes en los sub-tramos de estudio, uno de ellos es la ampliación de un tercer carril, para los cuales se elaboró una propuesta de señalización vial, utilizando los criterios técnicos del Manual Centroamericano De Dispositivos Uniformes para el Control del Tráfico (SIECA).

Recomendaciones

- En resumen, una vez realizado el análisis del estudio de seguridad vial para el diseño de la ampliación para el carril de ascenso, se han obtenido los cálculos necesarios para justificar el diseño y construcción del tercer carril. con esta información se recomienda realizar la formulación de un proyecto con todos los requerimientos y especificaciones con mayor especialización, para la ejecución de la ampliación del tercer carril en tramo Nejapa - Izapa en los 16 sub-tramos para incrementar los márgenes de la seguridad vial y disminuir los accidentes de tránsito.
- La Policía Nacional en sus planes operativos tendrá que tomar en consideración los resultados obtenidos de los estudios de accidentalidad y la velocidad para reducir las pérdidas humanas y materiales.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- División general de planificación, (2016). Puentes en la red vial nacional año 2015. Nicaragua: MTI.
- División general de planificación, (2016) Anuario de aforos de transito año 2015. Nicaragua: MTI.
- División general de planificación, (2017) Anuario de aforos de transito año 2016. Nicaragua: MTI.
- División general de planificación, (2018) Anuario de aforos de transito año 2017. Nicaragua: MTI.
- Dirección general de servicios técnicos (1986). Manual de dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras, (5ma. Ed.). México.
- Ley N° 431 (ley para el régimen de circulación vehicular e infracciones de tránsito). (2014, 27 mayo). Nicaragua: SENICSA.
- Manuel Romana, Juan Martínez, Rafael De Arizaleta, (2010). The highway capacity manual. Estados Unidos: National Academy of Sciences
- Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito, (2000). Guatemala: SIECA
- Paul, C. y Joseph, C., Oppenlander, Ph. D., (1985). Manual de estudios de Ingeniería de tránsito, (4ma. Ed.). México: Alfaomega.
- Rafael, C. y Mayor, R., James, C. G., (1994). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones, (7a. Ed.). México: Alfaomega.
- Rafael, C. y Mayor, R., James, C. G., (2007). Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones, (8a. Ed.). México: Alfaomega.
- Raúl, L., (2004). Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales, (2da. ed.). Guatemala: SIECA