UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL EN LA CARRETERA JUIGALPA – LA LIBERTAD, CHONTALES DEL KM 139 AL KM 169 CARRETERA NIC-23B, NICARAGUA

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Wascar Rafael Urbina

Br. Michael de la Cruz Sequeira Olivar

Tutor

Ing. Beatriz de los Ángeles Tórrez Rodríguez.

Juigalpa, diciembre 2019

DEDICATORIA

A Dios le agradezco por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad, por darme una vida llena de aprendizajes, experiencias y el haberme brindado una hermosa familia.

A mis padres, Tania María Urbina Flores y Daniel Eugenio Sirias Quiroz (Q.E.P.D) que me han apoyado en todo momento, y Mi abuela María de Jesús Flores Pérez, por brindarme el amor y valores que han hecho que haya llegado a lo que hoy seré en adelante, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mi hija Frania Valentina Urbina Urbina, parte importante de mi vida por ser mi motor de vida, así como mi abuela, mi madre y mis hermanos en seguir adelante, luchando por todo lo que quiero ser, y al ing. Bernardo Calvo Rojas, un ejemplo de desarrollo profesional a seguir, por llenarnos de conocimientos y consejos cuando lo necesitamos. Que a lo largo de mi camino me han apoyo enormemente.

A mi tutora Ing. Beatriz Tórrez por su amistad, apoyo y motivación para la culminación profesional, de no ser por su apoyo esto no hubiese culminado, que nos permitió aprender mucho más que lo estudiado en el proyecto.

Br. Wascar Rafael Urbina

AGRADECIMIENTO

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso y en todo momento, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer hoy y siempre a mi familia por el esfuerzo realizado. El apoyo en mis estudios, de ser así no hubiese sido posible. A mi familia ya que me brindan el apoyo, la alegría y me dan la fuerza necesaria para seguir adelante y lograr el futuro que deseo.

Un agradecimiento especial a la Profesora Beatriz Tórrez, por la colaboración, paciencia, apoyo y sobre todo el tiempo que me brindó.

Br. Wascar Rafael Urbina

DEDICATORIA

A Dios nuestro creador el cual brindo todas las oportunidades, para lograr culminar esta importante etapa de mi vida.

A mis padres Margarito Sequeira Núñez y Jacinta Olivar Duartes (Q.E.P.D) a mis hijos Macferson Sequeira y Gerwuin Sequeira los cuales son las bases fundamentales de mi vida.

De igual manera con mucho cariño especial a la Ingeniera Beatriz Tórrez que en todo momento me brindó el tiempo para asistirme en mi proyecto.

Br. Michael Sequeira Olivar

AGRADECIMIENTO

Primero doy gracias a Dios, por estar presente en cada paso de mi vida, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer hoy y siempre a mi familia por todo el apoyo brindado en mis estudios.

Un agradecimiento especial a la Ingeniera Beatriz Tórrez, por la colaboración, paciencia y apoyo durante la elaboración de este documento.

Br. Michael Sequeira Olivar

RESUMEN

El Estudio de Seguridad Vial del tramo de carretera Juigalpa – La Libertad, del departamento de Chontales, km 139 al 169.650 km, es una investigación detallada de un tramo rural, que está siendo afectado por los accidentes, se desarrollaron todos los análisis correspondientes que tienen relación directa con esta temática, tales como accidentes ocurridos, inventario vial, niveles de servicio, capacidad, etc., para encontrar los factores que están afectando la seguridad de este tramo.

El presente documento está estructurado de la siguiente manera:

CAPITULO I: GENERALIDADES

Este capítulo aborda la importancia del tema monográfico, sus antecedentes, justificación y los objetivos que se alcanzaron con dicho trabajo.

CAPITULO II: ANÁLISIS DE LA ACCIDENTALIDAD

Se considera de vital importancia este capítulo, en él se efectuó un análisis detallado de las estadísticas de accidentes, suministrados por el departamento de Ingeniería de Tránsito de la Policía Nacional, mediante los cuales se identificaron las causas, frecuencia (años, días y horas), los índices con respecto a la población y los puntos críticos, donde se generan el mayor número de accidentes.

CAPITULO III: INVENTARIO VIAL

Este capítulo muestra las condiciones físicas, geométricas y operativas actuales del tramo; tal es el caso de las condiciones del pavimento, uso del suelo, iluminación, dispositivos de control del tránsito tanto horizontal como vertical, flujo vehicular, composición y distribución vehicular, todo se realizó con el objetivo de evaluar si esta vía presta las condiciones óptimas, para la circulación vehicular.

CAPITULO IV: ESTUDIO DE TRÁFICO

En este capítulo se determina la hora de máxima demanda, el estudio de velocidad y el nivel se servicio que se está operando en la vía con el fin de clasificar el nivel de servicio que presenta la vía y la velocidad en que circulan los vehículos.

CAPITULO V: PROPUESTAS TECNICAS

Este capítulo muestra las propuestas de soluciones viales a la problemática que existe en el tramo Juigalpa - La Libertad, de la Estación: 139+000 al 169+650 del estudio de Seguridad Vial.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es importante, ya que se plasman los resultados obtenidos de cada uno de los estudios ejecutados en la carretera Juigalpa – La Libertad, Chontales, que permitieron diagnosticar la accidentalidad en el tramo y así mismo se hacen las recomendaciones correspondientes para disminuir o eliminar la problemática existente.

Contenido

CAPITULO I: GENERALIDADES 1

1.1. Introducción 1

1.2. Generalidades del tramo en estudio 2

1.3. Antecedentes 4

1.4. Justificación 5

1.5. Objetivos 6

Objetivo general: 6

Objetivos específicos: 6

1.6. Marco teórico 7

Seguridad vial 7

Problemas sociales y económicos 9

Definición de la línea 9

Accidentalidad 10

Inventario vial 15

1.7. Diseño metodológico 26

Tipo de investigación 26

Métodos empíricos 26

Métodos especializados 27

Descripción de la fuente de datos 27

Procedimiento 28

CAPITULO II: ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD 29

2.1. Introducción 29

2.2. Accidentabilidad 29

Estudio de accidentalidad 30

Magnitud del problema 33

Índice de accidentalidad respecto a la población 34

Índices de morbilidad respecto a la población 34

Índice de mortalidad respecto a la población 35

Índice de accidentalidad respecto al parque vehicular 36

Índice de morbilidad respecto al parque vehicular 36

Índice de mortalidad respecto al parque vehicular 37

CAPITULO III: INVENTARIO VIAL 38
3.1. Introducción 38
3.2. Identificación del tramo 38
3.3. Descripción del trabajo de campo 38
3.4. Clasificación funcional 40
3.5. Topografía 41
3.6. Uso del suelo 42
3.7. Carpeta de rodamiento 42
3.8. Condición o estado de la vía 43
3.9. Deficiencias que presenta el tramo de acuerdo con las características físicas y geométricas 44
3.10. Sección transversal de la carretera 45
3.11. Bahías de buses 46
3.12. Drenaje mayor y menor 46
3.13. Señalización vertical 46
Clasificaciones de los dispositivos de control de transito 47
3.14. Postes kilométricos 50
3.15. Postes guías 51
3.16. Señalización horizontal 52
CAPITULO IV: ESTUDIO DE TRÁNSITO 56
4.1. Introducción 56
4.2. Obtención de los volúmenes de tráfico vehicular 56
Volúmenes y clasificación 57
4.3. Estudio de velocidades 60
Los puntos para la recolección de datos de velocidades en la carretera en estudio se determinaron bajo los siguientes criterios: 60
Los puntos seleccionados a lo largo del tramo son: 61
4.4. Estudio de capacidad y niveles de servicio 63
Descripción de nivel de servicio 65
Factores que afectan el nivel de servicio 66
Cálculo del nivel de servicio por HCM 2010 67
CAPITULO V: PROPUESTA TECNICA 86
5.1. Introducción 86

5.2. Defensas metálicas 86
5.3. Ojos de gato 90
5.4. Reductores de Velocidad 91
Reductores aislados 92
5.5. Bahías de buses 93
5.6. Zonas escolares 94
5.7. Propuesta de señalización, de acuerdo con las características geométricas, físicas y atmosféricas 96
Señalización vertical 96
CONCLUSIONES 102
RECOMENDACIONES 103
REFERENCIA BIBLIOGRAFIA 104

Índice De Tablas

Tabla 1: Accidentalidad desde el año 2012 - 2018 30
Tabla 2: Accidentalidad por causa 31
Tabla 3: Índice de Accidentalidad con respeto a la población por año 34
Tabla 4: índices de Morbilidad con respecto a la Población por Años 35
Tabla 5: índices de Mortalidad con respecto a la Población 35
Tabla 6: índices de Accidentalidad con respecto al Parque Vehicular 36
Tabla 7: índices de Morbilidad con respecto al Parque Vehicular 37
Tabla 8: índices de Mortalidad con respecto al Parque Vehicular 37
Tabla 9: Criterio para evaluar la condición de la superficie de rodamiento 43
Tabla 10: Señales verticales actuales (diciembre 2017) en el tramo en estudio “Juigalpa – La Libertad” 48
Tabla 11: Características del estado de las señales verticales 49
Tabla 12: Postes kilométricos 50
Tabla 13: Postes guías existentes 52
Tabla 14: Características del estado de las señales Horizontal 52
Tabla 15: Señalización horizontal existente en el tramo de estudio (Líneas Continuas, Descontinuas) 54
Tabla 16: Señalización horizontal (Estado Actual) 55
Tabla 17: Volúmenes de tránsito totales por doce horas. 57
Tabla 18: Días de mayor volumen de tránsito en ambos carriles 58
Tabla 19: Tabla de Resumen de los resultados de los puntos seleccionados para el estudio de velocidades 62
Tabla 20: Datos de salida Juigalpa - La Libertad características de tráfico 68
Tabla 21: Datos de salida Juigalpa - La Libertad característica de la vía 68
Tabla 22: Factor de ajuste por ancho de hombro (FLS) 69
Tabla 23: Factor de ajuste para la densidad del punto de acceso (FA) 69
Tabla 24: Factor de ajuste de pendiente ATS (fg, ATS) para terreno nivelado, terreno rodante y degradaciones específicas 72
Tabla 25: Vehículos equivalentes ATS para camiones (Et) y vehículos recreativos (Er) 73
Tabla 26: Factores de ajuste ATS para zonas sin paso (fnp,ATS) 75
Tabla 27: Factor de ajuste por pendiente PTSF (fg PTSF) para terreno llano, terreno rodante y degradaciones específicas 78
Tabla 28: Equivalentes de vehículos de pasajeros PTSF para camiones ET y vehículos recreativos Er 79
Tabla 29: Coeficiente de PTSF para estimar BPTSF 81
Tabla 30: Factor de ajuste de zona sin pase (Fnp, PTSF) para la determinación de PTSF 83
Tabla 31: Niveles de servicio para carretera de dos carriles 84
Tabla 32: Propuesta de defensa metálica 89
Tabla 33: Medidas establecidas para las bahías de buses 94
Tabla 34: Propuesta de señalización vertical 98
Tabla 35: Propuestas de señales horizontales 100
Tabla 36: Accidentalidad por tipología I
Tabla 37: Accidentalidad mensual II
Tabla 38: Accidentalidad diaria III
Tabla 39: Accidentalidad horaria IV
Tabla 40: Accidentalidad por localización (Km) VI

Tabla 41: Condición actual de la vía VIII
Tabla 42: Casetas de parada de buses actual XI
Tabla 43: Pendientes del tramo Juigalpa – la libertad XII
Tabla 44: Sección trasversal de tramo en estudio XVI
Tabla 45: Drenaje mayor XIX
Tabla 46: Drenaje menor XX
Tabla 47: Señalización vertical (estado actual) XXVII
Tabla 48: Estudio de clasificación vehicular tramo Juigalpa – La Libertad (4 de diciembre del 2017) XLIII
Tabla 49: Estudio de clasificación vehicular tramo La Libertad – Juigalpa (4 de diciembre del 2017) XLIV
Tabla 50: Estudio de clasificación vehicular tramo Juigalpa – La Libertad (5 de diciembre del 2017) XLV
Tabla 51: Estudio de clasificación vehicular tramo La Libertad – Juigalpa (5 de diciembre del 2017) XLVI
Tabla 52: Estudio de clasificación vehicular tramo Juigalpa – La Libertad (6 de diciembre del 2017) XLVII
Tabla 53: Estudio de clasificación vehicular tramo La Libertad – Juigalpa (6 de diciembre del 2017) XLVIII
Tabla 54: Estudio de clasificación vehicular tramo Juigalpa – La Libertad (7 de diciembre del 2017) XLIX
Tabla 55: Estudio de clasificación vehicular tramo La Libertad – Juigalpa (7 de diciembre del 2017) L
Tabla 56: Estudio de clasificación vehicular tramo Juigalpa – La Libertad (8 de diciembre del 2017) LI
Tabla 57: Estudio de clasificación vehicular tramo La Libertad – Juigalpa (8 de diciembre del 2017) LII
Tabla 58: Estudio de clasificación vehicular tramo Juigalpa – La Libertad (9 de diciembre del 2017) LIII
Tabla 59: Estudio de clasificación vehicular tramo La Libertad – Juigalpa (9 de diciembre del 2017) LIV
Tabla 60: Estudio de clasificación vehicular tramo Juigalpa – La Libertad (10 de diciembre del 2017) LV
Tabla 61: Estudio de clasificación vehicular tramo La Libertad – Juigalpa (10 de diciembre del 2017) LVI
Tabla 62: Hora pico V15 tramo Juigalpa – La Libertad LVII
Tabla 63: Estación 139+750 Aguas Caliente LIX
Tabla 64: Estación 145+220 centro El Quebrantadero LX
Tabla 65: Estación 151+210 centro Mira Lagos LXI
Tabla 66: Estación 156+000 centro Mira Valle LXII
Tabla 67: Estación 159+430 centro Rafaela Herrera LXIII
Tabla 68: Estación 165+060 centro San José LXIV

Índice de Gráficos

Gráficos 1: Accidentes por consecuencia desde el año 2012 al año 2018 30
Gráficos 2: Accidentalidad por causa 32
Gráficos 3: Señales verticales actuales año 2018 49
Gráficos 4: Accidentalidad por tipología I
Gráficos 5: Accidentalidad mensual II
Gráficos 6: Accidentalidad diaria III
Gráficos 7: Accidentalidad horaria V
Gráficos 8: Accidentalidad por localización (Km) VII

Índice de Ecuación

Ecuación 1: Índice de accidentalidad respecto a la población año 2012 34
Ecuación 2: Índice de morbilidad respecto a la población año 2012 34
Ecuación 3: Índice de mortalidad respecto a la población año 2012 35
Ecuación 4: Índice de accidentalidad respecto al parque vehicular año 2012 36
Ecuación 5: Índice de morbilidad respecto al parque vehicular año 2012 36
Ecuación 6: Índice de mortalidad respecto al parque vehicular año 2012 37
Ecuación 7: Factor Pico Horario 58
Ecuación 8: Determinación de la Velocidad a Flujo Libre (FFS) 68
Ecuación 9: Velocidad base de flujo libre BFFS (mi/h) 69
Ecuación 10: Ajuste de volumen de demanda por velocidad promedio (ATS): 70
Ecuación 11: Factor de grado de ajuste 71
Ecuación 12: Factor de ajuste de vehículos pesado: 72
Ecuación 13: Cálculo de velocidad promedio (ATS) 74
Ecuación 14: Ajuste en el flujo vehicular por demoras por no rebase PTSF. 77
Ecuación 15: Factor de ajuste por vehículos pesados para determinar el porcentaje de demoras. 77
Ecuación 16: Factor de ajuste de vehículos pesado: 79
Ecuación 17: Cálculo de porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo 80
Ecuación 18: Porcentaje de demora siguiendo básica en la dirección analizada (BPTSFd) 81

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. Introducción

La Seguridad Vial es un tema de mucha importancia que consiste en la prevención de accidentes de tránsito, como principal objetivo promoviendo el bienestar de los usuarios y manteniendo la integridad física de las personas entre las distintas calles o rutas que son distribuidas a lo largo de un territorio.

La principal finalidad que se persigue es disminuir los Accidentes de Tránsito (término que hoy en día está en duda, ya que se considera que una circunstancia Accidental es aquella que no puede ser prevista o prevenida) que pueden poner no solo en peligro al normal funcionamiento del Tráfico de vehículos, sino lo más importante, poner en peligro la vida de los usuarios de la vía.

Se establece a modo general una clasificación de Medidas Preventivas, que buscan como su nombre lo indica actuar a modo de prevención y disminuir el suceso o la gravedad de los mismos, mientras que en otro caso tenemos la aplicación de multas de tránsito, que son sanciones disciplinarias que buscan corregir y advertir al conductor del vehículos o al responsable del mismo con el fin de prevenir dicho acto.

Por tanto, desde el punto de vista técnico ingenieril, la meta es la diminución en el índice de accidentabilidad, que a su vez disminuye la cantidad de muertos y lesionados. Para ello se necesita mejorar la medida de protección y prevención, así surge la necesidad de revisar, corregir y mejorar los diseños geométricos de las vías y la señalización de las misma, para que de manera aplicada y sistemática se incorporen los conceptos de seguridad vial en planificación, construcción, rehabilitación y mantenimiento de las carreteras, con la intención de que contribuye a generar cambios positivos en la conducta de los usuarios.

Este estudio consiste en el análisis de seguridad Vial en la carretera (NIC – 23B), en el tramo “Juigalpa – La Libertad”, en el cual se realizó aforo vehicular en intersecciones, cálculo de velocidades de acuerdo a diseño geométrico, inventario de accidentalidad en la carretera correspondiente al periodo 2012-2017, inventario de las condiciones físicas y geométricas de la vía, identificar las principales causas de accidentalidad en los puntos críticos a lo largo de la carretera y aportar soluciones a las problemáticas.

1.2. Generalidades del tramo en estudio

El municipio de Juigalpa, cabecera del departamento de Chontales desde 1887, con una extensión territorial de 726.75 km ^{2}, altitud 130 msnm, limita al norte con el municipio de Cuapa y Comalapa, al sur con el municipio Acoyapa, al este con el municipio de La Libertad y San Pedro de Lóvago, al oeste con el lago de Nicaragua o Cocibolca.

El tramo de carretera en estudio tiene una longitud de 30 km, se localiza en el extremo noreste de la ciudad de Juigalpa hacia el municipio de La Libertad, la que limita al norte San Antonio (Boaco), al sur con San Pedro de Lóvago, al este con Santo Domingo y al oeste con Juigalpa.

Imagen 1: Macro localización de las ciudades de Juigalpa – La Libertad



Fuente: Google Maps.

Imagen 2: Micro localización del tramo Juigalpa – La Libertad



Fuente: Google Maps.

1.3. Antecedentes

Según el departamento de Ingeniería de Tránsito de la Policía Nacional, no se cuenta con un estudio de Seguridad Vial. En este tramo como en muchos otros de la Red Vial Nacional, fue importante realizar este estudio debido a que a diario se observan a muchos usuarios cruzando a lo largo de toda la carretera imprudentemente, conductores que no respetan las señales de tránsito se observó que no existen o están deterioradas las señales correspondientes en las cercanías de centros escolares sobre la vía.

El tramo evaluado es de 30.650 Km, comunica otras ciudades como Santo Domingo y el Ayote, donde se encuentran una de la mayor parte de los ganaderos y mineros ya que se encuentran las minas de La Libertad y Santo Domingo y otra parte de la producción de verduras entre otros tipos de granos básicos.

En los últimos 7 años en la carretera de Juigalpa - La Libertad según datos estadísticos brindados por la Policía Nacional han transcurrido 226 accidentes de tránsitos, entre estos muertos, lesionados, y daños materiales.

1.4. Justificación

Este estudio tendrá un impacto social y económico, por medio de la reducción de accidentabilidad, lo que se traduce en menor número de pérdidas humanas y menores gastos médicos al sistema público y a los usuarios accidentados.

Se ha considerado realizar este estudio debido a que en el tramo se localizan zonas críticas, debido que se encuentran curvas sinuosas como resultado de la topografía irregular de la zona en las curvas y pendientes de cerros o montañas, además que en esta carretera no se han considerado algunos criterios de diseño que prioricen la Seguridad Vial.

Con este trabajo monográfico, se pretende ampliar y consolidar los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Civil, particularmente en el ámbito de seguridad vial, basándose en investigaciones de campo, documentos, leyes y manuales.

Este estudio servirá como un instrumento de apoyo a las instituciones pertinentes tales como la Policía Nacional (PN), Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV), con el interés de mejorar la seguridad vial en todo el tramo de carretera y aportar un poco de la ingeniería civil para preservar la integridad física de los usuarios del tramo de red vial, así mismo se espera que sirva como referencia para futuras investigaciones, y en diferentes tramos de la red vial nacional.

La factibilidad de esta investigación está sustentada en las razones ya expuestas y en las que surgieron a lo largo de la investigación. Si bien los resultados son de suma importancia para las instituciones antes mencionadas, las mismas no cuentan con los recursos humanos y económicos para estudios de este tipo.

1.5. Objetivos

Objetivo general:

- Realizar un estudio de seguridad vial en la carretera que comunica a las ciudades Juigalpa y La Libertad en el departamento de Chontales y proponer soluciones apropiadas.

Objetivos específicos:

- Determinar los puntos críticos de accidentalidad del tramo Juigalpa - La Libertad que permita identificar los factores que influyeron en los accidentes
- Elaborar un inventario vial que caracterice el estado actual del tramo en estudio.
- Realizar un estudio de tránsito para precisar los volúmenes y las condiciones de tráfico vehicular en la zona de estudio.
- Plantear medidas correctivas técnico-ingenieriles de seguridad vial en el tramo.

1.6. Marco teórico

La tasa de muertes en accidentes de tráfico en Nicaragua subió de 10 a 12 por cada 100.000 en 2016, según la Policía Nacional. [1] Lo cual significa que cada año este porcentaje de víctimas va en aumento, al año 2018 mueren en las calles y carreteras alrededor de 2,500 a 3,000 personas.

En los primeros tres meses de 2017 el país reportó 210 muertos en accidentes de tráfico, 7 menos que en el mismo periodo del año pasado. Los accidentes en las carreteras son la quinta causa de muerte en el país.[2] La Dirección de Seguridad de Tránsito Nacional (DSTN) informó que hasta el 3 de octubre de este año (2017) se reportó a nivel nacional 596 personas fallecidas por accidentes de tránsito, una cifra que excede a los 586 muertos en las vías que se registró durante el mismo período de 2016.[3]

En la actualidad la infraestructura vial de Nicaragua está integrada por carreteras de concreto hidráulico, asfaltadas, adoquinadas, con velocidades de diseño máximas de 60 a 80 kph, y por caminos de todo tiempo de fácil circulación u otros de estación seca que en invierno son intransitables, el poco mantenimiento en las carreteras como en los caminos es evidente.

Seguridad vial

La Seguridad Vial es un conjunto de estudios, análisis, normas, y recomendaciones dirigidas a lograr la correcta armonización de los tres elementos

[1] El nuevo Diario/ 06 de Abril 2017/ https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/424083-tasa-muertes-carreteras-sube-10-12-cada-100-000-ni/
[2] El nuevo Diario/ 06 de Abril 2017/ https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/424083-tasa-muertes-carreteras-sube-10-12-cada-100-000-ni/
[3] El nuevo Diario/ 05 de Octubre 2017/ https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/442340-596-muertos-accidentes-transito-que-va-2017/

que se interrelacionan durante el traslado de personas y/o mercancías desde un punto a otro de la red vial, estos elementos son: El Hombre, el Vehículo y la Vía.

La seguridad vial son las disposiciones y medidas que emite e implementa la especialidad de Seguridad de Tránsito en coordinación con las instituciones del estado y organismos correspondientes para que la circulación de los usuarios de la vía se realice en forma segura. La accidentalidad vial constituye uno de los más importantes impactos sociales y económicos.

IMAGEN 3: IV Campaña de educación vial en Managua, Nicaragua 2017



Fuente: https://www.paho.org/nic/index.php?option=com_content&view=article&id=508:iv-jornada-de-seguridad-vial&Itemid=244

Dentro del campo de seguridad vial, la accidentalidad se presenta como fenómeno multicausal, articulado con una serie de factores relacionados con el riesgo, la amenaza y la vulnerabilidad. Durante mucho tiempo y todavía hoy su análisis ha sido el principal ámbito de estudio, desarrollado mediante instrumentos cuantitativos.

La solución a los problemas de seguridad vial implica también conocer los elementos, conceptos y definiciones que inciden en los volúmenes de tránsito, las velocidades de operación, infraestructura vial para realizar todos los análisis y

evaluaciones de la situación actual que conlleve a los accidentes de tránsito.

Problemas sociales y económicos

Los costos sociales de las lesiones personales fruto de la accidentalidad vial se valoran en términos de trastornos e incidencia en el entorno de la víctima. Es imposible asignar un valor cuantitativo a cualquier sufrimiento humano por lo que no es realista obtener una cifra que refleje el costo social de dicho fenómeno. Sin embargo, si es posible estimar la repercusión económica de la accidentalidad vial desde el punto de vista humano y material.

Las lesiones causadas por el tránsito suponen una carga económica importante para el sistema de salud pública, que repercuten de forma directa en las economías públicas y se estima en un 1% del producto interno bruto de los países de ingresos bajos. También suponen un costo económico muy importante para los ámbitos familiares de los afectados por ser estos los principales responsables, en muchos casos, del sustento económico familiar.

Definición de la línea

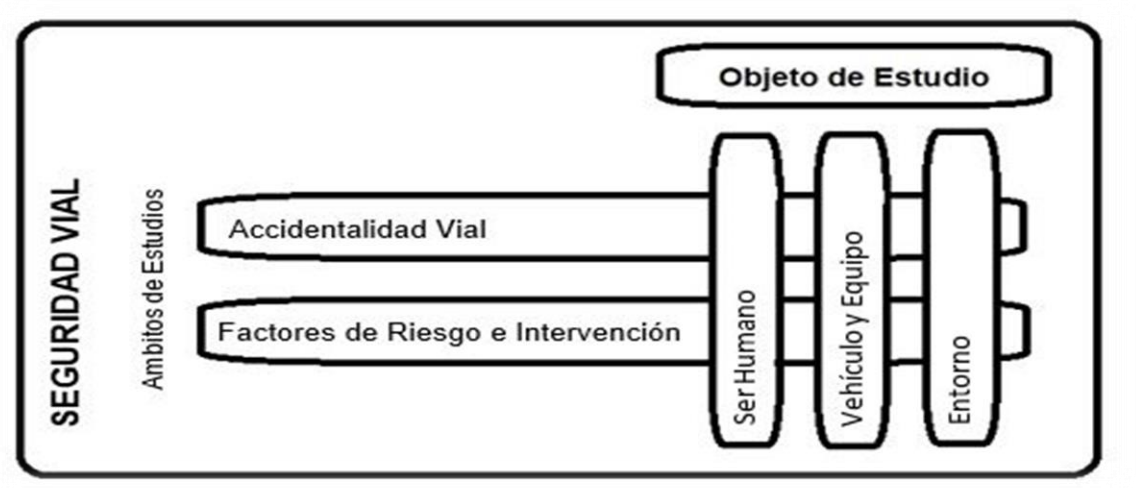
Dentro de la seguridad vial, se destacan tres componentes: el entorno, el vehículo y las personas. La primera no solo compone el entorno como espacio físico donde se lleva a cabo los desplazamientos urbanos, sino también el entorno Jurídico – legal.

Los vehículos son el medio de transporte terrestre más importante en el cual se movilizan el ser humano. Se diferencian los motorizados de los no motorizados. Así mismo los individuales de los colectivos, los públicos de los privados y los utilitarios de los particulares. Además de las características y especificaciones técnicas.

1.6.3.1. Estructura de la línea de investigación de seguridad vial

Dentro del campo de la seguridad vial, la accidentalidad se presenta como un fenómeno multicausal, articulado con una serie de factores relacionados con el riesgo, la amenaza y la vulnerabilidad.

CUADRO 1: Estructura de la línea de investigación de seguridad vial



Fuente: Foro Global de seguridad vial.

Accidentalidad

Los accidentes de tránsito se clasifican en dos formas: por gravedad y por clase. El primer caso se refiere a la severidad o gravedad del accidente: con muertos, con heridos y/o solo con daños materiales. El segundo se refiere a si es choque, atropello, volcamiento, caída de ocupante, incendio entre otros.

1.6.4.1. Accidente de tránsito

Acción u omisión culposa cometida por cualquier conductor, pasajero o peatón en la vía pública o privada causando daños materiales, lesiones o muertes de personas, donde interviene por lo menos un vehículo en movimiento.

1.6.4.2. Definición de choques

Se define como colisión entre dos o más cuerpos físico o mecánico es percibido por repentina aceleración o desaceleración caudada normalmente por un impacto, cualquier tipo de contacto directo entre dos cuerpos provoca un choque, y este se mide con un acelerómetro con unidades de medidas metros sobre segundo al cuadrado.

1.6.4.3. Definición de colisión

Es cuando intervienen dos objetos que ejercen fuerzas mutuamente. Cuando los objetos están muy cerca entre sí o entran en contacto, interaccionan fuertemente durante un breve intervalo de tiempo.

1.6.4.4. Causas que provocaron accidentes de transito

a) **Invadir carril:** Un conductor invade el carril que utiliza correctamente otro vehículo, en general con intenciones de adelantarlo.
b) **Semoviente en la vía:** Esto ocurre cuando el ganado de cualquier tipo obstaculiza la circulación de los vehículos en la vía.
c) **No guardar distancia:** Esta causa se genera al no considerar el espacio suficiente con el vehículo que circula adelante, se requiere de un tiempo de reacción para aplicar los frenos, este tiempo está relacionado con la distancia y velocidad de los vehículos.
d) **Giro indebido:** Ocurre cuando no se respetan las señales restrictivas prohibiendo giros, o un conductor trata de cambiar de sentido de circulación en un tramo inapropiado donde no hay condiciones geométricas.
e) **Mal estado mecánico:** Es el desperfecto que presenta un vehículo en circulación, generalmente se debe a falta de mantenimiento o revisión mecánica.

f) **Desatender señales:** Los usuarios de la vía (conductores y peatones), hacen caso omiso a la señalización ubicada en la vía.
g) **Imprudencia peatonal:** Los peatones que también son usuario de la vía, no respetan los espacios destinados para su circulación.
h) **Fortuito:** Son situaciones inesperadas que generan accidentes en los cuales el conductor se ve limitado a buscar mecanismos de defensas.
i) **Vehículo contra la vía:** El conductor utiliza el carril contrario de la dirección que se dirige.
j) **Aventajar:** La distancia y velocidad no permite al automóvil que nos precede adelantar, con total seguridad.
k) **Exceso de velocidad:** Ocurre cuando los conductores exceden las velocidades reglamentada en la señalización.

1.6.4.5. Accidentes viales

Se estudia el número total de accidentes producidos por lo que se contemplan los indicadores de la accidentalidad:

- Totales de accidentes
- Totales de accidentes por cada 100 mil habitantes
- Totales de accidentes con víctimas (muertos y lesionados)

1.6.4.6. Factores que intervienen en el accidente:

Humanos: Este aspecto está relacionado con los conocimientos, aptitudes, actitudes y prácticas ciudadana referente a la seguridad vial en este ámbito intervienen dos factores claves que son la educación y la aplicación de la reglamentación existente al respecto.

Vehiculares: Estado técnico de los vehículos es el principal factor que intervienen en el desencadenamiento de los accidentes de tránsito. Un mantenimiento y

control adecuado de los distintos elementos que componen el vehículo como frenos, luces, rodaje entre otros, es fundamental para evitar comportamientos inesperados en vías en lo que interviene el factor humano.

Entorno: El sistema de señalización vial de un entorno también es determinante para la prevención de la accidentalidad. Establecer, señalizar y hacer cumplir la normativa relacionada con las limitaciones de velocidad es fundamental ya que la velocidad es una de las principales causas que intervienen en la accidentalidad.

1.6.4.7. Factores que intervienen durante el accidente:

Humanos: La utilización adecuada de los elementos y dispositivos de seguridad por parte de los conductores de los diferentes vehículos que intervienen en la movilidad urbana y rural es fundamental para reducir las consecuencias negativas en casos de accidentes.

La normativa nicaragüense que nos rige (ley 431), contempla en su reglamento la obligatoriedad de la utilización de estos dispositivos de seguridad. Es importante conocer el grado de uso de estos y el conocimiento y actitud de los individuos al respecto.

Vehiculares: Se trata de la disponibilidad en los dispositivos técnicos de seguridad, la intensa investigación en este campo ha propiciado la fabricación de vehículos diseñados especialmente para reducir los daños físicos en caso de accidentes, tanto para ocupantes como para los demás usuarios de la vía implicados en un posible siniestro. Así existen elementos destinados a proteger al ocupante como a los habitáculos indeformables, mecanismo para la sujeción y elementos de amortiguación.

Entorno: Otro factor espacial que repercuten en la gravedad de los accidentes de tránsito es la localización de elementos físicos alrededor de las vías y la implementación de los elementos que protejan a aquellos que se localicen en puntos muy cercanos a los canales de circulación y que puedan intervenir en el desenlace de un accidente.

El diseño de elementos protectores para la señalización y otros elementos físicos son las señales de tránsitos que protejan contra colisiones, sedan ante un impacto o lo amortigüen y la construcción de separadores y barreras de contención que permitan minimizar el impacto cuando el vehículo salga de la calzada.

1.6.4.8. Factores que intervienen después del accidente:

Humano: Estos se resumen en accesos de los servicios de urgencia calidad de la atención dispensada antes de la llegada al hospital, en el hospital y en los programas de rehabilitación. Una atención rápida y de calidad en los primeros minutos posteriores al desenlace del accidente de tránsito es un factor fundamental para evitar muertes y lesiones irreversibles.

Vehiculares: La facilidad de acceso al interior de los vehículos en caso de accidente y la probabilidad que se produzca un incendio, son los factores que inciden directamente en la prevención de traumatismo. La presencia de materiales óptimos y estructuras indeformables en los vehículos facilita la intervención efectiva de los servicios médicos y de rescate.

Entorno: La presencia de cobertura de la infraestructura sanitaria de la actuación directa es uno de los factores especiales que intervienen después de un accidente. Otro factor del entorno que puede intervenir sobre la gravedad de los traumáticos en accidentes es el grado de congestión del sistema vial urbano y rural. A mayor

congestionamiento más dificultad de acceso para los servicios de primeros auxilios. La vía Juigalpa – La Libertad es una de las carreteras más importante de nuestro departamento, la cual une los municipios de La Libertad, Santo Domingo y el Ayote entre otras comunidades.

Inventario vial

Es un registro ordenado, sistemático y actualizado de las carreteras existentes especificando su ubicación, características físicas y geométricas, diseño de la vía y estado operativo. Es decir, conocer el estado físico actual de la carretera en estudio, para luego ser evaluado en 3 categorías (buenas, regulares y malas).

1.6.5.1. Infraestructura vial

Vía: La Vía es un camino o calle destinada al tránsito de vehículos, personas, animales o cualquier otro.

Red Vial: Conjunto de calles, avenidas, pistas y carreteras, que sirven para el desplazamiento y la circulación de los vehículos automotores, de pedal o los de tracción animal, así como de los peatones y transeúntes.

1.6.5.2. Estructuras componente de la vía

a. Calzada o superficie de rodamiento: Es la capa superficial que se condiciona especialmente para el tránsito de los vehículos.

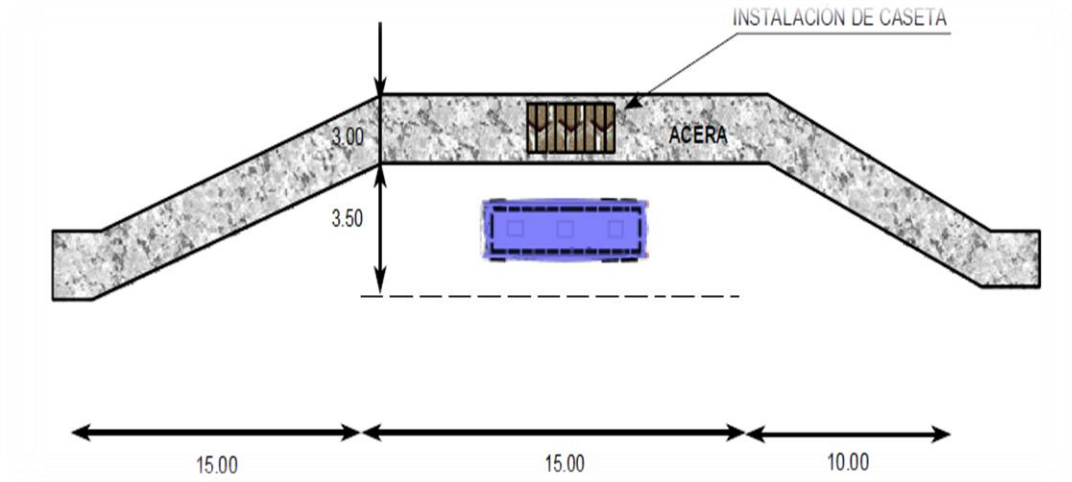
b. Carril: Es la parte de la calzada o superficie de rodamiento, de ancho suficiente para la circulación de una sola fila de vehículos.

c. Hombros de la vía: Los hombros son el área de seguridad para la maniobra de vehículos que sufre ocasionalmente desperfectos durante su recorrido, y como espacio para la circulación de motocicletas, bicicletas y peatones.

d. Cunetas: Se construyen paralelamente a los acotamientos. Están destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera

e. Bahías de buses: Las bahías para parada de buses son una transición entre la calzada y andén, están destinadas para que los vehículos de servicio público suban o bajen pasajeros, además de brindar seguridad y refugio de sol y lluvia a los usuarios del transporte público.

Imagen 4: Bahía de buses sin separador



Fuente: SIECA / Manual para el Diseño de Carreteras

f. Obras de drenaje: Las obras de drenaje son elementos estructurales que eliminan la inaccesibilidad de un camino, provocada por el agua o la humedad. Los objetivos primordiales de las obras de drenaje son:

- Dar salida al agua que se llegue a acumular en el camino.
- Reducir o eliminar la cantidad de agua que se dirija hacia el camino.
- Evitar que el agua provoque daños estructurales.

- De la construcción de las obras de drenaje, dependerá en gran parte la vida útil, facilidad de acceso y la vida útil del camino.

g. Mojones o postes kilométricos: Son una señal que permiten que el conductor conozca su ubicación respecto al inicio y final del su viaje, además de ser usado por autoridades para un mejor control de tráfico, de accidentes, para mantenimiento y rehabilitación de la vía.

1.6.5.3. Tipos de señales de tránsito y su clasificación

- **Señales verticales:** Son aquellas que contienen símbolos ubicadas en parales y que se encuentran localizadas a la orilla de las vías por donde se circula a fin de regular e informar sobre el tránsito.

Imagen 5: Ejemplos de dispositivos verticales



Fuente: CCIMA Señalizaciones.

- **Señales Reglamentarias:** Son aquellas que tienen por objeto notificar a los conductores y peatones las limitaciones, prohibiciones y restricciones, cuya violación significa infracciones a la ley de tránsito. Su forma es rectangular, a excepción del alto y ceda el paso que es octagonal y triangular respectivamente. Tiene leyendas y símbolos que explican su significado. Los colores que distinguen estas señales deben de ser: rojo, blanco y negro.

Indican límites de velocidad, carriles exclusivos, peso, estacionamientos, etc.

Imagen 6: Ejemplos de dispositivos de restricción vial



Fuente: http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD16/contenidos/ley/index2.html

- **Señales preventivas:** Son aquellas que tienen como objeto prevenir a los conductores y peatones de la existencia de un peligro inminente en la vía y la naturaleza de ese peligro. Su forma debe de ser cuadrada y colocada de manera diagonal. Sus colores son amarillos y negros.

Imagen 7: Ejemplos de dispositivos preventivos de circulación vial



Fuente: http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD16/contenidos/ley/index2.html

- **Señales Informativas:** Son aquellas que tienen por objeto identificar las vías y lugares por donde se va circulando, así como guiar a los conductores y peatones de manera correcta y segura. La forma de estas señales debe

de ser rectangular, con excepción de las indicaciones de ruta que podrán tener una forma y tamaño especial, según sea el caso.

Los colores varían de acuerdo con el tipo de señal, generalmente tienen: blanco, verde, negro y azul.

Imagen 8: Ejemplos de dispositivos informativos de circulación vial



Fuente: http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD16/contenidos/ley/index2.html

- **Señales horizontales:** Se conocen también como marcas en el pavimento, son líneas, letras, números y símbolos de color blanco o amarillo, que se pintan con el fin de regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones.

- **Línea continua:** Indica que no debe aventajar

Imagen 9: Línea continua



Fuente: slide share / https://es.slideshare.net/Jmcanalesq/seales-cnsv

- **Línea discontinua:** Indica que puede aventajar o hacer cambio de carril.

Imagen 10: Línea discontinua



Fuente: Slide share / https://es.slideshare.net/Jmcanalesq/seales-cnsv

- **Línea continua con línea discontinua:** Indican al conductor que la línea que tiene a su izquierda cuando es continúa no debe aventajar, cuando es discontinua puede aventajar.

Imagen 11: Línea continua con línea discontinua



Fuente: Slide share / https://es.slideshare.net/Jmcanalesq/seales-cnsv

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

Imagen 12: Línea de pare o retención



Fuente: Slide share / https://es.slideshare.net/Jmcanalesq/seales-cnsv

- **Flechas direccionales:** Estas marcas son de color blanco, se ubican sobre los carriles para indicar las maniobras que se pueden realizar.

Imagen 13: Flechas direccionales



Fuente: Slide share / https://es.slideshare.net/Jmcanalesq/seales-cnsv

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

Imagen 14: Pasos peatonales



Fuente: Slide share / https://es.slideshare.net/Jmcanalesq/seales-cnsv

- **Señales humanas o manuales**

Son las que hace el agente de tránsito para regular la circulación de vehículos y peatones.

• El agente o policía visto de perfil indica que los conductores pueden proseguir la marcha en la dirección que el mismo indique con sonido largo y prolongado del silbato.

• Ambos brazos en alto obligan a detenerse a todo el tránsito, con excepción de vehículos de emergencia.

• Posición de frente con un brazo extendido hacia el suelo señalando el borde de la vía y con el otro hacia arriba, indica a los conductores que deben detenerse a la derecha de la vía acompañado de tres toques cortos de silbato.

Imagen 15: Señales humanas o manuales



Fuente: Slide share / https://es.slideshare.net/Jmcanalesq/seales-cnsv

1.6.5.4. Factores de riesgo e intervención

Las formas en que los profesionales perciben, comprenden y trabajan en la prevención de la accidentalidad de las lesiones causadas por el tránsito han cambiado mucho. El actual paradigma de la seguridad vial se fundamenta en la capacidad de prevenir y en la posibilidad de evitar las lesiones: causadas por el tránsito.

Los principios rectores de este cambio de paradigma son:

Los traumatismos causados por el tránsito se pueden prevenir y predecir en gran medida por ser en muchos casos, causa directa del comportamiento del ser humano.

- La falta de seguridad vial no es solo u problema del sistema de transporte, sino que es multisectorial y de salud pública.
- Los sistemas de tránsito deberían ayudar a corregir y atenuar los errores humanos en la conducción o desplazamiento.
- La vulnerabilidad del cuerpo Humano es tomada como un parámetro para el diseño de los sistemas de tránsito.
- Se debe tratar de proteger por igual a todos los usuarios de la vía pública (cuestión de equidad social).

Los principales factores que determinan esta posibilidad son de distinta naturaleza:

- Factores económicos, como el nivel de desarrollo económico.
- Factores demográficos, como la edad, género y lugar de residencia.
- Factores de ordenación territorial que influye en las distancias a recorrer por parte de las personas y los medios de desplazamiento utilizados.
- Proporción de los usuarios vulnerables de la vía pública frente al volumen de tránsito a alta velocidad.
- Falta de prevención en la utilización de la vía pública (límite de velocidad, diseño y trazado)

Las categorías para la clasificación de los riesgos e intervenciones, fase previa, durante y fase posterior del accidente, han sido objeto de un enfoque sistemático ilustrado mediante una matriz modelo elaborada por Dr. William Haddon Jr.[4]. En esta se presenta la interacción entre los tres factores que intervienen en la accidentalidad vial – humano, vehículo y entorno durante las tres fases del accidente.

[4] Médico, epidemiólogo e ingeniero, se hizo cargo de la Nacional highway Traffic Safety Administration (EEUU), Planteó el estudio de la matriz en 1980.

Cuadro 2: Factores que inciden en un accidente

Fases		Factores (Objetos De Estudio)		
		Ser Humano	**Vehículo Y Equipo**	**Entorno**
Antes del accidente	prevención de accidentes	información, actitudes, discapacidad, aplicación, reglamentación (costos policiales)	buen estado técnico, frenos, maniobrabilidad y control velocidad	diseño y trazado vial, pública, limitación velocidad, vial peatonal, señalización
Accidente	prevención de traumatismo durante accidentes	utilización de dispositivos de retención, discapacidad	dispositivos de retención, otros dispositivos de seguridad, diseño protector contra accidente	objetos protectores contra choques
Después del Accidente	Conservación de la Vida	Primeros auxilios Acceso atención medica	Felicidad de acceso, riesgo de incendio	Servicios de socorro, congestión

Fuente: Informe Mundial Sobre Prevención de los Traumatismos Causados Por Transito

Cada una de las nueve celdas de la matriz permite posibilidades de análisis, elaboración de informe, conocimiento e intervención.

1.6.5.5. Estudio de tráfico

Estos estudios determinan las características principales de la circulación, el conteo de tráfico nos permite tener estadísticas reales del volumen y clasificación de tránsito vehicular diario que pasan por un punto determinado.

1.6.5.6. Volúmenes de tránsito

Los estudios sobre volumen de tránsito son realizados con el propósito de obtener Información relacionada con el movimiento de vehículos sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial.

1.6.5.7. Estudio de velocidades

Los estudios de velocidades sirven para determinar las características de las velocidades en los tramos de estudios, bajo las condiciones atmosféricas y de tráfico al momento de realizar la investigación. Así como también las costumbres de los conductores en cuanto a las velocidades de operación.

En Nicaragua, la velocidad segura es aquella que nos permite tener dominio completo del vehículo. Para las siguientes vías de transporte la velocidad límite está determinada de la siguiente manera:

En vías urbanas: 45 Kph

En zonas escolares: 25 Kph

En pistas: 60 Kph

1.7. Diseño metodológico

Tipo de investigación

En este apartado presentamos el diseño metodológico, en el que definimos el tipo de investigación a realizar, proponiendo que sea una descriptiva, ya que pretendemos describir situaciones actuales de la accidentabilidad así en toda la carretera Juigalpa - la Libertad como en los alrededores de los centros Educativos y analítica porque se pretende analizar el problema y determinar sus causas consecuencias.

El tipo de investigación es no experimental, ya que no se manipularán variables si no que, el investigador observara los fenómenos tal y como ocurren naturalmente, sin intervenir en su desarrollo y la recolección de datos se realizara en un solo corte de tiempo.

Para alcanzar los objetivos planteados se ha propuesto realizar una instigación que combine el trabajo de campo: para la observación de los fenómenos y la recolección de datos in situ y estadísticos, con el trabajo de gabinete: para el análisis de la realidad, análisis causa-efecto y la generación de resultados. Este proceso incluirá métodos empíricos y especializados.

Métodos empíricos

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

Métodos especializados

Método Bibliográficos: La recopilación de estudios similares de normas de seguridad vial de comportamiento humano y normativas nacionales e internacionales de diseños geométricos, son una herramienta fundamental para lograr una interpretación correcta de los resultados de los estudios específicos.

Método analítico: El análisis matemático y 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 datos recopilados y los resultados.

Método científico: Contiene el proceso lógico con el cual se llega a la solución del problema. Observar el fenómeno, plantear hipótesis, analizar la realidad, determinar la teoría que respalde el documento y llegar a una solución.

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

Descripción de la fuente de datos

La fuente de datos es mixta: primaria a través de las observaciones y mediaciones en campo y en los métodos de recopilación de datos en el tramo; secundaria a través de la revisión de los manuales y reglamentos de seguridad.

Procedimiento

Una vez determinada la carretera a estudiar se procedió a hacer recorridos para delimitar el tramo específico, así el grupo de trabajo en conjunto con el tutor Msc.Ing. Bernardo Calvo (Q.E.P.D), se determinó que se trabajaría el tramo de "Juigalpa – La Libertad, Chontales (estación 139+000 hasta la estación 169+650)"

Mientras analizábamos la situación en la carretera para el levantamiento del inventario vial y del conteo vehicular, con ayuda del departamento de tránsito de la Policía Nacional de Chontales, se procedía a estudiar las estadísticas de accidentalidad con el inventario de los años 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 facilitados por la Policía Nacional.

Se dejó el conteo vehicular en entrada y salida de ambos municipios debido a los recursos humanos y económicos, aunque la mayor parte de las intersecciones son de fincas y pueblos aledaños a dichos municipios. Posterior a los procesos en campo se hizo el trabajo de gabinete, donde se procesaron y analizaron los datos para el diseño de posibles soluciones a la problemática.

CAPITULO II: ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD

2.1. Introducción

La accidentabilidad estudia las estadísticas sobre el número de accidentes vehiculares ocurridos en las carreteras que conforman la red vial actual y las causas por las cuales han sucedido los accidentes.

En el estudio de accidentabilidad se analizarán reportes estadísticos de accidentes brindados por el departamento de tránsito de la Policía Nacional y así determinar los tipos de accidentes y se determinaran los centros Educativo que se encuentran cercanos a puntos críticos de la carretera.

2.2. Accidentabilidad

Este tema consiste en proponer soluciones a la problemática del tramo en estudio, a través del correcto estudio de cada uno de los factores que ocasionan estos accidentes, Así proponer las soluciones correspondientes para cada uno de los factores que afectan la vía, disminuyendo el índice de accidentes.

Se determinaron todos los aspectos que resulten de gran importancia para el estudio, utilizando los datos estadísticos de accidentes en el tramo, como también el índice poblacional con respecto a los municipios de Juigalpa y La Libertad, Chontales.

La clasificación de los accidentes basados en los datos de los inventarios permitió observar de manera separada todos los factores que influyen en los accidentes; se logró clasificar los siniestros por causa, tipo, consecuencia, periodicidad, ubicación, temporalidad mensual, semanal, diaria y de hora especifica.

En el análisis de un accidente Vial se consideran los tres factores que intervienen en la accidentalidad – usuario, vehículo y vía durante las tres fases del accidente.

Estudio de accidentalidad

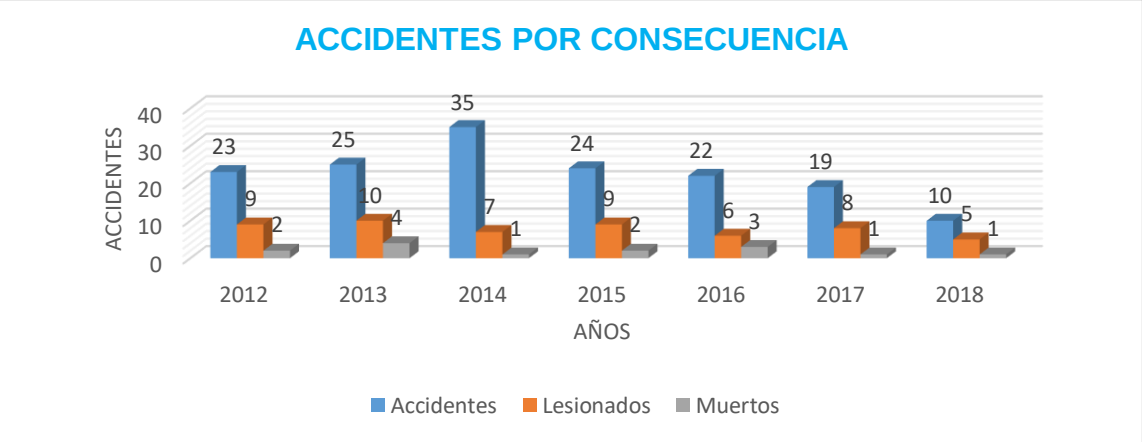
Los accidentes en la carretera Juigalpa – La Libertad, Chontales en los últimos años se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1: Accidentalidad desde el año 2012 - 2018

CONSECUENCIA	ACCIDENTES POR AÑO						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ACCIDENTES	23	25	35	24	22	19	10
LESIONADOS	9	10	7	9	6	8	5
MUERTOS	2	4	1	2	3	1	1
TOTALES	34	39	43	35	31	28	16

Fuente: Policía Nacional de Tránsito.

Gráficos 1: Accidentes por consecuencia desde el año 2012 al año 2018



Fuente: Policía Nacional de Tránsito.

Como se observa en el gráfico en el año 2014 fue la mayor cantidad de accidentes, pero en el año 2013 tuvimos la mayor cantidad de muertos y lesionados, si bien en

el estudio no hubo encuestas ni entrevistas formales durante el estudio de accidentalidad.

Del año 2014 hasta el año 2017 hubo una reducción en la cantidad de accidentes, ha sido consecuencia del aumento de la presencia de la Policía Nacional, pero en referencia a lesionados y muertos se conserva el porcentaje, eso quiere decir que, aunque la Policía Nacional siga regulando el tráfico, los accidentes siguen siendo catastróficos.

En el año 2018, el índice de accidentes es bajo por motivos que se evaluó solo los primeros cinco meses (Enero – Mayo). Los Principales errores humanos que han afectado son invadir carril, no guardar distancia, falta de señalización, semovientes en la vía sin custodia, en los siete años son los principales motivos de accidentes en la carretera en estudio.

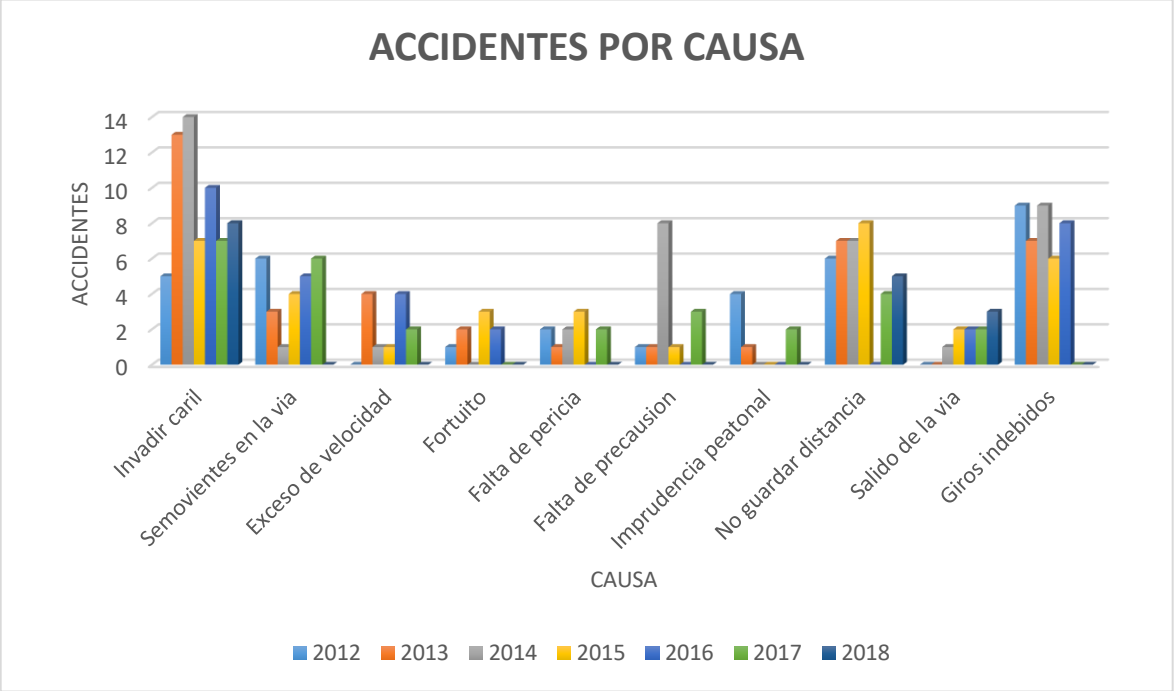
En la siguiente tabla y gráfica se detallan las causas de forma cuantitativa de los accidentes de tránsito en los años 2012 - 2018 del tramo en estudio:

Tabla 2: Accidentalidad por causa

CAUSA	ACCIDENTES POR AÑO						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
INVADIR CARRIL	5	13	14	7	10	7	8
SEMOVIENTES EN LA VIA	6	3	1	4	5	6	0
EXCESO DE VELOCIDAD	0	4	1	1	4	2	0
FORTUITO	1	2	0	3	2	0	0
FALTA DE PERICIA	2	1	2	3	0	2	0
FALTA DE PRECAUCION	1	1	8	1	0	3	0
IMPRUD. PEATONAL	4	1	0	0	0	2	0
NO GUARDAR DISTANCIA	6	7	7	8	0	4	5
SALIDO DE LA VIA	0	0	1	2	2	2	3
GIRO INDEBIDO	9	7	9	6	8	0	0

Fuente: Policía Nacional de Tránsito.

Gráficos 2: Accidentalidad por causa



Fuente: Policía Nacional de Tránsito.

Los accidentes en la carretera en estudio son principalmente colisiones entre vehículos, la diferencia entre este tipo de accidente y el resto de la clasificación obtenida en los inventarios es tan grande que casi puede despreciar su calidad de "accidente" y puede ser considerado un "evento periódico".

Los accidentes en la carretera en estudio en su mayoría han sido por errores humanos puesto que han sido por atropello de peatones, colisión entre vehículo o punto fijo y vuelco, como se muestra en la siguiente **Tabla 36 Y Gráfica 4** de Anexos I.

Durante los años de 2012 al 2018, los accidentes de tránsito en la vía también fueron analizados por cada mes durante los 7 años, teniendo como resultados estadísticos que los meses con mayor frecuencia de accidentalidad son: Marzo, abril, mayo, como se muestran en la siguiente **Tabla 37** y **Gráfica 5** de Anexos II.

La periodicidad de los accidentes se dividió en tres etapas cada año, los meses en que más accidentes ocurrieron, los días de las semanas más frecuentes y las horas del día más críticas, con lo que se determinaron los siguientes hechos:

- La época en que más accidentes ocurrieron son los meses que transcurren desde marzo a Julio en verano y parte de invierno.
- Los días con mayor frecuencia de porcentaje de accidentes son los jueves mitad de semana laboral, Domingo hay un auge en la carretera por movilizaciones de usuarios que salen de paseo o vacacionar.
- Las horas críticas de accidentes coinciden con las horas encontradas en los aforos: de 11:00am -12:00 MD y 5:00pm - 6:00 pm.

Las estadísticas de temporalidad de accidentes serán presentadas en la siguiente **Tabla 38** y **Gráfica 6** en Anexos III.

Los accidentes en el tramo de estudio pese a sus características geométricas y geográficas de la carretera, presenta el índice de accidentalidad en el día de 4:00 am, a 8:00pm como se presenta en la siguiente **Tabla 39** Anexos IV y **Gráfica 7** de anexos V.

En la localización de los accidentes se pudo observar que el tramo inicial desde el kilómetro 139 la salida Juigalpa – La Libertad, y termina en el kilómetro 169.650, en el **Tabla 40** anexos VI y **Grafica 8** Anexo VII, mostramos que, en el tramo en estudiado, no existen puntos críticos porque no exceden más de 5 accidentes en el mismo punto.

Magnitud del problema

Al relacionar los accidentes ocurridos, proporcionalmente con la población y los vehículos se dispondrá de cifras o índices que permitirán hacer comparaciones acerca del comportamiento de la accidentalidad, estas darán la escala para juzgar la magnitud del problema.

Índice de accidentalidad respecto a la población

Estos índices de accidentalidad se refieren al número de accidentes con respecto al número de habitantes de que se trate, expresado en nuestro caso por cada 100,000 habitantes. Para elaborar el cálculo del índice de accidentalidad se deberá considerar la población más cercana al sitio en estudio, ya que es el sector de la población que se verá directamente afectado.

Ecuación 1: Índice de accidentalidad respecto a la población año 2012

$$I_{A/P} = \left[\frac{(\text{N° de accidentes en el año x 100,000 Habitantes})}{\text{N° de Habitantes}}\right]$$

$$I_{\frac{A}{P}} = \left[\frac{(34 \text{ x 100,000 Habitantes})}{83{,}600 \text{ habitantes}}\right]$$

$$I_{A/P} = 40.66$$

Tabla 3: Índice de Accidentalidad con respeto a la población por año

índices de accidentalidad con respecto a la Población	
Años	$I_{A/P}$
2013	**46.65**
2014	**51.43**
2015	**41.86**
2016	**37.08**
2017	**33.49**
2018	**19.13**

Fuente: Trabajo por los Sustentantes.

Índices de morbilidad respecto a la población

Los índices de morbilidad se refieren al número de lesionados con respecto al número de habitantes de que se trate, expresado en nuestro caso por cada 100,000 habitantes.

Ecuación 2: Índice de morbilidad respecto a la población año 2012

$$I_{\text{Morbilidad}/P} = \left[\frac{(\text{N° de lesionados en el año x 100,000 Habitantes})}{\text{N° de Habitantes}}\right]$$

$$I_{\frac{\text{Morbilidad}}{P}} = \left[\frac{(9 \text{ x } 100{,}000 \text{ Habitantes})}{83{,}600 \text{ de Habitantes}}\right] I_{\text{Morbilidad/P}} = 10.76$$

Tabla 4: índices de Morbilidad con respecto a la Población por Años

índices de Morbilidad con respecto a la Población	
Años	$I_{M/P}$
2013	**11.96**
2014	**8.37**
2015	**10.76**
2016	**7.17**
2017	**9.56**
2018	**5.98**

Fuente: Trabajo por los Sustentantes.

Índice de mortalidad respecto a la población

Los índices de mortalidad se refieren al número de fallecidos con respecto al número de habitantes de que se trate, y expresado por cada 100,000 habitantes.

Ecuación 3: Índice de mortalidad respecto a la población año 2012

$$I_{\text{Mortalidad/P}} = \left[\frac{(\text{N° de Fallecidos en el año x } 100{,}000 \text{ Habitantes})}{\text{N° de Habitantes}}\right]$$

$$I_{\text{Mortalidad/P}} = \left[\frac{(2 \text{ x } 100{,}000 \text{ Habitantes})}{83{,}600 \text{ de Habitantes}}\right] I_{\text{Mortalidad/P}} = 2.39$$

Tabla 5: índices de Mortalidad con respecto a la Población

índices de Mortalidad con respecto a la Población	
Años	$I_{M/P}$
2013	**4.78**
2014	**1.19**
2015	**2.39**
2016	**3.58**
2017	**1.19**
2018	**1.19**

Fuente: Trabajo por los Sustentantes.

Índice de accidentalidad respecto al parque vehicular

De manera semejante que, en la obtención índice de accidentalidad respecto a la población, este índice se obtiene con la siguiente expresión:

Ecuación 4: Índice de accidentalidad respecto al parque vehicular año 2012

$$I_{A/Pv} = \left[\frac{(\text{N° de accidentes en el año x 10,000 vehículos})}{\text{N° de vehículos}}\right]$$

$$I_{A/Pv} = \left[\frac{(\ 34 \text{ x } 10{,}000 \text{ vehículos})}{8{,}200 \text{ de vehículos}}\right] I_{A/Pv} = 41.46$$

Tabla 6: índices de Accidentalidad con respecto al Parque Vehicular

índices de Accidentalidad con respecto al Parque Vehicular	
Años	$I_{A/Pv}$
2013	**47.56**
2014	**52.43**
2015	**42.68**
2016	**37.80**
2017	**34.14**
2018	**19.51**

Fuente: Trabajo por los Sustentantes.

Índice de morbilidad respecto al parque vehicular

De manera semejante que, en la obtención índice de morbilidad respecto a la población, este índice se obtiene con la siguiente expresión:

Ecuación 5: Índice de morbilidad respecto al parque vehicular año 2012

$$I_{Morbilidad/Pv} = \left[\frac{(\text{N° de lesionados en el año x 10,000 vehículos})}{\text{N° de vehículos}}\right]$$

$$I_{Morbilidad/Pv} = \left[\frac{(9 \text{ x } 10{,}000 \text{ vehículos})}{8{,}200 \text{ de vehículos}}\right] I_{Morbilidad/Pv} = 10.97$$

Tabla 7: índices de Morbilidad con respecto al Parque Vehicular

índices de Morbilidad con respecto al Parque Vehicular	
Años	$I_{M/Pv}$
2013	**12.19**
2014	**8.53**
2015	**10.97**
2016	**7.31**
2017	**9.75**
2018	**6.09**

Fuente: Trabajo por los Sustentantes.

Índice de mortalidad respecto al parque vehicular

De manera semejante que, en la obtención índice de mortalidad respecto a la población, este índice se obtiene con la siguiente expresión:

Ecuación 6: Índice de mortalidad respecto al parque vehicular año 2012

$$I_{Mortalidad/Pv} = \left[\frac{(N° \text{ de fallecidos en el año x } 10{,}000 \text{ vehículos})}{N° \text{ de vehículos}}\right]$$

$$I_{Mortalidad/Pv} = \left[\frac{(2 \text{ x } 10{,}000 \text{ vehículos})}{8{,}200 \text{ de vehículos}}\right] I_{Mortalidad/Pv} = 2.43$$

Tabla 8: índices de Mortalidad con respecto al Parque Vehicular

Tabla : índices de Mortalidad con respecto al Parque Vehicular	
Años	$I_{M/Pv}$
2013	**4.87**
2014	**1.21**
2015	**2.43**
2016	**3.65**
2017	**1.21**
2018	**1.21**

Fuente: Trabajo por los Sustentantes.

CAPITULO III: INVENTARIO VIAL

3.1. Introducción

Es un proceso que nos permite conocer los caminos que componen la red vial de una determinada área, así mismo los componentes de la vía y el estado de conservación de estas; tales como estado de la superficie de rodamiento, señales horizontales y verticales, ubicación o falta de bandas metálicas, presencias de alcantarillas, derecho de vía, uso de suelo entre otros.

La carretera Juigalpa - La libertad, posee una longitud aproximadamente de 30 kilómetros, iniciando el inventario del Km 139 al Km 169.650 entrada al municipio La Libertad, Chontales. El estudio registra sus características físicas, geométricas como el alineamiento vertical, horizontal, drenaje mayor y menor, el estado y ubicación de la señalización horizontal y vertical, así como el uso del suelo, el derecho de vía, el estado actual de la carpeta de rodamiento.

3.2. Identificación del tramo

El tramo en estudio es la carretera NIC-23B inicia en el municipio de JUIGALPA departamento de CHONTALES, estación 139+000 y termina en el municipio La Libertad, Chontales en la estación 169+650, para un total de 30.650 Kilómetro de carretera en análisis.

3.3. Descripción del trabajo de campo

El tramo en estudio, por el tipo de construcción se clasifica como CAMINOS ADOQUINADOS, esto porque desde el punto de vista ingenieril la superficie de rodamiento está formada por una capa de Adoquines en toda su longitud (30.650 KM).

En el año 2012 la carretera ha servido de comunicación para las ciudades del departamento como son Santo Domingo, La Libertad y Juigalpa, entre otras de ellas se encuentran La Cuidad de EL Ayote, RACS.

El inventario vial en la carretera JUIGALPA – LA LIBERTAD, CHONTALES (NIC-23B), es un estudio muy tedioso por el nivel de detalles que este conlleva. Mediante íbamos recolectando información el FOMAV le dio mantenimiento en un 80% de la carretera, baches, asentamientos y daños a toda la carpeta de rodamiento, quedando así en un mejor estado. Para este estudio se consto con la supervisión de nuestro tutor el Msc. Ing. Bernardo Calvo (Q.E.P.D).

Se recorrió un sin número de veces la carretera durante un periodo de dos meses en un vehículo marca Hyundai modelo I10, haciendo uso del odómetro digital del vehículo, a su vez, en dependencia de las necesidades del levantamiento, se usó un GPS y GOOGLE MAPS de celulares móviles Android.

Para la Geo-referencia de las señales verticales: los postes Kilométricos, los colegios y las intersecciones existentes en el tramo, se utilizó Garmin gpsmap 62st que posee una precisión entre 3 – 8 metros, utilización de mapas digitales y la facilidad de descarga de datos a software de localización global.

Para el estacionamiento de paradas de buses, colegios, intersecciones, señales horizontales y verticales tanto existentes como propuestas: se utilizó el Garmin gpsmap 62st que posee una precisión entre 3 – 8 metros y estación total Marca Gowin TKS 202, con posibilidad de datos para la descarga de puntos.

Para el levantamiento de las señales Horizontales: se utilizó un formato gráfico propuesto por el tutor y la policía nacional de Juigalpa, chontales, que permite un

fácil manejo del estacionamiento de pintura del pavimento y algunos elementos verticales como las defensas metálicas a medida que se recorre el tramo.

Para el levantamiento de las señales verticales: se utilizó una variación de tablas de inventario vial propuestas por el tutor Msc. Ing. Bernardo Calvo, quien en trabajos anteriores se utilizaron con mucha facilidad y manejo de las mismas, se modificaron para adaptar a método de recolección de datos, por el grupo de trabajo, para que de manera ordenada, mediante el recorrido de la carretera se clasificaran las señales, ubicándolas en la banda que correspondieran a la carpeta de rodamiento con el uso de la estación toral Gowin TKS 202 y el Garmin gpsmap 62st.

3.4. Clasificación funcional

La carretera NIC-23B es importante de nuestro departamento como de nuestro país, ya que en ella circulan un volumen de tránsito considerado mayor a 400 vehículos por día. Conecta la cabecera departamental con municipios de gran importancia como la ganadería y la minería, y sin meter gran parte de los productos cultivados en el municipio El AYOTE, RACS. Por ende, es una carretera con gran importancia a nivel nacional económico y social.

El tramo en estudio se encuentra dentro de un sistema de clasificación vial urbano, caracterizado en términos de movilidad y accesibilidad, sirviendo simultáneamente al tráfico de pasada como al tráfico local, éste se puede definir como:

- Autopistas y vías rápidas.
- Calles principales.
- Calles colectoras.
- Calles locales.

3.5. Topografía

Según el MANUAL CENTROAMERICANO DE NORMAS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS CARRETERAS REGIONALES, 2da Edición, Capitulo 4. Componentes Del Diseño Geométrico, las carreteras se clasifican de la siguiente manera según el tipo de topografía del terreno. La AASHTO identifica las tres categorías generales de terreno de las formas descritas seguidamente:

Terreno plano: Es aquel en el cual se dan condiciones topográficas favorables para los levantamientos de campo, el diseño horizontal y vertical, la construcción y la reconstrucción de las obras viales, facilitándose el mantenimiento y la segura cómoda y económica operación de los vehículos.

Terreno ondulado: Presenta frecuentes pendientes de subida bajada y ocasionalmente, ofrece algunas dificultades y restricciones en el alineamiento horizontal y vertical de las carreteras.

Terreno Montañoso: El cual ofrece dificultades y altos costos en la construcción por la frecuencia de cortes y rellenos, que se requieren para lograr alineamiento horizontal y vertical aceptable. Las pendientes longitudinales y transversales son frecuentes en el tipo de terreno.

Clasificación de los terrenos en función de las pendientes naturales:

- **Plano** cuando es menor del 5 %,
- **Ondulado** entre el 5 % y 15 %,
- **Montañoso** cuando la pendiente es mayor al 15 %

Para mayor detalle se muestra la información topográfica completa en la **Tabla 41** de anexos VIII.

3.6. Uso del suelo

El auge del crecimiento poblacional, de las ciudades que son conectadas por las carreteras, conlleva al crecimiento del uso de suelo aledaño de la vía que principalmente lo constituyen las zonas urbanas, rurales y tradicionales, atrayendo el auge comercial y negocios de toda índole.

En función de las características particulares de la ciudad, de la escala de trabajo y de las necesidades del estudio se han definido las siguientes categorías de Usos de Suelo Urbano:

- Vivienda
- Comercio Diario
- Servicios
- Institucional
- Seguridad Ciudadana
- Áreas Reservas Ambientales

3.7. Carpeta de rodamiento

La Carpeta de Rodamiento es de Adoquinado, y es una carretera de pavimento articulado económicamente viable, con características apta para los volúmenes de tráfico que circulas diariamente, aunque desde su construcción en año 2010 actualmente mantiene las condiciones de la vía aceptable.

Tabla 9: Criterio para evaluar la condición de la superficie de rodamiento

ESTADO	Daños a pavimentos asfáltico			
	Piel de Cocodrilo	**Bache**	**Desintegración**	**Parchado**
Bueno	Fisuras muy finas con un ancho menor a 2 mm, los bordes de las fisuras no presentan desgaste	Tiene una profundidad menor de 2.5 cm, con un diámetro promedio menor de 70 cm	Fisuras no agravadas, paralelas al borde sin signos de peladura o desintegración.	El parche se encuentra con muy poco o ningún deterioro.
Regular	Fisuras muy finas menor de 5mm de ancho formando polígonos pequeños y angulosos	Profundidad máxima de 2.5 a 5 cm, con un diámetro menor de 70 cm.	Fisuras paralelas al borde y peladuras de cualquier tipo sin llegar a la rotura o desintegración.	Se evidencia un moderado deterioro alrededor de los bordes
Malo	Las fisuras han progresado de manera que pueden ser removidas al ser sometidas al tránsito y logran la Formación de baches.	Con un diámetro mayor de 100 cm y una profundidad mayor de 5 cm.	El borde resulta sinuoso reduciendo el ancho de la calzada.	El parche está severamente dañado siendo necesario el reemplazo del mismo.

Fuente: Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carretera.

3.8. Condición o estado de la vía

Las condiciones del adoquinado, es aceptable se encuentre casi todo el tramo en buenas condiciones debido a que este tramo forma parte de la red vial de vehículos pesados en su mayoría se detalla en la **Tabla 42** de Anexos XII.

3.9. Deficiencias que presenta el tramo de acuerdo con las características físicas y geométricas

Al realizar el levantamiento del tramo en estudio se apreciaron algunos aspectos que están relacionados directamente con el diseño geométrico de la vía, presentando situaciones problemáticas o puntos de conflicto.

Estación 139+000 - 141+560

En este punto del tramo en estudio, la carpeta de rodamiento presenta desgastamiento superficial y desplazamiento de las juntas de los adoquines se considera un lugar propicio a accidentes de tránsito debido a cuervas simples que se encuentran en este punto.

Estación 144+000 - 145+350

En este punto del tramo en estudio, existen curvas simples y curvas circulares, debido al deterioro del adoquinado, provocando que los vehículos no se movilicen de manera adecuada e influye en la estabilidad del flujo vehicular.

Estación 151+250 - 152+160

Este punto la carpeta de rodamiento presenta desgaste superficial además de Ahullamiento y depresiones, lo cual desestabiliza al conductor en su recorrido, pudiendo causar salir de la vía, o colisión entre un objeto fijo en este caso árboles, pues también contiene curvas circulares y curvas circulares inversas.

Estación 153+000 – 154+200

Este punto a parte de tener una pendiente media que no está a favor de los conductores en ambos carriles, al igual que en los casos anteriores, la carpeta de rodamiento sufre desgastes y la visibilidad del conductor no es buena por la vegetación y el terreno montañoso del tramo en estudio.

Estación 156+500 – 165+000

Entre punto del tramo en estudio es donde se encontramos las mayores pendientes mayores de 6% por ende los vehículos recorren en altas velocidades, y encontramos curvas simples y curvas compuestas, aquí se recomiendan las defensas metálicas al lado izquierdo de la vía.

3.10. Sección transversal de la carretera

Los elementos de la sección transversal de una carretera influyen sobre sus características operativas, estéticas y de seguridad. Esos elementos deben ser compatibles con los patrones ya establecidos de velocidad, capacidad, nivel de servicio, estética, seguridad y drenaje superficial.

Los principales elementos de la sección transversal que condicionan esos patrones son: el ancho y número de carriles de circulación; el ancho y características de las bermas; las pendientes transversales de las calzadas y bermas; el ancho y características de los canteros centrales; los taludes de cortes y terraplenes; el sobre ancho de la calzada en las curvas horizontales los gálibos horizontales y la visibilidad en las curvas horizontales; las defensas necesarias para impedir o reducir los efectos de los accidentes causados por vehículos descontrolados; los dispositivos para el drenaje superficial.

Ancho de la calzada: el carril es la franja longitudinal en que puede estar, delimitada o no por marcas viales longitudinales, con anchura suficiente para la circulación de una fila de automóviles.

En nuestro caso los anchos de carril oscilan entre 2.70 y 3.80 metros por sentido variando a lo largo del tramo como se muestra en la **Tabla 43** de Anexos XV:

3.11. Bahías de buses

Es una zona que brinda seguridad y refugio a los usuarios estos deben de ser instalados en zonas donde se genera focos de mayor demanda de los usuarios de la vía, pues a lo largo del tramo no se encuentran estas bahías, solo casetas que construyó la alcaldía de La Libertad y están distribuidas a como lo muestra la **TABLA 44** en Anexos XVIII.

3.12. Drenaje mayor y menor

El drenaje es parte fundamental en las carreteras, son los que garantizan la vida, tienen como propósito evacuar los fluidos hidráulicos de la superficie del pavimento hacia canales que tengas diseños apropiados para la circulación de las aguas, esto evita la influencia negativa, tanto en el aspecto y estabilidad de su infraestructura, como en sus condiciones de transitividad.

En el tramo en estudio se encuentran obras de drenajes mayor **Tabla 45** Anexo XIX y drenaje menor como demuestra en la **Tabla 46** de Anexos XX: Señalización del tramo.

Señalización vertical

Las señalizaciones verticales son dispositivos de control de tránsito instalados a nivel del camino o sobre él, destinados a transmitir un mensaje a los conductores y peatones, mediante palabras o símbolos, sobre la reglamentación de tránsito vigente, o para advertir sobre la existencia de algún peligro en la vía y su entorno, y para guiar e informa sobre rutas, nombres y ubicación de población, lugares de interés y servicios.

Las señales verticales deberían usarse solamente donde se justifican según un análisis de necesidades y estudios de campo, son esenciales donde rigen normativas especiales, tanto en lugares específicos como durante periodos de tiempo determinados, o donde los peligros no sean evidentes para los usuarios.

Clasificaciones de los dispositivos de control de transito

Según lo expuesto por el manual centro americano de dispositivos de uniformes para el control del tránsito de la SIECA y de conformidad con el acuerdo Centroamericano sobre señales viales uniformes, y el manual interamericano de 1991, los cuales son consistentes entre sí, los dispositivos se clasifican en tres categorías según su función:

Dispositivos o señales Reglamentarias:

Tienen como función informar a los usuarios sobre la disponibilidad de la reglamentación del tránsito vigente y la prioridad de paso, la existencia de ciertas limitaciones, prohibiciones y restricciones que regulan el uso de la vía o suministrar indicaciones exactas para que actúen en determinada forma.

Dispositivos o señales preventivas (advertencias de peligro):

Cumple la misión de prevenir a los usuarios de la vía de peligros existentes y su naturaleza.

Dispositivo o señales de información:

Tiene como objetivo guiar al usuario de la vía hacia el lugar de destino, proporcionándole toda aquella información que pueda serle útil para las tareas de navegación, orientación, guía y proporcionarle cualquier otra información que pueda ser interés para él. En especial para los turistas.

Las señales verticales deben cumplir con los siguientes requisitos fundamentales:

- Satisfacer una necesidad importante.
- Llamar la atención.
- Transmitir un mensaje claro.
- Imponer respeto a los usuarios
- Guiar al usuario a lo largo del camino, y convencerlo de modificar su comportamiento al volante.
- Estar en el lugar apropiado, a fin de dar tiempo para reaccionar.

En la siguiente tabla se muestra la clasificación y cantidad de señales verticales en el tramo en estudio, en los anexos se mostrará un informe más detallado del estado actual y ubicación de los dispositivos o señales de control de tránsito.

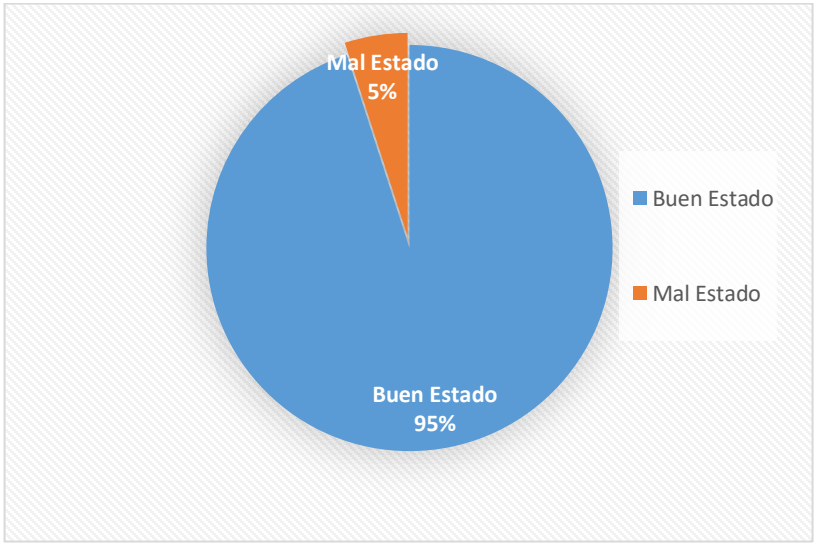
En la siguiente tabla se presenta la cantidad de señalización Vertical con su clasificación adecuada:

Tabla 10: Señales verticales actuales (diciembre 2017) en el tramo en estudio "Juigalpa – La Libertad"

TIPO DE SEÑAL	DESCRIPCION	CANTIDAD DE SEÑALES EN LA CARRETERA
Señal de Reglamentación	Velocidad Máxima, No adelantar, Adelantar.	**13**
Señales de Prevención	Chevron, Curva,	**293**
Señales de Información	Bienvenidos a Juigalpa, Postes Kilométricos	**31**
SEÑALES TOTALES:		**338**

Fuente: Levantamiento por los sustentantes.

Gráficos 3: Señales verticales actuales año 2018



Fuente: levantamiento por los Sustentantes.

El tramo de carretera Juigalpa – La Libertad, están en buen estado físico, debido a que son pocas y se encuentran legibles y llaman la atención del usuario según el Manual Centroamericano de Mantenimiento de carreteras, edición 2010.

Tabla 11: Características del estado de las señales verticales

CONDICION	DESCRIPCIÓN
Bueno	Mensaje Legible Y Capa Reflectiva Intacta.
Regular	Manchadas, pero no obstruyen el mensaje y pintura desprendida
Mala	**Capa reflectiva desprendida, decoloración, manchadas, oxidadas y removida.**

Fuente: Elaborado por los sustentantes.

Los dispositivos o señales del control tránsito requieren un mantenimiento físico por las entidades que les corresponden (MTI, FOMAV, ALCALDIA), y también requieren de mantenimiento funcional para ajustar los dispositivos de control

requeridos a las condiciones actuales de la vía, para así remover los dispositivos en mal estado si lo hubiese en el tramo. Ver **Tabla 47** de señales verticales actuales a detalle en Anexos XXVII**.**

3.14. Postes kilométricos

Los postes kilométricos son señales especiales, pues no solamente informan al conductor de su ubicación respecto a su inicio y final del viaje, sino que es usado por las autoridades para control de tráfico, de accidentes y para mantenimiento y rehabilitación. Las condiciones y el estado físico de los postes kilométricos están en perfecto estado como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12: Postes kilométricos

ESTACION	OBSERVACION	COORDENADAS	
		LATITUD	LONGITUD
139+000	En buen estado Visible	N 12°06´ 40.48”	W 085° 21´ 50.52”
140+000	En buen estado Visible	N 12° 07´ 6.42”	W 085° 21´ 39.67”
141+000	En buen estado Visible	N 12° 07´ 20.91”	W 085° 09´ 56.49”
142+000	En buen estado Visible	N 12° 07´ 48.11”	W 085° 09´ 43.30”
143+000	En buen estado Visible	N 12° 08´ 08.58”	W 085° 09´ 18.67”
144+000	En buen estado Visible	N 12° 08´ 14.34”	W 085° 08´ 48.56”
145+000	En buen estado Visible	N 12° 08´ 39.29”	W 085° 08´ 28.81”
146+000	En buen estado Visible	N 12° 09´ 09.83”	W 085° 08´ 20.73”
147+000	En buen estado Visible	N 12° 09´ 39.33”	W 085° 08´ 16.53”
148+000	En buen estado Visible	N 12° 10´ 09.67”	W 085° 08´ 16.44”
149+000	En buen estado Visible	N 12° 10´ 27.08”	W 085° 07´ 52.97”
150+000	En buen estado Visible	N 12° 10´ 50.82”	W 085° 07´ 42.01”
151+000	En buen estado Visible	N 12° 11´ 12.91”	W 085° 07´ 31.21”
152+000	En buen estado Visible	N 12° 11´ 26.99”	W 085° 07´ 09.38”
153+000	En buen estado Visible	N 12° 11´ 44.77”	W 085° 06´ 47.95”
154+000	En buen estado Visible	N 12º 12´ 01.8”	W 085º 17´ 40.0”
155+000	En buen estado Visible	N 12º 12´ 03.5”	W 085º 17´ 09.9”
156+000	En buen estado Visible	N 12º 11´ 42.6”	W 085º 16´ 45.2”
157+000	En buen estado Visible	N 12º 11´ 37.7”	W 085º 16´ 14.6”

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 12: Postes kilométricos

ESTACION	OBSERVACION	COORDENADAS	
		LATITUD	LONGITUD
158+000	En buen estado Visible	N 12º 11´ 32.3”	W 085º 15´ 45.1”
159+000	En buen estado Visible	N 12º 11´ 21.3”	W 085º 15´ 17”
160+000	En buen estado Visible	N 12º 11´ 32.6”	W 085º 14´ 50.0”
161+000	En buen estado Visible	N 12º 11´ 40.2”	W 085º 14´ 23.6”
162+000	En buen estado Visible	N 12º 11´ 20.1”	W 085º 14´ 02.5”
163+000	En buen estado Visible	N 12º 11´ 09.9”	W 085º 13´ 35.2”
164+000	En buen estado Visible	N 12º 11´ 06.3”	W 085º 13´ 02.5”
165+000	En buen estado Visible	N 12º 11´ 15.8”	W 085º 12´ 35.8”
166+000	En buen estado Visible	N 12º 11´ 37.9”	W 085º 12´ 12.4”
167+000	En buen estado Visible	N 12º 11´ 57.1”	W 085º 11´ 50.5”
168+000	En buen estado Visible	N 12º 12´ 15.5”	W 085º 11´ 24.1”
169+000	En buen estado Visible	N 12º 12' 32.1"	W 085º 10' 56.5”

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

3.15. Postes guías

Los postes guías se utilizan para que las orillas de los caminos sean más visibles por los conductores, en especial cuando las condiciones topográficas de las mismas representan un peligro para los usuarios, son utilizados en las curvas con el propósito de mejorar el efecto visual de perspectiva para que los conductores se mantengan dentro de las mismas y en sus respectivos carriles, y también se utilizan para la base de señales verticales.

En el levantamiento se observó que los postes guías están solo en las zonas más altas con respecto a las montañas, cerros para mayor visualización del borde de la carretera.

Tabla 13: Postes guías existentes

ESTACION		POSTES GUIAS	
DESDE	**HASTA**	**LADO IZQUIERDO**	**LADO DERECHO**
148+240	**148+370**		5
148+510	**148+760**		28
149+070	**149+165**		4
150+300	**150+580**		11
151+420			1
152+730	**152+860**	8	
153+465	**153+685**	10	
158+125	**158+210**	4	
158+510	**158+570**		5
160+510	**160+590**	5	4
161+150	**162+000**		29
162+010	**162+230**		9
SUB-TOTAL		**27**	**107**
TOTAL		**134**	

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

3.16. Señalización horizontal

Es complemento y auxilio de las señales verticales, cumplen un importante elemento de seguridad al ubicar exactamente a los conductores en los espacios correspondientes para dar continuidad segura y realizar las maniobras correspondientes.

Tabla 14: Características del estado de las señales Horizontal

CONDICION	DESCRIPCIÓN
Bueno	Pintura visible, completa y reflectiva.
Regular	Este criterio se refiere a desgastada o borrosa, no visible, no reflectiva
Mala	No existente o removida.

Fuente: Manual Centroamericano De Mantenimiento De Carreteras.

3.13.2.1. Situación actual del tramo en estudio

La señalización horizontal del tramo en estudio no estaba en perfectas condiciones en su totalidad, pues la línea central amarilla estaba deteriorada por la circulación de los vehículos y las líneas blancas en los extremos de la vía no existen en el tramo, había muchos elementos faltantes y se determinó que en curvas de la carretera se tienen que corregir de acuerdo con la distancia de visibilidad y velocidad de operación.

3.13.2.2. Señalización horizontal existente en el tramo

Las señales horizontales en el tramo de estudio, en ciertos sitios se encuentran borrosas o desgastadas por falta de un mantenimiento adecuado de parte de las instituciones pertinentes.

A continuación, se desglosa el estado actual de la línea central existente a lo largo del tramo Juigalpa – La Libertad:

- La Señalización Horizontal en este punto plantea una línea continua desde la **estación 139+000** hasta la **estación 156+410.**
- En esta **estación 156+410** inicia **línea discontinua** para ambas direcciones y finaliza en la **estación 156+750**.
- En esta **estación 156+750** inicia la **línea continua** y finaliza en la **estación 163+080.**
- En esta **estación 163+080** inicia **línea discontinua** para carril derecho y finaliza en la **estación 163+230**.
- En esta **estación 163+230** inicia **línea discontinua** para ambas direcciones y finaliza en la **estación 163+470**.
- En esta **estación 163+470** inicia **línea discontinua** para carril izquierdo y finaliza en la **estación 163+670**.

Para mayor entendimiento de las señalizaciones horizontales en el tramo le presentamos la siguiente tabla:

Tabla 15: Señalización horizontal existente en el tramo de estudio (Líneas Continuas, Descontinuas)

ESTACION		LONG (m)	LINEAS CENTRAL			DESCRIPCION
INICIO	FIN		CONTINUA	DISCONTINUA		
				IZQ.	DER.	
139+000	**156+410**	17,410	17,410			Borrosa
156+410	**156+750**	340		340		Buena
156+750	**163+080**	6,330	6,330			Borrosa
163+080	**163+230**	150	150		150	Buena
163+230	**163+470**	240		240		Buena
163+470	**163+670**	200	200	200		Buena
163+670	**169+650**	5,980	5,980			Borrosa
TOTAL		**30,650**	**30,070**	**930**		

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 16: Señalización horizontal (Estado Actual)

ESTACION	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
		IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
145+000							***K145**
145+007	Señal Horizontal		x	x			Palabra Escuela
145+220	Señal Horizontal	x	x		x		Cruce de Peatón
145+410	Señal Horizontal	x		x			Palabra Escuela
151+000							***K151**
151+000	Señal Horizontal		x	x			Palabra Escuela
151+210	Señal Horizontal	x	x		x		Cruce de Peatón
151+370	Señal Horizontal	x		x			Palabra Escuela
155+000							***K155**
155+780	Señal Horizontal		x	x			Palabra Escuela
156+000							***K156**
156+000	Señal Horizontal	x	x		x		Cruce de Peatón
156+280	Señal Horizontal	x		x			Palabra Escuela
159+000							***K159**
159+210	Señal Horizontal		x	x			Palabra Escuela
159+430	Señal Horizontal	x	x		x		Cruce de Peatón
159+650	Señal Horizontal	x		x			Palabra Escuela
164+000							***K164**
164+846	Señal Horizontal		x	x			Palabra Escuela
165+000							***K165**
165+060	Señal Horizontal	x	x		x		Cruce de Peatón
165+358	Señal Horizontal	x		x			Palabra Escuela

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

CAPITULO IV: ESTUDIO DE TRÁNSITO

4.1. Introducción

Un buen diseño de una carretera solamente puede lograrse si se dispone de la adecuada información sobre la intensidad del movimiento vehicular que la utiliza y la utilizara hasta el término del periodo seleccionado de diseño, sea que se trate de una nueva carretera o de una carretera existente que se proponga reconstruir o ampliar.

La medición de volúmenes de tránsito vehicular se obtiene normalmente y a veces de manera sistemática, por medios mecánicos y/o manuales, a través de conteos o aforos volumétricos del tránsito de las propias carreteras. En las intersecciones, los estudios volumétricos de tránsito clasificados por dirección de los movimientos de los accesos a las mismas, durante periodos de tiempos determinados.

4.2. Obtención de los volúmenes de tráfico vehicular

Bajo las recomendaciones del tutor, el equipo de trabajo decidió que los conteos vehiculares se realizaran en la salida de Juigalpa hacia La Libertad y la salida de La Libertad hacia Juigalpa, pues las intersecciones que se encuentran en el tramo no son muy relevantes ya que conllevan a pueblos o comunidades de Juigalpa y La Libertad. Esta metodología que se tomó de la práctica académicamente que permitió que los dos puntos de inicio y final del tramo de la carretera fueran los suficientes para hacer el aforo.

Los volúmenes de tráfico por dirección de los movimientos proporcionan los datos básicos que permiten un mejor entendimiento de las particularidades del diseño y funcionamiento de la carretera.

Los conteos se realizaron durante doce horas de 6:00 am a 6:00 pm, según recomendaciones de nuestro tutor los lunes a domingo.

En este proceso el equipo de trabajo contó con el apoyo de estudiantes de la carrera de ingeniería civil de 4to año, con los conocimientos necesarios y asesoría de nuestro tutor para el estudio. **Ver Tabla 48** a la **Tabla 61** de Anexos XLIII.

Volúmenes y clasificación

El formato utilizado es una modificación de la tabla encontrada en documentos propuestos por el tutor, de un aforo vehicular en la ciudad de Managua.

Los conteos se ejecutaron durante 7 días en cada intersección, los días más críticos según las estadísticas de los resultados tomados de los aforos en ambas direcciones, se representan en la siguiente tabla:

Tabla 17: Volúmenes de tránsito totales por doce horas.

ESTACION	AFORO (VEH/DIA)						
	LU	MA	MI	JU	VI	SA	DO
Juigalpa (ambas Direcciones)	04/12 465	05/12 436	06/12 447	07/12 462	08/12 466	**09/12 512**	10/12 356
La Libertad (ambas Direcciones)	04/12 435	**05/12 467**	06/12 436	07/12 457	08/12 476	09/12 464	10/12 255

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes

Como se puede observar en la tabla anterior los días con más tráfico en cada punto de aforo fueron de Juigalpa - La Libertad el sábado, y de La Libertad – Juigalpa Martes según datos estadísticos obtenidos por el estudio vehicular días críticos fueron los siguientes:

Tabla 18: Días de mayor volumen de tránsito en ambos carriles

DESCRIPCION (Día)	ENTRADA	SALIDA	Total
Juigalpa (sábado)	**205**	**307**	**512**
La Libertad (martes)	**280**	**187**	**467**

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Hora pico y factor pico horario

En la carretera se ubicaron dos puntos salida Juigalpa – La Libertad punto de inicio, y salida La Libertad – Juigalpa Punto final.

La hora pico se determinó con el método de los volúmenes equivalente para encontrar la hora exacta de mayor demanda, ver detalle en **Tabla 62** en Anexo LVII.

EL factor pico horario es el FPH real, determinado con la siguiente formula:

Ecuación 7: Factor Pico Horario

$$FHP = \frac{\text{VHP}}{4*V15} \quad FHP = \frac{100}{4*32}$$

HORA	VOLUMEN	
6:00-6:15	22	
6:15-6:30	26	
6:30-6:45	32	V15
6:45-7:00	20	

Fuente: Trabajo de Equipo

Donde:

FPH: Factor Pico Horario

VHP: Volumen de Hora Pico

V15: Volumen del Periodo de 15 minutos de mayor demanda en la hora pico

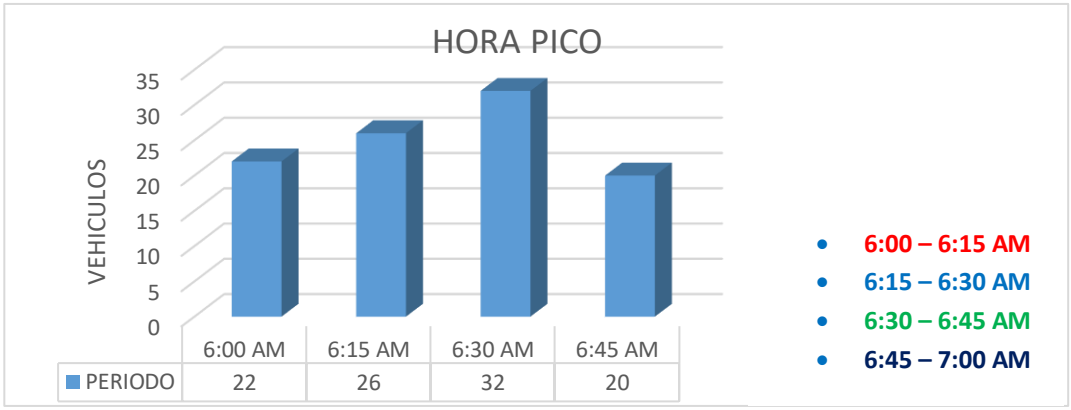
Los resultados del tramo en estudio es el siguiente:

<u>Juigalpa – La Libertad</u>

Hora pico: 6:00 – 7:00 am: 100.00

FHP: 0.781

GRAFICO 4: Factor pico horario de aforo salida Juigalpa - La Libertad



Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

La Libertad - Juigalpa

$$FPH = \frac{94}{4 * 26}$$

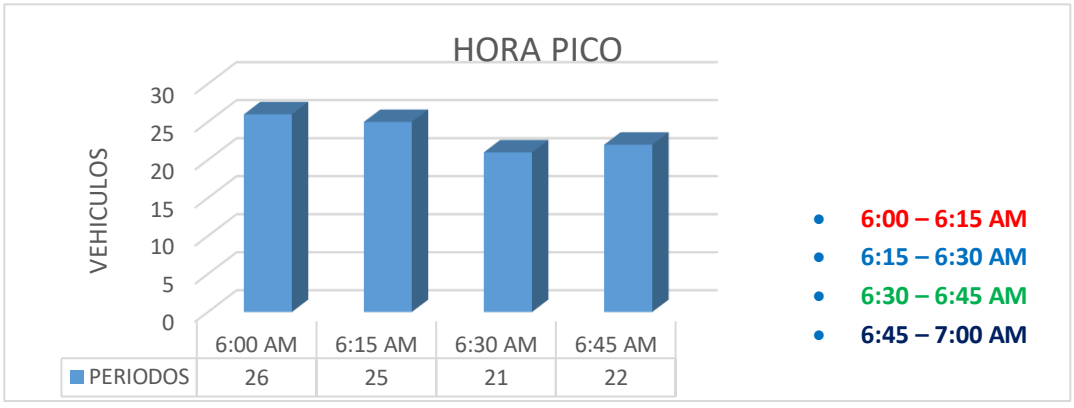
Hora pico: 6:00 – 7:00 am: 94

HORA	VOLUMEN	
6:00-6:15	26	V15
6:15-6:30	25	
6:30-6:45	21	
6:45-7:00	22	

Fuente: Trabajo de Equipo

FHP: 0.903

GRAFICO 5: Factor pico horario de aforo salida La Libertad - Juigalpa



Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

4.3. Estudio de velocidades

La importancia de la velocidad, como elemento básico para el proyecto de un sistema vial, queda establecida por ser un parámetro de cálculo de la mayoría de los demás elementos de su diseño geométrico. Finalmente, un factor que hace a la velocidad muy importante en el tránsito es la velocidad en los vehículos actuales han sobre pasado los límites para lo que fue diseñada la carretera actual, por lo que la mayor parte de los reglamentos resultan obsoletos.

Así como por la razón anterior la velocidad debe ser estudiada regulada y controlada con el fin que origine un perfecto equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía, de tal manera que siempre se garantice la seguridad, confort y eficiencia.

El método utilizado fue el de velocidad de punto o mejor conocida como velocidad instantánea, que consiste registrar la velocidad de un vehículo a su paso por un determinado punto de la carretera. Se utilizó un radar de velocidades, captando la información a 100 metros y así obtener el dato de la velocidad.

Los puntos para la recolección de datos de velocidades en la carretera en estudio se determinaron bajo los siguientes criterios:

- Los tramos donde se observó que el flujo vehicular iba a exceso de velocidad.
- El estacionamiento donde había señalización reglamentaria para el control de velocidad máxima.
- Los puntos donde las condiciones geométricas de la carretera varían.

Para la recolección d datos, se utilizó un formato de campo, donde se especifica el tipo de vehículo, la velocidad en que circula y la estación donde se obtuvieron los datos.

Los puntos seleccionados a lo largo del tramo son:

- **Intersección Aguas Calientes:** 139+750 en esta estación es zona urbana, presenta curvas cerradas, buena visibilidad y el máximo porcentaje de accidentalidad en el tramo.
- **Centro Educativo El Quebrantadero:** 145+220 en esta estación el ancho de la carretera es de 7.30 m, la visibilidad y la carpeta de rodamiento son apropiados para que los automovilistas alcancen altas velocidades, pero el tramo es zona escolar, por lo que se restringe la velocidad máxima a 25 Kph.
- **Centro Educativo Mira Lagos:** 151+210 en esta estación las características geométricas del tramo son de poca visibilidad debido a que está ubicada posterior a una curva en ambas direcciones, densa vegetación y es zona escolar lo cual restringe la velocidad máxima a 25 kph.
- **Centro Educativo Mira Valle:** 156+000 en esta estación la carpeta de rodamiento es aceptable y está ubicado en la externa de la curva por lo cual las velocidades son moderadas, y es zona escolar lo cual restringe la velocidad máxima a 25 kph.
- **Centro Educativo Rafaela Herrera:** 159+430 en esta estación las características son similares al ítem anterior, con diferencia que tiene una pendiente 4.72 %, zona escolar restringe la velocidad máxima a 25 Kph. **Centro Educativo San José:** 165+060 en esta estación la carpeta de rodamiento es apropiado, con buena visibilidad para que los automovilistas alcancen altas velocidades similares al primer ítem, debido a que es zona escolar restriegue la velocidad máxima a 25 Kph.

Para la recolección de dato el formato diseñado por el equipo de trabajo tenía espacio para medir la velocidad de 50 vehículos por sentido, el intervalo de tiempo en cada punto fue de 4 horas aproximadamente, midiendo las velocidades instantáneas de los vehículos.

Las muestras fueron recolectadas con el equipo de oficiales del departamento de tránsito del policía nacional vestido de civil, el equipo era un radar **FALCON HR**, el estudio se realizó en periodos de una semana en días y horas aleatorias.

Obteniendo los siguientes resultados en la **Tabla 63** a la **Tabla 68** de Anexos LIX.

Tabla 19: Tabla de Resumen de los resultados de los puntos seleccionados para el estudio de velocidades

PUNTO DE MUESTRA	AGUAS CALIENTE	QUEBRANTA DERO	MIRA LAGOS	MIRA VALLE	RAFAELA HERRERA	SAN JOSE	TOTAL
ESTACION	139+750	145+220	151+210	156+000	159+430	165+060	
V.M. PER	45 kph	25 kph	25 kph	25 kph	25 kph	25 kph	
VEHICULOS TOTALES	105	83	97	97	90	111	**583**
VEHICULOS QUE EXCEDEN	42	68	79	80	84	111	**464**
PORCENTAJE	**39.8 %**	**82.2 %**	**81.4 %**	**83 %**	**93.6 %**	**100 %**	**80 %**

Fuente: Levantamiento por los sustentantes.

Como se tenía previsto la mayoría de los usuarios automovilistas circulan en la carretera exceso de velocidad, aunque existía la hipótesis de que este fenómeno acontecía en el tramo, no se tenía idea de la magnitud del problema. Las características muestran porcentajes dramáticos en todos los puntos de control.

Del procesamiento de los datos de campo surgen los siguientes hechos:

- ✓ En promedio el 80 % de los vehículos indistintamente del tipo, circulan a velocidades entre 30 y 80 kph en los puntos de control.

- ✓ En su tipificación los vehículos que más exceden los límites de velocidad son: motos, autos, camionetas, camiones y buses colectivos.

- ✓ En los puntos de control en los que se registró casi la totalidad de los vehículos en exceso de velocidad coinciden con los puntos críticos de accidentalidad.

- ✓ Los puntos de control donde la velocidad máxima es más respetadas fueron en las zonas donde suele haber presencia policial.

4.4. Estudio de capacidad y niveles de servicio

Capacidad "la de una infraestructura vial es el máximo volumen horario de transito que puede, de manera razonable, circular por un punto o una sección uniforme de una calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control"[5]**.**

La infraestructura vial, sea ésta una carretera o calle, puede ser de circulación continua o discontinua. Los sistemas viales de circulación continua no tienen elementos externos al flujo de tránsito, tales como los semáforos y señales de alto que produzcan interrupciones en el mismo.

[5] Cal y Mayor, Rafael; y Cárdenas G. James. Ingeniería de Transito, Fundamentos y Aplicaciones. 8va edición. México, editorial alfa y omega, enero 2007, P. 355.

Nivel de servicio "es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de realizar maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial".[6]

El dimensionamiento de la capacidad resulta crucial para el diseño de cualquier carretera, tanto para establecer el tipo al que pertenece, como para seleccionar los elementos que la conforman y sus dimensiones, tales como número y ancho de carril, alineamiento, direccionales laterales, etc.

Las variaciones en su capacidad provienen de cambios de anchura por pendientes, por restricciones laterales, por intersecciones, etc. Las variaciones de flujo se originan porque los volúmenes de vehículos que entran y salen del tramo, lo realizan en ciertos puntos a lo largo de él y a diferentes horas del día.

En la siguiente imagen se muestran los distintos niveles de servicios que operan en las carreteras:

IMAGEN 16: Niveles de servicio en que operan las carreteras



[6] Cal y M a y o r , Rafael; y Cárdenas G. James. Ingeniería de Transito, Fundamentos y Aplicaciones. 8va edición. México, editorial alfa y omega, enero 2007, P. 235.

IMAGEN 16: Niveles de servicio en que operan las carreteras



Descripción de nivel de servicio

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

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

C Este nivel representa aún las características de circulación estable fluida, aunque la velocidad posible a desarrollar y la libertad de maniobra de los conductores están ya más ligada a las condiciones impuestas por el tráfico que por la propia voluntad de aquellos. La mayor parte de los conductores encuentran

dificultades para seleccionar su propia velocidad, cambiar de carril y adelantar a otros vehículos.

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

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

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

Factores que afectan el nivel de servicio

De los factores que afectan el nivel de servicio se dividen en 2 categorías:

1. Características de la vía.

- Ancho de carriles.
- Ancho de hombros.
- Obstrucción lateral.
- Tipo de terreno.

2. Características del tráfico.

- Composición del tráfico.
- Factor Pico Horario.

Cálculo del nivel de servicio por HCM 2010

La carretera en estudio se dividió de acuerdo con los carriles de circulación por sentido, los puntos seleccionados fueron Km 139+300, Salida Juigalpa - La libertad (1 carril de circulación por sentido o dirección) y Km 169+650 Salida La Libertad - Juigalpa de la Carretera en estudio (1 carril por sentido).

4.4.3.1. Metodología

La metodología utilizada en el análisis de Capacidad y Nivel de Servicio es, la descrita por el Manual de Capacidad de Vía HCM del 2010 "Carreteras de dos Carriles".

El siguiente análisis presenta las estimaciones de capacidad de las carreteras de dos carriles, define el Nivel de Servicio (NS), para carreteras de dos carriles, y documenta la metodología de funcionamiento y para las aplicaciones de planificación.

Las carreteras de dos carriles se clasifican en dos clases para el análisis:

Clase I: son aquellas carreteras donde los conductores esperan viajar a velocidades relativamente altas. Generalmente son rutas interurbanas mayores, arterias primarias que conectan grandes generadores de tráfico, o tramos de la red primaria de carreteras nacionales; que sirven más a menudo a los viajes de larga distancia.

Clase II: son aquellas carreteras donde los conductores no necesariamente esperan viajar a velocidades altas. Funcionan como rutas de acceso para las carreteras de **Clase I**, no son arterias primarias y generalmente atraviesan terrenos escarpados. Generalmente prestan servicio a viajes relativamente cortos.

Análisis en el Km 139+300

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

Tabla 20: Datos de salida Juigalpa - La Libertad características de tráfico

Características del trafico	
Factor Hora Pico (FHP)	**0.781**
Volumen Máxima Demanda (VMD)	**100**

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 21: Datos de salida Juigalpa - La Libertad característica de la vía

CARACTERISTICAS DE LA VIA	
Terreno	**Ondulado**
Velocidad de Carretera	**31 mi/H**
Ancho de Hombro (Pie)	**3.2808**
Ancho de Carriles (Pie)	**12**
Restricción de Rebase	**80 %**
Límite de Velocidad de Base	**80 Km/h**
Longitud del tramo	**30.650 Km**
Distribución direccional	**60/40**
Porcentaje de Vehículos pesado (Trucks)	**7 %**

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Ecuación 8: Determinación de la Velocidad a Flujo Libre (FFS)

$$FFS = BFFS - F_{Ls} - F_a$$

Donde:

FFS: Velocidad Estimada de Flujo Libre (Km/H)

BFFS: Velocidad base de flujo libre (Km/H)

FLS: Ajuste debido al ancho de carril y al ancho del hombro (Km/H)

FA: Ajuste para los puntos de acceso (Km/H)

Ecuación 9: Velocidad base de flujo libre BFFS (mi/h)

BFFS = Velocidad Limite + Velocidad Base

BFFS: 31 mi/h + 10 mi/h

BFFS: 41 mi/h

Factor de Ajuste por Ancho de Hombro (FLS)

Para determinar este factor, se utilizó el ancho de carril y el ancho de hombro de la **Tabla 26**, el ancho de carril en el punto de estudio es de 12 pies y el ancho de Hombro en algunos puntos de la carretera que se pudo observar está en un promedio de 3.2808 pies, al buscar los valores en la **Tabla 27** da como resultado el factor de ajuste por ancho de hombro:

Tabla 22: Factor de ajuste por ancho de hombro (FLS)

Ancho de carril (pie)	Ancho de hombro (pie)			
	≥0>2	≥2>4	≥4>6	≥6
≥ 9> 10	6.4	4.8	3.5	2.2
≥ 10 > 11	5.3	3.7	2.4	1.1
≥ 11 > 12	4.7	3	1.7	0.4
≥ 12	4.2	2.6	1.3	0

Fuente: Capitulo 15, the Highway Capacity Manual 2010.

Se obtiene el factor de ajuste por ancho de hombro el cual es igual a **FLS: 3 mi/h**

Tabla 23: Factor de ajuste para la densidad del punto de acceso (FA)

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

Fuente: Capitulo 15, The Highway Capacity Manual 2010.

Para el cálculo de **F_A**, se utilizan el número de intercesiones presentes en el punto, en este caso tenemos cinco intersecciones de 6.5 metro de ancho, para esta cantidad de intercepciones se debe interpolar el valor F_A en la **Tabla 28**. Debido que la cantidad de intersecciones se encuentra entre 0 y 10, al realizar la interpolación el resultado es **F_A = 1.25 mi/h**

Una vez calculada la velocidad a flujo libre básica **(BFFS),** el factor de ajuste por ancho de hombro **(f_{LS})** y factor de ajuste para la densidad del punto de acceso **(f_A),** podemos calcular la velocidad de flujo libre **(FFS),** en la siguiente Ecuación:

Velocidad de flujo libre

$$FFS: BFFS – F_{LS} - F_A$$

FFS: 41 mi/h – 3 mi/h – 1.25 mi/h

FFS: 36.75 mi/h

Ecuación 10: Ajuste de volumen de demanda por velocidad promedio (ATS):

$$V_{i,ATS} = Vi / FHP * F_{g,\ ATS} * F_{HV,\ ATS}$$

$V_{i,ATS}$ = Porcentaje de flujo de demanda i para calcular la velocidad media de recorrido ATS (pc/h).

i = “d” (análisis en la dirección) ó “o” (dirección opuesta).
Vi = Volumen de demanda para la dirección i (veh/h).
$f_{g,ATS}$ = Factor de grado de ajuste.
$f_{HV,\ ATS}$ = Factor de ajuste por vehículos pesados.
FHP (Factor de hora pico).

Ecuación 11: Factor de grado de ajuste

El factor de grado de ajuste se calcula utilizando el volumen de la máxima demanda para una dirección. En el punto de estudio la división direccional es de 60/40, por lo tanto, el valor de máxima demanda se divide entre 60 % y el 40%.

$$\textbf{Fg.}_{\textbf{ATS}} = \frac{\textbf{VMD } /60\%}{\textbf{FHP}}$$

$$\textbf{Fg.}_{\textbf{ATS}} = \frac{\textbf{VMD } /40\%}{\textbf{FHP}}$$

Dirección 1: 60 % = V1 = 100 * 0.60 = **60 v/h**

Dirección 2: 40 % = V2 = 100 * 0.40 = **40 v/h**

Dirección 1 = De Juigalpa a La Libertad

Dirección 2 = De la Libertad a Juigalpa

En la **Tabla 25** se obtienen los valores de volumen máxima demanda y el factor de hora pico, dando como resultado:

$$\textbf{Dirección 1 = Fg.}_{\textbf{ATS}} = \frac{60}{0.781} = \textbf{76.82 v/h}$$

$$\textbf{Dirección 2 = Fg.}_{\textbf{ATS}} = \frac{40}{0.781} = \textbf{51.21 v/h}$$

Tabla 24: Factor de ajuste de pendiente ATS (fg, ATS) para terreno nivelado, terreno rodante y degradaciones específicas

Flujo de demanda en una dirección, V_{vpn} (veh/h)	Factor de ajuste	
	Nivel de terreno plano y Bajadas Específicas.	Terreno ondulado
≤100	1.00	**0.67**
200	1.00	0.75
300	1.00	0.83
400	1.00	0.9
500	1.00	0.95
600	1.00	0.97
700	1.00	0.98
800	1.00	0.99
≥900	1.00	1.00
Note: interpolation to the nearest 0.01 in recommended		

Fuente: Capitulo 15, The Highway Capacity Manual 2010.

El resultado del factor de grado de ajuste es **76.82** para el **60 %** y **51.21** para el **40 %,** se encuentra entre los valores **100** de la **Tabla 29**, dado que las pendientes del tramo de estudio se encuentran entre 1 % a mayores de 5 % el terreno se considera ondulado.

Ecuación 12: Factor de ajuste de vehículos pesado*:*

Este valor se calcula con la siguiente ecuación:

$$Fhv, ATS = \frac{1}{1 + PT\,(ET - 1) + PR(ER - 1)}$$

Donde:

PT: Proporción de camiones en el tránsito, en decimal

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

ET: Equivalencia de números de Vehículos por camión

ER: Equivalencia de número de Vehículos por vehículos recreacional.

Los valores PT y PR se pueden encontrar en la **Tabla 26,** para el cálculo del ET, se utiliza el factor de grado de ajuste **(Fg. ATS),** en la **Tabla 30** y se interpola el valor en la columna de terreno ondulado, el Er es 1.1 por que según la **Tabla 30** el RVs se considera 1.1 para todos los fluidos:

Tabla 25: Vehículos equivalentes ATS para camiones (Et) y vehículos recreativos (Er)

Tipo de vehículo	Índice de flujo de demanda direccional, V_{vpn} (veh/h)	Nivel de terreno plano y bajadas especificas	Terreno ondulado
Trucks , ET	≤100	1.9	2.7
	200	1.5	2.3
	300	1.4	2.1
	400	1.3	2
	500	1.2	1.8
	600	1.1	1.7
	700	1.1	1.6
	800	1.1	1.4
	≥900	1.0	1.3
RVs, E_R	All flows	1.0	1.1
Note: interpolation to the nearest 0.1 is recommended			

Fuente: Capitulo 15, The Highway Capacity Manual 2010.

Los valores mostrados a continuación son los resultados de las interpolaciones con las tablas anteriores

Et = 2.09 **Er =1.1**

Et = 1.41 **Pt = 0.07**

Al realizar la interpolación del valor equivalente de vehículos de pasajeros por vehículos pesado (ET), en la **Tabla 30**, el resultado es igual a:

$$\boldsymbol{Fhv, ATS} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{1} + \boldsymbol{PT}\,(\boldsymbol{ET} - \mathbf{1}) + \boldsymbol{PR}(\boldsymbol{ER} - \mathbf{1})}$$

Dirección 1 $Fhv, ATS = \frac{1}{1+0.07\ (2.91-1)+0(1.1-1)} = 0.8820$

Dirección 2 $Fhv, ATS = \frac{1}{1+0.07\ (1.41-1)+0(1.1-1)} = 0.9721$

Una vez calculados los factores de grado de ajuste y de ajuste por vehículos pesados, se sustituyen en la ecuación 12, para calcular el ajuste al volumen de demanda por velocidad promedio (ATS), por lo que la ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$V_{i,ATS} = V_i / FHP * F_{g,\ ATS} * F_{HV,\ ATS}$$

$V_1 =$ 60 / 0.781 * 0.5154 * 0.8820 = **169.00 V/h**

$V_2 =$ 40 / 0.781 * 0.0.3447 * 0.9721 = **152.84 V/h**

El al volumen de demanda por velocidad se calcula, para cada una de las direcciones, pero dado que en el punto de estudio la distribución direccional es del 60/40, la demanda de velocidad promedio se considera igual para ambas direcciones, por lo tanto:

Dirección 1 V_1= 169 V/h

Dirección 2 V_2= 152.84 V/h

Ecuación 13: Cálculo de velocidad promedio (ATS)

$$ATS_D = FFS - 0.00776\ (V_1 + V_2) - F_{NP,\ ATS}$$

Donde:

ATS_d = Velocidad promedio de marcha en la dirección analizada (mi/h). FFS = Velocidad a flujo libre (mi/h).

$V_{d,\ ATS}$ = Porcentaje de flujo de demanda para determinar ATS en la dirección de análisis (pc/h).

$V_{o,\ ATS}$ = Porcentaje de flujo de demanda para determinar ATS en la dirección opuesta (pc/h).

$f_{np, ATS}$ = Factor de ajuste para determinar el porcentaje de zonas de no rebase en la dirección de análisis.

La velocidad a flujo libre **(FFS),** se utiliza el porcentaje de zona de no rebase (obtenido de la **Tabla 27 Y 28**), en la **Tabla 33** para interpolar los porcentajes de flujo de demanda en la dirección de análisis **(Vd, ATS),** porcentaje de flujo de demanda en la dirección opuesta **(Vo, ATS)** y el factor de ajuste **(fnp, ATS).**

Para la utilización de la **Tabla 33**, se necesita el porcentaje de no rebase del punto de estudio y el **FFS**. Para el punto del Grajjinan el porcentaje de no rebase es de:

80%, el **FFS= 36.75 mi/h.**

Tabla 26: Factores de ajuste ATS para zonas sin paso (fnp,ATS)

Flujo de demanda opuesta, Ve (pc/h)	Porcentaje de zona de no rebase				
	≤20	**40**	**60**	**80**	**100**
FFS ≥ 65 mi/h					
≤ 100	1.1	2.2	2.8	3.0	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4.0	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0
800	0.7	1.0	1.2	1.4	1.5
1000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1200	0.06	0.8	0.9	1.0	1.1
1400	0.6	0.7	0.0	0.9	0.9
>1600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8

Fuente: Capitulo 15, The Highway Capacity Manual 2010.

Tabla26: Factores de ajuste ATS para zonas sin paso (fnp,ATS)

FFS ≥ 60 mi/h					
≤ 100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4	4.2
400	1.4	2.0	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
>1600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS ≥ 55 mi/h					
≤ 100	0.5	1.2	2.2	**2.6**	2.7
200	1.5	2.4	3.5	**3.9**	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1200	0.5	0.6	0.7	0.9	1
1400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
>1600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7

Fuente: Capitulo 15, The Highway Capacity Manual 2010.

Al realizar la interpolación con los valores mostrado en la **Tabla 31**, los resultados son los Siguientes:

Dirección 1 = 0.5154 para el 60 %, **Dirección 2 =** 0.3447 para el 40 %

En la **Tabla 31** se muestran los rangos donde se realizaron las interpolaciones, como resultado la **ecuación 13**, se expresa de la siguiente manera:

ATS1 = 36.75 – 0.00776 (169 + 152.84) – 3.49 = **30.76 mi/h**

ATS2 = 36.75 – 0.00776 (169+152.84) – 3.28 = **30.97 mi/h**

Ecuación 14: Ajuste en el flujo vehicular por demoras por no rebase PTSF.

$$V_{i,PTSF} = Vi / PHF * F_{g,\ PTSF} * F_{HV,\ PTSF}$$

$V_{i,\ PTSF}$ = Porcentaje de flujo de demanda i para la determinación del porcentaje de demoras.

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

$f_{g,PTSF}$ = Factor de ajuste por pendiente para determinar el porcentaje de demoras.

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

Ecuación 15: Factor de ajuste por vehículos pesados para determinar el porcentaje de demoras.

$$Fhv, PTSF = \frac{1}{1+PT\ (ET-1)+PR(ER-1)}$$

Factor de grado de ajuste por pendiente

El factor de grado de ajuste se calcula utilizando el volumen de la máxima demanda para una dirección. En el punto de estudio la división direccional es de 60/40, por lo tanto, el valor de máxima demanda se divide entre 60 y el 40%.

$$Fg.ATS = \frac{VMD\ /60\%}{FHP}$$

60 % = V1 = 100 * 0.60 = 60 V/h

40 % = V2 = 100 * 0.40 = 40 v/h

$$Fg.ATS = \frac{60}{0.781} = 76.82$$

$$Fg.ATS = \frac{40}{0.781} = 51.21$$

Dirección 1 = De Juigalpa a La Libertad

Dirección 2 = De la Libertad a Juigalpa

En la **Tabla 25,** se obtienen los valores de volumen máxima demanda y el factor de hora pico, dando como resultado:

Tabla 27: Factor de ajuste por pendiente PTSF (fg PTSF) para terreno llano, terreno rodante y degradaciones ~~específicas~~

Flujo de demanda direccional, V_{vpn} (veh/h)	Nivel de terreno plano y bajadas especificas	Terreno ondulado
≤ 100	1.0	**0.73**
200	1.0	0.8
300	1.0	0.85
400	1.0	0.9
500	1.0	0.96
600	1.0	0.97
700	1.0	0.99
800	1.0	1.00
≥900	1.0	1.00
Note: interpolation to the nearest 0.01 is recommended		

Fuente: Capitulo 15, The Highway Capacity Manual 2010.

El resultado del factor de grado de ajuste es **76.82** para el **60 %** y **51.21** para el **40 %,** se encuentra entre los valores **100** de la **Tabla 32**, dado que las pendientes del tramo de estudio se encuentran entre 3 % a 6 % el terreno se considera ondulado.

Al realizar la interpolación con los valores mostrado en la **Tabla 32**, los resultados son los siguientes:

Dirección 1 = **0.5614 para el 60 %**

Dirección 2 = **0.3751 para el 40 %**

Ecuación 16: Factor de ajuste de vehículos pesado:

Este valor se calcula con la siguiente ecuación:

$$F_{HV.\ ATS} = \frac{1}{1+PT\ (ET-1)+PR(ER-1)}$$

Donde:

PT: Proporción de camiones en el tránsito, en decimal

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

ET: Equivalencia de números de Vehículos por camión

ER: Equivalencia de número de Vehículos por vehículos recreacional.

Tabla 28: Equivalentes de vehículos de pasajeros PTSF para camiones ET y vehículos recreativos Er

Tipo de vehículo	Flujo de demanda direccional, V_{vpn}(veh/h)	Nivel de terreno plano y bajadas específicas.	Terreno ondulado
Trucks, E_T	≤ 100	1.1	1.9
	200	1.1	1.8
	300	1.1	1.7
	400	1.1	1.6
	500	1.0	1.4
	600	1.0	1.2
	700	1.0	1.0
	800	1.0	1.0
	≥900	1.0	1.0
RVs, E_R	All	1.0	1.0
Note: interpolation in this exhibit is not recommended			

Fuente: Capitulo 15, The Highway Capacity Manual 2010.

Los valores mostrados a continuación son los resultados de las interpolaciones con las tablas anteriores

Et = 1.47 **Er =1**

Et = 1.01 **Pt = 0.07**

Al realizar la interpolación del valor equivalente de vehículos de pasajeros por vehículos pesado (ET), en la **Tabla 32**, el resultado es igual a:

$$\boldsymbol{Fhv, PTSF = \frac{1}{1 + PT\,(ET - 1) + PR(ER - 1)}}$$

Dirección 1: $Fhv, PTSF = \frac{1}{1+0.07\,(1.47-1)+0(1-1)} = 0.968$

Dirección 2: $Fhv, PTSF = \frac{1}{1+0.07\,(1.01-1)+0(1-1)} = 0.999$

Una vez calculados los factores de grado de ajuste y de ajuste por vehículos pesados, se sustituyen en la **ecuación 14**, para calcular el ajuste al volumen de demanda por velocidad promedio **(ATS),** por lo que la ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$\mathbf{V_{i,PTSF}= V_i / FHP * F_{g,\,PTSF} * F_{HV,\,PTSF}}$$

El al volumen de demanda por velocidad se calcula, para cada una de las direcciones, pero dado que en el punto de estudio la distribución direccional es del 60/40, por lo tanto:

$$\mathbf{V_{1PTSF}} = 60 / 0.781 * 0.5614 * 0.968 = \mathbf{141.36\ V/h}$$

$$\mathbf{V_{2PTFS}} = 40 / 0.781 * 0.3751 * 0.999 = \mathbf{136.67\ V/h}$$

Ecuación 17: Cálculo de porcentaje de tiempo utilizado en seguir un vehículo

Este porcentaje es estimado de la demanda de razón de flujo, la razón de flujo opuesto y un factor de ajuste para porcentaje de zonas donde no se puede rebasar en la dirección de análisis se pueden determinar de la siguiente ecuación:

$$\mathbf{PTSF_d = BPTSFd} + \mathbf{F}\mathrm{NP,\,PTSF}[\frac{\mathbf{V1},\mathrm{PTSF}}{\mathbf{V1},\mathrm{PTSF} + \mathbf{V2},\mathrm{PTSF}}]$$

Donde:

PTSF= % de tiempo utilizado en seguir un vehículo en la dirección de análisis

BPTSF= % base de tiempo utilizado en seguir un vehículo en la dirección de análisis.

Fnp,PTSF = Factor de ajuste del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF) por el porcentaje de zonas de no rebase en el tramo analizado.

Vd, PTSF = Porcentaje de Flujo de demanda en la dirección analizada para determinar PTSF (v / h).

Vo, PTSF = Porcentaje de Flujo de demanda en la dirección opuesta a la analizada para determinar PTSF (v / h).

Ecuación 18: Porcentaje de demora siguiendo básica en la dirección analizada (BPTSFd)

$$\mathbf{BPTSF_d} = 100\left(1 - e^{\left(av_d^b\right)}\right)$$

Para la obtención de los coeficientes ***a*** y ***b***, se utiliza el factor de demora por pendiente, en la **Tabla 34** y se realiza una interpolación para obtención de los valores.

Tabla 29: Coeficiente de PTSF para estimar BPTSF

Flujo de demanda opuesto, Ve (pc/h)	Coeficiente *a*	Coeficiente *b*
≤ 200	**-0.0014**	**0.973**
400	-0.0022	0.923
600	-0.0033	0.87
800	-0.0045	0.833
1000	-0.0049	0.829
1200	-0.0054	0.825
1400	-0.0058	0.821
≥1600	-0.0062	0.817
Note: straight-line interpolation of *a* to the nearest 0.0001 and *b* to the nearest 0.001 is recommended.		

Fuente: Capitulo 15, The Highway Capacity Manual 2010.

Al realizar la interpolación en la **Tabla 34**, los coeficientes son los siguientes:

a = - 0.0010 Dirección 1

a = - 0.0009 Dirección 2

b = 0.688 Dirección 1

b = 0.663 Dirección 2

$$BPTSF = 100\ (\ 1 - \ e^{(-0.0010 * 141.36^{0.688})})$$ = **2.97 % Dirección 1**

$$BPTSF = 100\ (\ 1 - \ e^{(-0.0009 * 136.67^{0.663})})$$ = **2.31 % Dirección 2**

Dada la División Direccional del 60/40 en el punto de estudio el porcentaje en demora para ambas direcciones es:

$BPTSF_d$ = 2.97 % Dirección 1

$BPTSF_d$ = 2.31 % Dirección 2

Factor de ajuste para zona sin paso

Este se debe interpolar en dos variables en la **Tabla 35**, se ingresa con un 80% de zonas de no paso, una división de tráfico 60/40 direccional y una tasa de flujo de demanda bidireccional total de **141.36** + 136.67 = **278 veh/h**. La interpolación se ilustra en la siguiente tabla.

Tabla 30: Factor de ajuste de zona sin pase (Fnp, PTSF) para la determinación de PTSF

Tasa de flujo bidireccional total, V = V_d + V_o (pc/h)	Porcentaje de no rebase					
	0	20	40	60	80	100
División direccional = 60/40						
≤ 200	11.0	30.6	41.0	51.2	**52.3**	53.5
400	14.6	36.1	44.8	53.4	**55.0**	56.3
600	14.8	36.9	44.0	51.1	52.8	54.6
800	13.6	28.2	33.4	38.6	39.9	41.3
1400	11.8	18.9	22.1	25.4	26.4	27.3
2000	9.1	13.5	15.6	16.0	16.8	17.3
2600	5.9	7.7	8.6	9.6	10.0	10.2

Fuente: Capitulo 15, The Highway Capacity Manual 2010.

$$F_{NP,\,PTSF} = 53.353$$

Al sustituir los valores en la ecuación 15, esta se expresa de la siguiente forma:

$$PTSF_d = BPTSFd + FNP,\,PTSF\left[\frac{V1,PTSF}{V1,PTSF + V2,PTSF}\right]$$

Debido a que la división direccional en el punto es de 60/40, entonces el resultad del porcentaje de demoras siguiendo PTSF en promedio para ambas direcciones es:

$$PTSF_{d1} = 2.97 + 53.353\left[\frac{141.36}{141.36+136.67}\right] = 30.09\%$$

$$PTSF_{d2} = 2.31 + 53.353\left[\frac{136.67}{136.67+141.36}\right] = 29.19\%$$

Paso 7: Estimación del porcentaje de velocidad a flujo libre (PFFS)

Este paso solo se aplica para carretera clase 3 y dado que el tramo de carretera en estudio es clase 1, no se realiza este pasó.

Tabla 31: Niveles de servicio para carretera de dos carriles

LOS	Carretera de clase I		Carretera de clase II
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)
A	**> 55**	**≤ 35**	≤ 40
B	> 50 - 55	> 35 - 50	> 40 - 55
C	> 45 - 50	> 50 - 65	> 55 - 70
D	> 40 - 45	> 65 - 80	> 70 - 85
E	≤ 40	> 80	> 85

Fuente: Capitulo 15, The Highway Capacity Manual 2010

Para escoger el nivel de servicio para la clase 1 según la **Tabla 36**, es conforme a la velocidad promedio **(ATS)** y Porcentaje de tiempo siguiendo **PTSF**, en caso de ser diferente se escogerá el de peor servicio. En nuestro caso ambos niveles de servicio se encuentran en el nivel de servicio C para ambas direcciones ya que la división direccional es 60/40.

Dirección 1 $PTSF_1$ = 30.09 % Clasificación ≤ 35 nivel de servicio A
Dirección 2 $PTSF_2$ = 29.19 % Clasificación ≤ 35 nivel de servicio A

ATS1 = 30.76 mi/h Clasificación ≤ 55 nivel de servicio A
ATS2 = 30.97 mi/h Clasificación ≤ 55 nivel de servicio A

$$C_{d.ATS} = 1{,}700 * Fg._{ATS} * F_{HV.\ ATS}$$

$$C_{d.PTSF} = 1{,}700 * Fg._{PTSF} * F_{HV.\ PTSF}$$

Donde:

C_{dATS} = Capacidad en la dirección de análisis bajo condiciones básicas en la velocidad de desplazamiento promedio (ATS) (v / h).

C_{dPTSF} = Capacidad en la dirección de análisis en las condiciones básicas con el porcentaje de tiempo gastado siguiendo (PTSF) (v / h).

Dirección 1 = Fg.ATS = 0.5154 para el 60 %, Fhv.ATS = 0.8820

Dirección 2 = Fg.ATS = 0.3447 para el 40 %, Fhv.ATS = 0.9721

Dirección 1 = Fg.PTSF = 0.5614 para el 60 %, Fhv.PTSF = 0.968

Dirección 2 = Fg.PTSF =0.3751 para el 40 %, Fhv.PTSF = 0.999

Cd.ATS = 1,700 * 0.5154 * 0.8820 = 772.79

Cd.ATS =1,700 * 0.3447 * 0.9721 = 569.64

Cd.PTSF = 1,700 * 0.5614 * 0.968 = 923.83

Cd.PTSF = 1,700 * 0.3751 * 0.999 = 637

La capacidad direccional de esta instalación es de 772.79 vehículos / h. Dada la distribución direccional 60 %, para una dirección, la capacidad direccional del segmento es 772.79 + 923.83 = 1, 696.62 vehículos / h.

La capacidad direccional de esta instalación es de 569.64 vehículos / h. Dada la distribución direccional 40 %, para la otra dirección, la capacidad direccional del segmento es 569.64 + 637 = 1,206.64 vehículos / h.

Este valor no excede la capacidad límite de 3,200 v / h (según el The highway capacity manual 2010), la capacidad direccional se puede lograr con una distribución direccional 60/40. Una capacidad direccional total de 3.200 v / h prevalecería.

En términos de las condiciones prevalecientes, la capacidad sería de 3,200 × 0.5154 × 0.8820 = 1454.66 veh / h. Con una división direccional 60/40, esto implica una capacidad direccional de 1454.66 / 2 = 727.33 veh / h, Se espera que el segmento de autopista de dos carriles, como se describe, opere regular, dentro del nivel A. La demanda es de 76.82 / 727.33 = 0.1056 de capacidad. Tanto el ATS como el PTSF están en niveles aceptables (30.76 mi / h y 30.76%, respectivamente).

CAPITULO V: PROPUESTA TECNICA

5.1. Introducción

En este capítulo el equipo de trabajo presenta las propuestas técnicas, que, según los resultados de los estudios anteriores, debería implementarse en la carretera para mejorar la seguridad vial en la misma.

5.2. Defensas metálicas

La altura del eje de simetría longitudinal de la defensa metálica deberá estar localizada a 50 cm (+/- 2 cm) por encima del nivel del hombro del acotamiento, en la carretera.

En traslape de dos secciones de defensas consecutivos se debe realizar de manera que quede encima de la otras aquella que se encuentre más cerca de la dirección desde la que se aproxima del flujo de tránsito, al fin de evitar que los vehículos se atoren con la orilla de una de las defensas, en lugar de deslizarse sobre ella.

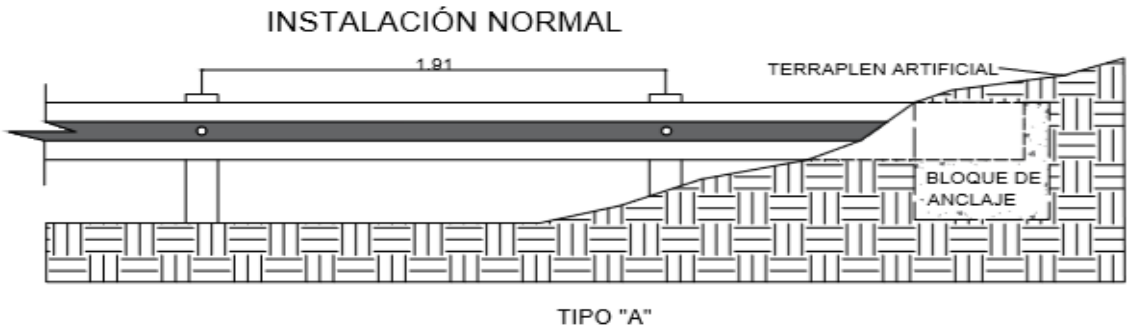
Imagen 17: Ejemplos de terminales de defensas metálicas



Fuente: Ingeniería Estructural y soluciones en acero.

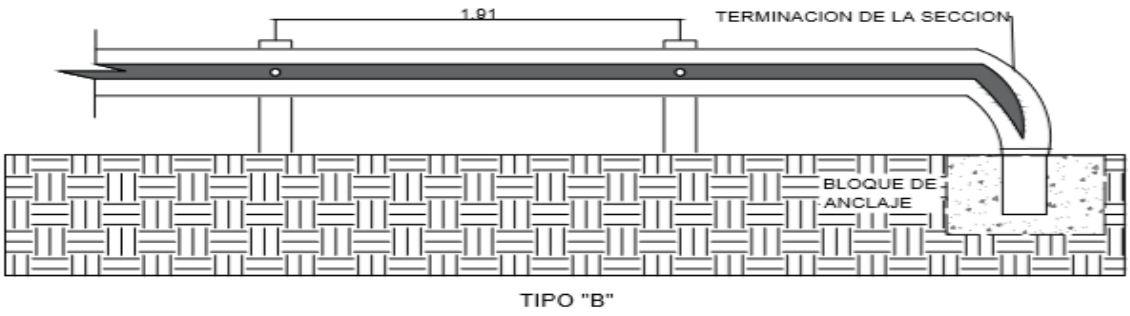
La SIECA recomienda que las defensas laterales tengan un anclaje al suelo en el extremo donde se aproxima el flujo vehicular para evitar el efecto lanza en caso de una colisión frontal de un vehículo, los tipos de anclajes son los siguientes:

Imagen 18: Métodos de ubicación de terminal de defensas metálicas



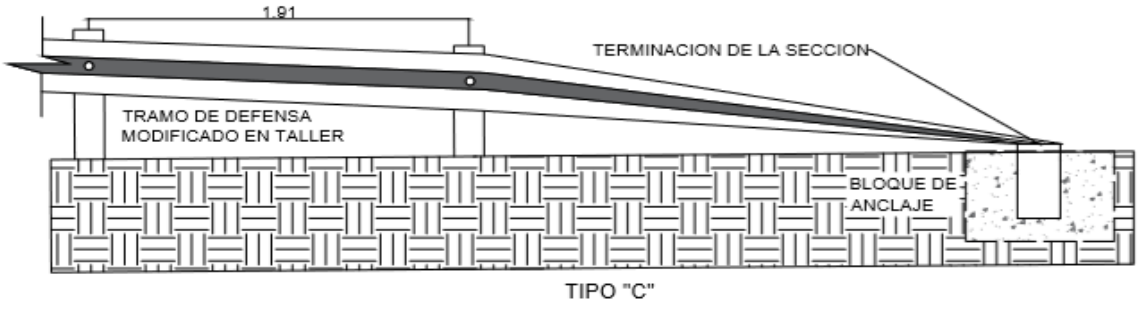
Fuentes: Ingeniería De tránsito de Cal y Mayor.

Imagen 19: Métodos de ubicación de terminal de defensas metálicas



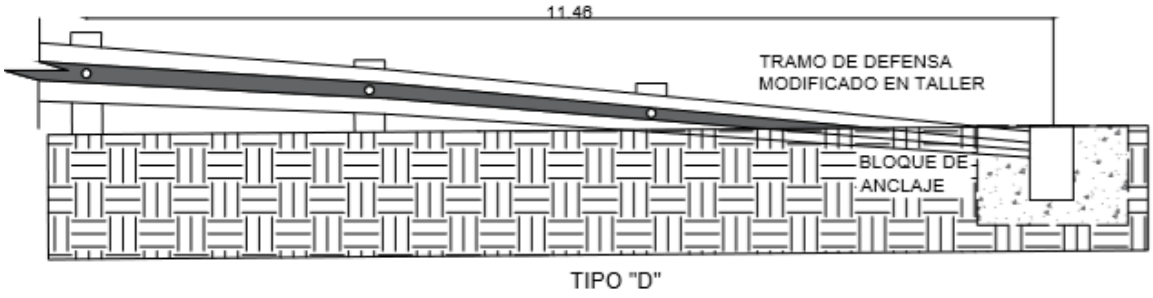
Fuentes: Ingeniería De tránsito de Cal y Mayor.

Imagen 20: Métodos de ubicación de terminal de defensas metálicas



Fuentes: Ingeniería De tránsito de Cal y Mayor.

Imagen 21: Métodos de ubicación de terminal de defensas metálicas



Fuentes: Ingeniería De tránsito de Cal y Mayor.

En los casos donde la topografía y otras condiciones del sitio no permitan que se realice en correcto anclaje, se recomienda la instalación de elementos de seguridad en los extremos.

Imagen 22: Terminales de defensas metálicas



Fuente: obo.az

Imagen 23: Terminales de defensas metálicas



Fuente: signovial.pe

Dispositivos de amortiguamiento diseñados para eliminar el peligro que representa los inicios de tramos de defensas metálicas. La terminal está diseñada para amortiguar golpes de vehículos errantes. El dispositivo de amortiguamiento sirve para salvar vidas durante el impacto de vehículo en los extremos de dispositivos viales.

Los terminales tipos x tensión, realizan detenciones controladas de los vehículos en sitios de alta accidentalidad, totalmente re-directivo no traspasable con tecnología basada en la tensión.

Imagen 24: Terminales de defensas metálicas



Fuente: signovial.pe

Se recomienda que las defensas metálicas en la carretera en estudio se instalen según las recomendaciones antes expuestas, anclándose los extremos de la dirección de donde proviene el flujo vehicular o instalándose los amortiguadores de impactos.

Tabla 32: Propuesta de defensa metálica

ESTACION		LONGITUD	D. METALICA	
INICIO	FIN	(M)	IZQ	DER
146+610	**146+760**	150		X
147+230	**147+340**	110	X	
148+760	**150+280**	1520		X
161+740	**162+050**	310		X

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

5.3. Ojos de gato

Según definición, delineador horizontal(Ojo de Gato), es un dispositivo de guía óptica en forma de pirámide truncada que se utilizan generalmente como complemento de marcas viales, que fijados a la carpeta de rodamiento de la carretera debe reflejar el 100 % de la luz que recibe por los focos de un vehículos, su acción reflectante debe funcionar especialmente de noche y ante cualquier condición ambiental, sirve como guía en área de seguridad y en la proximidades de zonas peligrosas como pendientes, curvas, puentes y túneles.

La principal ventaja de la marcación con tachas reflectantes es que aumenta notablemente el margen de seguridad del conductor por la visibilidad de señalamiento, sobre todo en la noche, cuando llueve, hay neblina o el pavimento esta mojado. Son también perfectamente visibles durante el día ya sea complementado la pintura o supliéndola.

Existen estadísticas en diversos países donde los accidentes de tránsito han disminuido sensiblemente en la misma ruta después de que haya sido marcadas con tachas reflectantes, porcentajes que van del 35 % - 60 % de disminución de accidentes según el lugar.

Los ojos de gato son utilizados normalmente en los siguientes casos:

- Como divisorias en los ejes de vía con doble sentido.
- Canalizar el tráfico en sus respectivos carriles en avenidas con varios de ellos.
- Delimitando accesos.
- Indicando prohibición de paso.
- Marcando pasos y vías peatonales.
- Alertando sobre lugares peligrosos o lugares conflictivos (Colegios, Hospitales, Bomberos, entre otros).
- Señalando giros, salidas, isletas, rotondas, desvíos, rampas y estacionamientos.

Para el tramo en estudio y dada la información anterior, se recomienda que las tachuelas reflectantes (ojos de gato) sean instalados en toda la longitud de la carretera. El color de los reflectantes deben ser amarillo tránsito para la línea central, blanco para los bordes de la calzada, excepto en las curvas peligrosas donde se debe instalar color amarillo en el borde exterior de la curva.

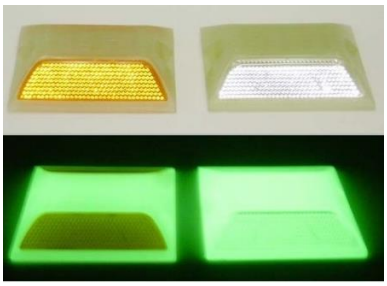
En el tramo **(146+000 – 153+000)** en horas de la noche debido al clima de La Libertad, Chontales. El clima aquí es tropical. La lluvia es significativa la mayoría de los meses del año, y la estación seca corta tiene poco efecto. Las neblinas de inviernos se recomienda la instalación de tachuelas foto luminiscentes porque su material de construcción posee, además, la capacidad de absorber y almacenar energía cuando es expuesto a cualquier fuente de luz convencional como luz diurna o luz eléctrica y la emite en la oscuridad, durante un largo periodo de tiempo.

Imagen 25: Reflectante



Fuente: grupoflx.com

Imagen 26: Foto luminiscentes



Fuente: inteligentes.org

5.4. Reductores de Velocidad

Las mayorías de los accidentes viales ocurren por la noche se deben a varios factores, pero el principal es por falta de visibilidad. No siempre esta falta es un defecto del conductor en ocasiones pueden ser por las luces de los vehículos que circulan en sentido contrario el mal alumbrado público entre otras.

Si los reductores de velocidad tiene una buena pintura y se alcanza a ver a distancia de igual forma debe ser precavido al momento de pasarlo, ya que nunca se sabe la altura y longitud si puede dañar el vehículo al momento de pasarlo o si esta despostillado y puede ponchar una llanta.

Sin embargo, las altas velocidades en que circula el parque automotor incitan a la búsqueda de dispositivos que obliguen al conductor a reducir la velocidad en los tramos peligrosos como en las intercepciones, en los puntos de señales horizontales con la palabra (Escuela).

Imagen 27: Reductores de velocidad



Fuente: Trabajo de campo.

Reductores aislados

Los reductores aislados tipo bolla consisten en una serie de elementos plásticos o metálicos resistentes, con forma de hongo que se inserta o simplemente se adhiere al pavimento con pegamento epóxido o bituminoso. Estos dispositivos, como muestra la figura se coloca en hileras dobles con un desfase entre ambas líneas para evitar el acomodo paralelo, el cual permitirá a los vehículos livianos evadir el obstáculo que ellos representan. La separación más utilizada es de 25 cm.

Imagen 28: Reductor de velocidad tipos bolla



Fuente: lagacetasalta.com.ar

Debido a las Condiciones climáticas y a la deficiente iluminación nocturna de la carretera se recomienda la instalación de bollas metálicas calibre 10, de 3 pulgadas de alturas y 20 cm de diámetro, de color amarillo que pueden llevar uno o dos reflectantes como muestra la **(Imagen 30).**

5.5. Bahías de buses

Las casetas de parada de buses del tramo en estudio, no cuenta con bahías ni señalización reglamentaria, lo cual los buses se ven obligados a detenerse en la vía, por lo que se recomienda la colocación de estas tomando como referencia de ubicación las casetas para pasajeros existentes construidas por las instituciones pertinentes.

En la propuesta de señalización se recomienda la instalación de los elementos correspondientes para bahías de buses, vasados en las dimensiones típicas de las bahías para el refugio de buses en la carreteras regionales de la SIECA, se recomienda la construcción del espacio necesario para atender las funciones básicas de este servicio, que las paradas cuenten con todos los elementos necesarios para proteger a los usuarios de la inclemencia del intemperie y que las paradas en la mismas estacione no se construyan uno frente a la otra.

A continuación, se describen las dimensiones típicas que deben de tener las bahías de buses:

Tabla 33: Medidas establecidas para las bahías de buses

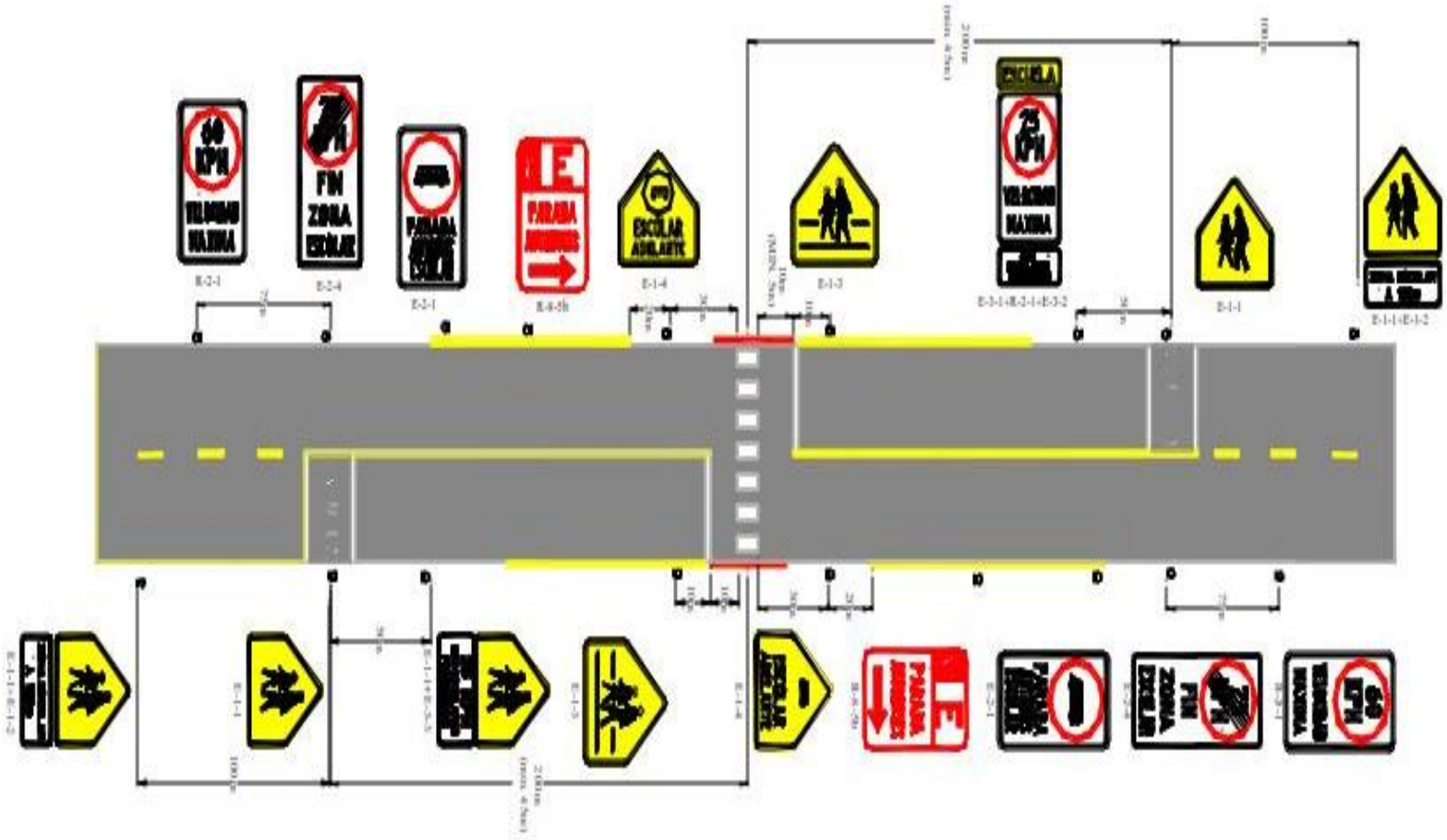
Diseño	Entrada (m)	Parada (m)	Salida (m)	Ancho	Longitud total (m)
Para 1 bus	10	15	15	3-4	40
Para 2 buses	10	30	15	3-4	55
Para 3 buses	15	45	15	3-4	75

Fuente: Normas de Diseño Geométrico, SIECA.

5.6. Zonas escolares

En la propuesta de señalización se muestra de manera separada, las señales verticales y horizontales que corresponden a las zonas escolares que se encuentran a lo largo de la carretera, en conjunto como muestra la siguiente figura **(Imagen 31),** la señalización obedece a la configuración reglamentaria del manual de dispositivos uniformes para el control de tránsito de la SIECA, específicamente al capítulo 7: control de tránsito en zonas escolares.

Imagen 29: Señalización para zonas escolares



Fuente: Manual Centroamericano de diseño geométrico de viales (SIECA)

5.7. Propuesta de señalización, de acuerdo con las características geométricas, físicas y atmosféricas

Señalización vertical

Son aquellas que tienen por objeto identificar las vías y lugares por donde se va circulando, así como guiar a los conductores y peatones de manera correcta y segura. La forma de estas señales debe de ser rectangular, con excepción de las indicaciones de ruta que podrán tener una forma y tamaño especial, según sea el caso.

El tramo en estudio presenta múltiples curvas, si un vehículo viaja a alta velocidad sin señal de que se aproxima una curva, al querer bajar la velocidad en tan poco tiempo y distancia el vehículo es forzado a perder el control y estrellarse o en un peor caso dirigirse al precipicio, pues la carretera pasa por cerros y montañas.

Propuesta de señalamiento vertical

Las señales deben tener el tamaño estándar según el Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito, dado que esta es una carretera con clasificación Troncal Principal.

Deben construirse con cinta reflectiva por lo menos con grado de ingeniería, en láminas galvanizadas de acero, de 1.6 mm.

En las zonas rural la altura de los tableros debe ser de 1.50 m de la arista inferior del tablero hasta el nivel de la calzada, y en las zonas urbanas como mínimo

2.10m. El retiro lateral deseable es de 1.50 para la zona rural y de 0.60 para la zona urbana.

La distancia lateral a la que se coloca cualquier tipo de señal es de 0.50 m entre la orilla externa de la señal y la proyección vertical del hombro del camino.

El reverso de toda señal vertical, así como sus soportes (postes), se deben pintar de color gris mate, independientemente de que el señalamiento cumpla con las normas de resistencia, durabilidad y presentación

Las señales restrictivas de NO ADELANTAR se deben definir donde comienza la línea continua.

Postes guías con delineadores para puentes y alcantarilla, estas se ubicarán para canalizar las entradas y salidas de estos elementos fijos y para cada puente se consideran un total de 24 postes guías con 24 delineadores, y para cada alcantarilla se consideran 2 postes guías más 2 delineadores.

Las señales verticales deben de realizarse bajo los siguientes requisitos:

1. La colocación de la señal deberá ser consecuencia del análisis de las operaciones de los vehículos, tránsito de peatones, geometría del lugar y ángulo de visibilidad para la señal.
2. En un soporte o paral se deberá colocar solo una señal y en ningún caso más de dos.
3. No emplear señales distintas a las que figuran en el Manual Interamericano para Dispositivos del control de calles y carreteras.
4. Llamar la atención.
5. Transmitir un mensaje claro.
6. Imponer respeto a los usuarios.
7. Guiar al usuario a lo largo del camino, y convencerlo de modificar su comportamiento al volante.

EL inventario Vial realizado en el presente estudio revelo que la señalización vertical en la carretera en estudio no está completa y su situación actual no es la óptima. En lo referente a la situación actual de este tipo de señalización, se recomiendo instalar 208 dispositivos o señales Verticales de tránsitos nuevas, las cuales se dividen en 4 Información, 10 Reglamentarias, 194 Preventivas. Ver detalle en la siguiente tabla:

Tabla 34: Propuesta de señalización vertical

ESTACION		COD	TIPO	UBICACION		DESCRIPCION
INICIO	FIN			IZQ	DER	
139+020		II - 5 - 1	Informativa	1		Juigalpa
139+500		II - 5 - 2	Informativa	1		Juigalpa despacio 40 Kph
142+450		P-1-5	Preventiva		1	Curva doble
142+680		P-1-2	Preventiva	1		Curva
144+320		P-6-1	Preventiva	1		Descenso peligro
145+710	145+840	P-1-9	Preventiva	10		Chevron
145+950	146+060	P-1-9	Preventiva		8	Chevron
146+230	146+290	P-1-9	Preventiva	5		Chevron
146+340	146+400	P-1-9	Preventiva		5	Chevron
146+910		P-6-1	Preventiva	1		Descenso peligro
147+230	147+340	P-1-9	Preventiva	8		Chevron
147+440		P-1-5	Preventiva		1	Curva doble
147+870	147+930	P-1-9	Preventiva		5	Chevron
148+000		P-1-2	Preventiva	1		Curva
148+010	148+080	P-1-9	Preventiva	6		Chevron
148+270		P-1-2	Preventiva		1	Curva
148+280	148+420	P-1-9	Preventiva		11	Chevron
150+600		P-6-1	Preventiva	1		Descenso peligro
150+650	150+720	P-1-9	Preventiva	6		Chevron
150+770		P-1-2	Preventiva		1	Curva
150+840		P-1-5	Preventiva	1		Curva doble
151+030	151+100	P-1-9	Preventiva	6		Chevron
151+070		P-6-1	Preventiva		1	Descenso peligro
151+710		P-6-1	Preventiva	1		Descenso peligro
152+080	152+140	P-1-9	Preventiva		5	Chevron

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

TABLA 34: **Propuesta de señalización vertical**

ESTACION		COD	TIPO	UBICACION		DESCRIPCION
INICIO	FIN			IZQ	DER	
152+480	152+540	P-1-9	Preventiva		5	Chevron
152+630	152+690	P-1-9	Preventiva	5		Chevron
152+720	152+770	P-1-9	Preventiva	4		Chevron
152+810	152+850	P-1-9	Preventiva		4	Chevron
153+040		P-6-1	Preventiva	1		Descenso peligro
154+000		P-1-5	Preventiva		1	Curva doble
154+280		P-6-1	Preventiva	1	1	Descenso peligro
156+130	156+170	P-1-9	Preventiva		4	Chevron
156+510		P-12-4a	Preventiva	3	3	Delineadores
156+890		P-12-4a	Preventiva	3	3	Delineadores
157+010		P-12-4a	Preventiva	3	3	Delineadores
157+080	157+130	P-1-9	Preventiva		4	Chevron
157+260		P-12-4a	Preventiva	3	3	Delineadores
157+340		P-12-4a	Preventiva	3	3	Delineadores
157+640		P-12-4a	Preventiva	3	3	Delineadores
157+750		P-12-4a	Preventiva	3	3	Delineadores
159+260		P-12-4a	Preventiva	3	3	Delineadores
159+500		P-12-4a	Preventiva	3	3	Delineadores
160+140	160+250	P-1-9	Preventiva		8	Chevron
160+140		P-12-4a	Preventiva	3	3	Delineadores
160+300	160+380	P-1-9	Preventiva	6		Chevron
160+680		P-6-1	Preventiva	1		Descenso peligro
160+880		P-6-1	Preventiva		1	Descenso peligro
169+450		II - 5 - 2	Informativa	1		La Libertad despacio 40 kph
169+500		II - 5 - 1	Informativa		1	La Libertad

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Señalización horizontal

Las especificaciones para el tamaño, posición, color de pintura deben obedecer las normas establecidas en el capítulo 3 sobre demarcación en el pavimento del Manual Centroamericano de dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito de la SIECA.

Propuesta de señalización horizontal

Las líneas discontinuas se deben marcar con una longitud de 4.50 mts pintadas en color amarillo a cada 7.50 m de distancia.

Las líneas paralelas o de borde deben ser de color blanco y las líneas centrales sean continuas o intermitentes de color amarillo.

Todas las líneas deben ser de 10 cm. de ancho como mínimo y de 15 cm como máximo, excepto en las zonas neutrales.

Los micros esferas de vidrio deben ser adheridos a la pintura para proporcionar un mejor reflejo y aumentar la visibilidad durante la noche o en condiciones climáticas desfavorables.

El mantenimiento de la simbología horizontal debe efectuarse de acuerdo con las normas de mantenimiento de dispositivos de tránsito, debido al desgaste producido ya sea por la intemperie y el tráfico.

Tabla 35: Propuestas de señales horizontales

ESTACION	BANDA IZQUIERDA	BANDA DERECHA
139+980	cruce peatonal de cebra	
139+730		flecha directo / izquierda
139+770	flecha directo/ derecha	
140+680		flecha directo/ derecha
140+720	flecha directo / izquierda	
145+110		palabra – “escuela”
145+180		flecha directo/ derecha
145+210	cruce peatonal de cebra	
145+230	flecha directo / izquierda	
145+310	palabra – “escuela”	
150+110		palabra – “escuela”
151+210	cruce peatonal de cebra	
151+310	palabra – “escuela”	
152+530		flecha directo / izquierda

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 35: Propuestas de señales horizontales

ESTACION	BANDA IZQUIERDA	BANDA DERECHA
152+570	flecha directo/ derecha	
154+710		flecha directo / izquierda
154+750	flecha directo/ derecha	
154+800	cruce peatonal de cebra	
155+900		palabra – “escuela”
156+000	cruce peatonal de cebra	
156+100	palabra – “escuela”	
156+210		cede el paso
156+300	cede el paso	
159+200		palabra – “escuela”
159+300	cruce peatonal de cebra	
159+400	palabra – “escuela”	
164+930		palabra – “escuela”
165+030	cruce peatonal de cebra	
165+130	palabra – “escuela”	
169+600	cruce peatonal de cebra	

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

CONCLUSIONES

Después de elaborados los estudios de campo, el resumen de los datos levantados y el análisis de los resultados se puede concluir que el equipo de trabajo se encuentra satisfecho por haber alcanzado los objetivos propuesto para el estudio de seguridad vial en la carretera **Juigalpa - La Libertad, Chontales NIC – 23B**, respetando la línea de trabajo establecida desde el principio en colaboración con el tutor de monografía.

Se analizaron las causas principales de la accidentalidad en los tramos **Juigalpa – La Libertad, Chontales**. Los estudios permitieron conocer el estado físico actual de la carretera, las condiciones del tráfico, el comportamiento vehicular. Lo cual es suficiente para proponer soluciones orientadas a la disminución a la accidentalidad en este tramo.

La señalización en el tramo en estudio está incompleta, no necesariamente inadecuada como se pensaba, si no que la carretera necesita complementos de señalización que informe a los usuarios de las condiciones geométricas de la carretera y que protejan en caso de un evento inesperado.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones o Iniciativas:

- Crear programa de capacitación a distancia de profesores de secundaria y universitarios en seguridad vial.
- Contar con un componente de seguridad vial en todos los eventos relacionados con vialidad que se realicen a nivel nacional y regional.
- Desarrollar programa para que los médicos sean asesores de seguridad vial, proporcionando consejos de seguridad vial a los pacientes.
- Elaboración de estudios sobre la salud de los conductores profesionales y definición de un protocolo específico de vigilancia de la salud de conductores profesionales.
- Los medios de comunicación son extremadamente efectivos en promover la información y desempeñan un papel importante en el debate público e informativo sobre los temas de seguridad vial. Se debe exigir a todos los medios radiales, televisivos y por escrito, la inclusión o ampliación de programas que infundan la seguridad vial.
- Campañas publicitarias sobre los riesgos asociados a la conducción bajo los efectos del alcohol y/o drogas.
- Creación de grupos de trabajo sobre el control y disciplina, educación y formación, jóvenes, ocio y seguridad en las motocicletas.

REFERENCIA BIBLIOGRAFIA

- Ingeniería de Tránsito Fundamento y Aplicaciones. 7a Edición. Rafael Cal y Mayor R. James Cárdenas G.

- “Manual de Carreteras”, Elementos Proyecto, Luis Bañón Blázquez, José F. Beviá García, Tomo 1.

- “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”, Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), U.S. AID Guatemala, Durán Ortiz, Mario Roberto, diciembre 2010.

- “Manual Centroamericano - NORMAS PARA EL DISEÑO GEÓMETRICO DE LAS CARRETERAS REGINONALES”, Raúl Leclair, Segunda edición, Convenio 596 – 0184.20. PROALCA II, SIECA.

- “Normas para escribir documentos científicos”, American Psychological Associatión (APA).

- Instituto Nacional de Información del Desarrollo 2008 (INIDE), Juigalpa en cifras

- “Policía Nacional Departamento de tránsito” 2016 (PNDT), Datos estadísticos del departamento de tránsito de las características generales de los municipios.

- Highway Capacity Manual. Manuel Romana, Juan Martínez, Rafael De Arizaleta, Año 2010.

- Manual Centroamericano De Dispositivos Uniformes Para El Control Del Tránsito (Catálogo De Señales Verticales). Sieca, Año 2010

- Estudio De Accidentabilidad Del Tramo De Carretera Sur Nic-2, Km 64 Al Km 80, Empalme El Grajinan-Puente Ochomogo. Granada, Nicaragua. Michael Jeffer Montiel López, Félix Román Parrales López.,Roberto Alfredo Obando Olivares. Año 2018.

- Estudio de Accidentalidad del km 13 al 18.5 km de la carretera a Xiloa. Managua, Nicaragua. María Alejandra López Castro, Karen Elieth Urroz Gutiérrez, Año 2017.

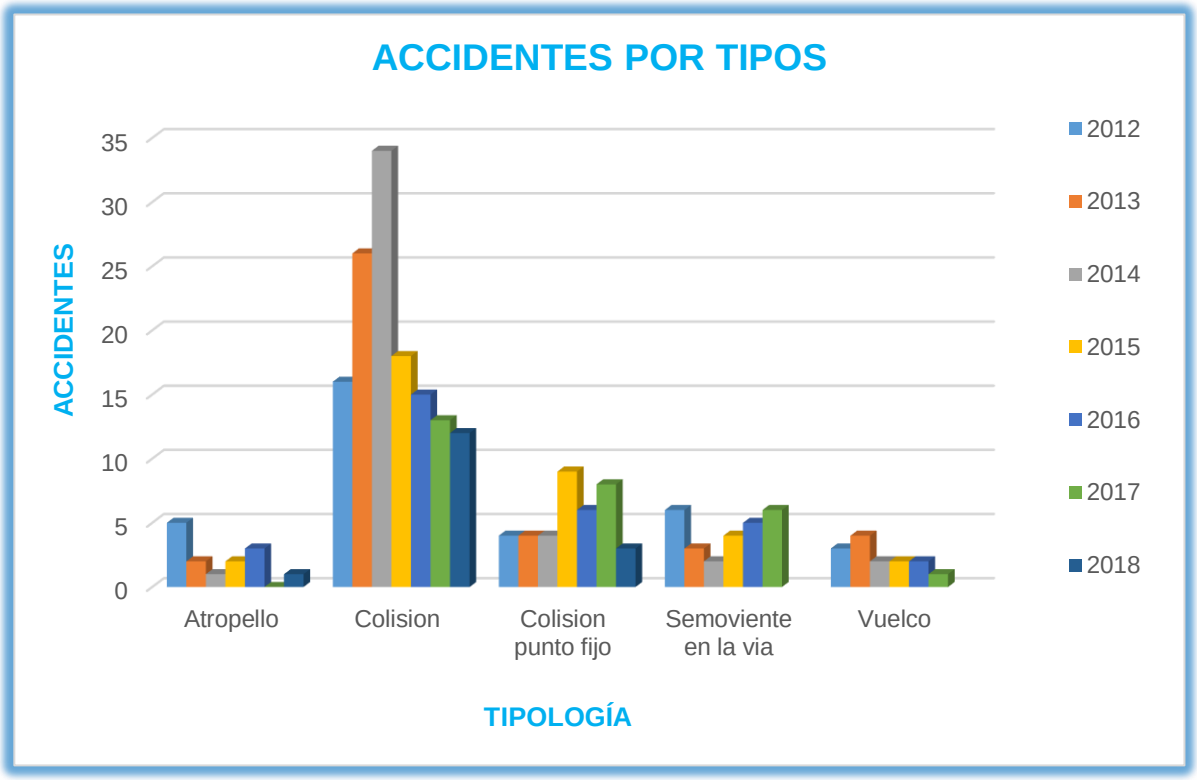
ANEXOS I: ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD

Tabla 36: Accidentalidad por tipología

TIPOLOGIA	ACCIDENTES POR AÑO						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ATROPELLO	5	2	1	2	3		1
COLISION	16	26	34	18	15	13	12
COLISION P. FIJO	4	4	4	9	6	8	3
SEMOVIENTES	6	3	2	4	5	6	0
VUELCO	3	4	2	2	2	1	0
TOTAL	34	39	43	35	31	24	16

Fuente: Policía Nacional de Tránsito.

Gráficos 4: Accidentalidad por tipología



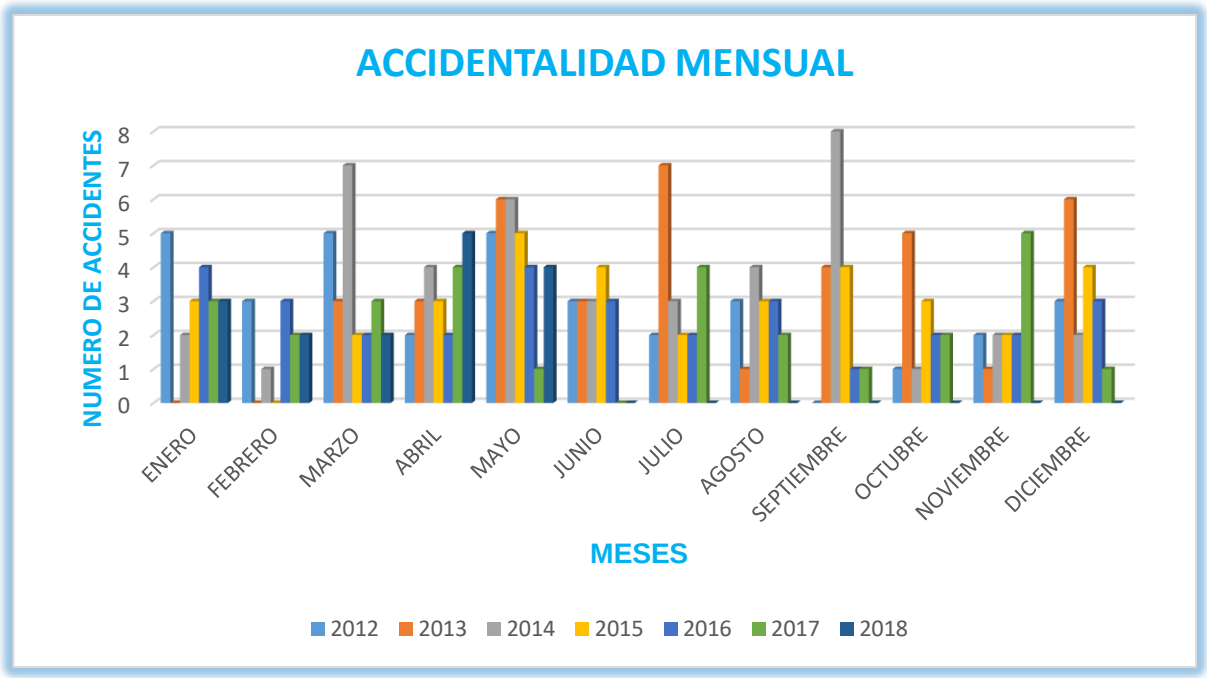
Fuente: Policía Nacional de Tránsito.

Tabla 37: Accidentalidad mensual

MESES	ACCIDNTES POR AÑO							TOTAL
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
ENERO	5	0	2	3	4	3	3	20
FEBRERO	3	0	1	0	3	2	2	11
MARZO	5	3	7	2	2	3	2	24
ABRIL	2	3	4	3	2	4	5	23
MAYO	5	6	6	5	4	1	4	31
JUNIO	3	3	3	4	3	0	0	16
JULIO	2	7	3	2	2	4	0	20
AGOSTO	3	1	4	3	3	2	0	16
SEPTIEMBRE	0	4	8	4	1	1	0	18
OCTUBRE	1	5	1	3	2	2	0	14
NOVIEMBRE	2	1	2	2	2	5	0	14
DICIEMBRE	3	6	2	4	3	1	0	19
TOTAL	34	39	43	35	31	28	16	226

Fuente: Policía Nacional de Tránsito.

Gráficos 5: Accidentalidad mensual



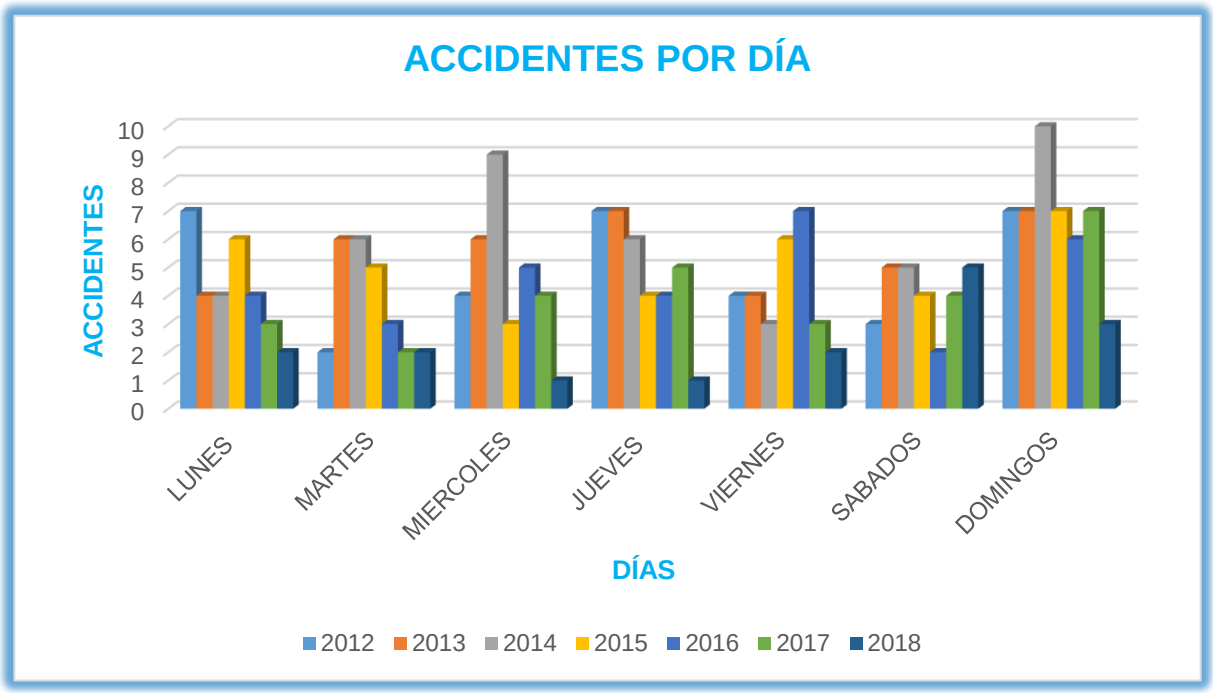
Fuente: Policía Nacional de Tránsito.

Tabla 38: Accidentalidad diaria

DIAS	ACCIDENTES POR AÑO							TOTAL
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
LUNES	7	4	4	6	4	3	2	30
MARTES	2	6	6	5	3	2	2	26
MIERCOLES	4	6	9	3	5	4	1	32
JUEVES	7	7	6	4	4	5	1	34
VIERNES	4	4	3	6	7	3	2	29
SABADO	3	5	5	4	2	4	5	28
DOMINGO	7	7	10	7	6	7	3	47
TOTAL								226

Fuente: Policía Nacional de Tránsito.

Gráficos 6: Accidentalidad diaria



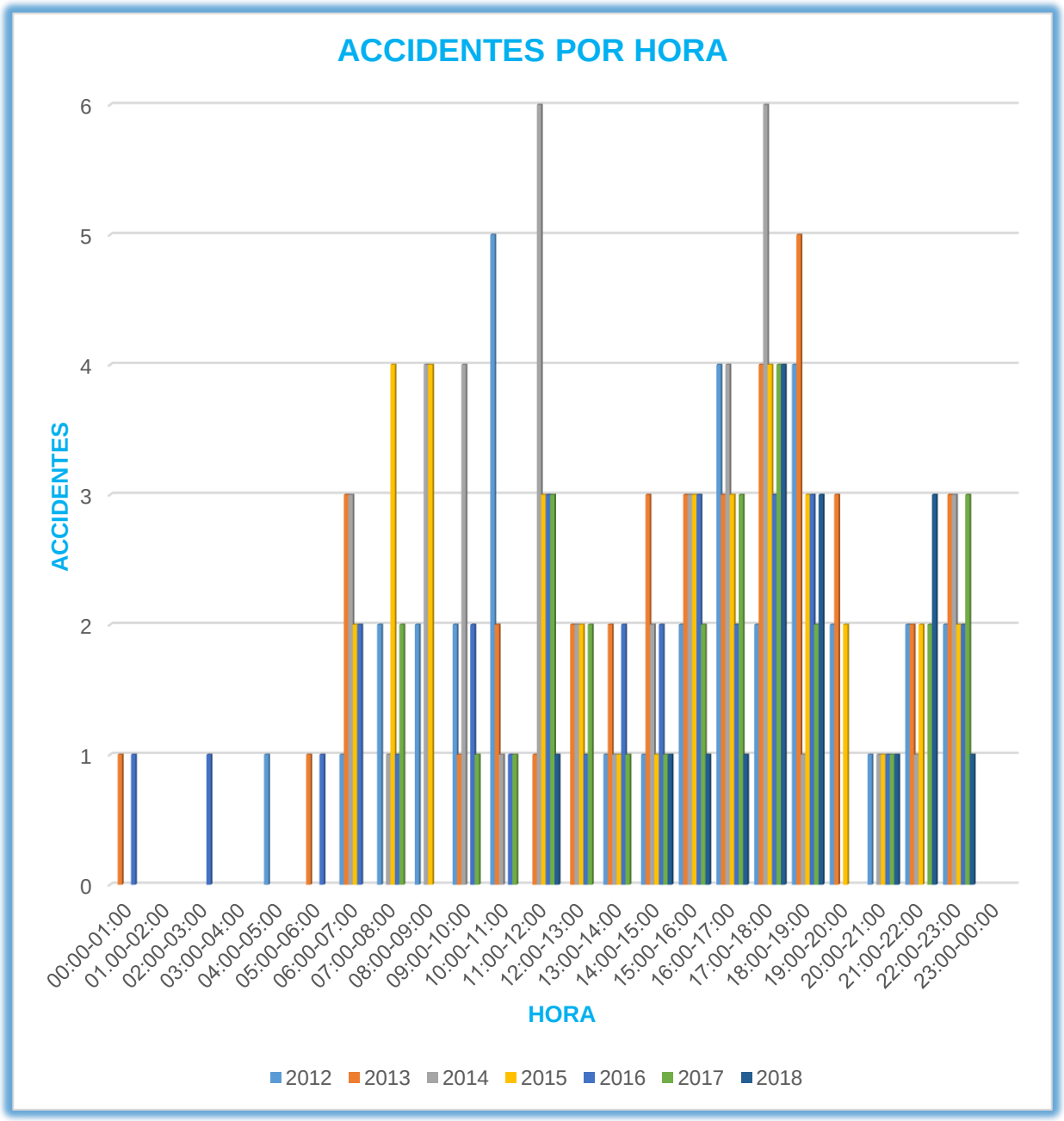
Fuente: Policía Nacional de Tránsito.

Tabla 39: Accidentalidad horaria

HORAS	ACCIDENTES POR AÑO						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
00:00-01:00	0	1	0	0	1	0	0
01.00-02:00	0	0	0	0	0	0	0
02:00-03:00	0	0	0	0	1	0	0
03:00-04:00	0	0	0	0	0	0	0
04:00-05:00	1	0	0	0	0	0	0
05:00-06:00	0	1	0	0	1	0	0
06:00-07:00	1	3	3	2	2	0	0
07:00-08:00	2	0	1	4	1	2	0
08:00-09:00	2	0	4	4	0	0	0
09:00-10:00	2	1	4	0	2	1	0
10:00-11:00	5	2	1	0	1	1	0
11:00-12:00	0	1	6	3	3	3	1
12:00-13:00	0	2	2	2	1	2	0
13:00-14:00	1	2	1	1	2	1	0
14:00-15:00	1	3	2	1	2	1	1
15:00-16:00	2	3	3	3	3	2	1
16:00-17:00	4	3	5	3	2	3	1
17:00-18:00	2	4	6	4	3	4	4
18:00-19:00	4	5	1	3	3	2	3
19:00-20:00	2	3	0	2	0	0	0
20:00-21:00	1	0.	1	1	1	1	1
21:00-22:00	2	2	1	2	0	2	3
22:00-23:00	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Policía Nacional de Tránsito.

Gráficos 7: Accidentalidad horaria



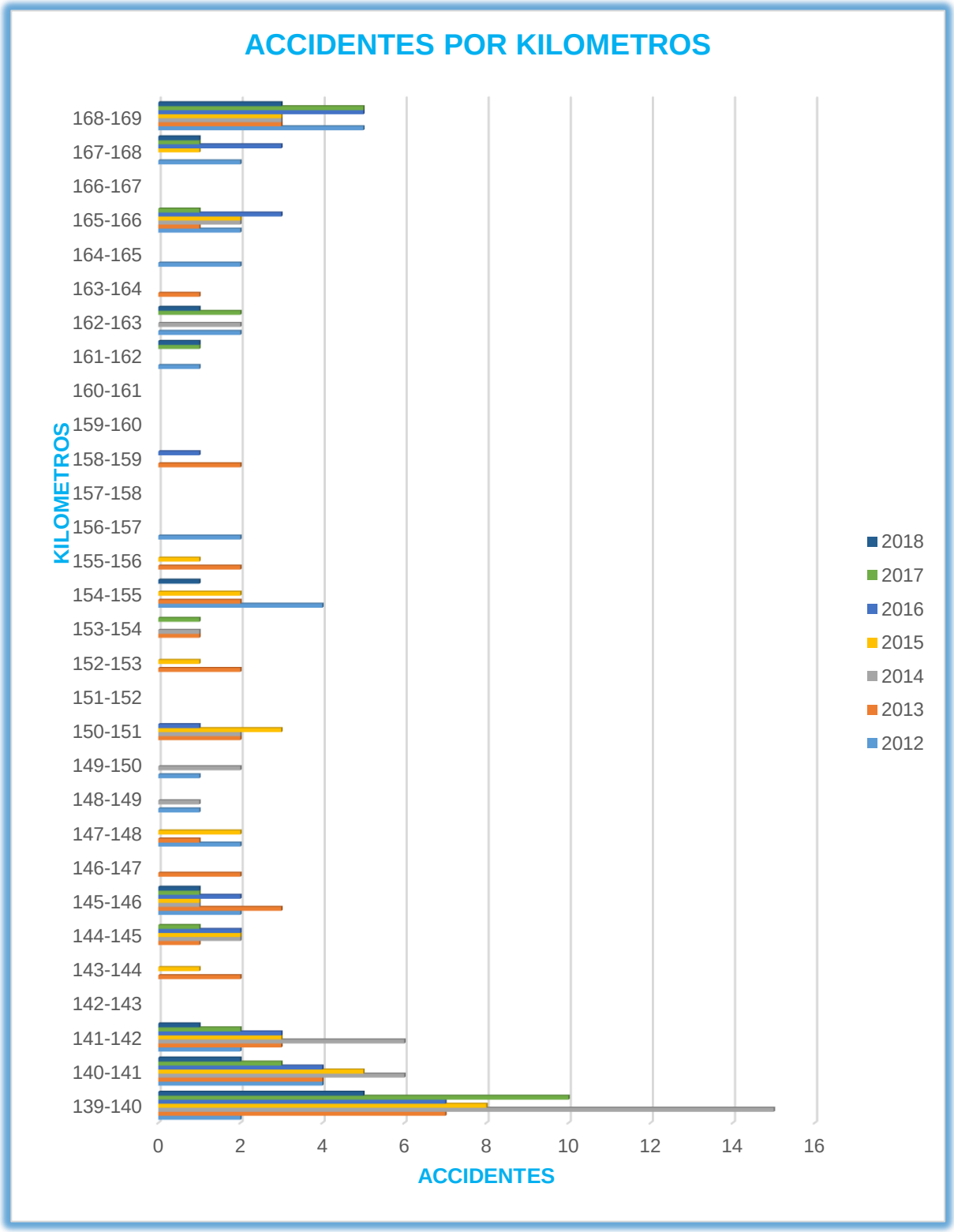
Fuente: Policía Nacional de Tránsito.

Tabla 40: Accidentalidad por localización (Km)

Pto. CRITICO (KM)	ACCIDENTES POR AÑO						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
139	2	7	15	8	7	10	5
140	4	4	6	5	4	3	2
141	1	3	6	3	3	2	1
143	0	2		1	0	0	0
144	0	1	2	2	2	1	0
145	2	3	1	1	2	1	1
146	0	2	0	0	0	0	0
147	2	1	0	2	0	0	0
148	1	0	1	0	0	0	0
149	1	0	2	0	0	0	0
150	0	2	2	3	1	0	0
152	0	2	0	1	0	0	0
153	0	1	1	0	0	1	0
154	4	2	0	2	0	0	1
155	0	2	2	1	0	0	0
156	2	0	0	0	0	0	0
158	0	2	0	0	1	0	0
161	1	0	0	0	0	1	1
162	2	0	2	0	0	2	1
163	0	1	0	0	0	0	0
164	2	0	0	0	0	0	0
165	2	1	2	2	3	1	0
167	2	0	0	1	3	1	1
168	5	3	3	3	5	5	3

Fuente: Policía Nacional de Tránsito.

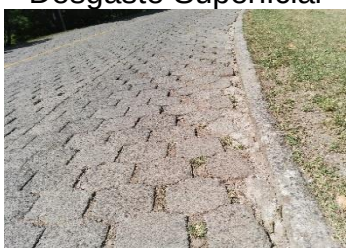
Gráficos 8: Accidentalidad por localización (Km)



Fuente: Policía Nacional de Tránsito.

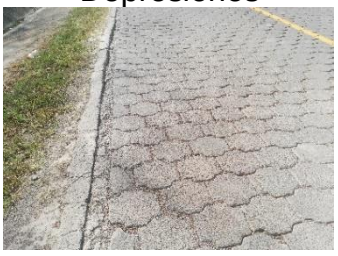
ANEXOS II: INVENTARIO VIAL

Tabla 41: Condición actual de la vía

INICIO (Km)	FIN (Km)	TIPO DE SUPERFICIE	COND. DE RODAMIENTO	OBSERVACION
139+000	**139+300**	Adoquinado	Regular	Desgaste Superficial 
141+000	**143+000**	Adoquinado	Regular	Desplazamiento de junta 
145+000	**148+000**	Adoquinado	Regular	Desplazamiento de junta/ Desgaste Superficial 
149+000	**151+000**	Adoquinado	Regular	Desgaste Superficial 

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 41: Condición actual de la vía

INICIO (Km)	FIN (Km)	TIPO DE SUPERFICIE	COND. DE RODAMIENTO	OBSERVACION
141+000	**142+000**	Adoquinado	Regular	Ahuellamiento 
145+000	**147+000**	Adoquinado	Regular	Desgaste superficial/ Desplazamiento-Juntas 
149+100		Adoquinado	Regular	Ahuellamiento/ Desplazamiento borde 
150+600		Adoquinado	Regular	Depresiones 

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 41: Condición actual de la vía

INICIO (Km)	FIN (Km)	TIPO DE SUPERFICIE	COND. DE RODAMIENTO	OBSERVACION
155+300		Adoquinado	Regular	Desplazamiento bordillo 
158+700		Adoquinado	Regular	Abultamiento 
163+000		Adoquinado	Regular	Ahuellamiento 

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 42: Casetas de parada de buses actual

ESTACION	BANDA		OBSERVACION
	IZQUIERDA	DERECHA	
154+850	X		
156+110	X		
164+460		X	
169+650	X		

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 43: Pendientes del tramo Juigalpa – la libertad

INICIO (KM)	FINAL (KM)	LONG (M)	PENDIENTE EN GRADO	PENDIENTE EN RADIANES	PENDIENTE EN %	DIFERENCIA DE ALTURA (M/Km)	TERRENO
139+000	139+140	140	4.09	0.0714	-7.14	10	Ondulado
139+140	139+210	70	0.03	0.0006	-0.06	0.04	Ondulado
139+210	139+380	170	1.97	0.0344	3.44	5.85	Ondulado
139+380	139+560	180	0.40	0.0069	0.69	1.25	Ondulado
139+560	139+910	350	1.13	0.0197	-1.97	6.90	Ondulado
139+910	140+180	270	2.39	0.0417	4.17	11.25	Ondulado
140+180	140+350	170	0.39	0.0068	0.68	1.15	Ondulado
140+350	140+536	186	2.49	0.0435	4.35	8.10	Plano
140+536	140+905	369	1.04	0.0181	-1.81	6.68	Plano
140+905	141+110	205	0.46	0.0080	0.80	1.65	Plano
141+110	141+507	397	0.10	0.0018	0.18	0.72	Plano
141+507	141+700	193	1.35	0.0236	-2.36	4.55	Plano
141+700	142+230	530	1.69	0.0295	2.95	15.62	Plano
142+230	142+546	316	0.71	0.0123	-1.23	3.90	Plano
142+546	142+880	334	0.34	0.0060	0.60	2	Plano
142+880	143+015	135	0.83	0.0144	-1.44	1.95	Plano
143+015	143+280	265	0.18	0.0032	0.32	0.85	Plano
143+280	143+625	345	0.07	0.0013	-0.13	0.45	Plano
143+625	144+310	685	2.70	0.0472	4.72	32.30	Plano
144+310	144+835	525	1.99	0.0347	-3.47	18.20	Plano
144+835	145+340	505	0.91	0.0158	1.58	8	Ondulado

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 43: Pendientes del tramo Juigalpa – La Libertad

INICIO (KM)	FINAL (KM)	LONG (M)	PENDIENTE EN GRADO	PENDIENTE EN RADIANES	PENDIENTE EN %	DIFERENCIA DE ALTURA (M/Km)	TERRENO
145+340	146+860	1520	5.60	0.0980	9.80	149	Ondulado
146+860	147+038	178	1.06	0.0185	1.85	3.30	Ondulado
147+038	147+258	220	1.91	0.0334	3.34	7.35	Montañoso
147+258	150+468	3.210	3.69	0.0645	6.45	207	Montañoso
150+468	150+530	52	0.33	0.0058	-0.58	0.30	Montañoso
150+530	150+815	285	0.46	0.0081	-0.81	2.30	Montañoso
150+815	151+120	305	1.09	0.0190	1.90	5.80	Montañoso
151+120	151+328	208	1.40	0.0245	-2.45	5.10	Montañoso
151+328	151+603	275	4.16	0.0727	-7.27	20	Montañoso
151+603	151+745	142	2.02	0.0352	-3.52	5	Montañoso
151+745	152+435	690	5.62	0.0984	-9.84	67.9	Montañoso
152+435	153+040	605	4.58	0.0802	8.02	48.5	Montañoso
153+040	153+170	130	2.20	0.0385	-3.85	5	Montañoso
153+170	153+353	183	1.44	0.0258	2.58	4.60	Montañoso
153+353	153+495	145	0.69	0.0120	-1.20	2.2	Montañoso
153+495	153+642	147	4.53	0.0793	7.93	11.65	Montañoso
153+642	153+825	183	2.82	0.0492	4.92	9	Montañoso
153+825	154+024	199	5.87	0.1028	10.28	20.45	Montañoso
154+024	154+086	62	0.40	0.0069	-0.69	0.43	Montañoso
154+086	154+240	154	2.97	0.0519	5.19	8	Montañoso
154+240	154+479	239	5.16	0.0904	-9.04	21.60	Montañoso
154+479	154+578	99	3.47	0.0606	-6.06	6	Montañoso

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 43: Pendientes del tramo Juigalpa – La Libertad

INICIO (KM)	FINAL (KM)	LONG (M)	PENDIENTE EN GRADO	PENDIENTE EN RADIANES	PENDIENTE EN %	DIFERENCIA DE ALTURA (M/Km)	TERRENO
154+578	155+120	542	3.10	0.0541	5.41	29.33	Montañoso
155+120	155+360	240	3.66	0.0640	-6.40	15.37	Montañoso
155+360	155+620	260	1.54	0.0269	-2.69	7	Montañoso
155+620	155+945	325	2.26	0.0394	3.94	12.80	Montañoso
155+945	156+146	201	1.71	0.0299	-2.99	6	Montañoso
156+146	156+349	203	1.68	0.0293	2.93	5.95	Montañoso
156+349	156+429	80	0.72	0.0125	-1.25	1	Montañoso
156+429	156+729	300	0.88	0.0153	1.53	4.60	Montañoso
156+729	156+982	253	0.29	0.0051	-0.51	1.30	Montañoso
156+982	157+062	80	0.72	0.0125	1.25	1	Montañoso
157+062	157+326	264	3.84	0.0670	6.70	17.70	Montañoso
157+326	157+697	371	1.27	0.0221	2.21	8.20	Montañoso
157+697	157+848	151	3.17	0.0553	-5.53	8.35	Montañoso
157+848	158+044	196	2.27	0.0397	3.97	7.78	Montañoso
158+044	158+243	199	1.82	0.0318	3.18	6.32	Ondulado
158+243	159+002	759	4.89	0.0856	8.56	65	Ondulado
159+002	159+218	216	1.27	0.0222	2.22	4.80	Ondulado
159+218	159+386	168	4.59	0.0802	8.02	13.48	Ondulado
159+386	160+595	1209	2.72	0.0475	4.75	57.37	Ondulado
160+595	160+761	166	2.56	0.0446	-4.46	7.41	Ondulado
160+761	160+873	112	2.56	0.0446	4.46	5	Ondulado
160+873	160+985	112	0.51	0.0089	-0.89	1	Ondulado

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 43: Pendientes del tramo Juigalpa – La Libertad

INICIO (KM)	FINAL (KM)	LONG (M)	PENDIENTE EN GRADO	PENDIENTE EN RADIANES	PENDIENTE EN %	DIFERENCIA DE ALTURA (M/Km)	TERRENO
160+985	161+220	215	3.46	0.0605	-6.05	13	Ondulado
161+220	161+752	532	0.86	0.0150	-1.50	8	Ondulado
161+752	162+115	363	0.79	0.0138	-1.38	5	Ondulado
162+115	162+620	505	0.27	0.0048	0.48	2.40	Ondulado
162+620	162+970	350	2.54	0.0443	-4.43	15.50	Ondulado
162+970	163+465	495	0.84	0.0147	-1.47	7.30	Ondulado
163+465	163+940	475	1.41	0.0247	-2.47	11.73	Ondulado
163+940	164+450	510	1.07	0.0186	-1.86	9.50	Ondulado
164+450	165+210	760	0.93	0.0162	-1.62	12.30	Ondulado
165+210	165+820	610	1.01	0.0176	1.76	10.75	Ondulado
165+820	166+195	375	0.83	0.0144	1.44	5.40	Ondulado
166+195	166+680	485	0.38	0.0066	0.66	3.20	Ondulado
166+680	167+030	350	0.79	0.0137	-1.37	4.80	Ondulado
167+030	167+865	835	0.67	0.0116	-1.16	9.70	Ondulado
167+865	168+205	340	1.15	0.0201	-2.01	6.82	Ondulado
168+205	168+745	540	1.12	0.0195	-1.95	10.55	Ondulado
168+745	169+020	275	1.62	0.0284	2.84	7.80	Plano
169+020	169+230	210	1.75	0.0305	3.05	6.40	Plano

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 44: Sección trasversal de tramo en estudio

INICIO (Km)	FIN (Km)	DIST. AL DER. VIA		ANCHO CUNETA		SUPERF. DE RODAM	TOTAL DER. DE VIA	COND.DREN LONG.	TIPO DE SUP.	COND. DE ROD.
		IZQ	DER	IZQ	DER					
139+000	139+200	2.00	7.40	1.20	1.20	7.20	20	Regular	Adq	Regular
139+200	139+710	10.00	10.10			7.30	27.4	Regular	Adq	Regular
139+710	139+880	7.50	12.30	1.20	1.20	7.20	29.4	Regular	Adq	Regular
139+880	140+000	6.80	9.50	1.20		7.20	24.7	Regular	Adq	Regular
140+00	140+120	3.50	6.50	1.20		7.30	18.5	Regular	Adq	Regular
140+120	141+000	10.20	8.60			7.40	26.2	Regular	Adq	Regular
141+000	141+650	11.20	8.50			7.30	27.0	Regular	Adq	Regular
141+650	142+100	6.80	5.00	1.20		7.40	20.4	Regular	Adq	Regular
142+100	143+000	10.60	9.50			7.30	27.4	Regular	Adq	Regular
143+000	145+000	13.50	6.00			7.30	26.7	Regular	Adq	Regular
145+140	145+680	11.50	8.40	1.20	1.20	7.30	29.6	Regular	Adq	Regular
145+680	146+080	7.00	8.20			7.30	22.5	Regular	Adq	Regular
146+080	146+350	8.50	5.00	1.20		7.40	22.1	Regular	Adq	Regular
Adq: Adoquinado										

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 44: Sección trasversal de tramo en estudio

INICIO (Km)	FIN (Km)	DIST. AL DER. VIA		ANCHO CUNETA		SUPERF. DE RODAM	TOTAL DER. DE VIA	COND.DREN LONG.	TIPO DE SUP.	COND. DE ROD.
		IZQ	DER	IZQ	DER					
146+350	147+000	5.50	4.50	1.20		7.40	18.6	Regular	Adq	Regular
147+000	148+500	7.50	5.60	1.20		7.40	21.7	Regular	Adq	Regular
148+500	150+100	5.00	6.00	1.20		7.30	19.5	Regular	Adq	Regular
150+100	151+600	9.50	4.50	1.20		7.30	22.5	Regular	Adq	Regular
151+600	152+450	9.00	3.80	1.20		7.30	21.3	Regular	Adq	Regular
152+450	153+000	8.80	5.50	1.20		7.40	22.9	Regular	Adq	Regular
153+000	155+000	5.50	5.30	1.20	1.20	7.40	20.6	Regular	Adq	Regular
155+000	156+200	8.00	8.00			7.50	23.5	Regular	Adq	Regular
156+200	157+100	5.00	7.60	1.20	1.20	7.50	22.5	Regular	Adq	Regular
157+100	157+810	6.80	4.70			7.40	18.9	Regular	Adq	Regular
157+810	158+500	7.00	5.60			7.40	20.0	Regular	Adq	Regular
158+500	159+100	4.00	5.40	1.20		7.30	17.9	Regular	Adq	Regular
159+100	160+000	5.00	8.20	1.20	1.20	7.30	22.9	Regular	Adq	Regular
Adq: Adoquinado										

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 44: Sección trasversal de tramo en estudio

INICIO (Km)	FIN (Km)	DIST. AL DER. VIA		ANCHO CUNETA		SUPERF. DE RODAM	TOTAL DER. DE VIA	COND.DREN LONG.	TIPO DE SUP.	COND. DE ROD.
		IZQ	DER	IZQ	DER					
160+000	161+350	6.50	7.00			7.40	20.9	Regular	Adq	Buena
161+350	161+860	7.20	6.50	1.20	1.20	7.40	23.5	Regular	Adq	Buena
161+860	162+640	7.00	5.50			7.30	19.8	Regular	Adq	Buena
162+640	163+500	6.80	6.00	1.20		7.30	21.3	Regular	Adq	Buena
163+500	165+000	8.00	9.50	1.20		7.30	27.2	Regular	Adq	Buena
165+000	165+450	7.50	6.00	1.20		7.40	24.9	Regular	Adq	Buena
165+450	166+260	8.30	5.40			7.30	21.0	Regular	Adq	Buena
166+260	167+000	8.00	6.50	1.20		7.40	23.1	Regular	Adq	Buena
167+000	168+000	7.50	6.00	1.20	1.20	7.30	23.2	Regular	Adq	Buena
168+000	168+450	7.00	7.50	1.20		7.30	23.0	Regular	Adq	Buena
168+450	169+000	5.50	5.50		1.20	7.30	20.7	Regular	Adq	Buena
169+000	169+650	5.50	11.50	1.20	1.20	7.40	26.8	Regular	Adq	Buena
Adq: Adoquinado										

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 45: Drenaje mayor

N°	CADENAJE	NOMBRE DEL TRAMO	MUNICIPIO	ESTADO ACTUAL	TIPO	ALTURA	LONG
1	139+135	Juigalpa – La Libertad	Juigalpa	Bueno	Pt. Postensado	7.00	50.00
2	139+960	Juigalpa – La Libertad	Juigalpa	Bueno	Caja Puente	5.00	10.45
3	156+258	Juigalpa – La Libertad	La Libertad	Bueno	Caja Puente	4.00	8.00
4	158+312	Juigalpa – La Libertad	La Libertad	Regular	Caja Puente	5.20	12.35

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 46: Drenaje menor

N°	CADENAJE	NOMBRE DEL TRAMO	MUNICIPIO	ESTADO ACTUAL	LONG (MTS.)	CANT.	DIAM. (PULG.)	TIPO	TOTAL (ML)
1	140+150	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	9.80	1	24”	Conc	9.80
2	141+010	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	9.70	1	24”	Conc	9.70
3	141+413	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	11	1	24”	Conc	11
4	141+795	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	8.30	2	72”	Conc	16.60
5	142+593	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	8.45	1	24”	Conc	8.45
6	143+138	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	9.30	1	24”	Conc	9.30
7	143+317	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	9.25	2	60”	Conc	18.50
8	143+367	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	11.50	2	60”	Conc	23.00
9	143+594	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	11.20	1	36”	Conc	11.50
10	144+456	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	9.20	1	24”	Conc	9.20

Conc: Concreto

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 46: Drenaje menor

N°	CADENAJE	NOMBRE DEL TRAMO	MUNICIPIO	ESTADO ACTUAL	LONG (MTS.)	CANT.	DIAM. (PULG.)	TIPO	TOTAL (ML)
11	145+548	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	9.50	3	72”	Conc	28.50
12	146+544	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	14.60	1	48”	PVC	14.60
13	148+035	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	11.50	1	30”	Conc	11.50
14	148+145	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	8.70	1	24”	Conc	8.70
15	149+135	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	12.80	1	24”	Conc	12.80
16	149+456	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	11.10	1	24”	Conc	11.10
17	149+703	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	11.20	1	36”	Conc	11.20
18	149+895	Juigalpa La Libertad	Juigalpa	Buena	8.90	1	24”	Conc	8.90
19	150+083	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	10.30	1	30”	Conc	10.30
20	150+374	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	9.40	1	36”	Conc	9.40
Conc: Concreto									

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 46: Drenaje menor

N°	CADENAJE	NOMBRE DEL TRAMO	MUNICIPIO	ESTADO ACTUAL	LONG (MTS.)	CANT.	DIAM. (PULG.)	TIPO	TOTAL (ML)
21	150+679	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	11.85	1	24”	Conc	11.85
22	150+938	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	12.15	1	24”	Conc	12.15
23	151+502	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	8.80	1	24”	Conc	8.80
24	151+915	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	9.40	1	24”	Conc	9.40
25	152+080	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	13.40	1	30”	Conc	13.40
26	152+870	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	9.45	1	24”	Conc	9.45
27	153+100	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	14.00	1	36”	Conc	14.00
28	153+395	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	17.00	1	30”	Conc	17.00
29	153+ 686	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	13.00	2	72”	Conc	26.00
30	153+853	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	11.20	1	42”	Conc	11.20

Conc: Concreto

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 46: Drenaje menor

N°	CADENAJE	NOMBRE DEL TRAMO	MUNICIPIO	ESTADO ACTUAL	LONG (MTS.)	CANT.	DIAM. (PULG.)	TIPO	TOTAL (ML)
31	154+156	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	8.50	1	40”	TMC	8.5
32	154+415	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	12.35	2	30”	Conc	24.70
33	155+485	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	11.10	1	36”	Conc	11.10
34	155+594	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	14.30	1	36”	Conc	14.30
35	155+655	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	11.00	2	72”	Conc	22.00
36	156+512	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	11.15	1	36”	Conc	22.30
37	156+665	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	10.30	1	30”	Conc	20.60
38	156+821	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	10.10	1	24”	Conc	20.20
39	156+887	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	12.00	1	30”	Conc	12.00
40	157+025	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	15.10	1	42”	Conc	15.10

Conc: Concreto

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 46: Drenaje menor

N°	CADENAJE	NOMBRE DEL TRAMO	MUNICIPIO	ESTADO ACTUAL	LONG (MTS.)	CANT.	DIAM. (PULG.)	TIPO	TOTAL (ML)
41	157+303	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	12.15	1	30”	Conc	12.00
42	157+513	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	9.20	1	24”	TMC	9.20
43	157+685	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	14.30	1	26”	Conc	14.30
44	157+852	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	14.10	1	30”	Conc	14.10
45	158+893	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	10.00	1	36”	Conc	10.00
46	159+452	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	12.10	1	24”	Conc	12.10
47	160+455	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	11.50	1	30”	Conc	11.50
48	160+721	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	17.20	1	42”	Conc	17.20
49	161+252	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	10.50	2	26” 32”	Conc TMC	21.00
50	161+615	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	12.50	2	72”	Conc	25.00
Conc: Concreto									

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 46: Drenaje menor

N°	CADENAJE	NOMBRE DEL TRAMO	MUNICIPIO	ESTADO ACTUAL	LONG (MTS.)	CANT.	DIAM. (PULG.)	TIPO	TOTAL (ML)
51	162+053	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	10.10	1	24”	Conc	10.10
52	162+458	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	13.20	1	32”	TMC	13.20
53	162+812	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	12.15	1	32”	TMC	12.15
55	163+430	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	11.20	1	32”	TMC	11.20
56	164+132	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	14.50	1	72”	Conc	14.50
57	164+255	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	9.30	1	30”	Conc	9.30
58	164+487	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	10.60	1	72”	Conc	10.60
59	165+110	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	10.50	1	24”	TMC	10.50
60	166+250	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	13.00	1	32”	TMC	13.00

Conc: Concreto

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 46: Drenaje menor

N°	CADENAJE	NOMBRE DEL TRAMO	MUNICIPIO	ESTADO ACTUAL	LONG (MTS.)	CANT.	DIAM. (PULG.)	TIPO	TOTAL (ML)
61	166+890	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	14.30	4	72”	Conc	57.2
62	167+216	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	12.10	1	30”	Conc	12.10
63	167+505	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	8.15	1	30”	Conc	8.15
64	168+080	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	11.00	2	36” 24”	TMC Conc	22
65	168+450	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	9.00	1	72”	Conc	9.00
66	168+990	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	10.50	2	72”	Conc	21.00
67	169+370	Juigalpa La Libertad	La Libertad	Buena	9.20	1	42”	Conc	9.20

Conc: Concreto

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
139+000								*K139
139+100	PP-5-6	Señal Preventiva		x	x			Puente angosto
139+135	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
139+138	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
139+141	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
139+190	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
139+193	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
139+196	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
139+290	PP-5-6	Señal Preventiva	x		x			Puente angosto
139+975	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
139+978	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
139+990	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
139+993	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
140+000								*K140
140+145	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
140+155	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
141+000								*K141
141+005	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
141+015	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
141+411	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
141+415	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
141+793	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
141+797	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
142+000								*K142
142+590	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
142+196	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
143+000								*K143
143+135	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
143+141	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
143+314	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
143+320	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
143+384	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
143+390	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
143+591	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
143+598	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
144+000								*K144
144+455	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
144+460	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
144+867	E-1-1,E-1-2	Señal Preventiva		x	x			Escuela a 100 mts
145+000								*K145
145+007	E-1-1	Señal Preventiva		x	x			Escuela
145+100	E-3-1,R-2-1	Prevé + Reglam		x	x			Zona Escolar 25 Kph
145+200	E-1-3	Señal Preventiva		x	x			Cruce de escolares
145+240	E-1-3	Señal Preventiva	x		x			Cruce de escolares
145+350	E-3-1,R-2-1	Prevé + Reglam	x		x			Zona Escolar 25 Kph
145+410	E-1-1	Señal Preventiva	x		x			Escuela

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
145+500	E-1-1,E-1-2	Señal Preventiva	x		x			Escuela a 100 mts
145+546	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
145+550	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
146+000								*K146
146+543	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
146+547	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
147+000								*K147
148+000								*K148
148+035	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
148+040	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
148+143	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
148+147	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
149+000								*K149
149+133	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
149+137	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
149+456	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
149+460	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
149+700	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
149+706	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
149+893	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
149+898	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
150+000								*K150
150+081	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
150+086	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
150+372	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
150+376	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
150+677	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
150+682	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
150+910	E-1-1,E-1-2	Señal Preventiva		x	x			Escuela a 100 mts
150+936	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
150+940	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
151+000								*K151
151+000	E-1-1	Señal Preventiva		x	x			Escuela

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
151+100	E-3-1,R-2-1	Prevé + Reglam		x	x			Zona Escolar 25 Kph
151+180	E-1-3	Señal Preventiva		x	x			Cruce escolar
151+240	E-1-3	Señal Preventiva	x		x			Cruce escolar
151+310	E-3-1,R-2-1	Prevé + Reglam	x		x			Zona Escolar 25 Kph
151+370	E-1-1	Señal Preventiva	x		x			Escuela
151+400	E-1-1,E-1-2	Señal Preventiva	x		x			Escuela a 100 mts
151+500	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
151+504	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
151+913	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
151+917	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
152+000								*K152
152+078	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
152+082	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
152+868	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
152+872	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
153+000								*K153
153+098	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
153+103	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
153+393	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
153+397	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
153+686	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
153+690	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
153+851	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
153+856	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
154+000								*K154
154+156	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
154+160	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
154+360	P-1-5	Señal Preventiva	x		x			Inicio de curva
154+413	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
154+417	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
155+000								*K155

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
155+497	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
155+503	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
155+597	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
155+603	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
155+647	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
155+653	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
155+700	E-1-1,E-1-2	Señal Preventiva		x	x			Escuela a 100 mts
155+780	E-1-1	Señal Preventiva		x	x			Escuela
155+830	E-3-1,R-2-1	Prevé + Reglam		x	x			Zona Escolar 25 Kph
155+890	E-1-1	Señal Preventiva		x	x			Cruce Escolar
156+000								*K156
156+060	E-1-1	Señal Preventiva	x		x			Cruce Escolar
156+080	PP-5-6	Señal Preventiva		x	x			Puente angosto
156+110	E-3-1,R-2-1	Prevé + Reglam	x		x			Zona Escolar 25 Kph
156+210	R-1-2	Señal Reglament	x		x			Ceda el paso

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
156+244	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
156+247	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
156+267	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
156+270	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
156+280	E-1-1	Señal Preventiva	x		x			Escuela
156+320	PP-5-6	Señal Preventiva	x		x			Puente angosto
156+400	E-1-1,E-1-2	Señal Preventiva	x		x			Escuela a 100 mts
156+497	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
156+503	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
156+647	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
156+653	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
156+797	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
156+803	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
156+877	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
156+883	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
157+000								*K157

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
157+023	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
157+027	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
157+297	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
157+303	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
157+497	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
157+503	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
157+697	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
157+703	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
157+847	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
157+853	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
158+000								*K158
158+210	PP-5-6	Señal Preventiva		x	x			Puente angosto
158+270	R-1-2	Señal Reglam		x	x			Ceda el paso
158+293	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
158+296	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
158+312	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
158+315	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
158+480	PP-5-6	Señal Preventiva	x		x			Puente angosto
158+887	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
158+893	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
159+000								*K159
159+110	E-1-1, E-1-2	Señal Preventiva		x	x			Escuela a 100 mts
159+210	E-1-1	Señal Preventiva	x		x			Escuela
159+227	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
159+233	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
159+290	E-3-1,R-2-1	Prevé + Reglam		x	x			Zona Escolar 25 Kph
159+400	E-1-1	Señal Preventiva	x		x			Cruce Escolar
159+447	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
159+453	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
159+460	E-1-1	Señal Preventiva	x		x			Cruce Escolar
159+510	E-3-1,R-2-1	Prevé + Reglam	x		x			Zona Escolar 25 Kph

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
159+650	E-1-1	Señal Preventiva	x		x			Escuela
159+740	E-1-1, E-1-2	Señal Preventiva	x		x			Escuela a 100 mts
160+000								*K160
160+400	R-13-1	Señal Reglam		x	x			No Adelantar
160+447	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
160+453	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
160+717	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
160+723	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
161+000								*K161
161+247	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
161+253	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
161+597	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
161+603	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
162+000								*K162
162+047	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
162+051	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
162+442	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
162+447	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
162+802	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
162+807	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
162+863	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
162+867	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
163+000								*K163
163+431	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
163+436	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
164+000								*K164
164+127	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
164+133	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
164+244	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
164+248	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
164+450	P-1-2	Señal Preventiva		x	x			Curva
164+472	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
164+475	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
164+491	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
164+495	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
164+788	E-1-1, E-1-2	Señal Preventiva		x	x			Escuela a 100 mts
164+846	E-1-1	Señal Preventiva		x	x			Escuela
164+907	E-3-1,R-2-1	Prevé + Reglam		x	x			Zona Escolar 25 Kph
165+000								*K165
165+010	E-1-1	Señal Preventiva		x	x			Cruce Escolar
165+030	P-10-1	Señal preventiva		x	x			Parada de Bus
165+094	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
165+099	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
165+120	E-1-1	Señal Preventiva	x		x			Cruce Escolar
165+130	P-10-1	Señal preventiva	x		x			Parada de Bus
165+238	E-3-1,R-2-1	Prevé + Reglam	x		x			Zona Escolar 25 Kph

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
165+358	E-1-1	Señal Preventiva	x		x			Escuela
165+492	E-1-1, E-1-2	Señal Preventiva	x		x			Escuela a 100 mts
166+000								*K166
166+244	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
166+248	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
166+887	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
166+892	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
167+000								*K167
167+207	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
167+212	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
167+501	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
167+507	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
168+000								*K168
168+077	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
168+083	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
168+463	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto

Fuente: Levantamiento por los Sustentante.

Tabla 47: Señalización vertical (estado actual)

ESTACION	CODIGO	TIPO	UBICACION		ESTADO			DESCRIPCION
			IZQ	DER	BUENA	REGULAR	MALA	
168+467	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
168+987	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
168+992	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
169+000								*K169
169+367	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto
169+373	P-12-4a	Señal Preventiva	x	x	x			Delineador-objeto

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 48: Estudio de clasificación vehicular tramo Juigalpa – La Libertad (4 de diciembre del 2017)

Diagrama vehicular		Bicicletas	Motos	Autos	Camionetas		Microbús	Buses		Camiones		Tráiler			Sub-Total
Hora					Pickup	Combi		2E	3E	2E	3E	2S1	2S2	2S3	
6:00	7:00	3	15	22	11	2	2	9	0	11	2	3	2	0	82
7:00	8:00	0	9	9	15	0	0	5	0	6	0	2	0	0	46
8:00	9:00	0	5	11	9	0	1	4	0	5	0	0	1	0	36
9:00	10:00	1	11	15	5	1	0	2	1	8	0	0	0	0	44
10:00	11:00	1	6	9	7	0	0	3	0	4	0	1	0	0	31
11:00	12:00	0	8	3	8	0	0	5	0	3	2	0	1	0	30
12:00	13:00	1	4	5	0	0	0	2	0	2	0	3	0	0	17
13:00	14:00	0	5	8	0	0	1	3	1	2	1	2	0	0	23
14:00	15:00	0	10	5	6	3	0	1	1	5	1	0	0	0	32
15:00	16:00	0	11	4	9	0	0	2	0	3	0	0	1	0	30
16:00	17:00	0	6	10	15	0	2	5	0	5	0	0	2	0	45
17:00	18:00	2	3	19	2	2	0	4	0	16	0	1	0	0	49
SUB-TOTAL		8	93	120	87	8	6	45	3	70	6	12	7	0	465
Total vehículos por día:															465

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 49: Estudio de clasificación vehicular tramo La Libertad – Juigalpa (4 de diciembre del 2017)

Diagrama vehicular		Bicicletas	Motos	Autos	Camionetas		Microbús	Buses		Camiones		Tráiler			Sub-Total
Hora					Pickup	Combi		2E	3E	2E	3E	2S1	2S2	2S3	
6:00	7:00	8	15	17	11	0	0	9	1	5	0	2	0	0	68
7:00	8:00	5	25	10	18	0	2	5	0	9	3	1	0	0	78
8:00	9:00	2	12	16	8	2	0	4	0	4	1	0	0	0	49
9:00	10:00	0	9	9	11	1	1	2	1	4	0	2	0	0	40
10:00	11:00	3	5	6	5	0	0	3	0	6	1	0	0	0	29
11:00	12:00	0	2	2	1	0	0	5	0	5	1	0	1	0	17
12:00	13:00	0	3	5	3	0	1	2	0	2	0	1	2	0	19
13:00	14:00	0	5	2	5	0	0	3	0	5	0	3	0	0	23
14:00	15:00	0	3	4	3	0	0	1	0	3	0	1	0	0	15
15:00	16:00	2	8	3	8	0	0	2	0	6	2	0	0	0	31
16:00	17:00	0	10	8	4	2	1	5	1	2	1	0	2	0	36
17:00	18:00	1	4	12	5	1	0	4	0	2	0	1	0	0	30
SUB-TOTAL		21	101	94	82	6	5	45	3	53	9	11	5	0	435
Total vehículos por día:															435

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 50: Estudio de clasificación vehicular tramo Juigalpa – La Libertad (5 de diciembre del 2017)

Diagrama vehicular		Bicicletas	Motos	Autos	Camionetas		Microbús	Buses		Camiones		Tráiler			Sub-Total
Hora					Pickup	Combi		2E	3E	2E	3E	2S1	2S2	2S3	
6:00	7:00	3	22	30	15	1	0	8	1	8	3	1	0	0	92
7:00	8:00	0	17	8	10	5	1	3	0	14	1	3	1	0	63
8:00	9:00	0	15	11	16	0	0	0	0	6	0	0	0	0	48
9:00	10:00	0	12	6	8	0	0	1	1	5	1	1	0	0	35
10:00	11:00	2	9	0	9	0	1	2	0	9	0	2	1	0	35
11:00	12:00	0	5	13	2	2	0	1	0	4	0	0	0	0	27
12:00	13:00	0	1	8	0	0	0	3	0	0	2	1	0	0	15
13:00	14:00	1	8	0	4	0	0	1	1	5	1	1	0	0	22
14:00	15:00	0	10	10	5	0	0	1	0	3	0	1	1	0	31
15:00	16:00	0	5	2	2	2	0	3	0	2	0	0	0	0	16
16:00	17:00	0	8	8	6	0	0	2	0	6	0	3	0	0	33
17:00	18:00	0	6	0	3	0	1	6	0	3	0	0	0	0	19
SUB-TOTAL		6	118	96	80	10	3	31	3	65	8	13	3	0	436
Total vehículos por día:															436

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 51: Estudio de clasificación vehicular tramo La Libertad – Juigalpa (5 de diciembre del 2017)

Diagrama vehicular		Bicicletas	Motos	Autos	Camionetas		Microbús	Buses		Camiones		Tráiler			Sub-Total
Hora					Pickup	Combi		2E	3E	2E	3E	2S1	2S2	2S3	
6:00	7:00	4	18	25	18	0	0	5	0	15	0	0	2	0	87
7:00	8:00	6	11	16	15	0	0	6	0	8	0	1	0	0	63
8:00	9:00	1	9	5	9	1	1	8	0	5	1	0	0	0	40
9:00	10:00	0	8	6	5	0	0	4	1	3	2	1	1	0	31
10:00	11:00	0	5	8	3	0	0	2	0	2	0	2	0	0	22
11:00	12:00	0	2	5	8	2	0	3	0	1	0	0	0	0	21
12:00	13:00	0	8	3	3	0	1	1	0	1	1	0	1	0	19
13:00	14:00	1	10	8	5	0	0	2	1	5	0	3	0	0	35
14:00	15:00	0	2	5	6	0	0	5	0	2	2	0	0	0	22
15:00	16:00	1	5	10	8	0	0	3	0	1	0	1	0	0	29
16:00	17:00	0	10	14	11	3	1	5	0	3	2	0	0	0	49
17:00	18:00	0	11	15	8	0	0	1	0	11	1	2	0	0	49
SUB-TOTAL		13	99	120	99	6	3	45	2	57	9	10	4	0	467
Total vehículos por día:															467

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 52: Estudio de clasificación vehicular tramo Juigalpa – La Libertad (6 de diciembre del 2017)

Diagrama vehicular		Bicicletas	Motos	Autos	Camionetas		Microbús	Buses		Camiones		Tráiler			Sub-Total
Hora					Pickup	Combi		2E	3E	2E	3E	2S1	2S2	2S3	
6:00	7:00	0	16	21	19	0	0	13	0	15	0	1	2	0	87
7:00	8:00	0	11	15	9	0	1	6	0	8	0	2	0	0	52
8:00	9:00	1	13	9	7	0	0	8	0	10	1	0	0	0	49
9:00	10:00	0	8	6	3	0	0	2	1	3	2	1	2	0	28
10:00	11:00	0	5	8	1	0	0	5	0	5	0	0	0	0	24
11:00	12:00	0	2	4	9	2	0	3	0	1	0	0	0	0	21
12:00	13:00	0	8	3	8	0	0	1	0	3	1	2	1	0	27
13:00	14:00	1	3	5	5	0	0	2	1	5	0	0	0	0	22
14:00	15:00	0	2	5	6	0	0	5	0	2	2	0	0	0	22
15:00	16:00	1	5	9	3	0	2	3	0	1	0	1	0	0	25
16:00	17:00	0	16	12	2	1	0	5	0	3	2	0	0	0	41
17:00	18:00	0	5	16	14	0	0	1	0	10	1	2	0	0	49
SUB-TOTAL		3	94	113	86	3	3	54	2	66	9	9	5	0	447
Total vehículos por día:															447

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 53: Estudio de clasificación vehicular tramo La Libertad – Juigalpa (6 de diciembre del 2017)

Diagrama vehicular		Bicicletas	Motos	Autos	Camionetas		Microbús	Buses		Camiones		Tráiler			Sub-Total
Hora					Pickup	Combi		2E	3E	2E	3E	2S1	2S2	2S3	
6:00	**7:00**	4	11	18	15	0	0	5	0	16	0	0	2	0	71
7:00	**8:00**	6	10	13	8	0	0	8	0	13	0	1	0	0	59
8:00	**9:00**	1	9	5	9	1	1	6	0	5	0	0	0	0	37
9:00	**10:00**	0	8	6	5	0	0	4	1	3	0	1	1	0	29
10:00	**11:00**	0	5	8	3	0	0	2	0	2	0	0	0	0	20
11:00	**12:00**	0	2	5	8	2	0	3	0	1	0	0	0	0	21
12:00	**13:00**	0	8	3	3	0	1	1	0	1	1	0	1	0	19
13:00	**14:00**	1	10	8	5	0	0	2	1	5	0	1	0	0	33
14:00	**15:00**	0	2	5	6	0	0	1	0	2	0	0	0	0	16
15:00	**16:00**	1	5	10	8	0	0	3	0	1	0	1	0	0	29
16:00	**17:00**	0	15	14	11	3	1	5	0	3	1	0	0	0	53
17:00	**18:00**	0	11	16	9	0	0	1	0	11	1	0	0	0	49
SUB-TOTAL		13	96	111	90	6	3	41	2	63	3	4	4	0	436
Total vehículos por día:															436

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 54: Estudio de clasificación vehicular tramo Juigalpa – La Libertad (7 de diciembre del 2017)

Diagrama vehicular		Bicicletas	Motos	Autos	Camionetas		Microbús	Buses		Camiones		Tráiler			Sub-Total
Hora					Pickup	Combi		2E	3E	2E	3E	2S1	2S2	2S3	
6:00	7:00	0	20	21	23	0	0	13	0	15	0	1	2	0	95
7:00	8:00	0	18	15	10	0	1	6	0	8	0	2	0	0	60
8:00	9:00	1	12	9	7	0	0	8	0	10	1	0	0	0	48
9:00	10:00	0	8	6	3	0	0	2	1	3	2	1	2	0	28
10:00	11:00	0	5	8	1	0	0	5	0	5	0	0	0	0	24
11:00	12:00	0	2	4	9	2	0	3	0	1	0	0	0	0	21
12:00	13:00	0	8	3	8	0	0	1	0	3	1	2	1	0	27
13:00	14:00	1	3	5	5	0	0	2	1	5	0	0	0	0	22
14:00	15:00	0	2	5	6	0	0	5	0	2	2	0	0	0	22
15:00	16:00	1	5	9	3	0	2	3	0	1	0	1	0	0	25
16:00	17:00	0	16	12	2	1	0	5	0	3	2	0	0	0	41
17:00	18:00	0	5	16	14	0	0	1	0	10	1	2	0	0	49
SUB-TOTAL		3	104	113	91	3	3	54	2	66	9	9	5	0	462
Total vehículos por día:															462

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 55: Estudio de clasificación vehicular tramo La Libertad – Juigalpa (7 de diciembre del 2017)

Diagrama vehicular		Bicicletas	Motos	Autos	Camionetas		Microbús	Buses		Camiones		Tráiler			Sub-Total
Hora					Pickup	Combi		2E	3E	2E	3E	2S1	2S2	2S3	
6:00	7:00	2	25	20	11	0	0	6	0	16	0	0	2	0	82
7:00	8:00	3	13	21	8	0	0	10	0	13	0	2	0	0	70
8:00	9:00	1	9	5	7	1	1	6	0	5	0	0	0	0	35
9:00	10:00	0	8	6	5	0	0	3	1	3	0	1	1	0	28
10:00	11:00	0	5	8	3	0	0	4	0	2	0	0	0	0	22
11:00	12:00	0	2	5	8	2	0	3	0	1	0	0	0	0	21
12:00	13:00	0	8	3	3	0	0	1	0	1	1	0	1	0	18
13:00	14:00	1	10	8	5	0	0	2	1	5	0	2	0	0	34
14:00	15:00	0	2	5	6	0	0	1	0	2	0	0	0	0	16
15:00	16:00	1	5	10	8	0	0	3	0	1	0	1	0	0	29
16:00	17:00	0	15	14	11	3	1	5	0	3	1	0	0	0	53
17:00	18:00	0	11	16	9	0	0	1	0	11	1	0	0	0	49
SUB-TOTAL		8	113	121	84	6	2	45	2	63	3	6	4	0	457
Total vehículos por día:															457

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 56: Estudio de clasificación vehicular tramo Juigalpa – La Libertad (8 de diciembre del 2017)

Diagrama vehicular		Bicicletas	Motos	Autos	Camionetas		Microbús	Buses		Camiones		Tráiler			Sub-Total
Hora					Pickup	Combi		2E	3E	2E	3E	2S1	2S2	2S3	
6:00	7:00	8	21	20	25	0	0	9	1	5	0	2	0	0	91
7:00	8:00	5	25	16	18	0	0	5	0	9	3	1	0	0	82
8:00	9:00	2	12	16	8	2	0	4	0	4	1	0	0	0	49
9:00	10:00	0	9	9	11	1	1	2	1	4	0	2	0	0	40
10:00	11:00	3	5	6	5	0	0	3	0	6	1	0	0	0	29
11:00	12:00	0	2	2	1	0	0	5	0	5	1	0	1	0	17
12:00	13:00	0	3	5	3	0	1	2	0	2	0	1	1	0	18
13:00	14:00	0	5	2	5	0	0	3	0	5	0	1	0	0	21
14:00	15:00	0	3	4	3	0	0	1	0	3	0	1	0	0	15
15:00	16:00	2	7	8	8	0	0	2	0	6	2	0	0	0	35
16:00	17:00	0	10	12	4	2	1	5	0	2	1	0	2	0	39
17:00	18:00	1	4	12	5	1	0	4	0	2	0	1	0	0	30
SUB-TOTAL		21	106	112	96	6	3	45	2	53	9	9	4	0	466
Total vehículos por día:															466

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 57: Estudio de clasificación vehicular tramo La Libertad – Juigalpa (8 de diciembre del 2017)

Diagrama vehicular		Bicicletas	Motos	Autos	Camionetas		Microbús	Buses		Camiones		Tráiler			Sub-Total
Hora					Pickup	Combi		2E	3E	2E	3E	2S1	2S2	2S3	
6:00	7:00	3	15	22	25	2	2	9	0	9	2	3	2	0	94
7:00	8:00	0	13	10	15	0	0	5	0	5	0	2	0	0	50
8:00	9:00	0	5	11	9	0	1	4	0	3	0	0	1	0	34
9:00	10:00	1	11	15	5	1	0	2	1	6	0	0	0	0	42
10:00	11:00	2	6	9	7	0	0	3	0	4	0	1	0	0	32
11:00	12:00	0	8	3	8	0	0	5	0	2	2	0	1	0	29
12:00	13:00	1	4	5	0	0	0	2	0	2	0	3	0	0	17
13:00	14:00	0	5	8	0	0	1	3	1	2	1	2	0	0	23
14:00	15:00	0	10	5	6	3	0	1	1	5	1	0	0	0	32
15:00	16:00	0	11	4	9	0	0	2	0	3	0	0	1	0	30
16:00	17:00	0	9	8	10	0	0	5	0	5	0	0	2	0	39
17:00	18:00	2	10	21	2	1	0	4	0	13	0	1	0	0	54
SUB-TOTAL		9	107	121	96	7	4	45	3	59	6	12	7	0	476
Total vehículos por día:															476

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 58: Estudio de clasificación vehicular tramo Juigalpa – La Libertad (9 de diciembre del 2017)

Diagrama vehicular		Bicicletas	Motos	Autos	Camionetas		Microbús	Buses		Camiones		Tráiler			Sub-Total
Hora					Pickup	Combi		2E	3E	2E	3E	2S1	2S2	2S3	
6:00	7:00	3	22	23	25	0	0	9	0	10	4	3	1	0	100
7:00	8:00	0	18	9	20	0	0	5	0	4	0	2	0	0	58
8:00	9:00	0	9	10	14	0	1	4	0	1	0	0	1	0	40
9:00	10:00	1	10	13	10	1	0	2	1	8	0	0	0	0	46
10:00	11:00	2	7	7	6	0	0	3	0	6	0	1	0	0	32
11:00	12:00	0	8	5	9	0	0	5	0	1	2	0	1	0	31
12:00	13:00	1	3	6	4	0	0	2	0	3	0	3	0	0	22
13:00	14:00	0	5	9	1	0	1	3	1	5	1	2	0	0	28
14:00	15:00	0	16	3	5	3	0	1	1	2	1	0	0	0	32
15:00	16:00	0	14	6	8	0	0	2	0	3	0	0	1	0	34
16:00	17:00	0	6	8	12	0	0	5	0	6	0	0	2	0	39
17:00	18:00	2	8	19	5	1	0	4	0	10	0	1	0	0	50
SUB-TOTAL		9	126	118	119	5	2	45	3	59	8	12	6	0	512
Total vehículos por día:															512

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 59: Estudio de clasificación vehicular tramo La Libertad – Juigalpa (9 de diciembre del 2017)

Diagrama vehicular		Bicicletas	Motos	Autos	Camionetas		Microbús	Buses		Camiones		Tráiler			Sub-Total
Hora					Pickup	Combi		2E	3E	2E	3E	2S1	2S2	2S3	
6:00	7:00	1	20	22	20	1	0	9	0	10	2	1	0	0	86
7:00	8:00	0	13	9	15	0	0	5	0	5	0	2	0	0	49
8:00	9:00	0	10	11	10	0	1	4	0	3	0	0	1	0	40
9:00	10:00	1	11	15	6	1	0	2	1	5	0	0	0	0	42
10:00	11:00	1	5	9	5	0	0	3	0	2	0	1	0	0	26
11:00	12:00	0	8	3	4	0	0	5	0	3	2	0	1	0	26
12:00	13:00	1	4	5	1	0	0	2	0	1	0	3	0	0	17
13:00	14:00	0	3	8	2	0	1	3	0	2	1	2	0	0	22
14:00	15:00	0	12	5	8	2	0	1	1	6	1	0	0	0	36
15:00	16:00	0	15	4	7	0	0	2	0	3	0	0	1	0	32
16:00	17:00	0	8	10	11	0	2	5	0	5	0	0	2	0	43
17:00	18:00	2	3	19	2	2	0	4	0	12	0	1	0	0	45
SUB-TOTAL		6	112	120	91	6	4	45	2	57	6	10	5	0	464
Total vehículos por día:															464

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 60: Estudio de clasificación vehicular tramo Juigalpa – La Libertad (10 de diciembre del 2017)

Diagrama vehicular		Bicicletas	Motos	Autos	Camionetas		Microbús	Buses		Camiones		Tráiler			Sub-Total
Hora					Pickup	Combi		2E	3E	2E	3E	2S1	2S2	2S3	
6:00	7:00	0	15	18	8	0	0	4	0	10	0	0	0	2	57
7:00	8:00	0	10	18	5	0	0	3	0	9	0	2	0	0	47
8:00	9:00	0	9	5	4	1	1	2	0	2	0	0	0	0	24
9:00	10:00	0	8	6	2	0	0	3	1	3	0	1	0	0	24
10:00	11:00	0	5	8	2	0	0	1	0	2	0	0	0	0	18
11:00	12:00	0	2	5	1	2	0	2	0	1	0	0	0	0	13
12:00	13:00	0	8	3	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	16
13:00	14:00	1	10	8	3	0	0	1	1	5	0	2	0	0	31
14:00	15:00	0	6	5	4	0	0	1	0	2	0	0	0	0	18
15:00	16:00	1	5	10	5	0	0	1	0	1	0	1	0	0	24
16:00	17:00	0	13	14	6	3	1	2	0	3	1	0	0	0	43
17:00	18:00	0	11	16	3	0	0	1	0	9	1	0	0	0	41
SUB-TOTAL		2	102	116	44	6	2	22	2	48	3	6	1	2	356
Total vehículos por día:															356

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 61: Estudio de clasificación vehicular tramo La Libertad – Juigalpa (10 de diciembre del 2017)

Diagrama vehicular		Bicicletas	Motos	Autos	Camionetas		Microbús	Buses		Camiones		Tráiler			Sub-Total
Hora					Pickup	Combi		2E	3E	2E	3E	2S1	2S2	2S3	
6:00	7:00	0	6	8	9	0	0	2	0	8	0	0	0	0	33
7:00	8:00	0	7	12	6	0	0	1	0	6	0	0	0	0	32
8:00	9:00	0	5	5	4	1	0	2	0	1	0	0	0	0	18
9:00	10:00	0	4	6	2	0	0	3	1	1	0	1	0	0	18
10:00	11:00	0	2	8	2	0	0	1	0	2	0	0	0	0	15
11:00	12:00	0	2	5	1	1	0	2	0	1	0	0	0	0	12
12:00	13:00	0	1	3	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	9
13:00	14:00	1	6	8	3	0	0	1	1	5	0	2	0	0	27
14:00	15:00	0	6	5	2	0	0	1	0	2	0	0	0	0	16
15:00	16:00	1	5	6	3	0	0	1	0	1	0	1	0	0	18
16:00	17:00	0	8	10	5	3	1	0	0	3	1	0	0	0	31
17:00	18:00	0	7	7	3	0	0	0	0	8	1	0	0	0	26
SUB-TOTAL		2	59	83	41	5	1	15	2	39	3	4	1	0	255
Total vehículos por día:															255

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 62: Hora pico V15 tramo Juigalpa – La Libertad

HORA		VOLUMEN
6:00	6:15	22
6:15	6:30	26
6:30	6:45	32
6:45	7:00	20
7:00	7:15	18
7:15	7:30	13
7:30	7:45	15
7:45	8:00	12
8:00	8:15	9
8:15	8:30	12
8:30	8:45	8
8:45	9:00	11
9:00	9:15	11
9:15	9:30	9
9:30	9:45	13
9:45	10:00	13
10:00	10:15	7
10:15	10:30	5
10:30	10:45	11
10:45	11:00	9
11:00	11:15	8
11:15	11:30	10
11:30	11:45	7
11:45	12:00	6
12:00	12:15	6
12:15	12.30	4
12.30	12:45	7
12:45	1:00	5
1:00	1:15	10
1:15	1:30	5
1:30	1:45	7
1:45	2:00	6
2:00	2:15	12
2:15	2:30	9
2:30	2:45	5
2:45	3:00	6
3:00	3:15	11
3:15	3:30	13
3:30	3:45	7
3:45	4:00	3
4:00	4:15	9
4:15	4:30	15
4:30	4:45	11
4:45	5:00	4
5:00	5:15	14
5:15	5:30	20
5:30	5:45	18
5:45	6:00	23

Fuente: Elaboración por los sustentantes

Tabla 62: Hora pico V15 tramo La Libertad – Juigalpa

HORA		VOLUMEN
6:00	6:15	26
6:15	6:30	25
6:30	6:45	21
6:45	7:00	22
7:00	7:15	13
7:15	7:30	12
7:30	7:45	10
7:45	8:00	15
8:00	8:15	8
8:15	8:30	9
8:30	8:45	11
8:45	9:00	6
9:00	9:15	12
9:15	9:30	8
9:30	9:45	13
9:45	10:00	9
10:00	10:15	9
10:15	10:30	7
10:30	10:45	6
10:45	11:00	10
11:00	11:15	8
11:15	11:30	5
11:30	11:45	7
11:45	12:00	9
12:00	12:15	6
12:15	12:30	0
12:30	12:45	6

HORA		VOLUMEN
12:45	1:00	5
1:00	1:15	8
1:15	1:30	5
1:30	1:45	4
1:45	2:00	6
2:00	2:15	9
2:15	2:30	5
2:30	2:45	12
2:45	3:00	6
3:00	3:15	8
3:15	3:30	10
3:30	3:45	7
3:45	4:00	5
4:00	4:15	10
4:15	4:30	9
4:30	4:45	13
4:45	5:00	7
5:00	5:15	12
5:15	5:30	15
5:30	5:45	17
5:45	6:00	14

Fuente: Elaboración por los Sustentantes.

Resumen de velocidades en puntos seleccionados

Tabla 63: Estación 139+750 Aguas Caliente

DIRECCION OESTE - ESTE										VELOCIDADES PROMEDIO			DIRECCION ESTE - OESTE								
TIPO DE VEHICULO													TIPO DE VEHICULO								
M	A	C	MB	LC	C2	C3	B	TX-SX	%				%	M	A	C	MB	LC	C2	C3	B	TX-SX
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7	71-80			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	2	0	0	0	0	0	0	12.4	61-70			2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	2	1	3	2	1	2	0	24.5	51-60			21	2	3	3	0	2	0	0	0	0
1	1	3	0	2	4	0	1	0	21	41-50			21	2	1	2	1	1	2	1	0	0
0	2	2	1	2	3	1	3	2	28	31-40			35	1	2	4	0	2	3	1	2	2
0	0	0	0	1	2	0	2	2	12.4	0-30			21	0	0	0	1	1	2	2	3	1
6	7	9	2	8	11	2	8	4	100	57	TOTAL	48	100	6	6	9	2	6	7	4	5	3

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 64: Estación 145+220 centro El Quebrantadero

DIRECCION OESTE - ESTE										VELOCIDADES PROMEDIO			DIRECCION ESTE - OESTE								
TIPO DE VEHICULO													TIPO DE VEHICULO								
M	A	C	MB	LC	C2	C3	B	TX-SX	%				%	M	A	C	MB	LC	C2	C3	B	TX-SX
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71-80			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	2	0	0	0	0	0	0	13.2	61-70			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	1	1	3	2	1	1	0	26.6	51-60			10.5	1	2	0	0	1	0	0	0	0
1	1	3	0	0	2	0	1	0	18	41-50			26.5	2	1	2	1	1	2	1	0	0
0	2	1	1	2	3	1	3	1	31.1	31-40			39.5	1	2	3	0	2	2	1	2	2
0	0	0	0	1	0	0	2	2	11.1	0-30			23.5	0	0	0	1	1	2	1	3	1
5	6	7	2	6	7	2	7	3	100	45	TOTAL	38	100	4	5	5	2	5	6	3	5	3

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 65: Estación 151+210 centro Mira Lagos

DIRECCION OESTE - ESTE										VELOCIDADES PROMEDIO			DIRECCION ESTE - OESTE								
TIPO DE VEHICULO													TIPO DE VEHICULO								
M	A	C	MB	LC	C2	C3	B	TX-SX	%				%	M	A	C	MB	LC	C2	C3	B	TX-SX
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		71-80		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	0	7.4		61-70		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	2	1	2	2	1	0	0	20.4		51-60		9.3	1	2	0	0	1	0	0	0	0
1	4	3	0	4	2	0	1	0	27.7		41-50		23.3	2	1	2	1	1	2	1	0	0
0	2	5	1	2	3	1	3	2	35.2		31-40		39.6	3	2	3	0	3	2	1	2	1
0	0	0	0	1	0	0	2	2	9.3		0-30		27.8	0	0	2	1	2	2	1	3	1
5	9	10	2	9	7	2	6	4	100	54	TOTAL	43	100	6	5	7	2	7	6	3	5	2

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 66: Estación 156+000 centro Mira Valle

DIRECCION OESTE - ESTE										VELOCIDADES PROMEDIO			DIRECCION ESTE - OESTE								
TIPO DE VEHICULO													TIPO DE VEHICULO								
M	A	C	MB	LC	C2	C3	B	TX-SX	%				%	M	A	C	MB	LC	C2	C3	B	TX-SX
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71-80			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0	0	0	0	7.9	61-70			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	1	0	1	1	0	0	13.7	51-60			10.9	1	3	0	0	1	0	0	0	0
2	3	3	1	4	3	0	1	0	33.3	41-50			26.1	2	1	2	1	2	3	1	0	0
1	2	5	1	3	2	1	3	1	37.2	31-40			37	3	2	3	0	3	2	1	2	1
0	0	0	0	0	0	0	2	2	7.9	0-30			26	0	0	2	1	2	2	1	3	1
6	8	10	3	7	6	2	6	3	100	51	TOTAL	46	100	6	6	7	2	8	7	3	5	2

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Tabla 67: Estación 159+430 centro Rafaela Herrera

DIRECCION OESTE - ESTE										VELOCIDADES PROMEDIO			DIRECCION ESTE - OESTE								
TIPO DE VEHICULO													TIPO DE VEHICULO								
M	A	C	MB	LC	C2	C3	B	TX-SX	%				%	M	A	C	MB	LC	C2	C3	B	TX-SX
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71-80			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	2	0	0	0	0	0	0	15.3	61-70			2.2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	2	1	1	1	1	0	0	23.9	51-60			20.5	1	3	0	1	1	0	2	1	0
2	3	1	2	4	0	0	1	1	30.5	41-50			32	2	1	2	1	2	3	1	2	0
0	2	2	0	2	2	1	2	1	26.3	31-40			36.5	3	2	3	0	3	2	1	2	0
0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0-30			8.8	0	0	2	0	0	2	0	0	0
6	11	7	3	7	3	2	3	4	100	46	TOTAL	44	100	7	6	7	2	6	7	4	5	0

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

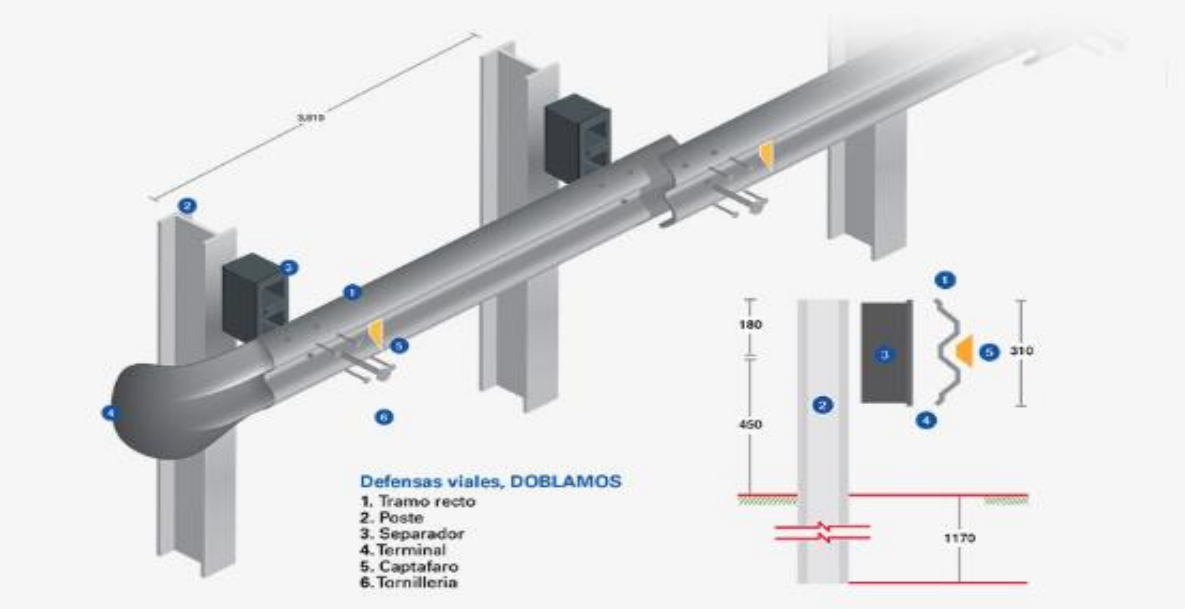
Tabla 68: Estación 165+060 centro San José

DIRECCION JUIGALPA – LA LIBERTAD										VELOCIDADES PROMEDIO			DIRECCION LA LIBERTAD - JUIGALPA									
TIPO DE VEHICULO													TIPO DE VEHICULO									
M	A	C	MB	LC	C2	C3	B	TX-SX	%				%	M	A	C	MB	LC	C2	C3	B	TX-SX
3	2	3	0	0	0	0	0	0	15.7	71-80			6.7	3	1	0	0	0	0	0	0	0
4	3	3	1	2	0	0	0	0	25.4	61-70			11.6	1	2	1	0	1	1	0	1	0
1	2	2	1	1	1	1	2	0	21.6	51-60			28.3	4	3	2	1	4	1	1	1	0
2	1	1	0	2	3	0	1	1	21.6	41-50			26.7	2	1	2	1	2	3	1	2	2
0	1	0	0	3	2	1	1	0	15.7	31-40			26.7	3	1	3	0	3	4	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-30			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	9	9	2	8	6	2	4	1	100	51	TOTAL	60	100	13	8	8	2	10	9	3	5	2

CLAVE	TIPO DE VEHICULO
M	MOTOCICLETAS
A	AUTOS
C	CAMIONETA
MB	MICROBUS
LC	LIVIANO DE CARGA
C2	CAMION DOS EJES
C3	CAMION TRES EJES
B	BUS
TX-SX	CABEZAL CON REMOLQUE
%	PORCENTAJE

Fuente: Levantamiento por los Sustentantes.

Imagen 30: Instalación de defensas metálicas



Fuente: Ingeniería Estructural y soluciones en acero.

Imagen 31: Instalación de defensas metálicas

	Producto	Material	Espesor Metal Base	Acabado	Norma del Galvanizado	Normas Internacionales	Normas Colombianas
1	Tramo Recto	Acero grado 50	2,67 mm	Galvanizado por inmersión en caliente (HDG)	ASTM A 123/ NTC 3320	AASHTO M 180	NTC 3755
2	Poste	ASTM A 36	5 mm	Galvanizado por inmersión en caliente (HDG)	ASTM A 123/ NTC 3320	AASHTO M 270	NTC 3783
3	Separador	Material compuesto (Caucho y plástico reciclado)	N/A	N/A	N/A	Federal Highway Administraton	NTC 3783
4	Terminal	ASTM A 36	2,67 mm	Galvanizado por inmersión en caliente (HDG)	ASTM A 123/NTC 3320	AASHTO M 180	NTC 3755
5	Captafaros	ASTM A 36	CAL 23	Lámina pregalvanizada	ASTM 635	N/A	Manual de señalización Colombia
6	Tornilleria	Acero de alta resistencia	N/A	Galvanizado por inmersión en caliente (HDG)	ASTM A 153/NTC 2076	ASTM A307	N/A

Fuente: Ingeniería Estructural y soluciones en acero.