



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL EN EL TRAMO DE CARRETERA JUIGALPA
(KM 142) - COMARCA APOMPUÁ (KM 151) EN EL DEPARTAMENTO DE
CHONTALES CARRETERA NIC -7**

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. John Brian Araúz Balladares

Br. José Ramón Reyes Artilles

Tutor

Msc. Ing. José Fernando Bustamante Arteaga

Asesor

Comisionado Ing. Gilberto Solís Orozco

Managua, Mayo 2021

Juigalpa, Mayo de 2021

Dr. Oscar Gutiérrez Somarriba

Decano FTC.

Su despacho.

Estimado Dr. Gutiérrez.

Por este medio estamos remitiendo tesis de monografía titulado **ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL EN EL TRAMO DE CARRETERA JUIGALPA (KM 142) - COMARCA APOMPUA (KM 151) EN EL DEPARTAMENTO DE CHONTALES CARRETERA NIC -7**, para su debida revisión y aprobación.

Así mismo le solicitamos la asignación del Msc. Ing. José Fernando Bustamante Arteaga como nuestro tutor, quien ha manifestado estar de acuerdo.

Agradeciendo su atención a la presente, nos despedimos.

Atentamente:

Br. John Brian Arauz Araúz Balladares

(2014 – 0173J)

Br. José Ramón Reyes Artilles

(2014 – 0077J)

DEDICATORIA 1

A:

Dios padre celestial, creador de todas las cosas, el que me ha dado la vida y fortaleza para finalizar con éxito mis estudios académicos en medio de adversidades, siendo mi inspiración en este mundo.

De igual forma dedico esta monografía a mis padres Agustín Arauz Fonseca y Esperanza de Jesús Balladares Velázquez, que han sido el pilar fundamental de mi vida, siendo un buen ejemplo para mi formación y por estar siempre a mi lado en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis tías Auxiliadora del Socorro Arauz Fonseca, Mirna Arauz Fonseca, Agustina Rosalpina Arauz Fonseca, Concepción del Rosario Arauz Fonseca y María de los Ángeles Arauz Fonseca por mostrarme el interés para que estudie y me desarrolle completamente en todos los aspectos de la vida, mi tío Reynaldo Arauz Fonseca quien ha sabido guiarme y levantar sin importar el camino. Gracias a todos ellos por mostrarme que todo lo que me proponga lo puedo alcanzar, brindándome su apoyo muchas veces poniéndose en el papel de padres.

Dios los bendiga a todos ellos.

Br. John Brian Arauz Balladares

DEDICATORIA 2

A:

Gracias a la vida misma donde se ve reflejado el desarrollo, crecimiento y frutos de mi aprendizaje, a mis padres por el apoyo moral y económico en todo el proceso de la formación, a maestros que han sido parte de la construcción de mi conocimiento.

Gracias a mis compañeros por la ayuda en los momentos de ignorancia, a amigos externos por que brindaron motivación en mis momentos de poco ánimo, y familiares que apoyaron y creyeron en mi triunfo de esta etapa de mi vida.

Gracias a todos los centros de educación en los que me formé y principalmente al centro universitario UNI por ser el encargado de mostrarme la belleza de mi profesión y brindarme las herramientas necesarias para coronarme como Ingeniero Civil.

Br. José Ramon Reyes Artiles

AGRADECIMIENTO 1

Gracias a Dios por haberme dado el tiempo necesario para realizar este trabajo, por protegerme durante todo mi camino y darme las fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida, por haberme dado la oportunidad de conocer experiencias profesionales de formación.

Mi Familia por ser el pilar fundamental de mi vida por estar siempre a mi lado cuando más lo necesité No fue sencillo culminar con éxito mis estudios sin embargo siempre fueron motivadoras y esperanzadores sus consejos que lo lograría perfectamente.

A nuestro asesor de Monografía el Ing. Gilberto Solís y mi tutor el Msc. Ing. José Bustamante a quienes considero grandes personas y profesionales.

Br. John Brian Araúz Balladares

AGRADECIMIENTO 2

Primeramente, a mis padres quien con paciencia esfuerzo y apoyo han sido pilar estable para mi formación en esta etapa de la vida y mostrarme valores para proyectarme en sobrevivir siendo alguien en esta selva llamada vida.

A fuerzas superiores que inciertamente definen mi destino y final, siendo yo el dueño de mi libertinaje y decisión de seguir una línea de vida que enfoque éxitos de metas muy claras como principalmente mi superación en mente y alma reflejada en mi personalidad.

A mis amigos parte fundamental de mi crecimiento en el aprendizaje de la profesión, y principalmente a mis no amigos que con pensamientos pesimistas y malos deseos de que logré mis objetivos han sido mi mayor motivación de ser consistente y mil veces mejor de lo que fui ayer.

Br. José Ramón Reyes Artiles

RESUMEN EJECUTIVO

El estudio de seguridad vial del tramo de carretera salida Juigalpa – Comarca Apompuá, del departamento de Chontales, KM 142 al KM 151 es una investigación detallada de un tramo rural, que siempre se ha visto afectado por los accidentes, se desarrollaron todos los análisis correspondientes que tienen relación directa con esta temática, tales como aforo vehicular para establecer capacidad y niveles de servicio, inventario vial, estudio de velocidades y puntos críticos donde han ocurrido accidentabilidad. Todo esto con fin de encontrar los factores que están afectando la seguridad de este tramo.

El presente documento está estructurado de la siguiente manera:

CAPITULO I: GENERALIDADES

En el capítulo I de este documento, se aborda la importancia del tema monográfico, sus antecedentes, justificación y los objetivos que se alcanzaron con dicho trabajo. La definición de la ubicación del tramo, el porqué de la realización de este estudio y los alcances del trabajo monográfico. Se presentan también todos aquellos aspectos teóricos y técnicos que se consideran necesarios para los estudios a realizar.

CAPITULO II: AFORO VEHICULAR, CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

El capítulo II, trata temas específicos, relacionado con los volúmenes de tránsito, destacando el comportamiento del tráfico en el aforo vehicular levantado, con su respectivo análisis de los flujos vehiculares, capacidad de carga, nivel de servicio que se está operando en la vía y determinando la hora de máxima demanda.

CAPITULO III: INVENTARIO VIAL

En el capítulo III, se plantean las principales características del tramo de carretera, y su condición actual; 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, reflejando así la necesidad de instalar nuevos dispositivos y cambiar algunos que están en mal estado.

CAPITULO IV: ESTUDIO DE VELOCIDAD

El capítulo IV, se comprobará un estudio de velocidad del tramo en estudio, para comprobar si los conductores cumplen con la velocidad permitida que rigen las normativas de tránsito; con la finalidad de estimar la distribución de la velocidad de los vehículos en un flujo.

CAPITULO V: PUNTOS CRITICOS

El capítulo V, 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 tipos de índices concluyendo a los puntos críticos, donde se generan el mayor número de accidentes.

CAPITULO VI: PROPUESTAS TÉCNICAS

El capítulo VI, se plantean las propuestas técnicas de solución a dicho problema de accidentalidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este apartado muestra las conclusiones, es decir todas las causas que están generando los accidentes. Es importante, ya que se plasman los resultados obtenidos de cada uno de los estudios ejecutados en la carretera Juigalpa – Comarca Apompuá, Chontales, que permitieron diagnosticar la accidentalidad en el tramo. Tras el estudio y análisis se logró proponer diferentes recomendaciones para cada necesidad que presenta la vía.

ÍNDICE

CONTENIDO	Páginas
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 OBJETIVOS	5
1.4.1 Objetivo General	5
1.4.2 Objetivo Específico	5
1.5 GENERALIDADES DEL TRAMO EN ESTUDIO	6
1.5.1 Macro localización	6
1.5.2 Micro localización.....	7
1.5.3 Desarrollo poblacional	7
1.5.4 Actividad económica predominante	9
1.5.5 Clima y precipitación.....	10
1.5.6 Servicios existentes	10
1.5.6.1 Educación.....	10
1.5.6.2 Salud	10
1.5.6.3 Telecomunicaciones.....	11
1.5.6.4 Transporte	11
1.5.6.5 Vía de acceso.....	11
1.5.6.6 Uso de suelos.....	12
CAPÍTULO II: AFORO VEHICULAR, CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO ...	13
2.1 INTRODUCCIÓN	14

2.1.1	Seguridad vial	14
2.1.2	Seguridad vial activa.....	15
2.1.3	Seguridad vial pasiva.....	15
2.1.4	Educación vial.....	15
2.1.5	Aforo vehicular	16
2.1.6	Conteo volumétrico	16
2.1.7	Capacidad vial	17
2.2	OBTENCIÓN DE VOLUMENES DE TRÁNSITO	17
2.3	ESTUDIO DE CAMPO	17
2.4	PROCEDIMIENTO DE CALCULO	24
2.4.1	Hora pico y Factor pico horario	24
2.5	CAPACIDAD	28
2.6	NIVEL DE SERVICIO.....	28
2.6.1	Clasificación de nivel de servicio	28
2.6.2	Factores que afectan el nivel de servicio	30
2.6.3	Criterios de análisis de capacidad y niveles de servicio	31
2.7	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE CAPACIDAD DEL NIVEL DE SERVICIO.....	32
CAPÍTULO III: INVENTARIO VIAL.....		44
3.1	INTRODUCCIÓN	45
3.1.1	Inventario vial.....	45
3.1.1.1	Señales de tránsito.....	45
3.1.1.2	Señales verticales	46
3.1.1.3	Señales horizontales	48

3.1.1.4	Infraestructura de la vía.....	50
3.1.1.5	Estructuras componente de la vía	50
3.1.1.6	Alcantarillas	51
3.1.1.7	Puentes	52
3.2	IDENTIFICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO	52
3.3	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO EN ESTUDIO	52
3.4	CARACTERISTICA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA ...	53
3.5	CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LA VÍA	65
3.5.1	Por tipo de construcción	66
3.5.2	Por su función.....	66
3.6	CARRETERA PRINCIPAL JUIGALPA-COMARCA APOMPUÁ (TRAMO KM 142 AL KM 151).....	67
3.7	USO DE SUELO Y DERECHO DE VÍA	67
3.8	DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL	68
3.9	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	68
3.9.1.1	Clasificación de los dispositivos de control de tránsito.....	69
3.9.1.2	Requisitos que deben de cumplir los dispositivos de control de tránsito	69
3.9.1.3	Cantidad de señales verticales actuales (Diciembre 2019) en el tramo de estudio carretera al Rama km 142 al km 151 (Nic - 7).....	70
3.10	SEÑALES HORIZONTALES.....	71
3.10.1	Funciones y limitaciones de la señalización horizontal.....	72
3.10.2	Estado actual de la señalización horizontal	73
3.11	INTERFERENCIA DE LA VÍA Y VISIBILIDAD	77
3.11.1	Distancia de visibilidad de parada	77

3.11.2	Distancia de visibilidad de adelantamiento	77
3.11.3	Distancia de visibilidad de decisión	78
3.12	BAHÍA DE BUSES Y PARADA DE BUSES	80
3.13	INVENTARIO DE DRENAJE MAYOR Y MENOR	82
3.14	DEFENSAS METÁLICAS.....	89
3.15	TACHAS REFLECTIVAS	94
3.15.1	Capta luces dos caras amarillas.....	95
3.15.2	Capta luces una cara blanca	95
3.16	ESTADO ACTUAL DE LA CARPETA DE RODAMIENTO	97
3.16.1	La carpeta de pavimento flexible	97
CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE VELOCIDAD.....		99
4.1	INTRODUCCIÓN	100
4.1.1	Estudio de Velocidad	100
4.1.1.1	Velocidad de recorrido	101
4.1.1.2	Velocidad en marcha.....	101
4.1.2	Accidentabilidad.....	101
4.1.2.1	Agentes de tránsito	102
4.1.2.2	Accidente de tránsito.....	102
4.1.2.3	Tipos de accidentes de tránsito.....	102
4.1.2.4	Causas de los accidentes de tránsito	103
4.2	CRITERIO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	104
4.3	PROCEDIMIENTO DE CALCULO	105
4.4	ESTUDIO DE CAMPO	106
CAPÍTULO V: PUNTOS CRITICOS.....		109

5.1	INTRODUCCIÓN	110
5.1.1	Caracterización de la accidentabilidad.....	110
5.1.2	Causas de la accidentabilidad	110
5.2	ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD	112
5.2.1	Periodicidad de los accidentes.....	117
5.2.2	Accidentes de Dia y Noche 2014 - 2018.....	123
5.2.3	Proyección de la población	130
5.2.4	Magnitud del problema	132
5.2.4.1	Índice con respecto a la Población (P)	132
5.2.4.2	Índice respecto al Parque Vehicular (V)	135
5.2.4.3	Índice respecto a la Longitud (L)	139
	CAPÍTULO VI: PROPUESTAS TÉCNICAS.....	142
6.1	INTRODUCCIÓN	143
6.2	BAHÍAS DE BUSES	143
6.2.1	Líneas de pasos peatonales	144
6.2.2	Líneas reductoras de velocidad	145
	CONCLUSIONES.....	148
	RECOMENDACIONES	150
	BIBLIOGRAFÍAS	152
	ANEXO.....	I - XXX

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La seguridad vial es un conjunto de leyes, normas y reglamentos que rigen al tráfico, es una medida preventiva de dispositivos que se adopta con el fin de proporcionar una circulación segura en las carreteras del país esto incluye a la educación vial de las personas por medio de las instituciones gubernamentales y la Policía Nacional, el buen estado de los vehículos, y la red vial con sus correspondientes dispositivos de seguridad.

Es importante aprender sobre seguridad vial para fomentar y garantizar el respeto y preservación de la propia vida y la de los demás en las vías públicas; ya sea al conducir, caminar por las veredas o abordar un vehículo como pasajeros.

Según la Organización Mundial de la Salud (O.M.S), los accidentes de tránsito son la segunda de las principales causas de muerte a nivel mundial entre los jóvenes de 5 a 29 años de edad; con lo que se evidencia una gran necesidad de conocer y aplicar en nuestro día a día las buenas prácticas en seguridad vial: como conducir con prudencia, conocer y respetar las señales de tránsito.

Al conocer sobre los posibles peligros que existen, pero también sobre nuestros deberes y derechos como ciudadanos, podremos tomar precauciones que nos lleven a la generación de hábitos y actitudes que disminuyan las alarmantes cifras de accidentes de tránsito.

Este estudio consiste en el análisis de seguridad vial en la carretera NIC-7 en el tramo “Juigalpa – Apompuá” del departamento de Chontales (ver Imagen 1, página 6), el cual se realizará un aforo vehicular en dos puntos de intersecciones entrada y salida (ver Imagen 2, página 7), inventario vial de las condiciones físicas y geométrica de la vía, cálculo de velocidades de acuerdo al diseño geométrico existente, identificar los puntos más crítico donde han ocurrido accidente a lo largo del tramo y sugerir medidas necesarias con el fin de reducir la accidentalidad a la que están expuestas las personas.

1.2 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. Es de suma importancia realizar este estudio debido a que la jefatura de tránsito del departamento recomendó hacer el estudio monográfico en el tramo Juigalpa – Apompuá, ya que es la zona más vulnerable de accidentabilidad del municipio.

La carretera se encuentra en un punto rural, tiene una estructura de pavimento flexible de una vía a ambos sentidos, sin contar con arcén; existen estructuras de puentes y alcantarillado, con una correcta señalización horizontal en lo que son tachas reflexivas y pintura en todo el tramo dado que el último mantenimiento registrado fue en el año 2017 según el Ministerio de Transporte e Infraestructuras MTI, y con una escasa presencia de señales verticales.

Se conoce que es una carretera muy conocida y muy transitada donde une el destino de San Carlos y el Rama, y donde cuenta con poca señalización y un incremento de curva. El tramo a evaluar es de 9 Km donde circulan con mayor frecuencia los ganaderos, agricultores, mineros, universitarios, comercialización y turistas debido a que se encuentra dos centros turísticos.

En los últimos años la institución de la Policía Nacional, cuenta con respecto a este tramo son registros del número de muertes en accidentes de tránsito que ha corrido en aumento, siendo este un grave problema aún sin resolver para las instituciones correspondiente; actualmente atenta contra la humanidad y el tramo en estudio no deja de ser la excepción.

En la siguiente tabla 1 se ve reflejado las consecuencias provocadas por los diferentes accidentes ocurridos desde el 2014 hasta el 2018.

Tabla 1: Accidentes por consecuencia en el tramo

Accidentes en el tramo Salida Juigalpa (km 142) - Apompuá (km 151)				
Años	ACC D/M	ACC /V	Muertos	Lesionado
2014	16	5	2	13
2015	12	8	3	10
2016	20	5	4	4
2017	11	2	1	8
2018	14	2	1	2
TOTAL	73	22	11	37

Fuente: Datos estadísticos de la Policía Nacional del Departamento de Tránsito

Las pérdidas generadas tanto humanas como materiales por accidentes de tránsito a nivel nacional son de gran preocupación, por este motivo el gobierno implementa planes de prevención y educación vial.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El tema de la seguridad vial merece un enfoque especial en el diseño de carreteras, ya que no solo abarca los aspectos técnicos sino también el aspecto humano, el cual es sin duda el más importante pues son las personas los principales usuarios de las vías. El objetivo fundamental que este estudio pretende alcanzar, es identificar medidas que garanticen la seguridad vial a fin de reducir la peligrosidad de los accidentes.

Se ha considerado realizar este estudio debido a que en el tramo se localiza en una zona crítica, debido que se encuentra curvas sinuosas como resultado de la topografía irregular. Además, en esta carretera no se han considerado algunos criterios de diseño que prioricen la seguridad vial.

Se considera también la existencia de una escuela nombrada “Escuela Apompuá” que abarca el nivel de estudio de preescolar y primaria, ubicada en la finalización del tramo, a pocos metros del km 150, lugar en el que están expuesto niños y adultos a la peligrosidad vehicular.

Con este trabajo monográfico, se pretende ampliar y consolidar los acontecimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería civil, particularmente en el ámbito de seguridad vial, basándose en investigaciones de campo, documento, 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.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Realizar un estudio de seguridad vial en el tramo de carretera Juigalpa (km 142) - comarca Apompuá (km 151) en el Departamento de Chontales carretera NIC -7.

1.4.2 Objetivo Específico

- Realizar un aforo vehicular con el fin de conocer el volumen de tránsito en el tramo en estudio, la capacidad y nivel de servicio.
- Desarrollar un inventario vial que permita evaluar el estado actual de la infraestructura de la vía que conlleve a seleccionar las medidas que garanticen la seguridad en esta vía de transporte.
- Realizar estudio de velocidad que dé a conocer si se está cumpliendo con lo establecido en las normas de tránsito.
- Identificar los puntos críticos donde consecutivamente han ocurrido accidentes, realizando un análisis de los factores que inciden en éstos.
- Proponer soluciones adecuadas que aumente la seguridad del tramo en estudio.

1.5 GENERALIDADES DEL TRAMO EN ESTUDIO

1.5.1 Macro localización

El municipio de Juigalpa, cabecera del departamento de Chontales desde 1887, se encuentra localizado en la zona suroeste a 142 km de Managua la capital de Nicaragua. Ocupa una posición central dentro del departamento (ver Imagen 1 Mapa de macro localización, página 6), está ubicado en las coordenadas geográficas 12° 05´ 59.97” de latitud Norte y 85° 22´ 00” de longitud Oeste, con una altitud 97 msnm y tiene los siguientes límites:

- Al Norte: Municipio de San Francisco de Cuapa y Comalapa
- Al Sur: Municipio de Acoyapa
- Al Este: Municipio La Libertad y San Pedro de Lovago
- Al Oeste: Lago de Nicaragua o Cocibolca

Imagen 1: Mapa de macro localización Municipio de Juigalpa, Departamento de Chontales

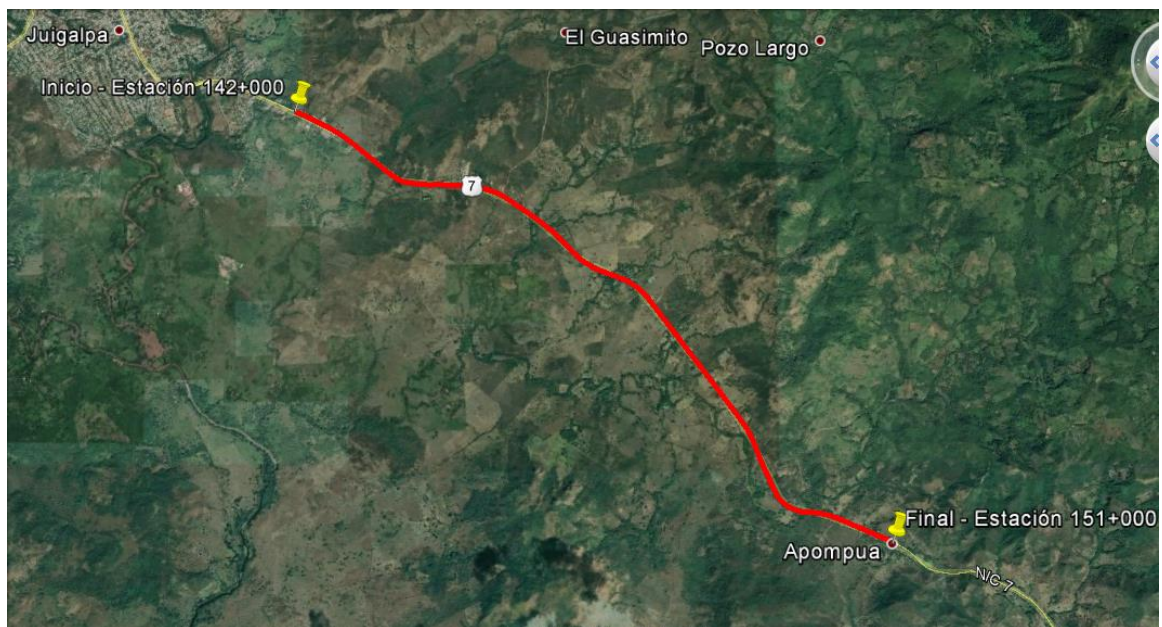


Fuente: <https://www.inide.gob.ni/docu/Cenagro/Municipios/San%20Pedro%20deLovago.htm>

1.5.2 Micro localización

El tramo de carretera en estudio tiene una longitud de 9 km, se localiza en el extremo suroeste de la ciudad de Juigalpa. La que inicia con una longitud de 85° 20' 49.03"N con una latitud de 12°05' 27.68"O y finaliza con 85° 16' 59.56"N longitud norte con 12° 02' 44.51" O de latitud en dirección de la comarca la Palma y del municipio de Acoyapa Chontales.

Imagen 2: Mapa de micro localización



Fuente: Google Earth.com

1.5.3 Desarrollo poblacional

El departamento de Chontales ocupa una extensión territorial de 6,481.27 Km², dividida en diez municipios: Comalapa, San Francisco de Cuapa, Juigalpa (cabecera departamental), La Libertad, Santo Domingo, Santo Tomás, San Pedro de Lóvago, Acoyapa, Villa Sandino y El Coral (ver tabla 2 Distribución poblacional, página 8). La población urbana representa el 58 por ciento y el área rural es donde está la menor parte de la población 42 por ciento.

Tabla 2: Distribución poblacional por municipio del departamento de Chontales

POBLACIÓN			
	TOTAL	Urbano	Rural
CHONTALES	153,932	89,384	64,548
Comalapa	11,785	1,077	10,708
San Francisco de Cuapa	5,507	2,161	3,346
Santo Domingo	12,182	4,970	7,212
La Libertad	11,429	4,887	6,542
San Pedro de Lóvago	7,650	3,415	4,235
Acoyapa	16,946	8,108	8,838
El Coral	7,039	3,378	3,661
Villa Sandino	13,152	6,947	6,205
Santo Tomás	16,404	11,678	4,726
Juigalpa	51,838	42,763	9,075

Fuente: VIII Censo de población y IV de vivienda, Porcentaje de Población Urbana y Rural (INEC, 2003)

Extensión Territorial del departamento de Chontales: 6,481.27 km²

Población Total: Población de 153,932 habitantes

Población Urbana: 89,384 habitantes

Población Rural: 64,548 habitantes

Densidad Poblacional: 24 personas por kilómetro cuadrado

1.5.4 Actividad económica predominante

La principal actividad económica del municipio es la ganadería, y la actividad agrícola ha sido una actividad de carácter secundario en relación a la ganadería; está destinada fundamentalmente al consumo interno. El sector agrícola cosecha un total de 12,414 manzanas, distribuidas de la siguiente forma.

Tabla 3: Distribución por manzanas de granos básico en Juigalpa

Sector Agropecuario	
Cultivo	Manzanas sembradas
Arroz	2,864
Fríjol	3,900
Maíz	3,750
Millón	1,480
Sorgo	420
Total	12,414

Fuente: Investigación Agrícola del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA)

El municipio de Juigalpa, se ha caracterizado por ser una zona de alta concentración ganadera de desarrollo extensivo. La matanza del ganado vacuno ha representado en la última década más de un 40% de la matanza nacional, cabe señalar que aun tomando en cuenta el grado de participación a la fecha no se ha logrado alcanzar y superar los niveles de producción que se tuvo en la década de los años 70.

En producción de leche y sus derivados de la región contribuye con un 80% de la producción nacional. La actividad está representada por 51,000 cabezas de ganado que son utilizadas en la producción de carne para el consumo local, nacional e internacional.

Las actividades económicas predominantes en el municipio son la ganadería y la agricultura. La Ganadería ha sido el rubro de mayor importancia económica. La comercialización del queso y productos lácteos se realiza principalmente en la

ciudad de Managua, la venta de ganado es otra actividad importante para el municipio.

1.5.5 Clima y precipitación

Juigalpa tiene un clima tropical. En comparación con el invierno, los veranos tienen mucha más lluvia. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como Aw. En Juigalpa, la temperatura media anual es de 26.2 ° C. En un año, la precipitación media es 1236 mm.

1.5.6 Servicios existentes

1.5.6.1 Educación

En el municipio existen una población estudiantil que representa aproximadamente el 30.4% de la población total de Juigalpa. Para darle atención el Ministerio de Educación Cultura y Deporte (MECD) cuenta con un total aproximado de 431 maestro; distribuido en 30 preescolares, 18 centro de primaria, 12 de educación secundaria y 34 centro de educación de adultos, 3 de primaria nocturna, 1 centro de información docente y 1 centro de educación especial.

Además, existen escuelas técnicas que brindan cursos de sastrería, cocina, belleza, fontanería, soldadura entre otros.

Clasificado como bueno, Juigalpa ocupa el puesto dos dentro del departamento y el puesto 45 de la clasificación general del país. Posee alta cobertura y baja repetición escolar. Sus restos, baja repetición y aprobación escolar. “Actualmente no se ha encontrado una actualización más reciente de censo e información”.

1.5.6.2 Salud

El municipio cuenta con un hospital, centro de salud. 11 puestos médicos con la atención de un médico y una enfermera permanente, dos puestos de salud.

En el ámbito de indicadores se establece para Juigalpa la existencia de 0.8 unidades de salud por cada 3,000 habitantes

El personal médico del Ministerio de Salud (MINSa) del municipio lo constituyen 69 médicos, 3 odontólogo, 69 enfermera, 101 auxiliares, 2 técnicos, higiénicos, 38 brigadistas, 26 parteras, 261 trabajadores administrativos.

1.5.6.3 Telecomunicaciones

El municipio cuenta con el servicio público de energía domiciliar, cuya administración está a cargo de la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL).

Existe 6,914 viviendas que cuentan con el servicio de energía, lo que representa un porcentaje de 75.9% del total de vivienda con servicio de energía eléctrica.

1.5.6.4 Transporte

El municipio de Juigalpa por su condición de cabecera departamental cuenta con un sistema de rutas que la comunican con el resto de los municipios del departamento y con la ciudad capital Managua, la que es transitada directamente, carretera pavimentada que atraviesa el municipio.

A nivel interno el municipio cuenta con algunas rutas que los comunican con aproximadamente 18 comunidades rurales, el área urbana, cuenta con taxis privado y unidades de autobuses que hacen el recorrido a lo interno de la ciudad, prestando un buen servicio, rápido y continuo.

1.5.6.5 Vía de acceso

Juigalpa está comunicada con Managua por una carretera pavimentada de 137 km., es también el puesto de tránsito más importante en la ruta de transporte hacia El Rama y en general, la Región Autónoma del Atlántico Sur y su cabecera Bluefields, por vía terrestre. De la misma manera sirve de tránsito al transporte con destino al departamento de Río San Juan y su cabecera, la ciudad de San

Carlos. Se comunica por medio de carreteras de macadán, con los municipios de: San Pedro de Lovago, La Libertad, Sto. Domingo, el Ayote, San Francisco de Cuapa y Comalapa.

1.5.6.6 Uso de suelos

El uso actual de los suelos se puede apreciar en tabla 4, página 12 que se presenta a continuación.

Tabla 4: Cobertura y uso de suelo

Uso de suelo de la tierra de Juigalpa		
Cobertura y uso de suelo	Área (Ha)	Área (%)
Bosques	7,164.20	9
Tierra Agrícola	8,752.00	11
Pasto + Maleza	60,777.60	78
Otros	1,226.00	2
Total	77,919.80	100

Fuente: Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE)

CAPÍTULO II: AFORO VEHICULAR, CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO



2.1 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 utilizará 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.

Los datos de los volúmenes de tránsito se utilizan para proponer la instalación de dispositivos para el control de tráfico (demarcación de pavimento, colocación de semáforos, reductores de velocidad, entre otros), con vista en la seguridad vial se puede evaluar la eficiencia de la vía y su capacidad con respecto a la ocurrencia de accidentes de tránsito.

Para el análisis de los factores antes expuestos el presente capítulo analizará el volumen de tránsito en el tramo, la capacidad vial, el nivel de servicio y la tasa de flujo que circulan en la salida del municipio de Juigalpa con destino a la comarca Apompuá.

2.1.1 Seguridad vial

La seguridad vial es el conjunto de acciones y mecanismos que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito, mediante la utilización de conocimientos (leyes, reglamento y disposiciones) y normas de conducta, bien sea como peatón, pasajero o conductor, a fin de usar correctamente la vía pública previniendo los accidentes de tránsito. Dentro de seguridad vial existe la seguridad vial activa y seguridad vial pasiva.

2.1.2 Seguridad vial activa

La seguridad vial activa o primaria tiene como objetivo principal evitar que el accidente suceda. Esta se aplica al factor humano, a los vehículos y a las vías. Por ejemplo, un elemento de seguridad vial activa en las vías son las señales de tránsito, en el vehículo serían los frenos abs y en el factor humano la velocidad adecuada a la que se conduce.

2.1.3 Seguridad vial pasiva

La seguridad pasiva o secundaria comprende una serie de dispositivos cuya misión consiste en tratar de disminuir al máximo la gravedad de las lesiones producidas a las víctimas de un accidente una vez que éste se ha producido.

Al igual que la seguridad vial activa ésta se puede aplicar en el factor humano, en los vehículos y en las vías. Por ejemplo, el cinturón de seguridad es un elemento de seguridad vial pasiva aplicada al vehículo.

2.1.4 Educación vial

Conjunto de políticas interinstitucionales y de la sociedad civil expresadas a través de planes, programas y proyectos (ver Imagen 3 programa de educación vial, página 14) destinados a transmitir a la población los conocimientos necesarios respecto a leyes, normas y manuales del régimen de circulación vehicular y peatonal con el objetivo de disminuir los accidentes de tránsito y sus consecuencias en pérdidas de vidas humanas y daños a la propiedad.

Imagen 3: Programa de Educación vial



Fuente: Organización Panamericana de la salud 2015 (OPS)

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.

2.1.5 Aforo vehicular

El aforo vehicular es el conteo de vehículos, es una muestra de los volúmenes para el periodo en el que se realiza y tienen por objetivo cuantificar el número de vehículos que pasan por un punto, sección de un camino o a una intersección.

2.1.6 Conteo volumétrico

Los estudios sobre volúmenes tránsito se realizan con el propósito de obtener datos reales relacionados con el movimiento de vehículos, y/o personas, sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial de carreteras o calles.

2.1.7 Capacidad vial

Es el número de vehículos que pueden transitar por un punto o tramo uniforme de una vía en los dos sentidos, en un periodo determinado de tiempo, en las condiciones imperantes de la vía y el tránsito.

2.2 OBTENCIÓN DE VOLUMENES DE TRÁNSITO

Bajo las recomendaciones y consideraciones del asesor Comisionado mayor de la Policía Nacional Ing. Gilberto Solís, el equipo de trabajo decidió que los conteos vehiculares se realizarían en la entrada y salida del tramo en estudio. Esta metodología tiene la ventaja de poder conocer la cantidad de vehículos que circulan por el municipio de Juigalpa con rumbo hacia otros municipios y departamento; y a su vez se determinan los porcentajes.

2.3 ESTUDIO DE CAMPO

Los conteos se realizaron durante una semana (Lunes a Domingo). Se trabajó con un formato de aforo utilizado por el MTI, se realizaron conteos vehiculares de 12 horas 6:00 am a 6:00 pm (ver anexo en páginas V, VI, VII, y VIII).

En las tablas siguientes, tabla 5 y tabla 6 se muestra el resultado del Aforo Vehicular donde se muestra los 7 días de la semana, con los volúmenes horarios de máxima demanda y el Volumen de los 15 minutos dentro de cada Hora pico. Este aforo se realizó en los dos puntos, Estación 142+000 y Estación 151+000.

Tabla 5: Resultado de aforo vehicular km 142 salida Juigalpa, Chontales

AFORO VEHICULAR (12 HORAS) DE UNA SEMANA KM 142 SALIDA JUIGALPA, CHONTALES										
Día	Fecha	Suma Entrada	Max V-15	Hora pico	Suma Salida	Max V-15	Hora pico	Total E y S	Max V-15 (E y S)	Hora Pico (E y S)
Lunes	2019-11-04	1528	41 (9:15-9:30) Am	178 (9:00-10:00) Am	1520	53 (4:30-4:45) Pm	158 (4:00-5:00) Pm	3048	88 (10:30-10:45) Am	318 (10:00-11:00) Am
Martes	2019-11-05	1578	56 (6:45-7:00) Am	183 (6:00-7:00) Am	1561	50 (5:30-5:45) Pm	167 (5:00-6:00) Pm	3139	95 (5:30-5:45) Pm	343 (5:00-6:00) Pm
Miércoles	2019-11-06	1496	40 (12:30-12:45) Pm	165 (12:00-1:00) Pm	1505	42 (3:15-3:30) Pm	150 (3:00-4:00) Pm	3001	84 (1:30-1:45) Pm	325 (1:00-2:00) Pm
Jueves	2019-11-07	1480	45 (12:45-1:00) Am	158 (12:00-1:00) Am	1494	39 (2:15-2:30) Pm	155 (2:00-3:00) Pm	2974	83 (2:00-2:15) Pm	310 (2:00-3:00) Pm
Viernes	2019-11-08	1550	41 (7:00-7:15) Am	178 (7:00-8:00) Am	1501	50 (4:00-4:15) Pm	148 (4:00-5:00) Pm	3051	89 (4:30-4:45) Pm	333 (4:00-5:00) Pm
Sábado	2019-11-09	1570	54 (2:45-3:00) Pm	180 (2:00-3:00) Pm	1528	39 (5:15-5:30) Pm	158 (5:00-6:00) Pm	3098	88 (3:15-3:30) Pm	340 (3:00-4:00) Pm
Domingo	2019-11-10	1390	37 (3:45-4:00) Pm	145 (3:00-4:00) Pm	1408	40 (4:15-4:30) Pm	138 (4:00-5:00) Pm	2798	75 (5:30-5:45) Pm	290 (5:00-6:00) Pm

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6: Resultado de aforo vehicular km 151 Comarca Apompua, Chontales

AFORO VEHICULAR (12 HORAS) DE UNA SEMANA KM 151 COMARCA APOMPUA, CHONTALES										
Dia	Fecha	Suma Entrada	Max V-15	Hora pico	Suma Salida	Max V-15	Hora pico	Total E y S	Max V-15 (E y S)	Hora Pico (E y S)
Lunes	2019-11-04	1430	43 (10:00-10:15) Am	155 (10:00-11:00) Am	1405	40 (5:45-6:00) Pm	147 (5:00-6:00) Pm	2835	84 (10:45-11:00) Am	311 (10:00-11:00) Am
Martes	2019-11-05	1398	36 (6:00-6:15) Am	140 (6:00-7:00) Am	1376	40 (9:45-10:00) Am	135 (9:00-10:00) Am	2774	74 (4:00-4:15) Pm	298 (4:00-5:00) Pm
Miércoles	2019-11-06	1355	36 (12:15-12:30) Pm	138 (12:00-1:00) Pm	1367	41 (11:15-11:30) Am	130 (11:00-12:00) Am	2722	78 (2:00-2:15) Pm	265 (2:00-3:00) Pm
Jueves	2019-11-07	1389	35 (2:00-2:15) Pm	135 (2:00-3:00) Pm	1380	38 (2:30-2:45) Pm	150 (2:00-3:00) Pm	2769	80 (3:15-3:30) Pm	315 (3:00-4:00) Pm
Viernes	2019-11-08	1440	45 (5:30-5:45) Pm	158 (5:00-6:00) Pm	1415	53 (5:30-5:45) Pm	160 (5:00-6:00) Pm	2855	93 (4:15-4:30) Pm	320 (4:00-5:00) Pm
Sábado	2019-11-09	1448	46 (5:45-6:00) Pm	168 (5:00-6:00) Pm	1411	50 (5:45-6:00) Pm	159 (5:00-6:00) Pm	2859	96 (5:45-6:00) Pm	327 (5:00-6:00) Pm
Domingo	2019-11-10	1315	34 (3:30-3:45) Pm	129 (3:00-4:00) Pm	1295	35 (3:45-4:00) Pm	132 (3:00-4:00) Pm	2610	69 (4:30-4:45) Pm	246 (4:00-5:00) Pm

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7: Resultado de aforo vehicular (Norte – Sur) km 142 salida Juigalpa, Chontales

Hora	Suma	Hora de Máxima Demanda
6:00 am - 6:15 am	44	183
6:15 am - 6:30 am	42	
6:30 am - 6:45 am	41	
6:45 am - 7:00 am	56	
7:00 am - 7:15 am	30	144
7:15 am - 7:30 am	34	
7:30 am - 7:45 am	34	
7:45 am - 8:00 am	46	
8:00 am - 8:15 am	47	138
8:15 am - 8:30 am	37	
8:30 am - 8:45 am	24	
8:45 am - 9:00 am	30	
9:00 am - 9:15 am	28	126
9:15 am - 9:30 am	34	
9:30 am - 9:45 am	29	
9:45 am - 10:00 am	35	
10:00am - 10:15am	34	118
10:15am - 10:30am	27	
10:30am - 10:45am	27	
10:45am - 11:00am	30	
11:00am - 11:15am	27	108
11:15am - 11:30am	27	
11:30am - 11:45am	28	
11:45am - 12:00am	26	
12:00am - 12:15pm	16	104
12:15pm - 12:30pm	23	
12:30pm - 12:45pm	33	
12:45 pm - 1:00 pm	32	
1:00 pm - 1:15 pm	36	137
1:15 pm - 1:30 pm	35	
1:30 pm - 1:45 pm	32	
1:45 pm - 2:00 pm	34	

Hora	Suma	Hora de Máxima Demanda
2:00 pm - 2:15 pm	34	124
2:15 pm - 2:30 pm	35	
2:30 pm - 2:45 pm	28	
2:45 pm - 3:00 pm	27	
3:00 pm - 3:15 pm	25	102
3:15 pm - 3:30 pm	24	
3:30 pm - 3:45 pm	29	
3:45 pm - 4:00 pm	24	
4:00 pm - 4:15 pm	27	118
4:15 pm - 4:30 pm	28	
4:30 pm - 4:45 pm	31	
4:45 pm - 5:00 pm	32	
5:00 pm - 5:15 pm	44	176
5:15 pm - 5:30 pm	46	
5:30 pm - 5:45 pm	45	
5:45 pm - 6:00 pm	41	
TOTAL	1578	

Hora	Volumen	
6:00 am - 6:15 am	44	
6:15 am - 6:30 am	42	
6:30 am - 6:45 am	41	
6:45 am - 7:00 am	56	V15

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8: Resultado de aforo vehicular (Sur - Norte) km 142 salida Juigalpa, Chontales

Hora	Suma	Hora de Máxima Demanda
6:00 am - 6:15 am	43	155
6:15 am - 6:30 am	37	
6:30 am - 6:45 am	37	
6:45 am - 7:00 am	38	
7:00 am - 7:15 am	30	124
7:15 am - 7:30 am	29	
7:30 am - 7:45 am	32	
7:45 am - 8:00 am	33	
8:00 am - 8:15 am	30	118
8:15 am - 8:30 am	33	
8:30 am - 8:45 am	24	
8:45 am - 9:00 am	31	
9:00 am - 9:15 am	32	109
9:15 am - 9:30 am	28	
9:30 am - 9:45 am	23	
9:45 am - 10:00 am	26	
10:00am - 10:15am	27	109
10:15am - 10:30am	30	
10:30am - 10:45am	24	
10:45am - 11:00am	28	
11:00am - 11:15am	29	126
11:15am - 11:30am	31	
11:30am - 11:45am	36	
11:45am - 12:00am	30	
12:00am - 12:15pm	34	127
12:15pm - 12:30pm	33	
12:30pm - 12:45pm	28	
12:45 pm - 1:00 pm	32	
1:00 pm - 1:15 pm	31	122
1:15 pm - 1:30 pm	28	
1:30 pm - 1:45 pm	28	
1:45 pm - 2:00 pm	35	

Hora	Suma	Hora de Máxima Demanda
2:00 pm - 2:15 pm	27	118
2:15 pm - 2:30 pm	26	
2:30 pm - 2:45 pm	33	
2:45 pm - 3:00 pm	32	
3:00 pm - 3:15 pm	35	128
3:15 pm - 3:30 pm	31	
3:30 pm - 3:45 pm	29	
3:45 pm - 4:00 pm	33	
4:00 pm - 4:15 pm	28	158
4:15 pm - 4:30 pm	32	
4:30 pm - 4:45 pm	39	
4:45 pm - 5:00 pm	59	
5:00 pm - 5:15 pm	37	167
5:15 pm - 5:30 pm	35	
5:30 pm - 5:45 pm	50	
5:45 pm - 6:00 pm	45	
TOTAL	1561	

Hora	Volumen	
5:00 pm - 5:15 pm	37	
5:15 pm - 5:30 pm	35	
5:30 pm - 5:45 pm	50	V15
5:45 pm - 6:00 pm	45	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9: Resultado de aforo vehicular (Sur - Norte) km 151 salida Juigalpa, Chontales

Hora	Suma	Hora de Máxima Demanda
6:00 am - 6:15 am	35	136
6:15 am - 6:30 am	38	
6:30 am - 6:45 am	35	
6:45 am - 7:00 am	28	
7:00 am - 7:15 am	27	130
7:15 am - 7:30 am	29	
7:30 am - 7:45 am	42	
7:45 am - 8:00 am	32	
8:00 am - 8:15 am	29	113
8:15 am - 8:30 am	26	
8:30 am - 8:45 am	31	
8:45 am - 9:00 am	27	
9:00 am - 9:15 am	28	114
9:15 am - 9:30 am	31	
9:30 am - 9:45 am	27	
9:45 am - 10:00 am	28	
10:00am - 10:15am	26	102
10:15am - 10:30am	25	
10:30am - 10:45am	25	
10:45am - 11:00am	26	
11:00am - 11:15am	25	131
11:15am - 11:30am	32	
11:30am - 11:45am	38	
11:45am - 12:00am	36	
12:00am - 12:15pm	33	119
12:15pm - 12:30pm	29	
12:30pm - 12:45pm	28	
12:45 pm - 1:00 pm	29	
1:00 pm - 1:15 pm	31	110
1:15 pm - 1:30 pm	25	
1:30 pm - 1:45 pm	26	
1:45 pm - 2:00 pm	28	

Hora	Suma	Hora de Máxima Demanda
2:00 pm - 2:15 pm	30	108
2:15 pm - 2:30 pm	27	
2:30 pm - 2:45 pm	25	
2:45 pm - 3:00 pm	26	
3:00 pm - 3:15 pm	26	110
3:15 pm - 3:30 pm	27	
3:30 pm - 3:45 pm	31	
3:45 pm - 4:00 pm	26	
4:00 pm - 4:15 pm	29	107
4:15 pm - 4:30 pm	28	
4:30 pm - 4:45 pm	24	
4:45 pm - 5:00 pm	26	
5:00 pm - 5:15 pm	35	168
5:15 pm - 5:30 pm	42	
5:30 pm - 5:45 pm	45	
5:45 pm - 6:00 pm	46	
TOTAL	1448	

Hora	Volumen	
5:00 pm - 5:15 pm	35	
5:15 pm - 5:30 pm	42	
5:30 pm - 5:45 pm	45	
5:45 pm - 6:00 pm	46	V15

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10: Resultado de aforo vehicular (Norte - Sur) km 151 salida Juigalpa, Chontales

Hora	Suma	Hora de Máxima Demanda
6:00 am - 6:15 am	34	140
6:15 am - 6:30 am	34	
6:30 am - 6:45 am	35	
6:45 am - 7:00 am	37	
7:00 am - 7:15 am	24	130
7:15 am - 7:30 am	34	
7:30 am - 7:45 am	42	
7:45 am - 8:00 am	30	
8:00 am - 8:15 am	36	121
8:15 am - 8:30 am	32	
8:30 am - 8:45 am	27	
8:45 am - 9:00 am	26	
9:00 am - 9:15 am	27	111
9:15 am - 9:30 am	25	
9:30 am - 9:45 am	28	
9:45 am - 10:00 am	31	
10:00am - 10:15am	28	103
10:15am - 10:30am	25	
10:30am - 10:45am	24	
10:45am - 11:00am	26	
11:00am - 11:15am	25	103
11:15am - 11:30am	27	
11:30am - 11:45am	27	
11:45am - 12:00am	24	
12:00am - 12:15pm	33	114
12:15pm - 12:30pm	27	
12:30pm - 12:45pm	26	
12:45 pm - 1:00 pm	28	
1:00 pm - 1:15 pm	27	100
1:15 pm - 1:30 pm	29	
1:30 pm - 1:45 pm	19	
1:45 pm - 2:00 pm	25	

Hora	Suma	Hora de Máxima Demanda
2:00 pm - 2:15 pm	25	90
2:15 pm - 2:30 pm	21	
2:30 pm - 2:45 pm	24	
2:45 pm - 3:00 pm	20	
3:00 pm - 3:15 pm	24	99
3:15 pm - 3:30 pm	23	
3:30 pm - 3:45 pm	24	
3:45 pm - 4:00 pm	28	
4:00 pm - 4:15 pm	31	144
4:15 pm - 4:30 pm	31	
4:30 pm - 4:45 pm	40	
4:45 pm - 5:00 pm	42	
5:00 pm - 5:15 pm	35	160
5:15 pm - 5:30 pm	35	
5:30 pm - 5:45 pm	53	
5:45 pm - 6:00 pm	37	
TOTAL	1415	

Hora	Volumen	
5:00 pm - 5:15 pm	35	
5:15 pm - 5:30 pm	35	
5:30 pm - 5:45 pm	53	V15
5:45 pm - 6:00 pm	37	

Fuente: Elaboración Propia

2.4 PROCEDIMIENTO DE CALCULO

2.4.1 Hora pico y Factor pico horario

La hora pico se determinó con el método de los volúmenes equivalentes para encontrar la hora precisa de mayor demanda. Se procedió a las sumatorias correspondiente para cada segmento del tramo en estudio.

El factor pico horario calculado es el real, determinado con la siguiente fórmula:

$$FPH = \frac{VHP}{4 \times V_{15}} \quad \text{Ecuación N° 1}$$

Donde:

FPH = Es el Factor pico Horario

VHP : Volumen de Hora Pico

V_{15} = Volumen del periodo de 15 minutos de mayor demanda en la hora pico.

Entrada Kilómetro 142 Carretera Salida Juigalpa – Apompuá

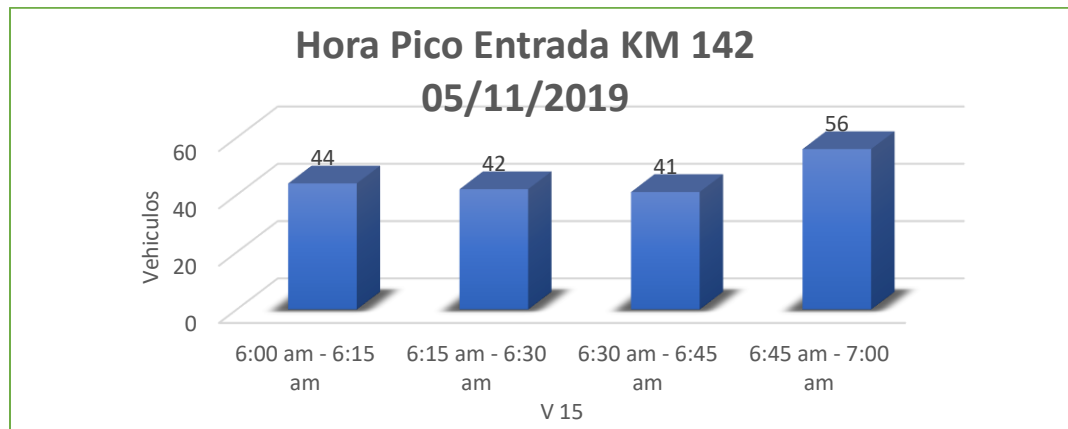
Para el día Martes, 2019-11-05 en sentido Norte y Sur. Se calculó el FPH

VHP = 183 Vehículos/hora

V_{15} = 56 Vehículos

$$FPH = \frac{183 \text{ Vehículos/hora}}{4 \times 56 \text{ Vehículos}} = 0.8170 \text{ hora}$$

Gráfico 1: Hora pico km 142 Entrada



Fuente: Elaboración Propia (Noviembre 2019)

Salida Kilómetro 142 Carretera Salida Juigalpa – Apompuá

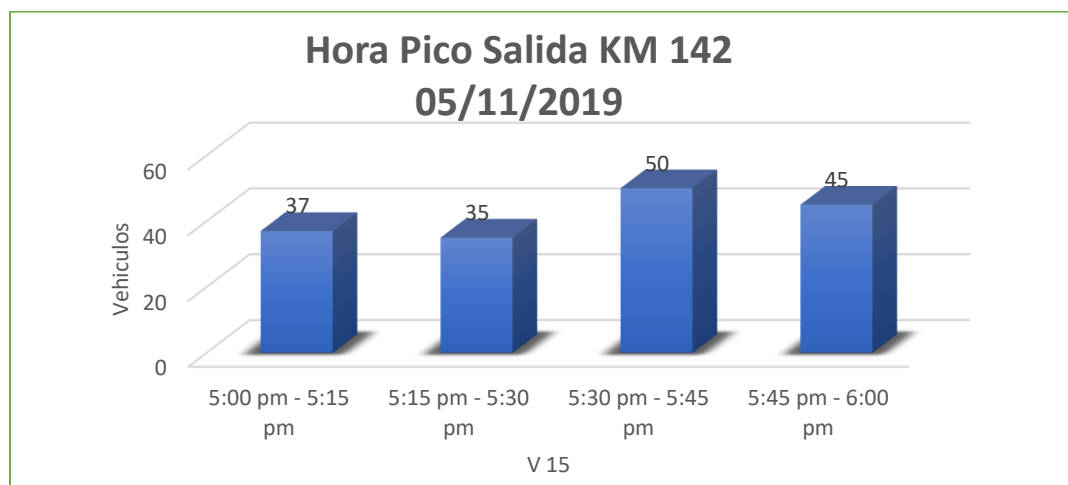
Para el día Martes, 2019-11-05 en sentido Sur - Norte. Se calculó el FPH

VHP= 167 Vehículos/hora

V15 = 50 Vehículos

$$\text{FPH} = \frac{167 \text{ Vehículos/hora}}{4 \times 50 \text{ Vehículos}} = 0.8350 \text{ hora}$$

Gráfico 2: Hora pico km 142 Salida



Fuente: Elaboración Propia (Noviembre 2019)

Entrada Kilómetro 151 Carretera Apompuá – Salida Juigalpa

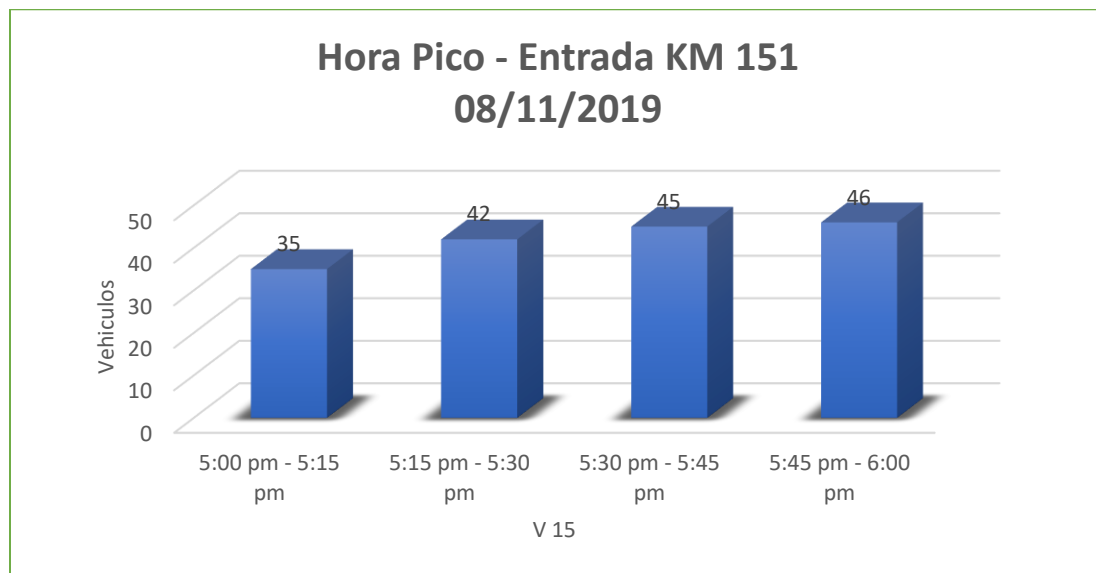
Para el día Sábado, 2019-11-09 en sentido Norte y Sur. Se calculó el FPH

VHP= 168 Vehículos/hora

V15 = 46 Vehículos

$$\text{FPH} = \frac{168 \text{ Vehículos/hora}}{4 \times 46 \text{ Vehículos}} = 0.9130 \text{ hora}$$

Gráfico 3: Hora pico km 151 Entrada



Fuente: Elaboración Propia (Noviembre 2019)

Salida Kilómetro 151 Carretera Apompuá – Salida Juigalpa

En este grafico se representará el día 8 de Noviembre debido a que fue la hora de máxima demanda en la salida del punto de Apompuá – Salida Juigalpa.

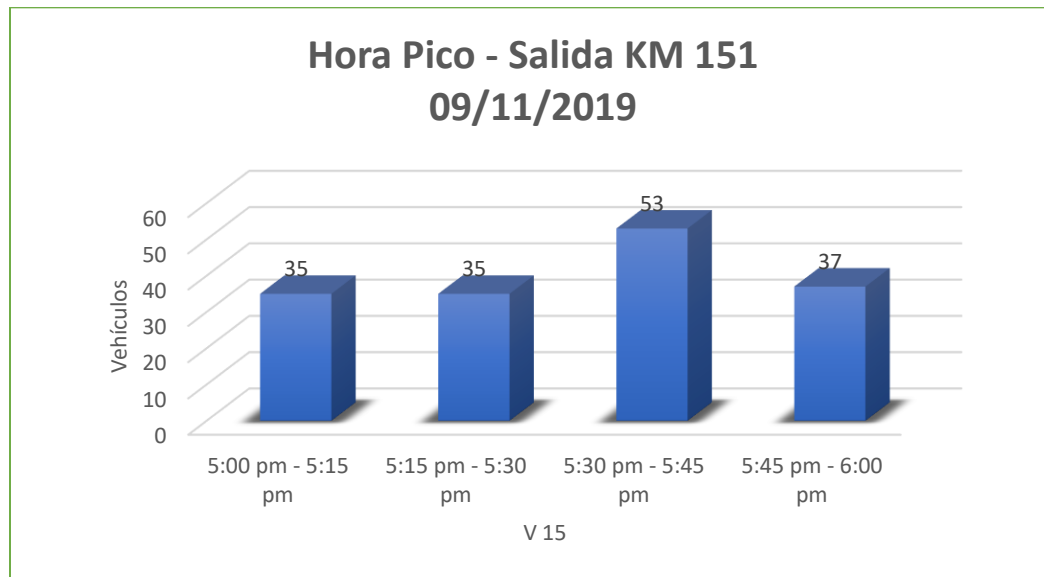
Para el día Viernes, 2019-11-08 en sentido Sur - Norte. Se calculó el FPH

VHP= 160 Vehículos/hora

V15 = 53 Vehículos

$$FPH = \frac{160 \text{ Vehículos/hora}}{4 \times 53 \text{ Vehículos}} = 0.7547 \text{ hora}$$

Gráfico 4: Hora pico km 151 Salida



Fuente: Elaboración Propia (Noviembre 2019)

Tabla 11: Resultados de Factor pico horario

Entrada y salida Km 142			Entrada y salida Km 151		
Max V - 15	Hora pico	FPH	Max V - 15	Hora pico	FPH
56 Veh	183 Veh/h	0.8170	46 Veh	168 Veh/h	0.9130
50 Veh	167 Veh/h	0.8350	53 Veh	160 Veh/h	0.7547

Fuente: Elaboración Propia

El factor pico horario, se expresa como la relación que siempre será igual o menos que la unidad, entre la cuarta parte del volumen de tránsito durante la hora pico y el volumen mayor registrado durante el lapso de los quince minutos dentro de la hora pico. O sea que, al afectar los volúmenes horarios de diseño por este factor, se están asumiendo las condiciones más exigentes de la demanda a las cuales

debe responder las propuestas de solución de reconstrucción, mejoramiento o ampliación de una carretera determinada.

2.5 CAPACIDAD

La de una infraestructura vial es el máximo volumen horario de tránsito 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

2.6 NIVEL DE SERVICIO

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de Nivel de Servicio. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de realizar maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial. De los factores que afectan el Nivel de Servicio, se distinguen los internos y los externos. Los internos son aquellos que correspondan a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito, en el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o direccionales, etc. Entre los externos están las características físicas, tales como la anchura de los carriles, la distancia libre lateral, la anchura de acotamientos, las pendientes, etc. El Manual de Capacidad Vial HCM 2000 del TRB ha establecido seis Niveles de Servicio denominados: A, B, C, D, E, y F, que van del mejor al peor, los cuales se definen según que las condiciones de operación sean de circulación continua o discontinua, como se verá a continuación.

2.6.1 Clasificación de nivel de servicio

Las condiciones de operación de los Niveles de Servicio, que se ilustran a continuación, son:

Nivel de Servicio A

Representa circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El Nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación es excelente.

Nivel de Servicio B

Esta aun dentro del rango de flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobrar. El Nivel de comodidad y conveniencia comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

Nivel de Servicio C

Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El Nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

Nivel de Servicio D

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta un Nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas.

Nivel de Servicio E

El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su Capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a los vehículos a

“ceder el paso”. Los Niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

Nivel de Servicio F

Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables, típicas de los “cuellos de botella”.

Para una mejor apreciación se ilustra una imagen de los 6 tipos de niveles de servicios en Anexo Imagen 38 Tipos de nivel de servicio en una carretera, página IX.

2.6.2 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 hombro
- ✓ Obstrucción lateral
- ✓ Tipos de terreno

2. Características del tráfico

- ✓ Composición de tráfico
- ✓ Hora pico horario

2.6.3 Criterios de análisis de capacidad y niveles de servicio

Para fines de interpretación uniforme y metodológica ordenada, se han establecido los siguientes criterios:

El flujo y la Capacidad, bajo condiciones prevalecientes, se expresan en vehículos mixtos por hora para cada tramo de la autopista o calle.

El Nivel de Servicio se aplica a un tramo significativo de la autopista o calle. Dicho tramo puede variar en sus condiciones de operación, en diferentes puntos, debido a variaciones en el flujo de vehículos o en su Capacidad. Las variaciones en 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. El Nivel de Servicio del tramo debe tomar en cuenta, por lo tanto, el efecto general de estas limitaciones.

Los elementos usados para medir la Capacidad y los Niveles de Servicio son variables, cuyos valores se obtienen fácilmente de los datos disponibles. Por lo que corresponde a Capacidad, se requieren el tipo de infraestructura vial, sus características geométricas, la velocidad media de recorrido, la composición del tránsito y las variaciones de flujo. Por lo que toca al Nivel de Servicio, los factores adicionales que se requieren incluyen la densidad, la velocidad media de recorrido, las demoras y la relación flujo a Capacidad.

Por razones prácticas se han fijado valores de densidades, velocidades medias de recorrido, demoras y las relaciones de flujo a Capacidad, que definen los Niveles de Servicio para autopistas, autopistas de carriles múltiples, autopistas de dos carriles, calles urbanas, intersecciones con semáforos e intersecciones sin semáforos de prioridad.

2.7 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE CAPACIDAD DEL NIVEL DE SERVICIO

En el tramo se hicieron dos cálculos de Nivel de Servicio el primero corresponde al tramo plano Estación 142+000 -147+000 y el otro corresponde al segmento del tramo ondulado Estación 147+000 - 151+000.

Resumen de los datos de los estudios de tránsito y de las características de la carretera. Ver tabla a continuación:

Tabla 12: Datos de los estudios de tránsito y de las características de la carretera

CARACTERISTICAS DE LA VÍA	Estación 142 + 000 - 147+000	Estación 147 + 000 - 151 +000
Velocidad Proyectada	45 Km/hr	25 Km/hr
Ancho de carriles	3.50 metros	3.50 metros
Ancho de hombro	0	0
Restricción de rebase	40%	40%
Tipo de terreno	Terreno Plano	Terreno Odulado
AFORO VEHICULAR		
Max Hora pico VHMD (E y S) Veh/hr	343	327
Max VH15 (E y S) Total	95	96
TPDA (Total vehiculo por día)	3,139	2,859
FHM D (Factor pico horario)	0.902631579	0.851562500
VE volumen equivalente (Veh/Dia)	380	384
COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO %		
% De vehiculos liviano	77	76
% De Vehículos de Buses	8	8
% De Vehículos de carga	15	16
% Total	100	100
DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL DEL TRÁNSITO (Fd)	50/50 = 1	50/50 = 1

Fuente: Elaboración propia

Para una mayor comprensión se mostrará las grafica de los porcentajes de la composición de tránsito en Anexos gráfico 25 y 26 página X.

Del Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair SIECA; el procedimiento para cálculo

de capacidades y nivel de servicio de las carreteras de dos carriles, se describe a continuación:

El cálculo del flujo de servicio (S_f) de las carreteras se realiza utilizando la siguiente fórmula:

$$S_f = 2,800 (v/c) \times f_d \times f_w \times f_{hv} \quad \text{Ecuación N° 2}$$

Donde:

S_f = Volumen de servicio para el nivel de servicio seleccionado

2,800 = Flujo de tránsito ideal en ambos sentidos en vehículos por hora.

v/c = Relación Volumen / capacidad del nivel de servicio

f_d = Factor de distribución direccional del Tránsito

f_w = Factor para anchos de carril y hombros

f_{hv} = Factor de vehículos pesados

Obtención de la relación volumen/ capacidad del nivel de servicio V/C

Esta es una función de restricciones de rebase y del tipo de terreno. Para este caso las condiciones de rebase son de 40% terreno plano y 40% terreno ondulado. Las restricciones de rebase se refiere a la capacidad que tiene un vehículo para adelantaren determinada área o longitud de camino.

Para los valores V/C correspondiente al segmento plano y ondulado del cuadro 2.5 sección 2-18 del Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair.

Tabla 13: Valores Relación volumen/capacidad Nivel de servicio

Nivel de servicio de restricción 40%		
NS	Plano V/C	Ondulado V/C
A	0.09	0.07
B	0.21	0.19
C	0.36	0.35
D	0.60	0.52
E	1.00	0.92

Fuente: SIECA Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair

Obtención de Factor de distribución direccional de tránsito F_d

Dependiendo de la distribución Vehicular por sentido de flujo, con ayuda de la Tabla 2.6 de la sección 2-19 del Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair. Se obtiene la distribución direccional para un 50/50.

Tabla 14: Factor de ajustes por distribución direccional del tránsito en carretera de dos carriles

Separación Direccional (%/%)	Factor de distribución direccional
50/50	1.00
60/40	0.94
70/30	0.89
80/20	0.83
90/10	0.75
100/0	0.71

Fuente: SIECA Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair

Obtención de Factor para ancho de carril y hombro Fw

Para este factor se usa el ancho de carril y el de hombro, pues en base a la Tabla 2.8 sección 2-20 del Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair, se obtiene datos establecidos para la longitud correspondiente de carril y hombro para cada nivel de servicio.

Para reflejar dato más preciso fue necesario la aplicación matemáticamente de la interpolación lineal. Debido a que el ancho de carril reflejado en campo es de 3.5 metros de longitud.

Tabla 15: Factor para anchos de carril de 3.05 m y Hombro = 0

N S	Hombro (metros)	Carril 3.65 m	Carril 3.50 m	Carril 3.35 m
A	0	0.70	0.675	0.65
B	0	0.70	0.675	0.65
C	0	0.70	0.675	0.65
D	0	0.70	0.675	0.65
E	0	0.88	0.850	0.82

Fuente: SIECA Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair

Obtención de Factor de Vehículos pesados fhv

Para la obtención de fhv Automóviles equivalentes por camiones y autobuses, en función del tipo de terreno, carretera de dos carriles; se obtiene del cuadro 2,9 del del Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair.

Tabla 16: Factor de Vehículos pesado Et y Eb

Tipo de vehículo	N S	Tipo de terreno	
		Plano	Ondulado
Camiones Et	A	2.0	4.0
	B – C	2.2	5.0
	D – E	2.0	5.0
Buses Eb	A	1.8	3.0
	B – C	2.0	3.4
	D – E	1.6	2.9

Fuente: SIECA Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair

Calcular el factor de Vehículos pesados (Fhv), para cada nivel de servicio de la siguiente ecuación:

$$F_{hv} = \frac{1}{[1 + PT(ET - 1) + PB(EB - 1) + PR(ER - 1)]} \quad \text{Ecuación N° 3}$$

Donde:

Fhv = Factor de Vehículos Pesados

PT = Porcentaje de camiones, ver Tabla 12 para la sección plana

PB = Porcentajes de Buses ver Tabla 12 para la sección plana

ET = Es el valor de camiones equivalentes, ver Tabla 16 para la sección plana

EB = Es el valor de buses equivalentes, ver Tablas 16 para la sección plana

PR = porcentaje de vehículos recreativo (En Nicaragua no existe por tanto no se toma en cuenta, por lo tanto, será nulo)

ER = Es el valor vehículos recreativos (No se toma en cuenta)

Tabla 17: Resultado del cálculo del Factor de Vehículo Pesado

N S	Factor de vehículos pesado Fhv
A	0.8237
B	0.7936
C	0.7936
D	0.8347
E	0.8347

Fuente: Elaboración propia

Calcular los volúmenes del flujo de servicio para la sección plana para cada nivel, utilizando la Ecuación 2, página 33.

$$Sfi = 2,800 (v/c) \times fd \times fw \times fhv$$

$$Sfi_{N-S A} = 2,800 (0.09) (1) (0.675) (0.8237)$$

$$Sfi_{N-S A} = 140.1114$$

Tabla 18: Resultados de los volúmenes del flujo del Km 141 – Km 147 Salida Juigalpa Apompuá

Resultados de volumen de servicio para el nivel de servicio seleccionado para tipo de terreno Plano					
N S	V/C	Fd	Fw	Fhv	Sfi
A	0.09	1.00	0.675	0.8237	140.1114
B	0.21	1.00	0.675	0.7936	314.9798
C	0.36	1.00	0.675	0.7936	539.9654
D	0.60	1.00	0.675	0.8347	946.5498
E	1.00	1.00	0.850	0.8347	1,986.5860

Fuente: Elaboración propia

Se procede a convertir el Volumen horario de máxima demanda (hora pico) en flujo volumen equivalente.

Esto consiste en encontrar los volúmenes de tráfico ideales para cada nivel de servicio. Y luego compararlo con el volumen de hora pico (volumen real). Este volumen debe de ser calculado con la siguiente expresión.

$$VE = \frac{VHMD}{FHMD} \quad \text{Ecuación N° 4}$$

Donde:

VE = Volumen Equivalente

VHMD = Es el volumen horario de máxima demanda

FHMD = Factor Horario de máxima demanda

Para la obtención del Factor horario de máxima demanda de la semana se usa la siguiente ecuación.

$$FHMD = \frac{VHMD}{4 \times VH_{15}} \quad \text{Ecuación N° 5}$$

Donde:

FHMD = Factor horario de máxima demanda (factor pico horario)

VHMD = Es el volumen horario de máxima demanda

VH 15 = Máximo volumen transcurrido en los 15 minutos de la semana

Resultados de FHMD

$$FHMD = \frac{343 \text{ veh/hr}}{4 (95)} = 0.902631578 \text{ Veh/hr}$$

Resultados de VE

$$VE = \frac{343 \text{ veh/hr}}{0.902631579} = 380 \text{ Veh/hr}$$

Finalmente, el volumen de servicio para cada nivel de servicio será el que se ilustrará a continuación:

Tabla 19: Resultado para cada nivel de servicio

N S	Sfi (Veh/hr)
Nivel A	140.1114
Nivel B	314.9798
Nivel C	539.9654
Nivel D	946.5498
Nivel E	1,986.5860

Fuente: Elaboración propia

En este caso al que está operando la carretera es el que está más próximo al volumen equivalente, encontrando anteriormente a 380 (veh/hr)

En este caso el nivel será: **C**

Para la sección ondulada km 147 - km 151 utilizar la siguiente fórmula.

$$Sfi = 2,800 (v/c) \times fd \times fw \times fp \times fhv \quad \text{Ecuación N° 6}$$

Donde:

Sfi = Volumen de servicio para el nivel de servicio seleccionado

2800 = Flujo de tránsito ideal en ambos sentidos en vehículos por hora

v/c = Relación Volumen / capacidad del nivel de servicio

fd = Factor de distribución direccional del Tránsito

fw = Factor para anchos de carril y hombros

f_hv = Factor de vehículos pesados

f_p = Factor de pendiente

Para el Factor de pendiente (F_p)

$$F_p = \frac{1}{1 + P_p * I_p} \quad \text{Ecuación N° 7}$$

Donde:

P_p=Porcentajes de vehículos livianos

I_p=índice de pendiente

Para calcular el índice de pendiente

$$I_p = 0.02 (E - E_0) \quad \text{Ecuación N° 8}$$

Donde:

E = Equivalentes de automóviles para la pendiente específica

E₀ = Equivalentes de automóviles para pendiente cero

De la tabla 8-9 del libro Ingeniería de Tránsito Fundamentos y aplicaciones 7° Edición del autor Rafael Cal y mayor R, James Cárdenas G

Para reflejar dato más preciso fue necesario la aplicación matemáticamente de la interpolación lineal, para el dato de E, equivalentes de automóviles para la pendiente específica para 4 km.

Tabla 20: Equivalentes de automóviles para pendiente específica

Pendiente de 6% para distancia de 4 km		
	E	E0
A	X	2.1
B	31.78	1.6
C	26.65	1.4
D	17.3	1.3
E	8.8	1.3

Fuente: Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones 7° Edición. Autor Rafael Cal y Mayor R, James Cárdenas G

De la Ecuación 8 calcular el índice de pendiente y luego calcular factor de pendiente en la Ecuación N° 7 para cada Nivel de servicio.

Tabla 21: Resultado del cálculo del índice de pendiente

$$IP = 0.02 (E - E_0)$$

$$IP - B = 0.02 (31.78 - 1.6)$$

$$IP - B = 0.6036$$

Índice de pendiente	
Ip A	No aplica
Ip B	0.6036
Ip C	0.505
Ip D	0.32
Ip E	0.15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Resultado del cálculo del factor de pendiente

$$Fp = \frac{1}{1 + Pp * Ip}$$

$$Fp - B = \frac{1}{1 + \frac{76}{100} * 0.6036}$$

$$F_p - B = 0.6855$$

Factor de pendiente	
Fp A	No aplica
Fp B	0.6855
Fp C	0.7226
Fp D	0.8044
Fp E	0.8977

Fuente: Elaboración propia

Con los valores de I_p de la Tabla 16 Resultado del cálculo del índice de pendiente y F_p de la Tabla 17 Resultado del cálculo del índice de pendiente, utilizar la Ecuación N° 6 para calcular los flujos de nivel de servicio para este tramo de 4 km de terreno ondulado con pendiente de 6%.

$$S_{fi} = 2,800 (v/c) \times f_d \times f_w \times f_p \times f_{hv}$$

$$S_{fi} - B = 2,800 (0.19) (1) (0.675) (0.7936) (0.6855)$$

$$S_{fi} - B = 195.3550$$

Tabla 23: Cálculo de los volúmenes del flujo del Km 147 – Km 151 Salida Juigalpa Apompuá

Cálculo de Volumen de servicio para el nivel de servicio seleccionado para un tipo de terreno ondulado						
N S	V/C	Fd	Fw	Fhv	Fp	Sfi
A	0.07	1.00	0.675	0.8237	0	0.0000
B	0.19	1.00	0.675	0.7936	0.6855	195.3550
C	0.35	1.00	0.675	0.7936	0.7226	379.3407
D	0.52	1.00	0.675	0.8347	0.8044	659.8840
E	0.92	1.00	0.850	0.8347	0.8977	1,640.6896

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Resultado para cada nivel de servicio

N S	Sfi
Nivel A	0.0000
Nivel B	195.3550
Nivel C	379.3407
Nivel D	659.8840
Nivel E	1,640.6896

Fuente: Elaboración propia

De las ecuaciones N° 4 y ecuación N° 5 se procedió de igual manera al cálculo de FHMD y VE para el terreno ondulado con pendiente de 6% en 4 km.

Resultados de FHMD

$$FHMD = \frac{327 \text{ veh/hr}}{4 (96)} = 0.8515625 \text{ Veh/hr}$$

Resultados de VE

$$VE = \frac{327 \text{ veh/hr}}{0.8515625} = 384 \text{ Veh/hr}$$

Siguiendo el paso 5, convertir el volumen horario de máxima demanda (hora pico) en flujo volumen equivalente. Obtenemos un volumen equivalente de 384 (veh/hr)

En este caso el nivel será: **D**

CAPÍTULO III: INVENTARIO VIAL



3.1 INTRODUCCIÓN

La carretera Juigalpa - Apompuá, posee una longitud aproximadamente de 9 kilómetros, iniciando el inventario del Km 142 (salida Juigalpa), al Km 151 abarcando la Comarca Apompuá, 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; junto con éstas las observaciones, así también como el uso del suelo, el derecho de vía y el estado actual de la carpeta de rodamiento, con el objetivo de seleccionar y priorizar las necesidades más urgentes de la ruta para la planeación de posibles soluciones concorde a accidentalidad en la vía.

3.1.1 Inventario vial

Consiste en obtener o actualizar información relativa en la ubicación, dentro de un proceso que nos permita conocer los caminos que componen la red vial de un determinado tramo, así mismo los componente de la vía y el estado de conservación de las mismas; tales como estado de la superficie de rodamiento, señales horizontales y verticales, ubicación o falta de bandas metálicas, presencia de alcantarillados como también señales de tránsito, derecho de vía, características geométrica generales entre otros. Desde la óptica la seguridad vial es un aspecto de mucha importancia.

3.1.1.1 Señales de tránsito

Las señales de tránsito son dispositivo que sirve para regular la circulación vehicular a través de símbolos convencionales.

Las señales ayudan a los usuarios a tener una circulación más fluida, cómoda y segura. Por eso, las señales prohíben, obligan advierten peligro y proporcionan información oportuna.

3.1.1.2 Señales verticales

Estas señales se subdividen en 4 y son:

- Señales reglamentarias o restrictivas

Señalan a los usuarios las limitaciones, prohibiciones y restricciones; cuya violación significa infracciones a la ley de tránsito. Su forma es rectangular a excepción del ALTO y CEDA EL PASO que son octagonales y triangular respectivamente. Tienen leyendas y símbolos que aplican su significado. Los colores que distinguen estas señales son: rojo, blanco y negro. A continuación, presentamos unas de ellas.

Imagen 4: Señales reglamentarias o restrictivas



Fuente: SIECA Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair, paginas 2.33, 2.34, 2.42, 2.46, 2.50, 2.53, 2.79.

➤ Señales preventivas

Estas señales tienen por objetivo a los usuarios la existencia de un peligro en la vía, y además la naturaleza de ese peligro. Su forma es cuadrada y colocadas de manera diagonal, se diferencia de las reglamentarias en que no llevan leyendas solamente símbolos. Sus colores son: amarillo y negro. A continuación, presentamos unas de ellas.

Imagen 5: Señales preventivas



Fuente: SIECA Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair. Páginas 2.84, 2.85, 2.86, 2.88, 2.89, 2.95, 2.96, 2.99.

➤ Señales informativas

Estas señales tienen por objetivo guiar al usuario a lo largo de su itinerario, sobre nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicio, kilometrajes y recomendaciones que se tienen que observar.

Las formas de estas señales son rectangulares, con excepción de los indicadores de ruta que podrán tener una forma y tamaño especial.

Los colores varían de acuerdo al tipo de señal, generalmente tienen: blanco, verde, negro, azul y naranja. A continuación, presentamos unas de ellas.

Imagen 6: Señales informativas



Fuente: SIECA Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair. Páginas 2.105, 2.106, 2.107, 2.110, 2.121, 2.142

3.1.1.3 Señales horizontales

Las señales horizontales o marcas en el pavimento como también se conoce, son líneas, letras números y símbolos de color blanco o amarillo, que se pintan con el fin de regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones. Cuando las líneas centrales se pintan en blanco nos indican que la vía por la que nos desplazamos

es de un solo sentido de circulación, cuando es de color amarillo los sentidos de circulación son dos.

Líneas de borde o paralelas

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

Línea continua: La línea continua indica que no debe aventajar.

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

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

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

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.

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

Tachas reflectivas u ojo de gato

Las tachas reflectivas (ojo de gato) han sido desarrolladas para que el conductor pueda advertir rápida y efectivamente la delineación de la vía o ruta, sobre todo en condiciones de humedad. Se ha demostrado que disminuye las tasas de accidentes en las carreteras con líneas centrales RPM, aproximadamente 0.5 accidentes por cada millón de vehículos-kilómetros.

3.1.1.4 Infraestructura de la vía

La infraestructura de la vía es el conjunto de obras de tierra y de fábrica necesarias para construir la plataforma sobre la que se apoya la superestructura de vía. Entre las obras de tierra se encuentran los terraplenes, las trincheras y los túneles y, entre las obras de fábrica, los puentes, viaductos, drenajes y pasos a nivel.

3.1.1.5 Estructuras componente de la vía

Vías de transporte: Las vías de comunicación terrestres (vía de transporte) corresponden a camino, carreteras, autopista, vías de tren e incluso las calles y los puentes. Sobre ellas pueden circular carretas, motocicletas, automóviles, camioneta, autobuses, trenes y también camiones de cargas.

Calzada o superficie de rodamiento: es la capa superficial que se condiciona especialmente para el tránsito de los vehículos. Zona normalmente destinada a la circulación de vehículos.

Carril: Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos.

Hombros o arcén de la vía: es una franja longitudinal pavimentada o no, continua a la calzada (no incluida en esta), no destinada al uso de vehículos automóviles más que en circunstancias excepcionales. El conjunto de la calzada y los arcenes forman una plataforma.

Cunetas: se construyen paralelamente a los acontecimientos. Están destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de las carreteras.

Mediana: también llamada camellón o isla en algunas zonas de Hispanoamérica, es una franja divisoria situada en mitad de una carretera que tiene la finalidad de separar físicamente los dos sentidos del tráfico, impidiendo el paso entre carriles de dirección contraria.

Imagen 7: Componentes de la vía



Fuente: Revista educativa Partes, equipo de redacción profesional (2017, 05)

3.1.1.6 Alcantarillas

Son obras de drenaje transversales a la vía que permiten y facilitan el paso del agua proveniente de cauces, canales o cunetas. En el inventario se debe indicar el kilometraje de la vía en donde se encuentra y se debe medir su longitud en metros con aproximación al centímetro. Además, se debe indicar el tipo de material con el que han sido construidas, el porcentaje de colmatación o azolvamiento en el que se encuentran y si posee cabezales y/o tragantes.

- ✓ TC: Tubería de Concreto.
- ✓ TMC: Tubería de Metal Corrugado.
- ✓ OM: Otro Material.

El material de construcción puede ser concreto u hormigón, mampostería en piedra o en madera. La tubería puede ser de concreto o metálica. Se debe indicar si es sencilla (S), doble (D) o triple (T).

3.1.1.7 Puentes

Los puentes son estructuras destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos de mar, y obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras, con el fin de poder transportar mercancías, permitir la circulación de las gentes y trasladar sustancias de un sitio a otro.

3.2 IDENTIFICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO

El tramo en estudio es la carretera NIC-7 inicia en el municipio salida Juigalpa departamento de Chontales, la recopilación de datos se realizó tomando como punto de inicio la estación 142+000 y termina en la Comarca Apompuá, en la estación 151+000, se recopilaron datos de Norte a Sur y de Este a Oeste en banda derecha y en banda izquierda hasta finalizar el tramo para un total de 9 km de carretera en análisis.

3.3 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO EN ESTUDIO

El inventario vial del tramo en estudio pertenece a la Nic-7 inicia en el km 142 hasta el km 151. Se realizaron 12 visitas de campo, para realizar este trabajo se utilizaron los siguientes equipos o herramientas:

1. GPS
2. Cámaras (celulares)
3. Cintas métricas de 10,30 y 50 metros.
4. Conos y triángulos reflectivos
5. Chalecos reflectivos
6. Tablas y Formatos para el levantamiento de campo.

El levantamiento de informacion se hizo de la siguiente manera:

Sección Transversal: Tipo de superficie de carretera y condiciones que presenta, el ancho de la calzada, si el derecho de vía se encuentra libre u ocupado, el bombeo según el tipo de carretera, la velocidad de diseño del tramo, pendiente, números de carriles por sentido, el tipo de terreno, uso tierra al lado de la carretera,

taludes de carretera, tipo de drenaje existente y las condiciones de superficie de drenajes, características del volumen de tráfico por día y el tipo de tráfico actual en la vía.

Señalización Vertical:Tipos de señales según su clasificación,el estado en que se encuentra si estan en perfectas condiciones, buenas, regulares o en mal estado como dañadas, manchadas o quebradas, si estan bien ubicadas y no estan siendo obstruidas por algún rótulo o árbol que les quite visibilidad.

Señalización Horizontal:Si las líneas y demarcaciones a lo largo del tramo mantienen o no el color o estan borrosas o no existen, y en caso de los ojos de gato si existen o estan quebrados.

3.4 CARACTERISTICA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VÍA

Las normas utilizadas en la red vial de Nicaragua son:

En la norma de ensayo ASTM E 867-06 STANDARD TERMINOLOGY RELATION TO VEHICLE PAVEMENT SYSTEMS se define el concepto de ROUGHNESS (regularidad) como “desviación de una determinada superficie respecto a una superficie plana teórica, con dimensiones que afectan la dinámica del vehículos, la calidad de manejo, cargas dinámicas y drenajes.

El índice de rugosidad Internacional “IRI” es la característica mas percibida por el usuario ya que afecta a la comodidad de rodadura sobre la vía.

Tiene afectación en los costos de operación de los vehículos, puesto que, dependiendo de la magnitud de las irregularidades superficiales, la seguridad de circulación puede verse afectada negativamente, lo cual puede reflejarse por un mayor desgaste en las llantas y consumo de combustible, afectando de esta manera los costos de operación vehicular y tiempos de viajes de los usuarios.

En nuestro país el Ministerio de transporte e infraestructura (MTI), como ente normador en materia de infraestructura vial, cumple con las especificaciones

técnicas y normas de diseño establecidas para nuestra región como son las normas de diseño geométrico de la (SIECA, 2004) que responde a las exigencias actuales del tráfico nacional, lo que garantiza rentabilidad en la inversión de la infraestructura. Ver tabla a continuación.

Tabla 25: Características de la vía

ASFALTO	
Características	Rango
Ancho de Corona	6 - 10 m
Ancho de Calzada	6 - 7.3 m
Derecho de Vía	20 - 40 m
Bombeo	2 - 3%
Velocidad de Diseño	60 - 80 km/h
Pendiente Máxima	3 - 8%
Pendiente Ponderada	0.5 - 4.5%
ADOQUINADO	
Características	Rango
Ancho de Corona	5.7 - 9 m
Ancho de Calzada	5.5 - 7 m
Derecho de Vía	11 - 38 m
CONCRETO HIDRÁULICO	
Características	Rango
Ancho de Corona	7.6 - 10.1m
Ancho de Calzada	6.70 - 8.4 m
Derecho de Vía	29.3 - 40 m
Bombeo	2 - 3 %
Velocidad de Diseño	30 - 90 km/h
Pendiente Máximo	3 - 8 %
Pendiente Ponderada	0.5 - 5.4 %

Fuente: Normas para el diseño Geométrico de las carreteras Regionales (Manual Centro Americano SIECA 2^{da} edición 2004. Ing. Raúl Leclaire).

El diseño de una carretera debe de ser consistente, esto es, que deben evitarse los cambios abruptos en las características geométricas de un segmento dado, manteniendo la coherencia de todos los elementos del diseño con las expectativas del conductor promedio.

Imagen 8: Elemento geometrico de la vía



Fuente: Documento Universidad de Ibagué 2009

Cada kilómetro del tramo en estudio presenta características muy particulares y por ende su importancia de resaltar para un mejor análisis.

KM 142 – KM 143: A lo largo de este kilómetro se puede observar que el derecho de vía se encuentra masivamente ocupado por rótulos de centros privado. Debido a que se aproxima a la ciudad de Juigalpa, donde cuenta con una bienvenida de lugares de restaurantes y empresa. En algunos puntos encontramos lo que es residencial, comercial, industrial y agrícola; con una pluralidad de familia viviendo aledañas a la carretera. Los drenajes de escurrimiento son de terreno natural y bordean los laterales de la carretera a 7 metros de la línea de borde. El ancho de carril es de 3.5 metros llegando a tener la calzada 7 metros y en todo el tramo de carretera es de pavimento asfalto. Ver sección de Anexos Tabla 97 – 105, página XI - XIX, La siguiente tabla muestra más detalle.

Tabla 26: Inventario vial km 142 – km 143

CARACTERISTICAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	
Tipo de superficie de carretera	Asfalto
Ancho de calzada	7 metros
Derecho de vía	Ocupado
Bombeo	2 - 3%
Velocidad de Diseño	45 km/h
Pendiente	Llano
Número de carriles por sentido	1
Terreno	Plano
Uso de tierra al lado de la carretera	Residencial, Comercial, Industrial y Agrícola
Estructura de la carretera	Pared de parapeto
Taludes de carretera	Buena
Condiciones de superficie de carretera	Regular
Información del diseño de carretera	Drenaje derecho, drenaje izquierdo, menor
Nombre del tipo de drenaje	De Concreto
Condiciones de superficie de drenaje	Buena
Características del volumen de tráfico	Pesado, más de 500 vehiculos
Tipo de tráfico actualmente en la carretera	Motocicletas, carro, jeep, camionetas, microbús, minibús, bus grande, camión liviano, camión pesado, agrícola y construcción

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

KM 143 – KM 144: Al principio de este kilómetro se muestra al menos un 20% de derecho de vía ocupado, teniendo a lo largo del kilómetro un terreno plano. En esta zona se ocupa un uso de suelo comercial y agrícola sin haber población viviendo aledañas. La superficie de carretera es muy buena y la obra de drenaje es regular ya que falta mantenimiento. Ver sección de Anexos Tabla 97 – 105, página XI - XIX, La siguiente tabla muestra más detalle.

Tabla 27: Inventario vial km 143 – km 144

CARACTERISTICAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	
Tipo de superficie de carretera	Asfalto
Ancho de calzada	7 metros
Derecho de vía	Si hay
Bombeo	2 - 3%
Velocidad de Diseño	45 km/h
Pendiente	Llano
Número de carriles por sentido	1
Terreno	Plano
Uso de tierra al lado de la carretera	Comercial y agrícola
Estructura de la carretera	Llano, talud de tierra
Taludes de carretera	Buena
Condiciones de superficie de carretera	Buena
Información del diseño de carretera	Drenaje derecho, Drenaje izquierdo, menor
Nombre del tipo de drenaje	De concreto
Condiciones de superficie de drenaje	Regular
Características del volumen de tráfico	Pesado, más de 500 vehiculos
Tipo de tráfico actualmente en la carretera	Motocicletas, carro, jeep, camionetas, microbús, minibús, bus grande, camión liviano, camión pesado, agrícola y construcción

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

KM 144 – KM 145: Este kilómetro se caracteriza por ser plano, reservando el derecho de vía, donde al comenzar el kilómetro nos encontramos con el residencial de asilo de ancianos y durante el transcurso de la carretera se observa lugares ocupacionales como son comercial, industrial y agrícola. Ver sección de Anexos Tabla 97 – 105, página XI - XIX, La siguiente tabla muestra más detalle.

Tabla 28: Inventario vial km 144 – km 145

CARACTERISTICAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	
Tipo de superficie de carretera	Asfalto
Ancho de calzada	7 metros
Derecho de vía	Si hay
Bombeo	2 - 3%
Velocidad de Diseño	45 km/h
Pendiente	Llano
Número de carriles por sentido	1
Terreno	Plano
Uso de tierra al lado de la carretera	Residencial, comercial, industrial y agrícola
Estructura de la carretera	Llano, talud de tierra
Taludes de carretera	Buena
Condiciones de superficie de carretera	Buena
Información del diseño de carretera	Drenaje derecho, Drenaje izquierdo, mayor y menor
Nombre del tipo de drenaje	Llano de tierra, llano de piedra y de concreto
Condiciones de superficie de drenaje	Regular
Características del volumen de tráfico	Pesado, más de 500 vehiculos
Tipo de tráfico actualmente en la carretera	Motocicletas, carro, jeep, camionetas, microbús, minibús, bus grande, camión liviano, camión pesado, agrícola y construcción

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

KM 145 – KM 146: Es una zona de escasa población, este kilometro se caracteriza por ser plano y poco sinuoso. Se respeta lo que es el derecho de vía a ambos sentidos, y al kilómetro de la estación 145+650 nos encontramos con la escuela de primaria Olga Diaz Aguilar. Y luego cerca de la estación 146+800 podemos encontrarnos con los balnearios de los centros turístico Santa Clara y Hotel San Pedro. El drenaje solo existe en la parte derecha finalizando el kilómetro. Ver

sección de Anexos Tabla 97 – 105, página XI - XIX, La siguiente tabla muestra más detalle.

Tabla 29: Inventario vial km 145 – km 146

CARACTERISTICAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	
Tipo de superficie de carretera	Asfalto
Ancho de calzada	7 metros
Derecho de vía	Si hay
Bombeo	2 - 3%
Velocidad de Diseño	45 km/h
Pendiente	Llano
Número de carriles por sentido	1
Terreno	Plano
Uso de tierra al lado de la carretera	Residencial, Comercial y Agrícola
Estructura de la carretera	Llano, talud de tierra
Taludes de carretera	Buena
Condiciones de superficie de carretera	Buena
Información del diseño de carretera	Drenaje izquierdo, mayor y menor
Nombre del tipo de drenaje	Llano de piedra y de concreto
Condiciones de superficie de drenaje	Regular
Características del volumen de tráfico	Pesado, más de 500 vehiculos
Tipo de tráfico actualmente en la carretera	Motocicletas, carro, jeep, camionetas, microbús, minibús, bus grande, camión liviano, camión pesado, agrícola y construcción

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

KM 146 – KM 147: Es una zona de escasa población, este kilometro se caracteriza por ser plano y poco sinuoso. Se respeta lo que es el derecho de vía a ambos sentidos, y al kilómetro de la estación 145 + 650 nos encontramos con la escuela de primaria Olga Diaz Aguilar. Y luego cerca de la estación 146 + 800 podemos encontrarnos con los balnearios de los centros turístico Santa Clara y Hotel San

Pedro. El drenaje solo existe en la parte derecha finalizando el kilómetro. Ver sección de Anexos Tabla 97 – 105, página XI - XIX, La siguiente tabla muestra más detalle.

Tabla 30: Inventario vial km 146 – km 147

CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	
Tipo de superficie de carretera	Asfalto
Ancho de calzada	7 metros
Derecho de vía	Si hay
Bombeo	2 - 3%
Velocidad de Diseño	45 km/h
Pendiente	Llano
Número de carriles por sentido	1
Terreno	Plano
Uso de tierra al lado de la carretera	Residencial, comercial y agrícola
Estructura de la carretera	Llano, talud de tierra
Taludes de carretera	Buena
Condiciones de superficie de carretera	Buena
Información del diseño de carretera	Drenaje izquierdo, mayor y menor
Nombre del tipo de drenaje	Llano de piedra y de concreto
Condiciones de superficie de drenaje	Regular
Características del volumen de tráfico	Pesado, más de 500 vehiculos
Tipo de tráfico actualmente en la carretera	Motocicletas, carro, jeep, camionetas, microbús, minibús, bus grande, camión liviano, camión pesado, agrícola y construcción

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

KM 147 – KM 148: Es una zona de escasa población, con las características de ser un terreno plano y poco sinuoso, existe derecho de vía a ambos sentidos. En el inicio del kilómetro de la estación 146 + 000 está situado el almacén de distribución de la empresa de bebidas Coca Cola, Y aledaño hay una pequeña

cantidad de viviendas y una capilla Evangélica. En este tramo existe drenaje en ambos lados de la carretera al inicio y final del tramo. Ver sección de Anexos Tabla 97 – 105, página XI - XIX, La siguiente tabla muestra más detalle.

Tabla 31: Inventario vial km 147 – km 148

CARACTERISTICAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	
Tipo de superficie de carretera	Asfalto
Ancho de calzada	7 metros
Derecho de vía	Si hay
Bombeo	2 - 3%
Velocidad de Diseño	25 km/h
Pendiente	Llano
Número de carriles por sentido	1
Terreno	Ondulado
Uso de tierra al lado de la carretera	Residencial, Industrial y Agrícola
Estructura de la carretera	Corte, Muro de contención
Taludes de carretera	Pendiente $i < 5\%$
Condiciones de superficie de carretera	Buena
Información del diseño de carretera	Drenaje derecho, Drenaje izquierdo, mayor y menor
Nombre del tipo de drenaje	Llano de monte
Condiciones de superficie de drenaje	Buena
Características del volumen de tráfico	Pesado, más de 500 vehiculos
Tipo de tráfico actualmente en la carretera	Motocicletas, carro, jeep, camionetas, microbús, minibús, bus grande, camión liviano, camión pesado, agrícola y construcción

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

KM 148 – KM 149: Es un tramo de terreno plano con mínimas curvas onduladas y en el cual se encuentra la planta de distribución de la agencia de GLP - Tropigas además de la existencia de fincas productoras de ganadería y material agrícola.

Ver sección de Anexos Tabla 97 – 105, página XI - XIX, La siguiente tabla muestra más detalle.

Tabla 32: Inventario vial km 148 – km 149

CARACTERISTICAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	
Tipo de superficie de carretera	Asfalto
Ancho de calzada	7 metros
Derecho de vía	Si hay
Bombeo	2 - 3%
Velocidad de Diseño	25 km/h
Pendiente	Llano
Número de carriles por sentido	1
Terreno	Ondulado
Uso de tierra al lado de la carretera	Residencial, Industrial y Agrícola
Estructura de la carretera	Llano, Talud de tierra
Taludes de carretera	Pendiente $i > 10\%$
Condiciones de superficie de carretera	Buena
Información del diseño de carretera	Drenaje derecho, Drenaje izquierdo, mayor y menor
Nombre del tipo de drenaje	De Concreto
Condiciones de superficie de drenaje	Regular
Características del volumen de tráfico	Pesado, más de 500 vehiculos
Tipo de tráfico actualmente en la carretera	Motocicletas, carro, jeep, camionetas, microbús, minibús, bus grande, camión liviano, camión pesado, agrícola y construcción

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

KM 149 – KM 150: Es un tramo plano y con existencia de muy pocas curvas, baldío en población, pero siempre rodeado de terrenos de producción agrícola. Ver sección de Anexos Tabla 97 – 105, página XI - XIX, La siguiente tabla muestra más detalle.

Tabla 33: Inventario vial km 149 – km 150

CARACTERISTICAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	
Tipo de superficie de carretera	Asfalto
Ancho de calzada	7 metros
Derecho de vía	Si hay
Bombeo	2 - 3%
Velocidad de Diseño	25 km/h
Pendiente	Llano
Número de carriles por sentido	1
Terreno	Ondulado
Uso de tierra al lado de la carretera	Agrícola
Estructura de la carretera	Llano, Talud de tierra
Taludes de carretera	Pendiente $i > 10\%$
Condiciones de superficie de carretera	Buena
Información del diseño de carretera	Drenaje derecho, Drenaje izquierdo, mayor y menor
Nombre del tipo de drenaje	De Concreto
Condiciones de superficie de drenaje	Buena
Características del volumen de tráfico	Pesado, más de 500 vehiculos
Tipo de tráfico actualmente en la carretera	Motocicletas, carro, jeep, camionetas, microbús, minibús, bus grande, camión liviano, camión pesado, agrícola y construcción

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

KM 150 – KM 151: Es un tramo que a lo largo se encuentra zona poblada en ambos lados de la carpeta de rodamiento, siendo la ubicación del puente Apompuá y el inicio de la comarca. Ver sección de Anexos Tabla 97 – 105, página XI - XIX, La siguiente tabla muestra más detalle.

Tabla 34: Inventario vial km 150 – km 151

CARACTERISTICAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	
Tipo de superficie de carretera	Asfalto
Ancho de calzada	7 metros
Derecho de vía	Si hay
Bombeo	2 - 3%
Velocidad de Diseño	25 km/h
Pendiente	Llano
Número de carriles por sentido	1
Terreno	Ondulado
Uso de tierra al lado de la carretera	Residencial y Agrícola
Estructura de la carretera	Llano, Talud de tierra
Taludes de carretera	Pendiente $i > 10\%$
Condiciones de superficie de carretera	Buena
Información del diseño de carretera	Drenaje izquierdo, mayor y menor
Nombre del tipo de drenaje	De Concreto
Condiciones de superficie de drenaje	Regular
Características del volumen de tráfico	Pesado, más de 500 vehiculos
Tipo de tráfico actualmente en la carretera	Motocicletas, carro, jeep, camionetas, microbús, minibús, bus grande, camión liviano, camión pesado, agrícola y construcción

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 35: Criterio para evaluar la condición de la superficie de rodamiento

Daños a pavimentos asfáltico				
ESTADO	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.

A lo largo del tramo en los nueve kilómetros de estudio la superficie de la carretera presenta condiciones buenas y regulares según los criterios para evaluar su condición, con respecto al daño de la piel de cocodrilo que es el único tipo presente en la carretera.

3.5 CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LA VÍA

Las vías se clasifican por dos grandes grupos como son: por tipo de construcción y por función: ambas están muy interrelacionadas en satisfacer la necesidad de transporte y los volúmenes que circulan por las vías.

3.5.1 Por tipo de construcción

Carreteras pavimentadas: Se encuentran principalmente en el sistema de carreteras troncales, y algunas colectoras principales y secundarias, se clasifican en pavimentos rígidos (concreto hidráulico), semirrígidos (adoquines) y flexibles (tratamiento superficial bituminosa simple y doble, concreto asfáltico en caliente y en frío).

Caminos revestidos: Son caminos cuyo trazado geométrico obedece a normas de diseño para este tipo de superficie vial, tienen drenaje suficiente para permitir el tráfico durante la estación lluviosa.

Camino de todo tiempo: Su trazo geométrico no ha sido diseñado, ajustándose más que todo a la topografía del terreno, permite la circulación todo el año.

Camino de estación seca: No cuenta con diseño geométrico, si no que su trazado obedece a los lineamientos naturales del terreno.

3.5.2 Por su función

La clasificación funcional agrupa, a las carreteras y caminos según la naturaleza del servicio que están supuestas a brindar, lo que a su vez tiene estrecha relación con la estructural categorización de los viajes. Por lo tanto, la clasificación funcional de carreteras puede definirse como el proceso de agrupar las facilidades en sistemas que describen el grado en el cual cada grupo desempeña las dos funciones básicas. Todos los caminos que se incluyen en esta clasificación más algunos que por su importancia económica han sido objeto de mejoras, forman parte de lo que se denomina red vial básica lo cual se define como aquellas carreteras y caminos considerado arterias principales para el país, uniendo fronteras, puertos, aeropuertos internacionales, así mismo, esta red une caminos interdepartamentales, carreteras que enlazan una o varias cabeceras, zonas productivas, turísticas, caminos intermunicipales y comarcas.

Las carreteras según su función se clasifican en:

1. Troncal Principal (TP)
2. Troncal Secundarias (TS)
3. Colectora Principal (CP)
4. Colectoras secundaria (CS)
5. Camino Vecinal (CV)

3.6 CARRETERA PRINCIPAL JUIGALPA-COMARCA APOMPUÁ (TRAMO KM 142 AL KM 151)

- **Por el tipo de construcción.**

El tramo en estudio, por el tipo de construcción es clasificado como CARRETERA PAVIMENTADA, esto porque desde el punto de vista ingenieril se observa que la superficie de rodamiento está constituida por una capa de asfáltica en toda su longitud.

- **Por su función.**

Debido a la ubicación y uso que tiene la vía en estudio es clasificada por el Ministerio de Transporte e Infraestructura como un troncal principal, ya que sirve a desplazamientos de grandes longitudes de viajes como el tránsito interdepartamental o interregionales cuyo índice de viaje son elevados y forma parte de la red vial Centroamericana. Está ubicada en la NIC-7.

3.7 USO DE SUELO Y DERECHO DE VÍA

El derecho de vía es la franja de terreno que adquiere el dueño de una carretera usualmente el estado, para la construcción de la misma, incluyendo dentro de sus límites el diseño bien balanceado de la(s) calzada(s) con sus carriles proyectados, los hombros interiores y exteriores, las medianas y todos los elementos que

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

Para carreteras Troncales del sistema regional, el ancho recomendable del derecho de vía se incrementa hasta 40 metros, con un óptimo recomendable por exceso de 50 metros.

Para carreteras Colectoras del rango inferior, se considera suficiente disponer de un derecho de vía de 20 metros de ancho y ampliarse hasta 30 metros de ancho para disponer de una solución holgada.

3.8 DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL

El propósito del señalamiento vial es guiar y regular la circulación vehicular y peatonal con el fin de que ésta pueda llevarse a cabo en forma segura, fluida, ordenada y cómoda.

La señalización horizontal en carreteras tiene funciones importantes en proveer información y guía para los usuarios de las vías. Entre los tipos más importantes de demarcaciones en tramos demarcadores de objetos, delineadores, dispositivos de canalización, etc. En algunos casos, las demarcaciones son usadas para completar otros dispositivos de control de tráfico como señales de tránsito, semáforo y otras demarcaciones.

Por otra parte, las señales verticales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de vehículos y peatones. Pueden contener instrucciones las cuales debe obedecer el usuario de las vías, prevención de peligros que pueden no ser muy evidentes o información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés. Las señales deben ser reconocidas como tales y los medios empleados para transmitir información constan de la combinación de un mensaje, una forma y un color destacados.

3.9 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Las señales 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 informar sobre rutas, nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés y servicios.

3.9.1.1 Clasificación de los dispositivos de control de tránsito

Según lo expuesto por el Manual Centroamericano 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 / Señales de Reglamentación: Tienen como función informar a los usuarios sobre las disposiciones 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 de estos dispositivos constituye una contravención, que se sanciona conforme a la ley o reglamento de tránsito de cada país.

Dispositivos/Señales de Prevención (Advertencia de peligro): Cumplen la misión de prevenir a los usuarios de la vía de peligros existentes y su naturaleza.

Dispositivos / Señales de Información: Tienen como objeto 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 y guía, y proporcionarle cualquier otra indicación que pueda ser de interés para él, en especial para los turistas.

3.9.1.2 Requisitos que deben de cumplir los dispositivos de control de tránsito

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 reacción.

3.9.1.3 Cantidad de señales verticales actuales (Diciembre 2019) en el tramo de estudio carretera al Rama km 142 al km 151 (Nic - 7)

La siguiente tabla muestra la clasificación y el número de señales verticales existente en el tramo de análisis.

Ver sección de Anexos Tabla 106 – 114, páginas XX – XXVI. Para un mejor detalle en cuanto al tipo de señal, código y estación.

Tabla 36: Cantidad de señalización vertical

Señales Verticales Km 142 - Km 151		
Clasificación	Total	Observaciones
Preventiva	13	Buen estado
Reglamentarias	23	Buen estado
Informativas	41	Buen estado
Semáforo	0	Buen estado
Total	77	Buen estado

Fuente: Levantamiento por sustentantes (Septiembre 2019)

Tabla 37: Características del estado de las señales vertical

CONDICION	DESCRIPCIÓN
Bueno	En cuanto a medida cumple con lo descrito en la SIECA, 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: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Los dispositivos de control de tránsito requieren un mantenimiento físico por la entidad que les compete (MTI, FOMAV, Alcaldía), y también se requiere mantenimiento funcional para ajustar los dispositivos en periodos de una o dos veces por año.

3.10 SEÑALES HORIZONTALES

Las señales horizontales o señales en el pavimento como también se conocen, son auxilio de las señales verticales, que cumplen con el rol de elementos de seguridad indicados con líneas, letras, números y símbolos de color blanco y amarillo. En las intersecciones las marcas de flechas direccionales, presencia de obstáculo, las islas canalizadoras, cruce de peatones, pintado de bordillo, contribuyen a una ideal ubicación a los conductores y peatones.

Línea de borde o paralelas: Estas líneas se encuentran en el borde de las carreteras y orientan al conductor al de carril y el espacio del arcén a la derecha.

Doble línea continua: Define que no se debe rebasar en dos carriles por sentido.

Línea continua: la línea continua indica que no se puede rebasar cuando hay un solo carril por sentido.

Línea continua con línea discontinua: refiere que se puede aventajar o no respecto a la línea que tengas a tu izquierda.

Línea discontinua: indica que se puede rebasar o cambiar de carril.

Flechas direccionales: tienen color blanco se colocan sobre los carriles para indicar las maniobras que se pueden realizar.

Pasos peatonales: conocida como cebra, línea blanca donde el peatón puede transitar con seguridad.

Líneas de retención pare: estas líneas se encuentran en las intersecciones, son color blanco y le indican donde debe detenerse el vehículo en la intersección.

Tabla 38: Características del estado de las señales horizontal

CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN
Bueno	En cuanto a medida cumple con lo descrito en la SIECA, pintura visible, completa y reflectiva.
Regular	Este criterio se refiere a desgastada o borrosa, no visible, no reflectiva
Mala	No existente o removida

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

3.10.1 Funciones y limitaciones de la señalización horizontal

Las marcas en el pavimento desempeñan funciones definidas e importantes en un adecuado esquema de control de tránsito. En algunos casos, se usan como complemento de las órdenes o advertencias de otros dispositivos, tales como señales verticales y semáforos. En otros, transmiten instrucciones que no pueden ser presentadas mediante el uso de ningún otro dispositivo, siendo un modo muy efectivo de hacerlas claramente comprensibles.

La escasa visibilidad en pavimentos húmedos y el rápido desgaste que sufren en superficies expuestas a un tránsito intenso constituyen las principales limitaciones de las marcas en el pavimento. Sin embargo, cuentan a su favor con la importante ventaja de que, en circunstancias favorables, aumentan considerablemente la

seguridad de los automovilistas puesto que les indican regulaciones y advertencias sin que por ello aparten su atención de la carretera. Entre otras limitaciones se encuentra que se perciben a menor distancia que las señales verticales, su visibilidad puede verse significativamente reducida por la presencia de agua. También son sensibles a las condiciones ambientales, climáticas y al estado y características de la superficie de la vía, por lo que requieren mantenimiento más frecuente.

3.10.2 Estado actual de la señalización horizontal

El tramo en estudio km 142 - km 151 (Níc 7) cuenta solo con las Líneas longitudinales de borde en color blanco, Línea continua Central en color amarillo y discontinuas en ciertas partes a lo largo del tramo; cuentan con gran cantidad de ojos de gato que se encuentran en estado regular y también con señales de zona escolar. No hay Líneas de giro o Flechas Direccionales, ceda el Paso y Pase Peatonal. Las siguientes tablas muestran más detalle.

Tabla 39: Inventario de señales horizontales km 142 – km 143

INVENTARIO DE SEÑALES HORIZONTALES							
Estación Km 142 + 000 Km 143 + 000		Longitud (m)	Líneas de centro		Líneas de Borde		Observaciones
Inicio	Fin		Cont.	Disc.	Derecha	Izquierda	
142 + 150	142 + 367.5	217.5		xxx			Línea discontinua a la izquierda de la continua de centro
142 + 100	142 + 142.5	42.5		xxx			Línea discontinua a la derecha de la continua de centro
142 + 000	143 + 000	1000	Xxx		xxx	xxx	Buen estado

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 40: Inventario de señales horizontales km 143 – km 144

INVENTARIO DE SEÑALES HORIZONTALES							
Estación Km 143 + 000 Km 144 + 000		Longitud (m)	Líneas de centro		Líneas de Borde		Observaciones
Inicio	Fin		Cont.	Disc.	Derecha	Izquierda	
142 + 395	142 + 525	130		xxx			Línea discontinua a la derecha de la continua de centro
142 + 200	142 + 395	195		xxx			Línea discontinua en el centro
143+000	143 + 200	200		xxx			Línea discontinua a la izquierda de la continua de centro
143 + 000	144 + 000	805	Xxx				Línea continua en el centro
143 + 000	144 + 000	1000	Xxx		xxx	xxx	Buen estado

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 41: Inventario de señales horizontales km 144 – km 145

INVENTARIO DE SEÑALES HORIZONTALES							
Estación Km 144 + 000 Km 145 + 000		Longitud (m)	Líneas de centro		Líneas de Borde		Observaciones
Inicio	Fin		Cont.	Disc	Derecha	Izquierda	
142 + 547.5	142 + 602.5	55		xxx			Línea discontinua a la derecha de la continua de centro
144 + 392.5	142 + 547.5	155		xxx			Línea discontinua en el centro
144 + 200	144 + 392.5	192.5		xxx			Línea discontinua a la izquierda de la continua de centro
144 + 000	145 + 000	845	xxx				Línea continua en el centro
144 + 000	145 + 000	1000	xxx		xxx	xxx	Buen estado

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 42: Inventario de señales horizontales km 145 – km 146

INVENTARIO DE SEÑALES HORIZONTALES							
Estación Km 145 + 000 Km 146 + 000		Longitud (m)	Líneas de centro		Líneas de Borde		Observaciones
Inicio	Fin		Cont.	Disc.	Derecha	Izquierda	
145 + 000	146 + 000	1000	Xxx				Buen estado
145 + 000	146 + 000	1000	Xxx				Buen estado
145 + 000	146 + 000	1000	Xxx				Buen estado

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 43: Inventario de señales horizontales km 146 – km 147

INVENTARIO DE SEÑALES HORIZONTALES							
Estación Km 146 + 000 Km 147 + 000		Longitud (m)	Líneas de centro		Líneas de Borde		Observaciones
Inicio	Fin		Cont.	Disc.	Derecha	Izquierda	
146 + 000	147 + 000	1000	Xxx				Buen estado
146 + 000	147 + 000	1000	Xxx				Buen estado
146 + 000	147 + 000	1000	Xxx				Buen estado

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 44: Inventario de señales horizontales km 147 – km 148

INVENTARIO DE SEÑALES HORIZONTALES							
Estación Km 147 + 000 Km 148 + 000		Longitud (m)	Líneas de centro		Líneas de Borde		Observaciones
Inicio	Fin		Cont.	Disc.	Derecha	Izquierda	
142 + 660	142 + 940	280		xxx			Línea discontinua a la derecha de la continua de centro
147 + 405	142 + 660	255		xxx			Línea discontinua en el centro
147 + 100	147 + 405	305		xxx			Línea discontinua a la izquierda de la continua de centro
147 + 000	148 + 000	745	Xxx				Línea continua en el centro
147 + 000	148 + 000	1000	Xxx		xxx	xxx	Buen estado

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 45: Inventario de señales horizontales km 148 – km 149

INVENTARIO DE SEÑALES HORIZONTALES							
Estación Km 148 + 000 Km 149 + 000		Longitud (m)	Líneas de centro		Líneas de Borde		Observaciones
Inicio	Fin		Cont.	Disc.	Derecha	Izquierda	
148 + 000	149 + 000	1000	Xxx				Buen estado
148 + 000	149 + 000	1000	Xxx				Buen estado
148 + 000	149 + 000	1000	Xxx				Buen estado

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 46: Inventario de señales horizontales km 149 – km 150

INVENTARIO DE SEÑALES HORIZONTALES							
Estación Km 148 + 000 Km 149 + 000		Longitud (m)	Líneas de centro		Líneas de Borde		Observaciones
Inicio	Fin		Cont.	Disc.	Derecha	Izquierda	
149 + 000	150 + 000	1000	Xxx				Buen estado
149 + 000	150 + 000	1000	Xxx				Buen estado
149 + 000	150 + 000	1000	Xxx				Buen estado

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 47: Inventario de señales horizontales km 150 – km 151

INVENTARIO DE SEÑALES HORIZONTALES							
Estación Km 150 + 000 Km 151 + 000		Longitud (m)	Líneas de centro		Líneas de Borde		Observaciones
Inicio	Fin		Cont.	Disc.	Derecha	Izquierda	
150 + 000	151 + 000	1000	xxx				Buen estado
150 + 000	151 + 000	1000	xxx				Buen estado
150 + 000	151 + 000	1000	xxx				Buen estado

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

El estado actual de las condiciones físicas de las señales horizontales está en buen estado en la totalidad del tramo de nueve kilómetros en estudio.

Tabla 48: Tachas reflectivas señalización horizontal

Ubicación					
Estación		Izquierdo	Centro	Derecho	Total
142 + 000	143 + 000	0	0	0	0
143 + 000	144 + 000	67	33	67	167
144 + 000	145 + 000	60	60	60	180
145 + 000	146 + 000	62	28	62	152
146 + 000	147 + 000	37	37	37	111
147 + 000	148 + 000	42	42	42	126
148 + 000	149 + 000	68	34	68	170
149 + 000	150 + 000	38	38	38	114
150 + 000	151 + 000	40	40	40	120
Total		414	312	414	1,140

Fuente: Levantamiento por sustentantes (Septiembre 2019)

Destaca el tramo del Km 142 al km 143 la inexistencia de tachas reflectivas en la carpeta de rodamiento, al ser el tramo más cercano a la ciudad de Juigalpa Chontales por la incidencia de la iluminación de los locales que están en el trayecto de entrada a la ciudad, razón no válida para la no existencia de las guías reflectivas en la vía.

3.11 INTERFERENCIA DE LA VÍA Y VISIBILIDAD

3.11.1 Distancia de visibilidad de parada

Esta es la distancia requerida por un conductor para detener un vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto adelante de su recorrido. Es la distancia de visibilidad mínima con que debe diseñarse la geometría de una carretera, cualquiera que sea su tipo.

3.11.2 Distancia de visibilidad de adelantamiento

La distancia de visibilidad de adelantamiento se define como la mínima distancia de visibilidad requerida por el conductor de un vehículo para adelantar a otro

vehículo que, a menor velocidad relativa, circula en su mismo carril y dirección, en condiciones cómodas y seguras invadiendo para ello al carril contrario, pero sin afectar la velocidad del otro vehículo que se le acerca, el cual es visto por el conductor inmediatamente después de iniciar la maniobra de adelantamiento.

3.11.3 Distancia de visibilidad de decisión

Se define como aquella requerida por un conductor para detectar algo inesperado dentro del entorno de una carretera, reconocerlo y seleccionar una trayectoria y velocidad apropiadas, para maniobrar con eficiencia y seguridad. Por su concepto estas distancias resultan sustancialmente mayores que las distancias calculadas de visibilidad de parada.

Empíricamente se han establecido distancias para cubrir estas trayectorias, divididas en las siguientes cinco situaciones particulares, que se dimensionan en la tabla siguiente:

1. Detención en carretera rural
2. Detención en vía urbana
3. Cambio de velocidad, trayectoria y dirección en carretera rural
4. Cambio de velocidad, trayectoria y dirección en carretera suburbana
5. Cambio de velocidad, trayectoria y dirección en vía urbana

Tabla 49: Distancia de visibilidad de parada y de decisión, en terreno plano

Velocidad de diseño	Velocidad de marcha	Tiempo de percepción y reacción		Coefficiente de fricción	Distancia de frenado	Distancia de parada
km/h	km/h	Tiempo (s)	Distancia (m)	F	(m)	(m)
30	30-30	2.5	20.8- 20.8	0.4	8.8-8.8	30-30
40	40-40	2.5	27.8- 27.8	0.38	16.6-16.6	45-45
50	47-50	2.5	32.6- 34.7	0.35	24.8-28.1	57-63
60	55-60	2.5	38.2- 41.7	0.33	36.1-42.9	74-85
70	67-70	2.5	43.8- 48.6	0.31	50.4-62.2	94-111
80	70-80	2.5	48.6- 55.6	0.3	64.2-83.9	113-139
90	77-90	2.5	53.6- 62.4	0.3	77.7-106.2	131-169
100	85-100	2.5	59-69.4	0.29	98-135.6	157-205
110	91-110	2.5	63.2- 76.4	0.28	116.3-170	180-246

Fuente: SIECA Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair

Tabla 50: Distancia en pendiente de bajada y subida

Velocidad de Diseño	Distancia de parada en bajadas (m)			Distancia de paradas en subida (m)		
km/h	3%	6%	9%	3%	6%	9%
30	30.4	31.2	32.2	29	28.5	28
40	45.7	47.5	49.5	43.2	42.1	41.2
50	65.5	68.6	72.6	55.5	53.8	52.4
60	88.9	94.2	100.8	71.3	68.7	66.6
70	117.5	125.8	136.3	89.7	85.9	82.8
80	148.8	160.5	175.5	107.1	102.2	98.1
90	180.6	195.4	214.4	124.2	118.8	113.4
100	220.8	240.6	256.9	147.9	140.3	133.9
110	267	292.9	327.1	16.4	159.1	151.3

Fuente: SIECA Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair

Tabla 51: Decisión para evitar maniobra

Velocidad de Diseño	Distancia de decisión para evitar la maniobra (m)				
km/h	A	b	c	d	e
50	75	160	145	160	200
60	95	205	175	205	235
70	125	250	200	240	275
80	155	300	230	275	315
90	185	360	275	320	360
100	225	415	315	365	405
110	265	455	335	390	435

Fuente: SIECA Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair

Tabla 52: Clasificación de los terrenos en función de las pendientes naturales

Tipo de terreno	Rango de pendientes %
Llano o plano	0- 5
Ondulado	5>G 15
Montañoso	15>G 30

Fuente: SIECA Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair

3.12 BAHÍA DE BUSES Y PARADA DE BUSES

Las bahías para buses surgen de la necesidad de evitar el mayor congestionamiento en la corriente de tráfico de vehículos y las unidades de transporte colectivo, a la hora de abordaje y descenso de los usuarios del transporte colectivo en puntos específico de la carretera. Esta infraestructura está enfocada especialmente para brindar apoyo y seguridad al transporte de pasajeros. La bahía consta con una caseta techada y una banca para proteger a los usuarios del transporte público de los cambios climáticos (lluvia y sol).

La siguiente tabla muestra las dimensiones típicas para la bahía de autobuses según establecido en la Norma Para el Diseño Geométrico de Carreteras.

Tabla 53: Clasificación de los terrenos en función de las pendientes naturales

Diseño (m)	Entrada (m)	Parada (m)	Salida (m)	Ancho (m)	Long. Total (m)
Para un bus	10	15	15	3.40	40
Para dos buses	10	30	15	3.40	55
Para tres buses	15	45	15	3.40	75

Fuente: SIECA Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales 2da Ed. Raúl Leclair

En el tramo de estudio cabe destacar de la existencia de un punto designado y señalado como una parada de autobús de paso en la estación km 149+200, la cual debería estar cumpliendo el diseño establecido por el manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de las carreteras regionales SIECA, dicha parada no cumple las reglas de diseño teniendo un ancho de 3 metros con una longitud de 12m y sin contar con espacio de entrada ni salida, que debido a la existencia de solo una bahía que no cumple criterios de diseños designados por el manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras regionales (SIECA), no fue necesario hacer un inventario de Bahías.

Imagen 9: Falta de construcción de bahía en el km 149+200 Comarca Santa Rita



Fuente: Imagen por sustentantes

3.13 INVENTARIO DE DRENAJE MAYOR Y MENOR

El drenaje es parte crucial en las carreteras, estas obras son las que garantizan la vida y duración de la vías, tienen como función evacuar los flujos hidráulicos de la superficie de pavimento hacia zonas colindantes hacia estructuras (canales, causes, etc.), que tenga diseño adecuado para la circulación de las aguas, esto evitando aspectos negativos como estabilidad de su estructura de pavimento, como su libre circulación en cambios ambientales (lluvias torrenciales, tormentas tropicales, etcétera.)

El tipo de drenaje existente en el tramo de estudio del km 142 - 151 es del tipo Triangular, este tipo de drenaje se caracteriza por revestirse cuando la velocidad de las corrientes sea alta, en suelos erosionables situados en pendientes fuertes. Las pendientes de las paredes de las cunetas del lado de la calzada no deben superar la relación 4:1 (4 horizontal, 1vertical).

Imagen 10: Salida Juigalpa – Apompuá
Estación 143 + 500, drenaje menor de
concreto tipo triangular



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 11: Salida Juigalpa – Apompuá
Estación 146 + 000, drenaje tipo natural.



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 12: Comarca Apompua – Estación 150 + 500, toma de medidas del
drenaje menor de concreto tipo triangular



Fuente: Imagen por sustentante

En el tramo la mayor parte del drenaje se encuentra en buen estado y limpio, en la estación 143 + 500, podemos observar que cuenta con un drenaje en buen estado, de concreto y limpio (ver Imagen 10, página 83). También existe durante el trayecto del tramo, drenaje por corte de terraplén en ambos lados (ver Imagen 11, página 83).

Durante la finalización del tramo, en el inicio de la comarca Apompuá. Se puede decir que presenta algunas deficiencias debido a que ciertos puntos no hay, siendo un lugar poblado y el drenaje se encuentra sucio (ver Imagen 12, página 83).

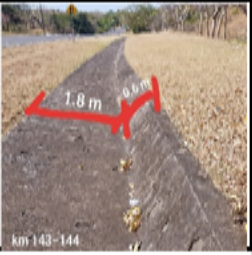
El drenaje existente menor bordea los laterales de la calzada, con diferentes dimensiones.

Tabla 54: Inventario de drenaje mayor y menor (km 142 – km 143)

Formato de drenaje mayor y menor								
Estación km 142+000 km143+000				Drenaje menor		Drenaje mayor		
Inicio (GPS)		Final (GPS)		Banda Izquierda	Banda Derecha	Banda Izquierda	Banda Derecha	Observaciones
12°05'05"N	85°20'12"W	12°04'59"N	85°20'02"W	xxx	xxx			A lo largo del tramo se encuentra talud de carretera que funciona como drenaje menor a ambos lados una pendiente de 5 a 10% 

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 55: Inventario de drenaje mayor y menor (km 143 – km 144)

Formato de drenaje mayor y menor									
Estación km 143+000 km 144+000				Drenaje menor		Drenaje mayor			
Inicio (GPS)		Final (GPS)		Banda Izquierda	Banda Derecha	Banda Izquierda	Banda Derecha	Observaciones	Dimensiones
12°05'05"N	85°20'12"W	12°04'59"N	85°20'02"W	xxx				En buen estado	

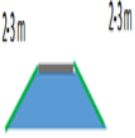
Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 56: Inventario de drenaje mayor y menor (km 144 – km 145)

Formato de drenaje mayor y menor									
Estacion km 144+000 km145+000				Drenaje menor		Drenaje mayor			
Inicio (GPS)		Final (GPS)		Banda Izquierda	Banda Derecha	Banda Izquierda	Banda Derecha	Observaciones	Dimensiones
12°04'58"N	85°19'41"W	12°04'58"N	85°19'39"W	xxx	xxx			En buen estado	
12°04'57"N	85°19'36"W	12°04'57"N	85°19'34"W		xxx			En buen estado	
12°04'57"N	85°11'36"W	12°04'57"N	85°19'34"W				xxx	En buen estado	
12°04'57"N	85°11'36"W	12°04'57"N	85°19'34"W			xxx	xxx	En buen estado	

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 57: Inventario de drenaje mayor y menor (km 145 – km 146)

Formato de drenaje mayor y menor								
Estación km 145+000 km146+000				Drenaje menor		Drenaje mayor		
Inicio (GPS)		Final (GPS)		Banda Izquierda	Banda Derecha	Banda Izquierda	Banda Derecha	Observaciones
12°04'53"N	85°19'24"W	12°04'34"N	85°19'00"W	xxx	xxx			A lo largo del tramo se encuentra talud de carretera que funciona como drenaje menor a ambos lados una pendiente de 5 a 10%
								

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 58: Inventario de drenaje mayor y menor (km 146 – km 147)

Formato de drenaje mayor y menor								
Estacion km 146+000 km147+000				Drenaje menor		Drenaje mayor		
Inicio (GPS)		Final (GPS)		Banda Izquierda	Banda Derecha	Banda Izquierda	Banda Derecha	Observaciones
12°04'23"N	85°18'44"W	12°04'21"N	85°18'38"W		xxx			En buen estado
								
12°04'23"N	85°18'44"W	12°04'23"N	85°18'44"W			xxx	xxx	En buen estado
								

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 59: Inventario de drenaje mayor y menor (km 147 – km 148)

Formato de drenaje mayor y menor									
Estación km 147+000 km148+000				Drenaje menor		Drenaje mayor			
Inicio (GPS)		Final (GPS)		Banda Izquierda	Banda Derecha	Banda Izquierda	Banda Derecha	Observaciones	Dimensiones
12°03'58"N	85°18'17"W	12°03'58"N	85°18'17"W			xxx	xxx	En buen estado	

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 60: Inventario de drenaje mayor y menor (km 148 – km 149)

Formato de drenaje mayor y menor									
Estacion km 148+000 km149+000				Drenaje menor		Drenaje mayor			
Inicio (GPS)		Final (GPS)		Banda Izquierda	Banda Derecha	Banda Izquierda	Banda Derecha	Observaciones	Dimensiones
12°03'48"N	85°18'09"W	12°03'48"N	85°18'09"W			xxx	xxx	En buen estado	
12°03'38"N	85°18'01"W	12°03'36"N	85°18'09"W		xxx			En buen estado	

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 61: Inventario de drenaje mayor y menor (km 149 – km 150)

Formato de drenaje mayor y menor									
Estación km 149+000 km150+000				Drenaje menor		Drenaje mayor			
Inicio (GPS)		Final (GPS)		Banda Izquierda	Banda Derecha	Banda Izquierda	Banda Derecha	Observaciones	Dimensiones
12°03'19"N	85°17'49"W	12°03'22"N	85°17'51"W	xxx				En buen estado	
12°03'22"N	85°17'51"W	12°03'19"N	85°17'49"W	xxx	xxx			En buen estado	
12°03'01"N	85°17'41"W	12°02'58"N	85°17'38"W		xxx			En buen estado	

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 62: Inventario de drenaje mayor y menor (km 150 – km 151)

Formato de drenaje mayor y menor									
Estación km 150+000 km151+000				Drenaje menor		Drenaje mayor			
Inicio (GPS)		Final (GPS)		Banda Izquierda	Banda Derecha	Banda Izquierda	Banda Derecha	Observaciones	Dimensiones
12°02'55"N	85°17'31"W	12°02'55"N	85°17'31"W			xxx	xxx	En buen estado	
12°02'55"N	85°17'29"W	12°02'54"N	85°17'23"W		xxx			En buen estado	

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

3.14 DEFENSAS METÁLICAS

Las defensas son dispositivos de seguridad que se instalan en uno o ambos lados de la carretera, en los lugares donde exista peligro, ya sea por el alineamiento del camino, altura de los terraplenes, alcantarillas, otras estructuras o por accidentes topográficos, entre otro con el fin de incrementar la seguridad de los usuarios, evitando en lo posible que los vehículos salgan del camino y encausando su trayectoria asta disipar la energía del impacto.

Esta especificación particular considerada Defensa Metálica Galvanizada por inmersión en caliente para uso en dispositivos de protección y seguridad.

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.

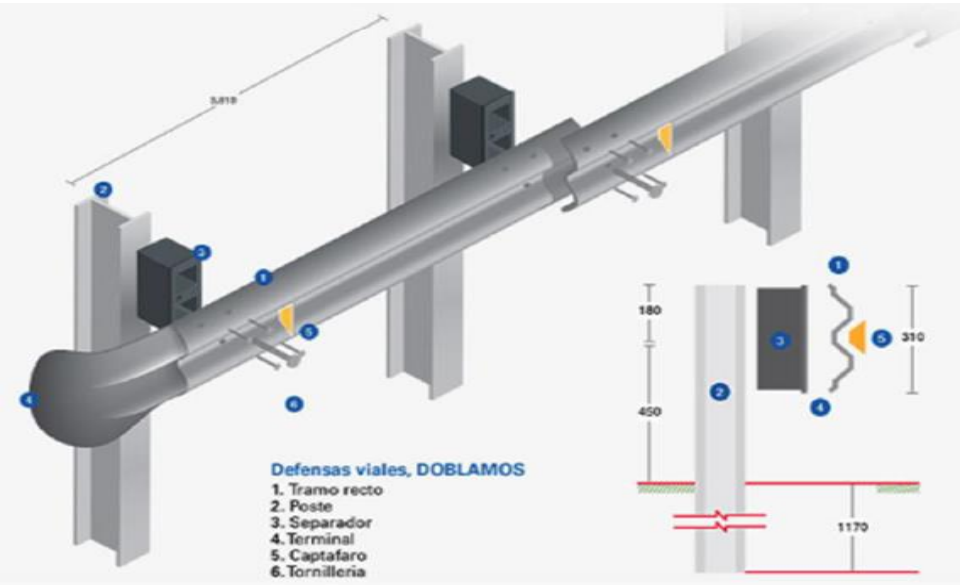
En traslape de dos secciones de defensas consecutivos se debe realizar de manera que quede encima de la otras aquella que se encuentre más cerca de la dirección desde la que se aproxima del flujo de tránsito, al fin de evitar que los vehículos se atoren con la orilla de una de las defensas, en lugar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

Imagen 13: Terminales de defensas metálicas



Fuente: Ingeniería Estructural y soluciones en acero

Imagen 14: Partes de las defensas metálicas



Fuente: Elaboración propia (Diciembre 2019)

Tabla 63: Especificaciones de las 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 Administration	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	Tornillería	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

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.

Existen en el mercado varios tipos de amortiguadores de impacto para extremos de defensas laterales, presentamos algunos ejemplos:

Imagen 15: Defensa con elemento de seguridad en los extremos



Fuente: Signo vial Juigalpa

Imagen 16: Partes de las defensas metálicas con amortiguamiento



Fuente: Universidad de Texas, Estados Unidos

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 17: Partes de las defensas metálicas con amortiguamiento



Fuente: Signo vial Juigalpa

Tabla 64: Defensas metálicas existentes en el tramo

Estacion		Bandas		longitud (m)		Estado	Imagen
Inicio	Fin	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha		
143+600	143+620	X	X	20	20	Bueno	
144+700	144+745	X	X	30	15	Bueno	
145+300	145+325	X	X	25	25	Bueno	
146+750	146+820	X	X	40	30	Bueno	
147+200	147+245	X		40		Bueno	
148+268	148+245	X	X	40	60	Bueno	
149+000	149+284	X	X	85	50	Bueno	
150+000	150+100	X	X	100	100	Bueno	

Fuente: Elaboración propia

La ubicación de defensas metálicas en las bandas de la vía se encuentra en muy buen estado y ubicadas de manera correcta en los puntos necesarios de requerimiento de este tipo de estructura.

3.15 TACHAS REFLECTIVAS

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 rodadura de la carretera debe reflejar el 100 % de la luz que recibe por los focos de un vehículo, 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.

Imagen 18: Tachas reflectivas u ojos de gato



Fuente: ExportersINDIA - Reliazen Reflect Pvt Ltd

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. Está comprobado que el conductor se siente más

seguro y descansado conduciendo por vías que poseen marcadores reflectantes o fotos luminiscentes.

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

- Como divisorias en los ejes de vías con doble sentido.
- Canalizando 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 conflictivos (colegios, hospitales, bomberos, etc.).
- Señalando giros, salidas, isletas, rotondas, desvíos, rampas y estacionamientos.

En carreteras de dos carriles, uno por sentido de vía, donde la velocidad es menor o igual a 60 km/h, se colocarán capta luces u ojos de gato de la siguiente manera:

3.15.1 Capta luces dos caras amarillas

Se colocarán a cada 10.00 m sobre la doble línea continua amarilla.

3.15.2 Capta luces una cara blanca

Se colocarán a cada 10.00 m sobre la línea de borde blanca de cada sentido de vía, una cara blanca en el sentido del tránsito y una cara roja en el sentido contrario.

Imagen 19: Capta luces



Fuente: Manual centroamericano de Dispositivos uniformes para el control de tránsito SIECA

Tabla 65: Tachas reflectivas señalización horizontal

Ubicación					
Estación		Izquierdo	Centro	Derecho	Total
142 + 000	143 + 000	0	0	0	0
143 + 000	144 + 000	67	33	67	167
144 + 000	145 + 000	60	60	60	180
145 + 000	146 + 000	62	28	62	152
146 + 000	147 + 000	37	37	37	111
147 + 000	148 + 000	42	42	42	126
148 + 000	149 + 000	68	34	68	170
149 + 000	150 + 000	38	38	38	114
150 + 000	151 + 000	40	40	40	120
Total		414	312	414	1,140

Fuente: Levantamiento por sustentantes (Septiembre 2019)

Nota que el tramo 142+000 al 143+000 no existe la señalización de tachas reflectivas.

3.16 ESTADO ACTUAL DE LA CARPETA DE RODAMIENTO

3.16.1 La carpeta de pavimento flexible

También conocida como carpeta asfáltica, es una carpeta de rodamiento que tiene la característica de presentar enfermedades de todo tipo como son:

Piel de cocodrilo: Son grietas interconectadas que forman una pequeña serie de rectángulos irregulares sobre la superficie del pavimento, semejante a la piel de cocodrilo.

Grietas en el borde: Son grietas longitudinales en la superficie del asfalto usualmente se presenta en los hombros de la vía o en el centro de la misma.

Grietas de reflexión: Estas grietas son reflejo en las carpetas asfálticas, de la configuración de las grietas de la estructura de pavimento como puede ser base, sub base o subrogante.

Grietas de contracción o encogimiento: Son ocasionadas por cambios de volumen, pero resulta difícil determinar si se debe a la carpeta asfáltica, a la base o la subrogante.

Grietas de desplazamiento: Son grietas en forma parabólicas en dirección del empuje de las ruedas sobre la carpeta. Las grietas de desplazamiento son ocasionadas por falta de adherencia en la capa superficial y la inferior.

Baches y calaveras: Son cavidades de tamaños y forma diferentes que se producen en un pavimento debido a una desintegración localizada. Los baches son causados en zonas débiles del pavimento, esto es por falta de asfalto, falta de espesor, demasiados finos, pocos finos, drenaje deficiente, etc.

Carpeta de rodamiento Semi-rígida: También conocida como carpeta de rodamiento adoquinado, suele ser utilizada en caminos y carreteras por su alta duración al tiempo y la economía en su construcción, las enfermedades que presenta esta carpeta de rodamiento son: por la mala compactación, hundimiento

de adoquinado; por la presencia de un drenaje no adecuado o pendiente muy pronunciada, desaprensión de carpeta de rodamiento y otras.

Imagen 20: Carpeta de rodamiento Estación 145 + 000 Salida Juigalpa – Comarca Apompuá



Fuente: Imagen por sustentante

CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE VELOCIDAD



4.1 INTRODUCCIÓN

El estudio de velocidad es un análisis que se hace para estimar la velocidad de circulación promedio de los vehículos en un determinado tramo de carretera, es un elemento básico para el proyecto de seguridad vial para constatar si los conductores de vehículos automotores están respetando los límites de velocidad establecidos por las autoridades competentes, con el fin de generar un buen servicio en la red vial y que ofrezca seguridad, confortable, eficiencia para el usuario, las velocidades deben ser estudiadas, reguladas y normadas con el propósito de generar armonía entre el usuario, el vehículo y la vía.

Teniendo en cuenta que la velocidad permitida a la que pueden transitar los conductores en una zona escolar 25 kph, en zona urbana 45 kph y en una carretera en la zona rural es de 60 Kph – 90 Kph según las leyes de tránsito, se logrará verificar la velocidad mediante la fórmula física M.R.U (movimiento rectilíneo uniforme), obteniendo los datos de campo que son la distancia recorrida dentro del tramo en estudio que sea lo más evidente posible una trayectoria en línea recta y medir el tiempo en que tardará el vehículo en transitarla.

4.1.1 Estudio de Velocidad

Los estudios de velocidad son realizados con la finalidad de estimar la distribución de la velocidad de los vehículos en un flujo vehicular y en un lugar específico como es en una carretera. La velocidad se ha convertido en uno de los principales indicadores utilizado para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte.

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

En vías urbanas 45 kph

En zonas escolares 25 kph

En pistas 60 kph – 90 kph

4.1.1.1 Velocidad de recorrido

Es el resultado de dividir la distancia recorrida, desde principio a fin del viaje, entre el tiempo total que se empleó en recorrerla. En el tiempo total de recorrido están incluidas todas aquellas demoras operacionales por reducciones de velocidad y paradas provocadas por la vía, el tránsito y los dispositivos de control, ajenos a la voluntad del conductor.

No incluye aquellas demoras fuera de la vía, como pueden ser las correspondientes a gasolineras, restaurantes, lugares de recreación, entre otros. La velocidad de recorrido sirve principalmente para comparar condiciones de fluidez en ciertas rutas; ya sea una con otra, o bien, en una misma ruta cuando se han realizado cambios para medir los efectos.

4.1.1.2 Velocidad en marcha

Para un vehículo, la velocidad de marcha o velocidad de cruce, es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento. Para obtener la velocidad de marcha en un viaje normal, se descontará del tiempo total de recorrido, todo aquel tiempo que el vehículo se hubiese detenido, por cualquier causa. Por lo tanto, esta velocidad por lo general, será de valor superior a la de recorrido.

4.1.2 Accidentabilidad

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.

4.1.2.1 Agentes de tránsito

Es el funcionario o persona civil identificada que está investida de autoridad para regular la circulación vehicular y peatonal para vigilar, controlar e intervenir en el cumplimiento de las normas de tránsito y transporte en cada uno de los entes territoriales. En el artículo 7 de la Ley 769 de 2002 se determina que las autoridades de tránsito podrán delegar en entidades privadas el aporte de pruebas de infracciones de tránsito, el recaudo de las multas correspondientes, la tramitación de especies venales y todos los trámites previstos en las normas legales y reglamentarias, salvo la valoración de dichas pruebas.

Cada organismo de tránsito contará con un cuerpo de agentes de tránsito que actuará únicamente en su respectiva jurisdicción y el Ministerio de Transporte e Infraestructura, tendrá a su cargo un cuerpo especializado de agentes de tránsito de la Policía Nacional que velará por el cumplimiento del régimen normativo de tránsito en todas las carreteras nacionales por fuera del perímetro urbano de distritos y municipios.

4.1.2.2 Accidente de tránsito

Es un suceso imprevisto y ajeno al factor humano que altera la marcha normal o prevista del desplazamiento en las vialidades. Especialmente es aquel suceso en el que se causan daños a una persona o cosa, de manera repentina ocasionada por un agente externo involuntario.

4.1.2.3 Tipos de accidentes de tránsito

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

Colisión entre vehículos: Ocurre entre dos o más vehículos.

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

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

Accidente con semoviente: Es un accidente donde participa un vehículo y un semoviente.

Caída de pasajeros: Ocurre cuando una persona cae de un vehículo que es transportada sufriendo lesiones o muertes.

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

Incendios: El incendio como accidente de tránsito, debe darse cuando el vehículo se encuentra en traslación y suele tener como causa una falla de orden mecánico. La ruptura de la tubería de alimentación de gasolina, una falla en el tiempo de explosión que motiva a la expulsión de la gasolina o combustionada y en general la inflamación del combustible por cualquier circunstancia en forma casual. En algunos casos podría presentarse un corto circuito del sistema eléctrico dentro de la cabina, alcanzando una chispa al tapiz, produciendo la inflamación de este y por consiguiente el incendio.

4.1.2.4 Causas de los accidentes de tránsito

➤ Causas debido al diseño de la carretera

Entre estas se pueden contar aquellas que se deben a defectos de diseño o ingeniería, como son: asfalto o material inadecuado, curvas sin peralte (inclinación en la carretera para contrarrestar la fuerza centrífuga) o mal diseñadas, pendientes o curvas muy pronunciadas, derrumbe, falta de señalización o demarcación, mal estado de la carretera, como son los baches y hundimientos, obstáculos en la vía tales como deslizamientos, piedras caídas vehículos mal estacionados, animales.

➤ Causas debidas a factores ambientales

Estos pueden ser aquellos como la lluvia, la luz solar (amanecer, crepúsculo u oscuridad), viento, neblina, tormenta, inundación, temblor, terremoto entre otros.

➤ Causas debido a fallas mecánicas

Entre estas se pueden contar aquellas como: llantas o frenos defectuosos, fallas en la dirección, suspensión o transmisión, entre otros.

➤ Causas debidas a factores humanos

- ✓ Enfermedades o defectos físicos
- ✓ Imprudencia
- ✓ Negligencia
- ✓ Cansancio
- ✓ Conducción temeraria
- ✓ Irrespeto a las señales de tránsito
- ✓ Estado de ebriedad
- ✓ Bajo efectos de droga o sustancias psicotrópicas
- ✓ Exceso de velocidad

4.2 CRITERIO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

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

La distancia se tomó simultáneamente en cada tramo de línea recta, no incluyendo curvas, estacionamiento, centros escolares, paso peatonal, reductores de velocidad entre otros aspectos que haga mención a bajar la velocidad.

4.3 PROCEDIMIENTO DE CALCULO

La fórmula física reconocida universalmente para calcular la velocidad a la que un vehículo específico recorre una distancia determinada, consiste en dividir dicha distancia en el tiempo en que tardó en recorrerla, teniendo que la fórmula de la velocidad responde a la siguiente ecuación:

$$V = \frac{d}{t} \quad \text{Ecuación N° 9}$$

Dónde:

V = velocidad (metros / segundos)

d = Distancia medida del punto de inicio al punto final donde transitará el vehículo

t = tiempo medido desde que llega el vehículo al punto de inicio y finalizado al punto final

La siguiente tabla muestra la cantidad de accidentes ocurridos del 2011 al 2016 por cada kilómetro del tramo en estudio.

Tabla 66: Historial de accidentes de los años 2014 – 2018 en el tramo de estudio

Inicio Estación	Fin Estación	Años					Total
		2014	2015	2016	2017	2018	
142 + 000	143 + 000	1	1	6	2	5	15
143 + 000	144 + 000	1	2	1	1	1	6
144 + 000	145 + 000	3	1	1	1	2	8
145 + 000	146 + 000	3	4	1	3	1	12
146 + 000	147 + 000	0	3	3	1	2	9
147 + 000	148 + 000	1	2	2	0	2	7
148 + 000	149 + 000	1	1	6	0	2	10
149 + 000	150 + 000	6	1	0	1	0	8
150 + 000	151 + 000	5	5	5	4	1	20
Total, por cada año		21	20	25	13	16	95

Fuente: Policía Nacional del Departamento de Tránsito

Se seleccionó dos puntos críticos de los cuales se realizará el estudio de velocidad que dé a conocer si se está cumpliendo con lo establecido en las normas de tránsito.

4.4 ESTUDIO DE CAMPO

Los puntos críticos ubicados por la Policía Nacional donde ocurren la mayor cantidad de accidentes en la vía son los siguientes:

1 - Estación 142 + 000 – Estación 143 + 000

2 - Estación 150 + 000 – Estación 151 + 000

Tabla 67: Estudio de velocidad en la Estación 142 + 000 a la Estación 143 + 000

Velocidad en marcha - Estación 142 + 000 a la Estación 143 + 000 (Hora 3:00 Pm - 5:00 Pm / Punto crítico según la Policía Nacional de Tránsito)												
VELOCIDAD DE DISEÑO, ZONA URBANA 45 Km/h (Velocidad Máxima)												
Cantidad de vehículos	Vehículos livianos (km/h)					Vehículos de pasajeros (km/h)		Vehículos de carga (km/h)			Cabezal/ Semi remolque (km/h)	
	Motos	Autos	Camta.	Jeep	MB	Med.	Grande	Camión L	C2	C3	T3S2	T3S3
1	69	51	48	68		61	55	44	44	50	38	
2	45	35	44	56		55	45	48				
3	55	42	58	42			44	39				
4	43	48	35	45			45	41				
5	50	38	40	43				46				
6	55	59	51	38								
7	48	45	55	40								
8	58	58	41									
9	39	40	37									
10	51		40									
11	37		54									
12	59		43									
13	65		50									
14	45		44									
15	41		45									
16	57		33									
17	44		38									
18	61		40									
19	48											
20	55											
21	52											
22	63											
23	47											
24	54											
25	38											

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

En este tramo de estudio de velocidad, la velocidad permitida es de 45 km/h debido a que es una zona urbana, donde comienza la entrada del municipio de Juigalpa.

Tabla 68: Estudio de velocidad en la Estación 150 + 000 a la Estación 151 + 000

Velocidad en marcha - Estación 150 + 000 a la Estación 151 + 000												
(Hora 10:00 Am - 12:00 Md / Punto crítico según la Policía Nacional de Tránsito)												
VELOCIDAD DE DISEÑO, ZONA ESCOLAR 25 Km/h (Velocidad Maxima)												
Cantidad de vehículos	Vehículos livianos (km/h)					Vehículos de pasajeros (km/h)		Vehículos de carga (km/h)			Cabezal/ Semi remolque (km/h)	
	Motos	Autos	Camta.	Jeep	MB	Med.	Grande	Camión L	C2	C3	T3S2	T3S3
1	29	30	28	30		18	20	20	19	18	15	
2	30	25	25	26		20	15	17		15		
3	24	33	22	22			16					
4	20	24	24	28								
5	30	20	20									
6	26	21	30									
7	25	28	28									
8	30	18	30									
9	33		26									
10	21		28									
11	18		31									
12	20		28									
13	29											
14	25											
15	31											
16	25											
17	20											
18	22											
19	26											
20	25											

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

En este tramo de estudio de velocidad, la velocidad máxima que se tiene que transitar los vehículos es de 25 km/h debido a que es una zona escolar donde se encuentra el colegio primario llamado Apompuá, y es una zona poblada por los habitantes de esa comarca.

Tabla 69: Resultado de estudio de velocidad en puntos critico

VELOCIDADES	Estación	Estación
	142 + 000 - 143 + 000	150 + 000 - 151 + 000
0 - 25 km/h	0%	48%
25 - 45 km/h	43%	52%
45 - 60 km/h	49%	0%
60 - 70 km /h	8%	0%
80 - 90 km/h	0%	0%
Total, en porcentaje	100%	100%
Total, de vehículos	74	58
% de Velocidad de rebase	57%	52%
Velocidad de diseño	45 km/h	25 km/h
Vel. Max de circulación	69 km/h	33 km/h
Vel. Promedio de circulación	52 km/h	24 km/h
Vel. Media de circulación	35 km/h	15 km/h

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

El estudio de velocidad realizado para la primera estación 142 + 000 – 143 + 000, indica que el 57% de conductores exceden de la velocidad de diseño que es 45 km/h, donde la velocidad máxima de circulación es de 69 km/h, con una velocidad promedio de 52 km/h. La velocidad media que circulan es de 35 km/h.

El estudio de velocidad realizado para la segunda estación 150 + 000 – 151 + 000, indica que el 52% de conductores exceden de la velocidad de diseño que es 25 km/h, donde la velocidad máxima de circulación es de 33 km/h, con una velocidad promedio de 24 km/h. La velocidad media que circulan es de 15 km/h.

Esto genera la hipótesis que la mayoría de accidentes ocurridos en la carretera son por exceso de velocidad, superando más del 50% del límite de velocidad de diseño. Para mayor detalle estadístico de los vehículos que transitan con mayor velocidad (ver en Anexos Tablas 115 – 116, página XXVII).

CAPÍTULO V: PUNTOS CRITICOS



5.1 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 determinarán los centros educativos que se encuentran cercanos a puntos críticos de la carretera.

En el sistema de la seguridad vial intervienen tres elementos fundamentales que se relacionan entre sí, y de la forma en que ellos actúan y como se acciona sobre sí, será la seguridad de la carretera o de la red vial. Estos elementos son: el vehículo, la persona y los dispositivos de control.

5.1.1 Caracterización de la accidentabilidad

El procedimiento que se propone seguir en la caracterización de la accidentalidad con fines de análisis de seguridad vial, se fundamenta en el desarrollo de los siguientes aspectos:

- Ramificación de la red de carreteras
- Período de análisis
- Recopilación de la información primaria y procesamiento
- Caracterización a partir de índices de accidentalidad
- Interpretación de los resultados.

5.1.2 Causas de la accidentabilidad

Un aspecto de vital importancia en el contexto de la investigación es establecer las causas de la accidentalidad, para determinar el peso de los elementos

componentes del sistema de seguridad vial, y accionar sobre ellas con el propósito de eliminar o disminuir sus efectos en la accidentalidad.

En la presente investigación para analizar las causas de la accidentalidad se ha decidido descomponer en tres partes fundamentales el análisis de las causas de la accidentalidad.

Primer análisis. En la propuesta de análisis a los problemas evidentes, contempla 13 aspectos los que para el caso de estudio se reagrupan en ocho. Los mismos no aparecen por orden de prioridad, ya que estos problemas interaccionan y se interfieren unos con otros.

- Velocidades demasiado elevadas
- Consumo de alcohol y de estupefacientes
- Seguridad vial insuficiente
- Defectos de trazado en las vías y en la concepción de los automóviles
- Dispositivos de seguridad insuficientemente utilizados
- Visibilidad del usuario insuficiente
- Desproporcionada presencia de ciclos, vehículos de tracción animal y de otro tipo
- Indisciplina vial por parte de los usuarios

Segundo análisis. Los problemas clasificados en la segunda aproximación no son muy evidentes, pero requieren análisis más detallado. En este segundo análisis, se contempla seis aspectos, los que se reagrupan en cuatro para la presente investigación.

- Las exigencias asociadas a las licencias y reglas de circulación no son suficientemente eficaz

- Los controles de vías no toman suficientemente en cuenta los criterios de seguridad vial
- Los controles de vehículos no consideran suficientemente los criterios de seguridad vial
- La educación vial de los ciudadanos es pobre e insuficiente.

Tercer análisis. En la tercera aproximación se incluyen los problemas ocultos, es decir aquellos que no se visualizan en las estadísticas sobre accidentes o lesiones. Estos problemas son relacionados con la organización y el rol de las políticas de seguridad vial tales como la centralización y el reparto de las responsabilidades, los procesos de decisión y la coordinación. Pueden también vincularse a la gestión de los procesos de seguridad vial y asimismo estar asociados a la sensibilización, a los valores y al conocimiento de las medidas de seguridad tal y como se representan los ciudadanos de una sociedad: decidores, políticos y actores de la seguridad vial como usuarios de la vía.

Los problemas más importantes del tercer análisis de la inseguridad vial, se contemplan en tres aspectos y para el presente estudio se reagrupan en dos.

- La conciencia de la gravedad de la inseguridad vial y el valor acordado a las acciones de seguridad por los decidores y los usuarios de la carretera son insuficientes
- El proceso actual de gestión de las acciones de seguridad vial es lento
- Estudio de accidentes
- El análisis dio como resultado la siguiente información:

5.2 ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD

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

Tabla 70: Accidentalidad desde el año 2014 - 2018

Consecuencia	Accidente por año				
	2014	2015	2016	2017	2018
ACC D/M	16	12	20	11	14
ACC /V	5	8	5	2	2
Lesionados	13	10	4	8	2
Muertos	2	3	4	1	1
Total	31	25	28	20	17

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

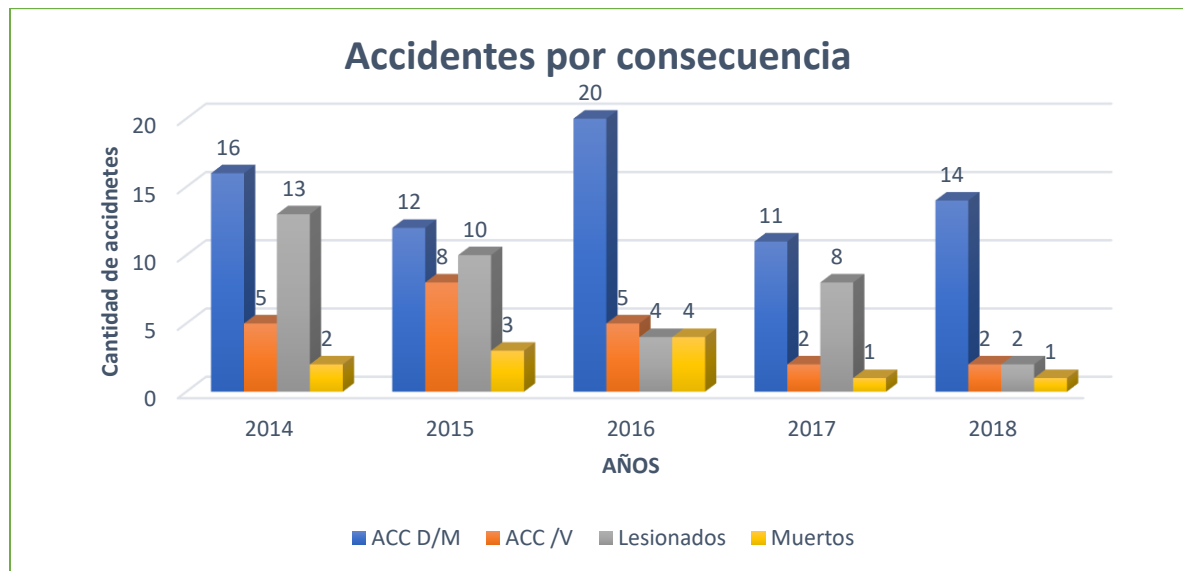
Las abreviaturas que se trabajara en este capítulo son:

ACC D/M: Accidentes con Daños Materiales

ACC /V: Accidentes con Víctimas

A como se detalla en la tabla anterior (Tabla 70 Accidentalidad desde el año 2014 – 2018) se puede mostrar que el año con más accidentes es el 2014, consecutivamente el 2016, después el 2015 y los menos relevantes en presencia de accidentes en el tramo son los 2017 y 2018.

Gráfico 5: Accidentes por consecuencia 2014 – 2018



Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

En el año 2014 la cantidad de accidente en el tramo de la carretera Salida Juigalpa – Comarca Apompuá fueron: 16 ACC D/M, 5 ACC/V, 13 Lesionados y 2 muertos.

En el año 2015 la cantidad de accidente en el tramo de la carretera Salida Juigalpa – Comarca Apompuá fueron: 12 ACC D/M, 8 ACC/V, 10 Lesionados y 3 muertos.

En el año 2016 la cantidad de accidente en el tramo de la carretera Salida Juigalpa – Comarca Apompuá fueron: 20 ACC D/M, 5 ACC/V, 4 Lesionados y 4 muertos.

En el año 2017 la cantidad de accidente en el tramo de la carretera Salida Juigalpa – Comarca Apompuá fueron: 11 ACC D/M, 2 ACC/V, 8 Lesionados y 1 muertos.

En el año 2018 la cantidad de accidente en el tramo de la carretera Salida Juigalpa – Comarca Apompuá fueron: 14 ACC D/M, 2 ACC/V, 2 Lesionados y 1 muertos.

La invasión de carril, no guardar la distancia, desatender señales de tráfico y falta de precaución han sido las principales causas de accidentes en los 5 años de análisis.

Del año 2014 hasta el año 2018 hubo una reducción en la cantidad de accidentes de tránsito y lesionados, ha sido consecuencia del aumento de la presencia de la Policía Nacional, pero en referencia a los muertos en año 2016 fue la numeración más alta. Reflejando que hubo alguna falla en la presencia policiaca y educación vial. Aunque la Policía Nacional siga regulando el tráfico, los accidentes siguen siendo catastróficos en ese tramo.

A partir de lo anterior nace la duda respecto a los tipos de accidentes que acontecen en el tramo de estudio y la falta de determinación in situ de la posible combinación de causas en un mismo accidente.

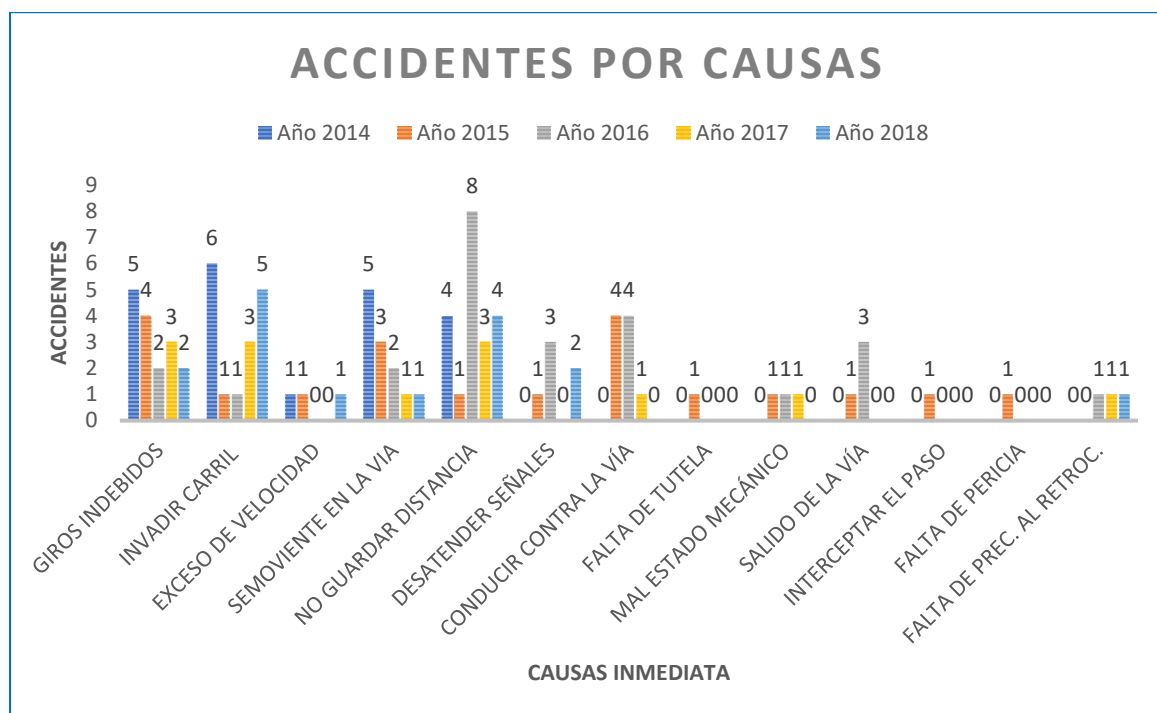
En la siguiente tabla y gráfica se detallan las causas de forma cuantitativa de los accidentes de tránsito en los años 2012 - 2018 del tramo en estudio:

Tabla 71: Accidente por causa 2014 - 2018

CAUSA INMEDIATA	AÑOS					Total, por las causas
	2014	2015	2016	2017	2018	
GIROS INDEBIDOS	5	4	2	3	2	16
INVADIR CARRIL	6	1	1	3	5	16
EXCESO DE VELOCIDAD	1	1	0	0	1	3
SEMOVIENTE EN LA VIA	5	3	2	1	1	12
NO GUARDAR DISTANCIA	4	1	8	3	4	20
DESATENDER SEÑALES	0	1	3	0	2	6
CONducir CONTRA LA VÍA	0	4	4	1	0	9
FALTA DE TUTELA	0	1	0	0	0	1
MAL ESTADO MECÁNICO	0	1	1	1	0	3
SALIDO DE LA VÍA	0	1	3	0	0	4
INTERCEPTAR EL PASO	0	1	0	0	0	1
FALTA DE PERICIA	0	1	0	0	0	1
FALTA DE PREC. AL RETROC.	0	0	1	1	1	3
TOTAL	21	20	25	13	16	95

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

Gráfico 6: Accidente por causa 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

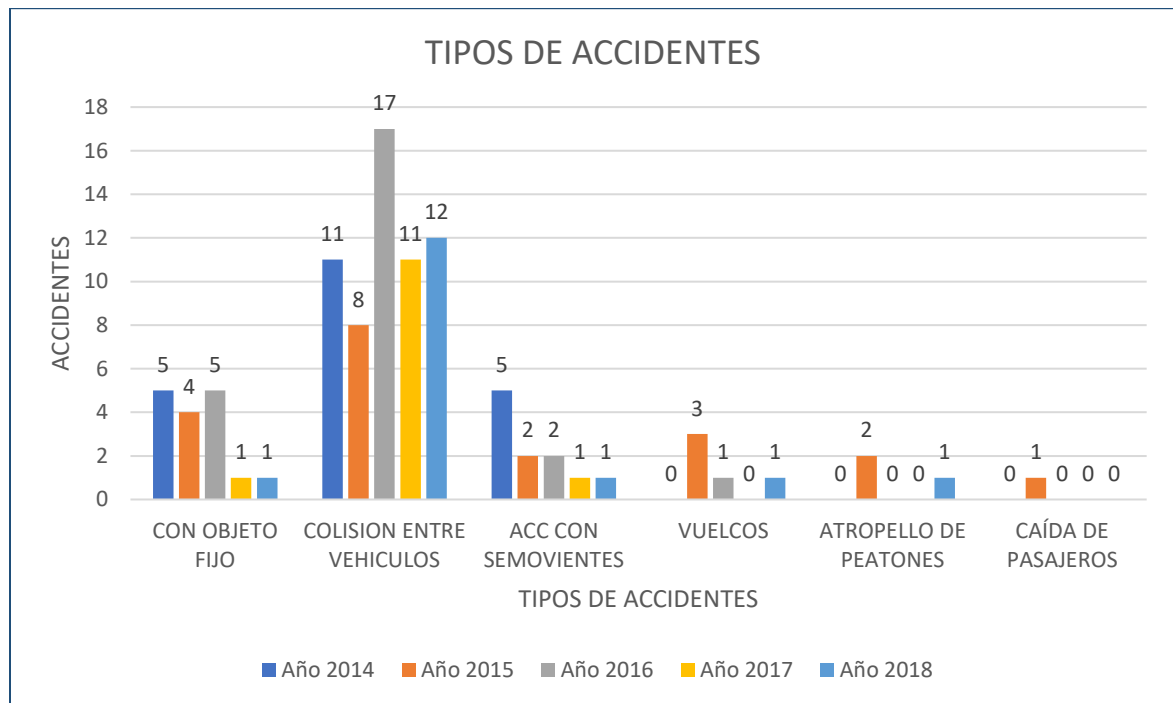
Las estadísticas de los accidentes por causa reflejan patrones muy interesantes como son los de causas más comunes tales como: giros indebidos, invasión de carril semoviente en la vía y no guardar la distancia.

Tabla 72: Tipos de accidentes 2014 – 2018

TIPOS DE ACCIDENTES	AÑOS					Total, por las causas
	2014	2015	2016	2017	2018	
CON OBJETO FIJO	5	4	5	1	1	16
COLISION ENTRE VEHICULOS	11	8	17	11	12	59
ACC CON SEMOVIENTES	5	2	2	1	1	11
VUELCOS	0	3	1	0	1	5
ATROPELLO DE PEATONES	0	2	0	0	1	3
CAÍDA DE PASAJEROS	0	1	0	0	0	1
TOTAL	21	20	25	13	16	95

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

Gráfico 7: Tipos de accidentes 2014 - 2018



Fuentes: Elaboración propia (Octubre 2019)

Las estadísticas de los tipos de accidentes reflejan el alto aumento en “colisión entre vehículos” de tal manera que estos resultados por la causa de invadir carril y giros indebidos.

5.2.1 Periodicidad de los accidentes

La periodicidad de los accidentes se puede ver enmarcada en tres etapas:

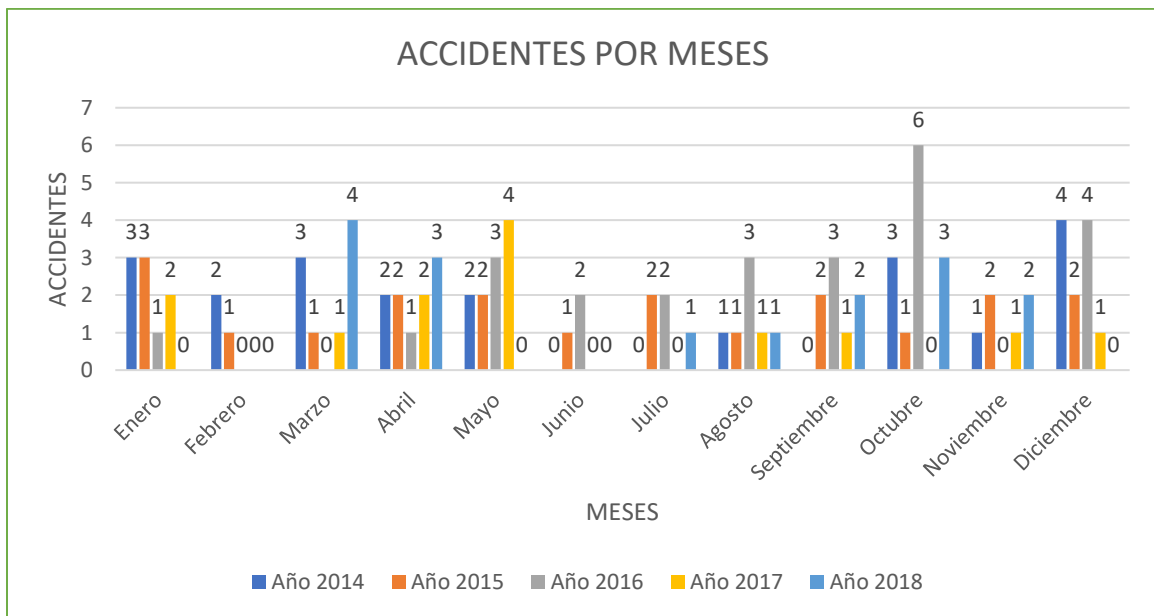
1. En cada año por los meses que ocurren mayor cantidad de accidentes de tráfico.

Tabla 73: Accidentes por meses 2014 – 2018

AÑOS MESES	2014	2015	2016	2017	2018	Total, por cada mes
Enero	3	3	1	2	0	9
Febrero	2	1	0	0	0	3
Marzo	3	1	0	1	4	9
Abril	2	2	1	2	3	10
Mayo	2	2	3	4	0	11
Junio	0	1	2	0	0	3
Julio	0	2	2	0	1	5
Agosto	1	1	3	1	1	7
Septiembre	0	2	3	1	2	8
Octubre	3	1	6	0	3	13
Noviembre	1	2	0	1	2	6
Diciembre	4	2	4	1	0	11
TOTAL	21	20	25	13	16	95

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

Gráfico 8: Accidentes por meses 2014 – 2018



Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

La época en que más accidentes ocurrieron fue en los meses de transición de invierno a verano, haciendo una sumatoria por cada seis meses del año, del total, por cada mes (ver tabla 73 Accidentes por meses 2014 - 2018 página 118). Reflejando que los meses con más accidente llegan ser desde Julio hasta diciembre con un dato estimado de 50 accidentes a diferencia de enero a junio con 45 accidente y siendo octubre el mes con mayor cantidad de accidentes en el período de los 5 años.

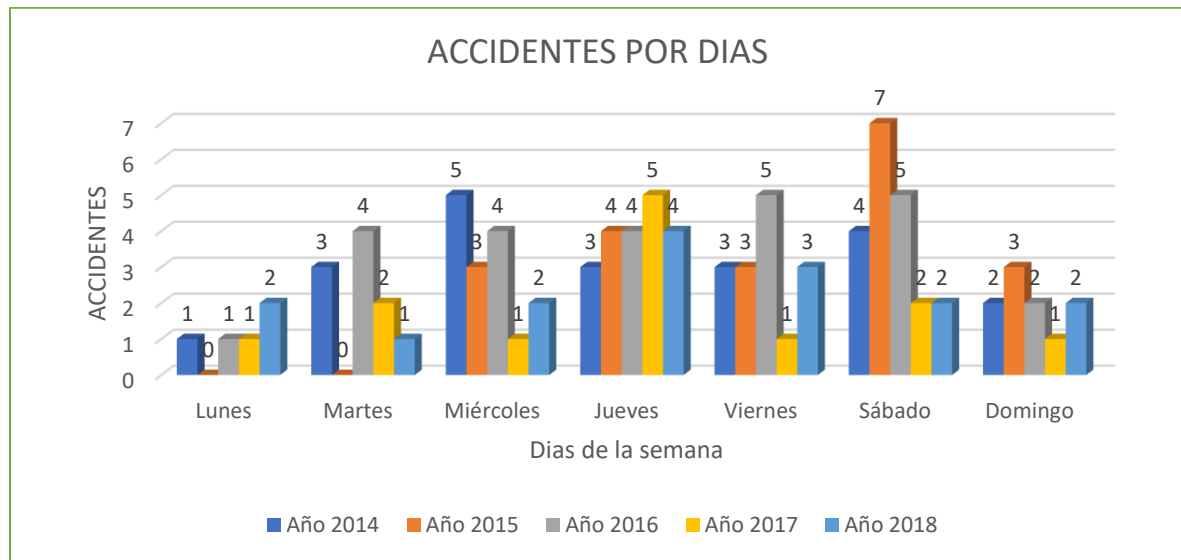
2. En la semana por el día que ocurren con mayor frecuencia accidentes de tráfico.

Tabla 74: Accidente por días de la semana 2014 – 2018

Días de la semana	AÑOS					Total, por días
	2014	2015	2016	2017	2018	
Lunes	1	0	1	1	2	5
Martes	3	0	4	2	1	10
Miércoles	5	3	4	1	2	15
Jueves	3	4	4	5	4	20
Viernes	3	3	5	1	3	15
Sábado	4	7	5	2	2	20
Domingo	2	3	2	1	2	10
TOTAL	21	20	25	13	16	95

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

Gráfico 9: Accidentes por los días de la semana



Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

Los días de la semana con mayor concentración de accidentes en el tramo en estudio fueron dos, el jueves y el sábado por ser fin de semana y salida del trabajo. Los días que le siguen son miércoles y viernes, cuando los usuarios llevan continuamente su día laboral.

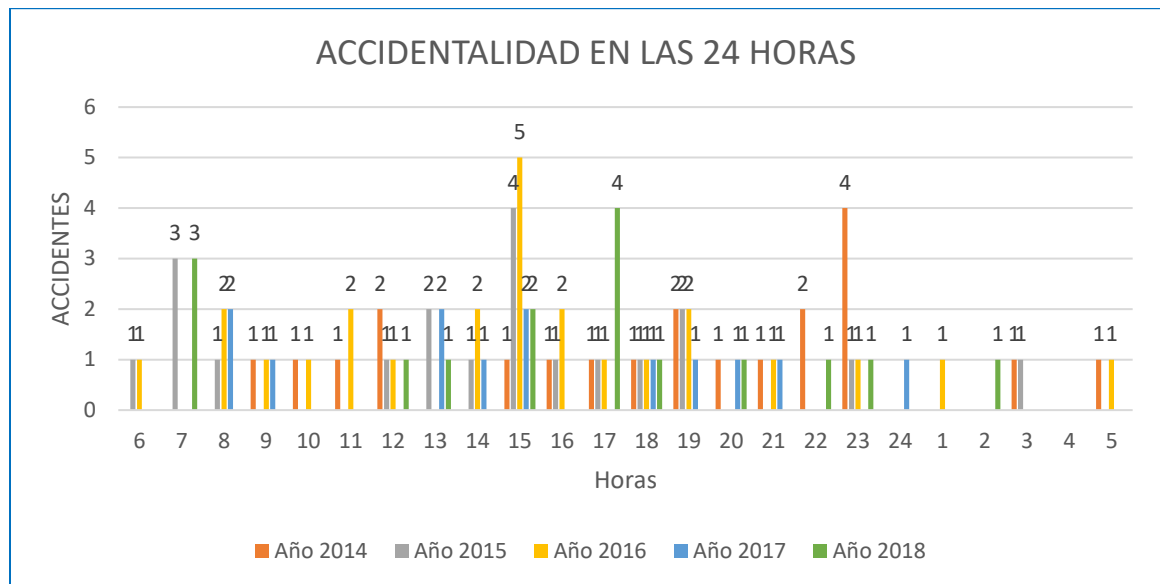
3. Las horas del día en que fueron más recurrentes

Tabla 75: Accidentalidad en las 24 horas de 2014 - 2018

	Horas	AÑOS					Total, por horas
		Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018	
	6		1	1			2
	7		3			3	6
	8		1	2	2		5
	9	1		1	1		3
	10	1		1			2
	11	1		2			3
	12	2	1	1		1	5
	13		2		2	1	5
	14		1	2	1		4
	15	1	4	5	2	2	14
	16	1	1	2			4
	17	1	1	1		4	7
	18	1	1	1	1	1	5
	19	2	2	2	1		7
	20	1			1	1	3
	21	1		1	1		3
	22	2				1	3
	23	4	1	1		1	7
	24				1		1
	1			1			1
	2					1	1
	3	1	1				2
	4						0
	5	1		1			2
	Total	21	20	25	13	16	95

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

Gráfico 10: Accidentalidad en las 24 horas en 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

La hora del día donde ocurren más frecuencias de accidentes de tráfico es por la tarde, durante el trayecto de las 15:00 Pm a las 16:00 Pm y de las 17:00 Pm a las 18:00 Pm. Esto ocurre debido a que es la hora donde la mayoría de los transeúntes terminan de almorzar y continúan su destino partiendo de la salida de Juigalpa rumbo a otros municipios o departamentos. Las horas de más recurrencia de accidentes de tránsito en la noche son dos, de 23:00 Pm – 24:00 Pm, esta hora es muy transitoria por los vehículos pesados que se dirigen a otros departamentos, municipios o incluso países. Por lo general los accidente que ocurren a esa hora puede ser motorizados, vehículos livianos y siempre complementan un vehículo pesado de carga.

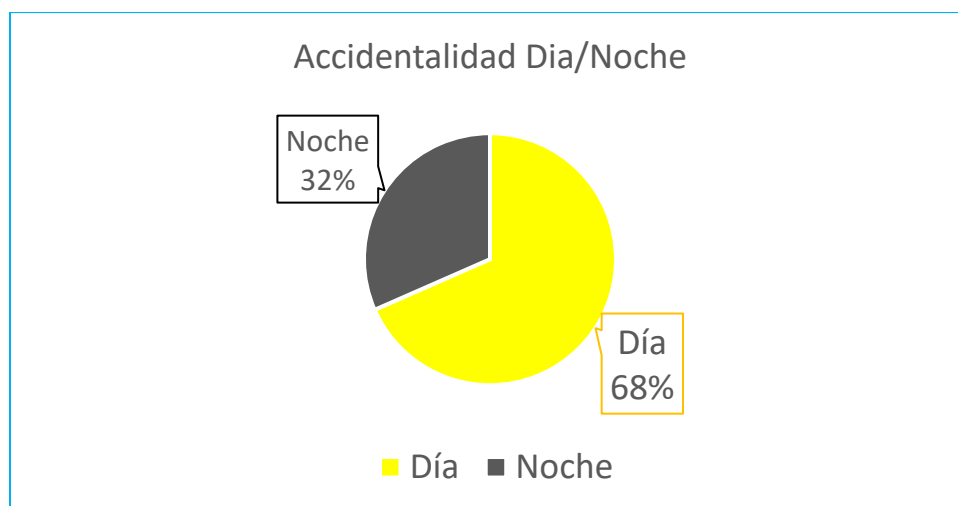
Tabla 76: Accidentalidad Día / Noche 2014 - 2018

TIEMPO	ACCIDENTES
Día	65
Noche	30
Total	95

Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

La mayor ocurrencia de accidentes con respecto al tiempo según los datos estadísticos muestra que hay mayor número de accidentes de día que en la noche siendo el doble. En esto hay que contar que es mayor el tráfico de día.

Gráfico 11: Accidentalidad Día / Noche 2014 - 2018



Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

El análisis de la accidentalidad de día/noche reflejó que durante los años 2014 – 2018 el 68% de los accidentes ocurriendo en el día, la situación para cada año en su temporalidad se describe a continuación.

5.2.2 Accidentes de Dia y Noche 2014 - 2018

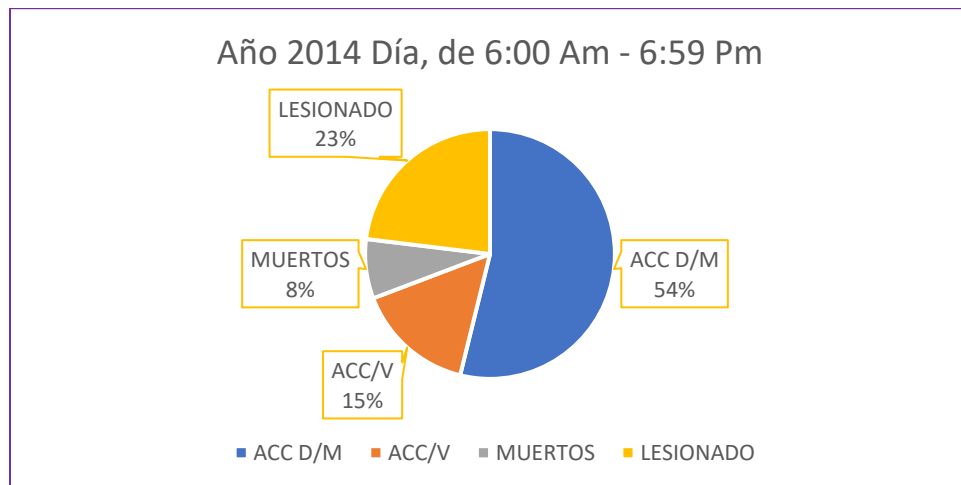
Las estadísticas de temporalidad de accidentes día y noche son las siguiente:

Tabla 77: Accidentes de día en el año 2014

ACCIDENTES DE DIA EN EL AÑO 2014 DE 6:00 Am - 6:59 Pm				
ACC D/M	ACC/V	MUERTOS	LESIONADO	TOTAL
7	2	1	3	13

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

Gráfico 12: Accidentes de día en el año 2014



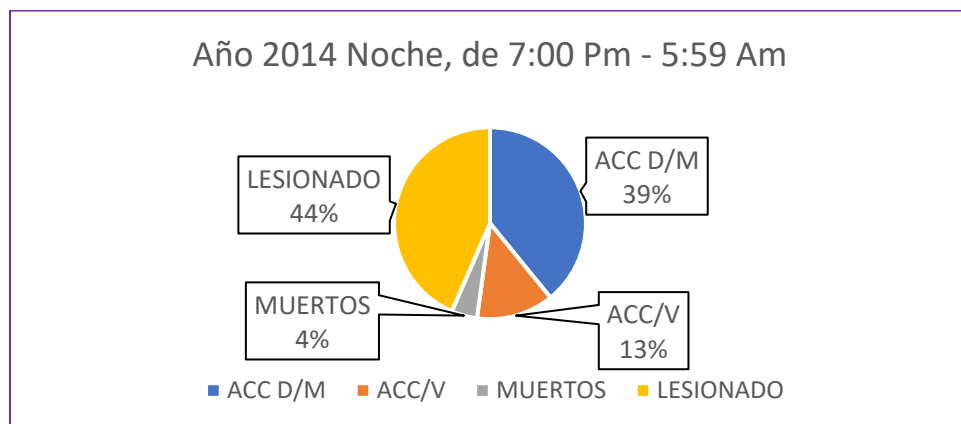
Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

Tabla 78: Accidentes de noche en el año 2014

ACCIDENTES DE NOCHE EN EL AÑO 2014 DE 7:00 Pm - 5:59 Am				
ACC D/M	ACC/V	MUERTOS	LESIONADO	TOTAL
9	3	1	10	23

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

Gráfico 13: Accidentes de noche en el año 2014



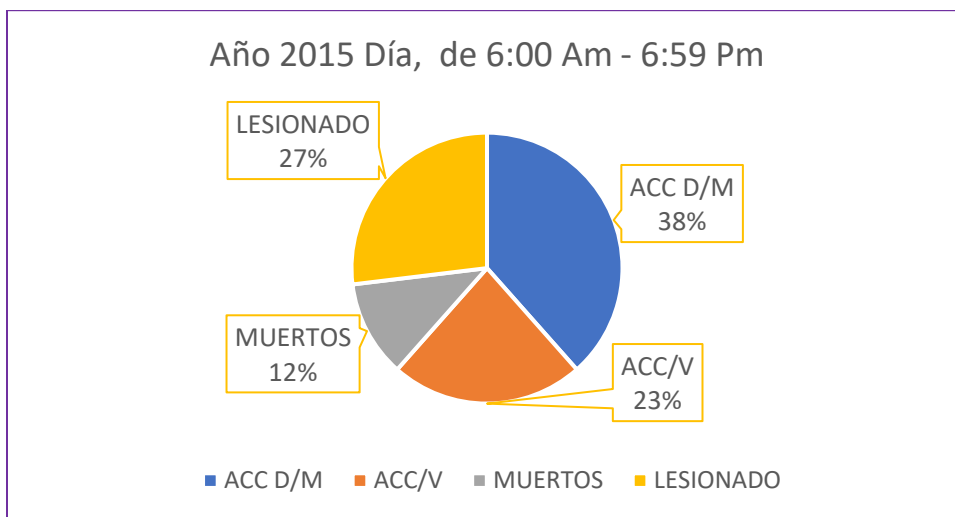
Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

Tabla 79: Accidentes de día en el año 2015

ACCIDENTES DE DIA EN EL AÑO 2015 DE 6:00 Am - 6:59 Pm				
ACC D/M	ACC/V	MUERTOS	LESIONADO	TOTAL
10	6	3	7	26

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

Gráfico 14: Accidentes de día en el año 2015



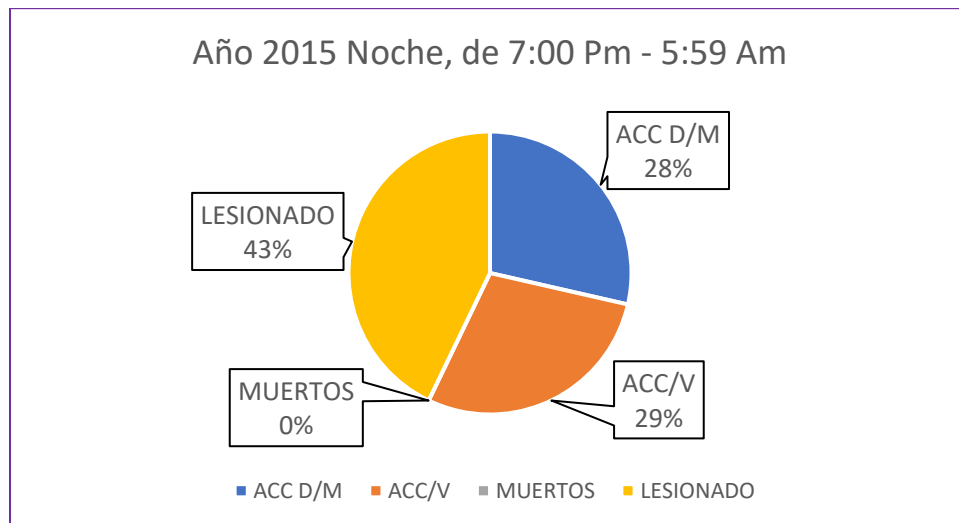
Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

Tabla 80: Accidentes de noche en el año 2015

ACCIDENTES DE NOCHE EN EL AÑO 2015 DE 7:00 Pm - 5:59 Am				
ACC D/M	ACC/V	MUERTOS	LESIONADO	TOTAL
2	2	0	3	7

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

Gráfico 15: Accidentes de noche en el año 2015



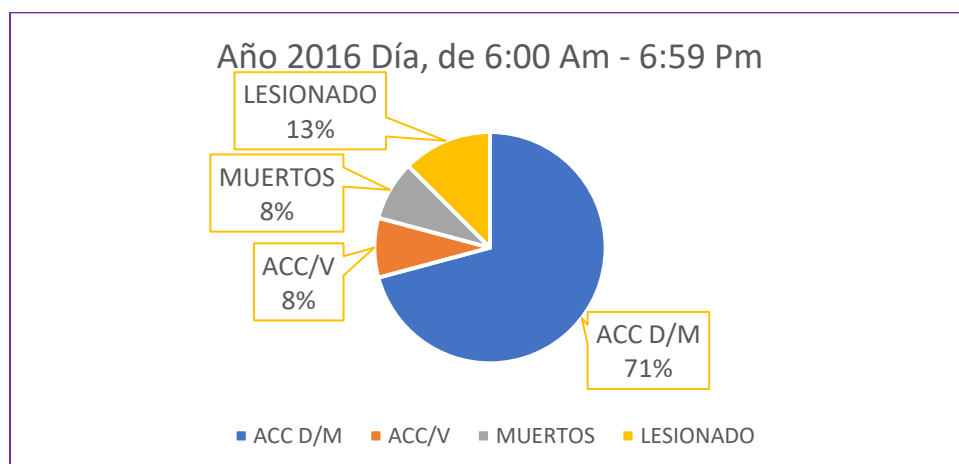
Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

Tabla 81: Accidentes de día en el año 2016

ACCIDENTES DE DIA EN EL AÑO 2016 DE 6:00 Am - 6:59 Pm				
ACC D/M	ACC/V	MUERTOS	LESIONADO	TOTAL
17	2	2	3	24

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

Gráfico 16: Accidentes de día en el año 2016



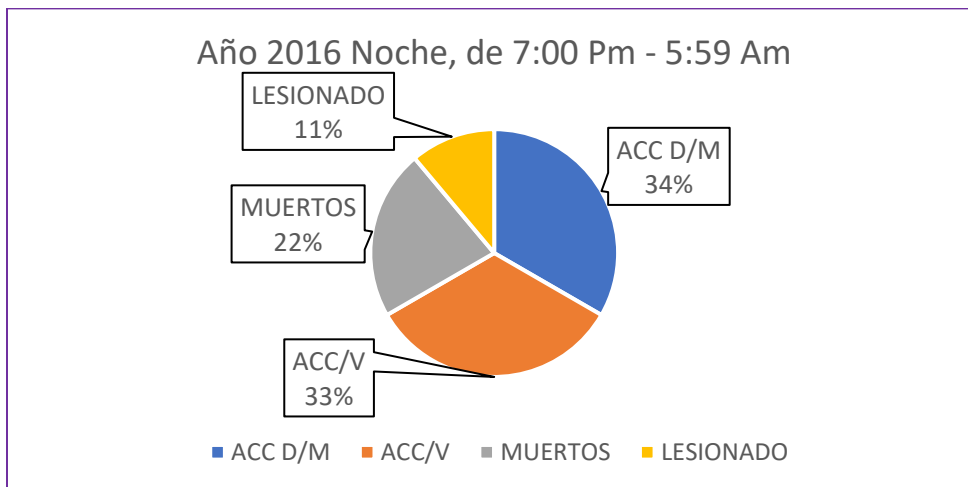
Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

Tabla 82: Accidentes de noche en el año 2016

ACCIDENTES DE NOCHE EN EL AÑO 2016 DE 7:00 Pm - 5:59 Am				
ACC D/M	ACC/V	MUERTOS	LESIONADO	TOTAL
3	3	2	1	9

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

Gráfico 17: Accidentes de noche en el año 2016



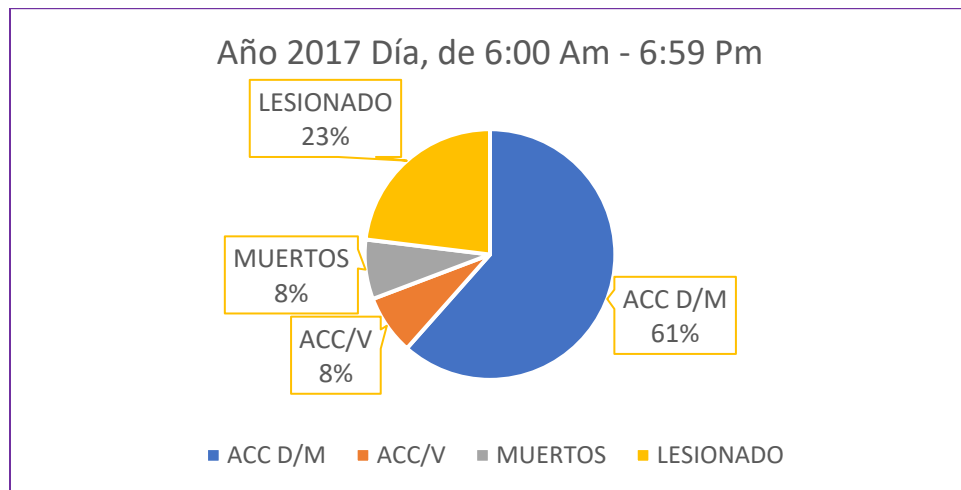
Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

Tabla 83: Accidentes de día en el año 2017

ACCIDENTES DE DIA EN EL AÑO 2017 DE 6:00 Am - 6:59 Pm				
ACC D/M	ACC/V	MUERTOS	LESIONADO	TOTAL
8	1	1	3	13

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

Gráfico 18: Accidentes de día en el año 2017



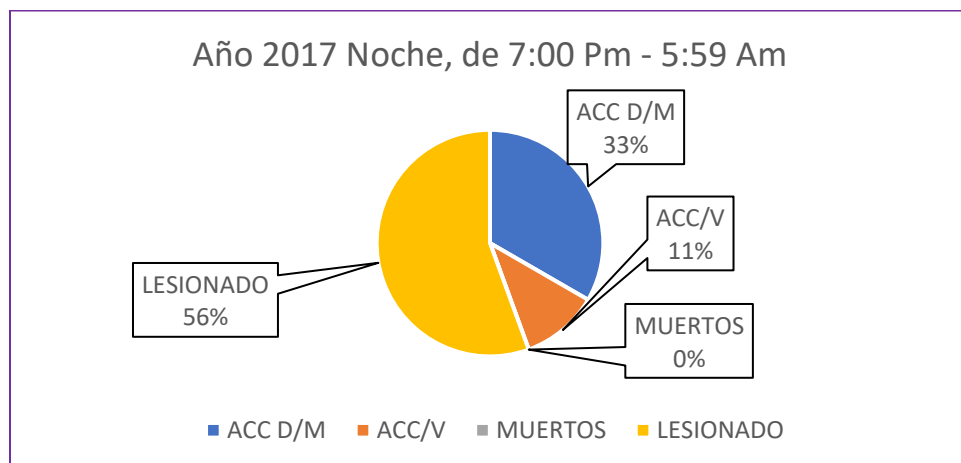
Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

Tabla 84: Accidentes de noche en el año 2017

ACCIDENTES DE NOCHE EN EL AÑO 2017 DE 7:00 Pm - 5:59 Am				
ACC D/M	ACC/V	MUERTOS	LESIONADO	TOTAL
3	1	0	5	9

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

Gráfico 19: Accidentes de noche en el año 2017



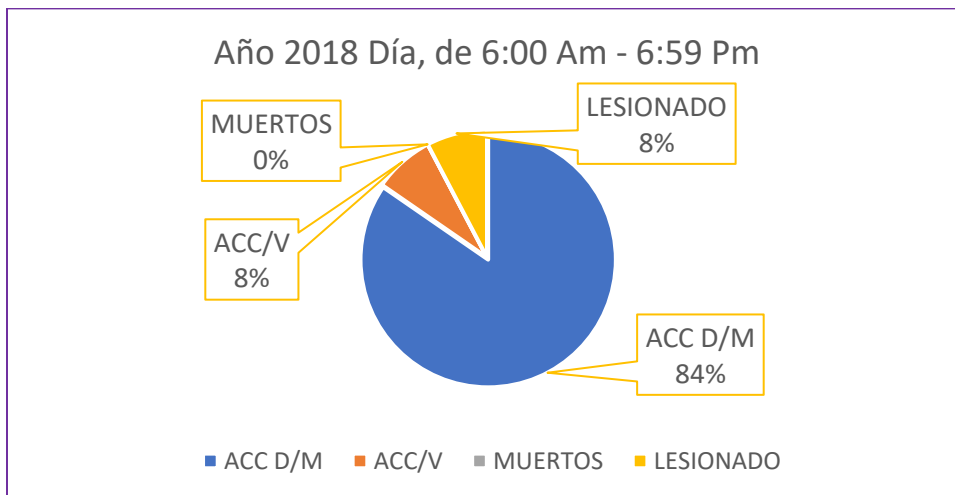
Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

Tabla 85: Accidentes de día en el año 2018

ACCIDENTES DE DIA EN EL AÑO 2018 DE 6:00 Am - 6:59 pm				
ACC D/M	ACC/V	MUERTOS	LESIONADO	TOTAL
11	1	0	1	13

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

Gráfico 20: Accidentes de día en el año 2018



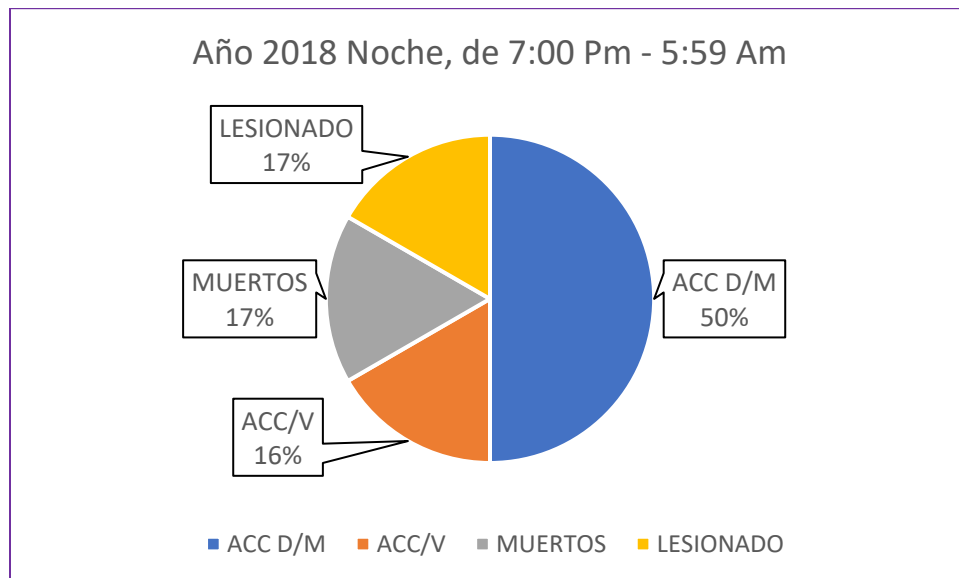
Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

Tabla 86: Accidentes de noche en el año 2018

ACCIDENTES DE NOCHE EN EL AÑO 2018 DE 7:00 Pm - 5:59 Am				
ACC D/M	ACC/V	MUERTOS	LESIONADO	TOTAL
3	1	1	1	6

Fuente: Datos estadísticos de accidentes de Tránsito de la Policía de Nicaragua.

Gráfico 21: Accidentes de noche en el año 2018



Fuente: Elaboración propia (Octubre 2019)

5.2.3 Proyección de la población

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC); la población de Juigalpa del 2003 es de 51,838 habitantes (ver Tabla 2 Distribución poblacional del departamento de Chontales, página 8). Se necesitará establecer una proyección de crecimiento poblacional a lo largo de los años establecido (2014 – 2018).

El Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) establece solamente datos históricos del año 2003 y 1995, para tal caso se utilizará la ecuación del factor del crecimiento poblacional con los siguientes datos estadístico de población.

Tabla 87: Estadística de censo en Juigalpa

Año	Población (hab)
1995	45,807
2003	51,838

Fuente: Datos censuales recopilados por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)

Método geométrico

En este Método de Estimación de Poblaciones Futuras, se supone que la población crece a la misma tasa que para el último período censal, pero considerando que el crecimiento obedece a la siguiente expresión:

$$Pob_{Año\ n} = Pob_{Año\ 1} * (1 + r)^{Año\ n - Año\ 1} \quad \text{Ecuación N° 10}$$

Donde:

$Pob_{Año\ n}$ = Población futura a proyectar

$Pob_{Año\ 1}$ = Población de ultimo censo registrado

r = Tasa de crecimiento

$$r = \left(\frac{Pob_{2003}}{Pob_{1995}} \right)^{\frac{1}{8}} - 1 = \left(\frac{51,838\ hab}{45,809\ hab} \right)^{\frac{1}{8}} - 1 = 0.0156$$

Se calculará para el primer año del que queremos obtener la población.

$$Pob_{Año\ 2014} = 51,838\ hab * (1 + 0.0156)^{(2014-2003)}$$

$$Pob_{Año\ 2014} = 61,461\ habitantes$$

Y suponiendo que se mantendrá esta tasa de crecimiento, la población para el año 2015, 2016, 2017 y 2018 será:

Tabla 88: Proyección de la población

Años	Población (hab)
2014	61,461
2015	62,420
2016	63,393
2017	64,382
2018	65,387

Fuente: Elaboración propia (Diciembre 2019)

5.2.4 Magnitud del problema

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

Para hacer estas relaciones, los indicadores más comunes son los siguientes:

5.2.4.1 Índice con respecto a la Población (P)

Los índices son el de accidentalidad (número de accidente), el de morbilidad (número de heridos) y el de mortalidad (número de muertos), con respecto al número de habitantes de que se trate expresado por cada 100,000 habitantes.

En nuestro caso se tomó en cuenta la población más cercana al punto en estudio, que serían la población del municipio de Juigalpa, ya que es el sector de la población que se verá directamente afectada.

El cálculo se realiza mediante la siguiente expresión:

➤ Índice respecto a la población

Índice de Accidentalidad

$$I A/P = \frac{\text{número de accidentes en el año}}{\text{numero de habitantes}} * 100,000 \quad \text{Ecuación N° 11}$$

Índice de Morbilidad

$$IMORB/P = \frac{\text{número de heridos en el año}}{\text{numero de habitantes}} * 100,000 \quad \text{Ecuación N° 12}$$

Índice de Mortalidad

$$I MORT/P = \frac{\text{número de muertos en el año} * 100,000}{\text{numero de habitantes}} * 100,000 \quad \text{Ecuación N° 13}$$

Procedimiento de cálculo del índice respecto a la población

- **Índice de Accidentalidad (P)**

$$I A/P (2014) = \frac{31 \text{ Acc/año}}{61,461 \text{ hab}} * 100,000 = 50.44$$

$$I A/P (2015) = \frac{25 \text{ Acc/año}}{62,420 \text{ hab}} * 100,000 = 40.05$$

$$I A/P (2016) = \frac{28 \text{ Acc/año}}{63,393 \text{ hab}} * 100,000 = 44.17$$

$$I A/P (2017) = \frac{20 \text{ Acc/año}}{64,382 \text{ hab}} * 100,000 = 31.06$$

$$I A/P (2018) = \frac{17 \text{ Acc/año}}{65,387 \text{ hab}} * 100,000 = 26$$

- **Índice de Morbilidad (P)**

$$I MORB/P (2014) = \frac{13 \text{ Lesionado/año}}{61,461 \text{ hab}} * 100,000 = 21.15$$

$$I MORB/P(2015) = \frac{10 \text{ Lesionado/año}}{62,420 \text{ hab}} * 100,000 = 16.02$$

$$I\text{ MORB}/P\text{ (2016)} = \frac{4\text{ Lesionado/año}}{63,393\text{ hab}} * 100,000 = 6.31$$

$$I\text{ MORB}/P\text{ (2017)} = \frac{8\text{ Lesionado/año}}{64,382\text{ hab}} * 100,000 = 12.42$$

$$I\text{ MORB}/P\text{ (2018)} = \frac{2\text{ Lesionado/año}}{65,387\text{ hab}} * 100,000 = 3.06$$

- **Índice de Mortalidad (P)**

$$I\text{ MORT}/P\text{ (2014)} = \frac{2\text{ Muertos/año}}{61,461\text{ hab}} * 100,000 = 3.25$$

$$I\text{ MORT}/P\text{ (2015)} = \frac{3\text{ Muertos/año}}{62,420\text{ hab}} * 100,000 = 4.81$$

$$I\text{ MORT}/P\text{ (2016)} = \frac{4\text{ Muertos/año}}{63,393\text{ hab}} * 100,000 = 6.31$$

$$I\text{ MORT}/P\text{ (2017)} = \frac{1\text{ Muerto/año}}{64,382\text{ hab}} * 100,000 = 1.55$$

$$I\text{ MORT}/P\text{ (2018)} = \frac{1\text{ Muerto/año}}{65,387\text{ hab}} * 100,000 = 1.53$$

Tabla 89: Resultado del cálculo del índice respecto a la población 2014 - 2018

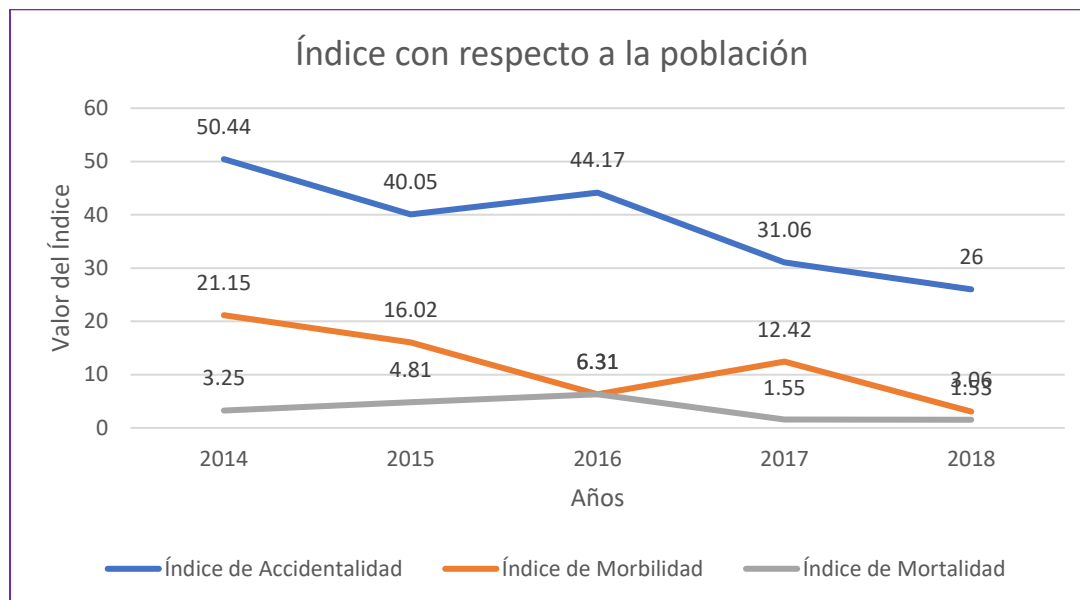
INDICE CON RESPECTO A LA POBLACION (P)					
ÍNDICES	AÑOS				
	2014	2015	2016	2017	2018
Índice de Accidentalidad	50.44	40.05	44.17	31.06	26
Índice de Morbilidad	21.15	16.02	6.31	12.42	3.06
Índice de Mortalidad	3.25	4.81	6.31	1.55	1.53

Fuente: Elaboración propia (Diciembre 2019)

El índice de accidentalidad con respecto a la Población del municipio de Juigalpa en el año 2018 es de 26 que progresivamente ha sido en disminución desde el índice del año 2014 con descenso de 10 aproximadamente. El índice de 26

significa que por cada 100,000 personas hubo 26 accidentes ocurridos en ese tramo. Según el índice de morbilidad hubieron 3.06 lesionado por cada 100,000 habitantes y 2 personas fallecidas en el 2018, por cada 100,000 habitantes, en el tramo del km 142 – km 151 carretera NIC – 07.

Gráfico 22: Índice respecto a la población 2014 – 2018



Fuente: Elaboración propia (Diciembre 2019)

5.2.4.2 Índice respecto al Parque Vehicular (V)

Los índices son el de accidentalidad (número de accidente), el de morbilidad (número de heridos) y el de mortalidad (número de muertos), pero con respecto al número de vehículos registrados en el año respectivo, por cada 10,000 vehículos.

Para el cálculo de estos índices, se consideró el Total del Parque Vehicular Nacional, ya que la carretera en estudio es de suma importancia para el tránsito Interdepartamental, interregional e internacional. Según la información de Tránsito Nacional, hay registrados para el año 2016 un parque vehicular de 800,000 vehículos, por lo tanto, se proyectó el crecimiento del parque vehicular para los años 2017 y 2018. Debido a que la Policía Nacional no cuenta con información.

El cálculo se realiza mediante la siguiente expresión:

➤ **Índice respecto al parque vehicular (V)**

Índice de Accidentalidad

$$I A/V = \frac{\text{número de accidentes en el año}}{\text{número de vehículos registrado}} * 10,000 \quad \text{Ecuación N° 14}$$

Índice de Morbilidad

$$I \text{MORB}/V = \frac{\text{número de heridos en el año}}{\text{número de vehículos registrado}} * 10,000 \quad \text{Ecuación N° 15}$$

Índice de Mortalidad

$$I \text{MORT}/V = \frac{\text{número de muertos en el año}}{\text{número de vehículos registrado}} * 10,000 \quad \text{Ecuación N° 16}$$

Procedimiento de cálculo del índice respecto al parque vehicular

- **Índice de Accidentalidad (V)**

$$I A/V (2014) = \frac{31 \text{ Acc/año}}{609,821 \text{ vehículos}} * 10,000 = 0.51$$

$$I A/V (2015) = \frac{25 \text{ Acc/año}}{700,000 \text{ vehículos}} * 10,000 = 0.36$$

$$I A/V (2016) = \frac{28 \text{ Acc/año}}{800,000 \text{ vehículos}} * 10,000 = 0.35$$

$$I A/V (2017) = \frac{20 \text{ Acc/año}}{914,240 \text{ vehículos}} * 10,000 = 0.22$$

$$I A/V (2018) = \frac{17 \text{ Acc/año}}{1,044,793 \text{ vehículos}} * 10,000 = 0.16$$

- **Índice de Morbilidad (V)**

$$I MORB/V (2014) = \frac{13 \text{ Lesionado/año}}{609,821 \text{ vehículos}} * 10,000 = 0.21$$

$$I MORB/V (2015) = \frac{10 \text{ Lesionado/año}}{700,000 \text{ vehículos}} * 10,000 = 0.14$$

$$I MORB/V (2016) = \frac{4 \text{ Lesionado/año}}{800,000 \text{ vehículos}} * 10,000 = 0.05$$

$$I MORB/V (2017) = \frac{8 \text{ Lesionado/año}}{914,240 \text{ vehículos}} * 10,000 = 0.09$$

$$I MORB/V (2018) = \frac{2 \text{ Lesionado/año}}{1,044,793 \text{ vehículos}} * 10,000 = 0.02$$

- **Índice de Mortalidad (V)**

$$I MORT/V (2014) = \frac{2 \text{ Muertos/año}}{609,821 \text{ vehículos}} * 10,000 = 0.03$$

$$I MORT/V (2015) = \frac{3 \text{ Muertos/año}}{700,000 \text{ vehículos}} * 10,000 = 0.04$$

$$I MORT/V (2016) = \frac{4 \text{ Muertos/año}}{800,000 \text{ vehículos}} * 10,000 = 0.05$$

$$I MORT/V (2017) = \frac{1 \text{ Muerto/año}}{914,240 \text{ vehículos}} * 10,000 = 0.01$$

$$I MORT/V (2018) = \frac{1 \text{ Muerto/año}}{1,044,793 \text{ vehículos}} * 10,000 = 0.01$$

Tabla 90: Resultado del cálculo del índice respecto a la población 2014 - 2018

ÍNDICE CON RESPECTO AL PARQUE VEHICULAR (V)					
ÍNDICES	AÑOS				
	2014	2015	2016	2017	2018
Índice de Accidentalidad	0.51	0.36	0.35	0.22	0.16
Índice de Morbilidad	0.21	0.14	0.05	0.09	0.02
Índice de Mortalidad	0.03	0.04	0.05	0.01	0.01

Fuente: Elaboración propia (Diciembre 2019)

Los índices con respecto al parque vehicular Nacional durante el 2018 fueron de:

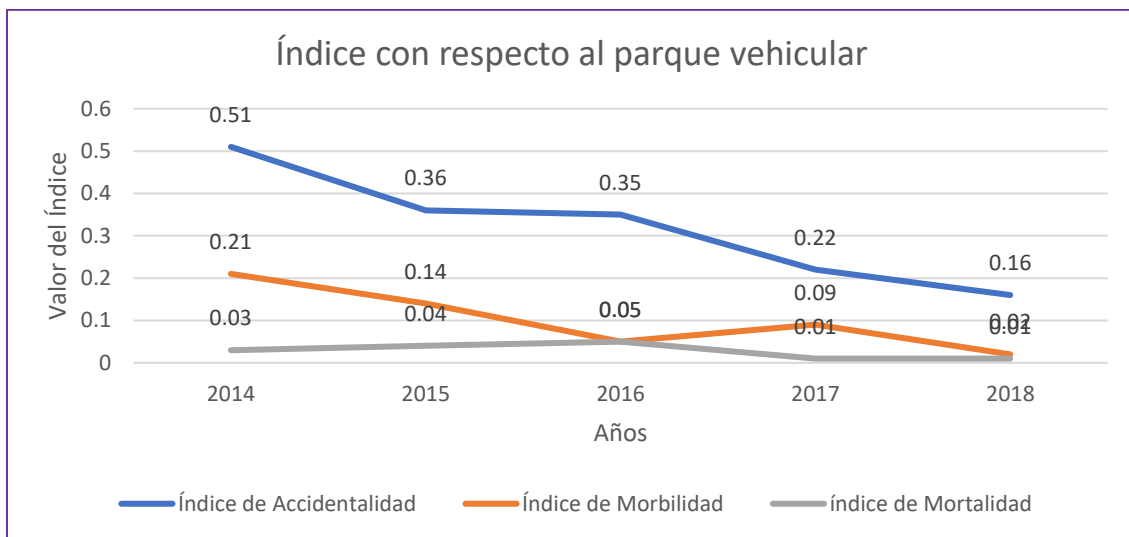
0.16 accidentes ocurridos por cada 10,000 vehículos

0.02 heridos por cada 10,000 vehículos y

0.01 muertos por cada 10,000 vehículos

En el año 2018 el índice descendió con respecto al 2014 en un 31%.

Gráfico 23: Índice respecto al parque vehicular 2014 – 2018



Fuente: Elaboración propia (Diciembre 2019)

5.2.4.3 Índice respecto a la Longitud (L)

Al igual que en el caso anterior, los índices son el de accidentalidad (número de accidente), el de morbilidad (número de heridos) y el de mortalidad (número de muertos), pero con respecto la longitud del tramo en estudio, 9 km, por cada 100 kilómetros.

El cálculo se realiza mediante la siguiente expresión:

➤ Índice respecto a la longitud (L)

Índice de Accidentalidad

$$I A/L = \frac{\text{número de accidentes en el año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} \quad \text{Ecuación N° 17}$$

Índice de Morbilidad

$$IMORB/L = \frac{\text{número de heridos en el año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} \quad \text{Ecuación N° 18}$$

Índice de Mortalidad

$$I MORT/L = \frac{\text{número de muertos en el año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} \quad \text{Ecuación N° 19}$$

Procedimiento de cálculo del índice respecto a la longitud

- Índice de Accidentalidad (L)

$$I A/L (2014) = \frac{31 \text{ Acc/año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} = 344.44$$

$$I A/L (2015) = \frac{25 \text{ Acc/año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} = 277.78$$

$$I A/L (2016) = \frac{28 \text{ Acc/año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} = 311.11$$

$$I A/L (2017) = \frac{20 \text{ Acc/año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} = 222.22$$

$$I A/L (2018) = \frac{17 \text{ Acc/año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} = 188.89$$

- **Índice de Morbilidad (L)**

$$I MORB/L (2014) = \frac{13 \text{ Lesionado/año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} = 144.44$$

$$I MORB/L (2015) = \frac{10 \text{ Lesionado/año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} = 111.11$$

$$I MORB/L (2016) = \frac{4 \text{ Lesionado/año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} = 44.44$$

$$I MORB/L (2017) = \frac{8 \text{ Lesionado/año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} = 88.89$$

$$I MORB/L (2018) = \frac{2 \text{ Lesionado/año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} = 22.22$$

- **Índice de Mortalidad (L)**

$$I MORT/L (2014) = \frac{2 \text{ Muertos/año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} = 22.22$$

$$I MORT/L (2015) = \frac{3 \text{ Muertos/año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} = 33.33$$

$$I MORT/L (2016) = \frac{4 \text{ Muertos/año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} = 44.44$$

$$I MORT/L (2017) = \frac{1 \text{ Muerto/año}}{9 \text{ km}} * 100 \text{ km} = 11.11$$

$$I\text{ MORT}/L\text{ (2018)} = \frac{1\text{ Muerto/año}}{9\text{ km}} * 100\text{ km} = 11.11$$

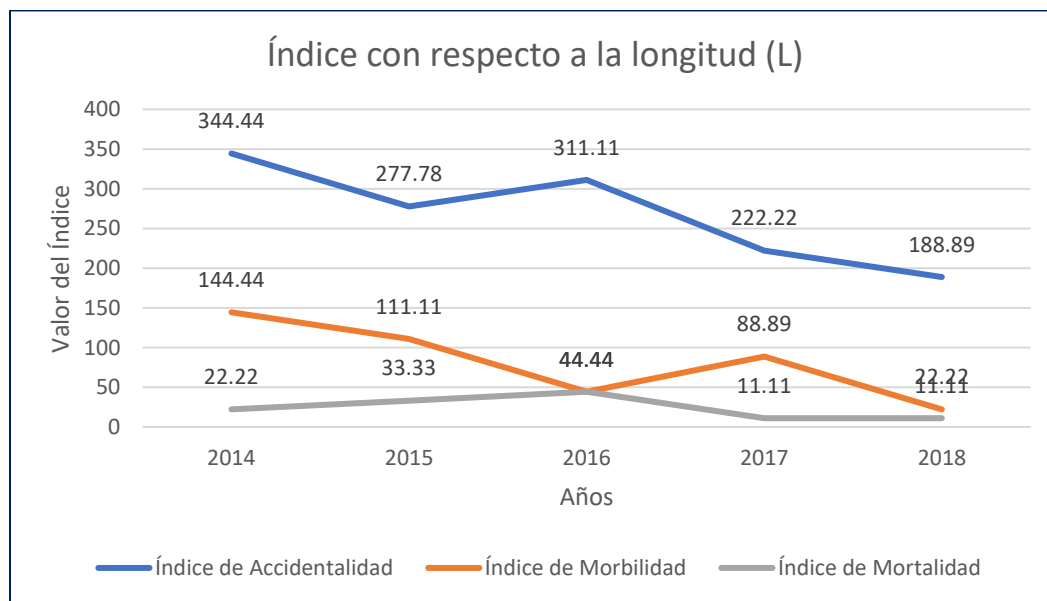
Tabla 91: Resultado del cálculo del índice respecto a la población 2014 - 2018

INDICE CON RESPECTO A LA LONGITUD (L)					
ÍNDICES	AÑOS				
	2014	2015	2016	2017	2018
Índice de Accidentalidad	344.44	277.78	311.11	222.22	188.89
Índice de Morbilidad	144.44	111.11	44.44	88.89	22.22
Índice de Mortalidad	22.22	33.33	44.44	11.11	11.11

Fuente: Elaboración propia (Diciembre 2019)

Los índices con respecto a la longitud o al tramo en estudio ha predominado más en los años 2014 y 2016

Gráfico 24: Índice respecto a la población 2014 – 2018



Fuente: Elaboración propia (Diciembre 2019)

CAPÍTULO VI: PROPUESTAS TÉCNICAS



6.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se abordarán propuestas técnicas que, según los resultados de los estudios posteriormente realizados, deberían ser tomadas en cuenta para mejorar la seguridad vial en el tramo de estudio salida Juigalpa (km 142) – Comarca Apompuá (km 151) carretera NIC – 7. Las presentes consideraciones pretenden satisfacer la necesidad de seguridad y eficiencia con el fin de eliminar los factores del entorno que intervienen en los accidentes.

6.2 BAHÍAS DE BUSES

En la propuesta de señalización, 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 propone la instalación de los elementos correspondientes para bahías de buses, vasados en las dimensiones típicas de las bahías para el refugio de buses en las carreteras regionales de la SIECA, ubicando dos estacionamientos de bahía de buses en las estaciones 146+700 por la existencia de tres centros turísticos y la empresa coca cola y 151+000 entrada de la comarca Apompuá y por la existencia de zona escolar.

Esta sobradamente comprobado que el efecto que sobre la seguridad de los pasajeros ejerce la construcción de este tipo de instalaciones, cuyo uso debería de ser más generalizado en las carreteras de Centroamérica, donde la mayoría de los viajes de la población se realiza en transporte colectivo y autobuses. A continuación, se describen las dimensiones típicas que deben de tener las bahías de buses.

Tabla 92: Medidas establecidas para las bahías de buses

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

Fuente: Norma de Diseño Geométrico, SIECA

6.2.1 Líneas de pasos peatonales

Imagen 21: Líneas de pasos Peatonales



Fuente: Manual de Dispositivos uniformes para el control de Tránsito - SIECA

Se utilizan en las intersecciones donde puedan presentarse conflictos entre los movimientos de vehículos y peatones. Su definición dependerá del tipo de intersección, rural o urbana, el volumen de peatones, las características del cruce, la presencia o no de señales luminosas, etc. Se tienen los siguientes tipos de sendas o pasos peatonales.

1. Tipo Cebra o cebrado, para intersecciones con alto volumen de peatones o en lugares donde no es fácil identificar la presencia de un cruce peatonal. El ancho de las líneas y la separación entre ellas serán como mínimo 40 cm y como máximo 60 cm.
2. Líneas paralelas continuas, cuando la geometría de la intersección o el ancho considerable de la calzada hace preferible delimitar la senda con exactitud.

Para hacer común la aceptación del paso peatonal como una salvaguarda de peatones, los límites del paso deben indicarse con precisión, tanto para los peatones como para los conductores. Por esta razón son necesarias dos líneas para definir el área destinada al cruce de peatones, las mismas deben ser blancas y continuas, de 20 cm de ancho, demarcando ambos lados del paso hasta el borde de la acera, para desalentar el cruce en diagonal.

Si no está prevista una línea de parada antes, es recomendable aumentar el ancho de la línea peatonal del lado de la aproximación de los vehículos hasta 60 cm, en especial donde las velocidades pasen de 55 km/h y en áreas rurales donde no se esperan pasos peatonales.

Deben demarcarse pasos peatonales en todas las intersecciones donde exista un conflicto entre el movimiento vehicular y el peatonal y también donde hay un alto volumen de peatones, por ejemplo, en islas de paradas de autobuses o donde se permite el cruce de peatones entre intersecciones, o donde los peatones, de otra manera, no podrían reconocer con facilidad el sitio correcto para cruzar. El ancho del paso peatonal comúnmente se rige por el ancho de las aceras que conecta. En ningún caso el ancho debe ser menor de 1.8 m.

Estas se colocaran en la estación 146+800, 146+850 por la existencia de centros turísticos cercanos y accesibles el cruce de un lugar a otro para peatones a pie y 151+000 por ser una zona escolar es estricto la señalización de paso peatonal debido al concurrente paso de peatones.

6.2.2 Líneas reductoras de velocidad

Bandas alertadoras:

Son grupos de franjas dispuestas en forma transversal en la carretera, produciendo un efecto sonoro y vibratorio en el interior de un vehículo al pasar sobre ellas.

La función principal de las bandas alertadoras es advertir a los conductores de alguna situación riesgosa y/o diferente que vayan a enfrentar, de modo que tomen las debidas precauciones. Se usan para alertar a los conductores de cambios en las condiciones de la vía o de su entorno. Por ejemplo, antes de una curva o intersección en donde se haya detectado que los conductores no la perciben con la debida anticipación; antes de entrar a un poblado; al llegar a un área comercial o netamente residencial; antes de llegar a una zona de colegios, hospital u otra

actividad puntual donde se genere un alto flujo de peatones; al iniciarse un tramo con lomos de toro u otro reductor de velocidad; antes de llegar a un angostamiento o estrechamiento de la vía, zonas de trabajos de emergencias, temporales, etc.

Criterios para su utilización

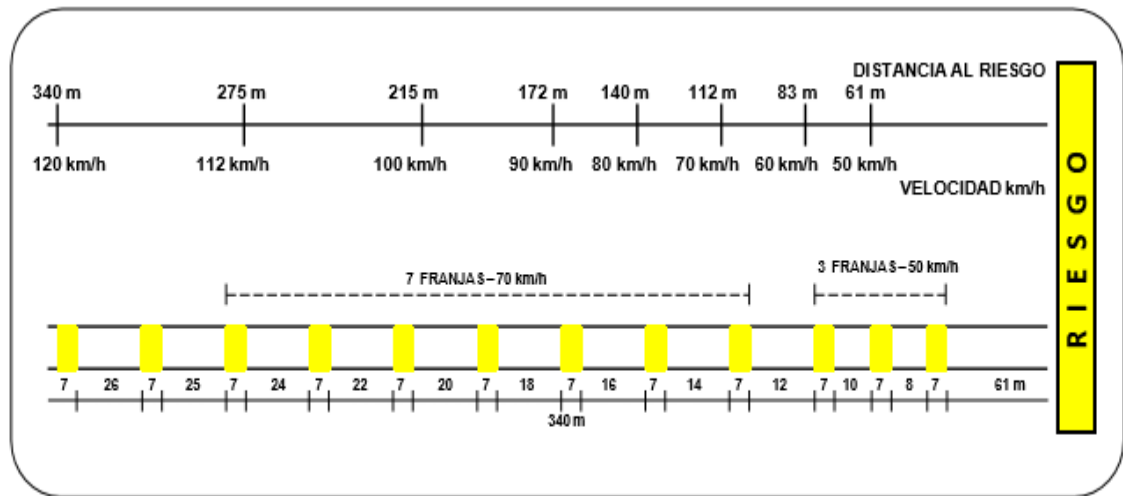
Grupos de bandas. Para mayor eficiencia, las bandas alertadoras deben instalarse en series de grupos. El número de grupos dependerá de las características físicas y del comportamiento de los conductores del sitio en cuestión. En algunos casos se puede dejar un espacio irregular entre grupos, lo que ayuda a romper el patrón de ruidos generados haciéndolos más aceptables a los residentes cercanos. El número de grupos de bandas debe mantenerse en el mínimo.

Cantidad de franjas en cada banda. Cada banda debe tener al menos diez franjas para que produzca un efecto notorio. No es apropiado instalar las franjas en forma individual.

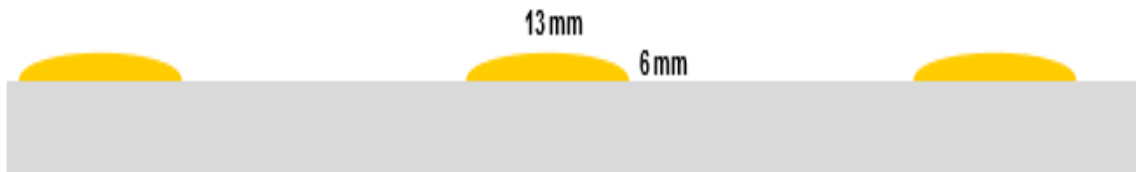
Espacio entre franjas individuales y entre bandas. Normalmente el espacio entre las franjas individuales será de 0.40 m para vías con velocidades menores a 65 km/h. En vías con velocidades mayores se recomienda dejar 0.50 m. entre las bandas individuales.

Distancia del riesgo. Se sugiere como regla general una distancia de 50.00 m desde la primera banda hasta donde está la zona de riesgo. En la Figura 3.51 muestra ejemplos de distancias en relación a las velocidades y muestra dos casos, uno a 61 metros para velocidades de 50 km/hr. y otro de 117 metros para velocidades de 70 km/hr. En todos los casos es importante asegurar que las caras verticales no excedan los 0.006 m de altura.

Imagen 22: Bandas aleatorias



Separación entre bandas alertadora y distancia de riesgo



Fuente: Manual centroamericano de Dispositivos uniformes para el control de Tránsito SIECA. COMITRAN

Estas se proponen a ser ubicadas en los puntos críticos dados al estudio de accidentes y de velocidad donde estadísticamente ha habido mayor presencia de accidentes de tránsito siendo los tramos 142+000 al 143+000 (entrada a Juigalpa), y 150+800 al 151+000 (entrada a Apompuá)

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 propuestos para el estudio de seguridad vial en la carretera **Juigalpa (KM 142) – Comarca Apompuá (KM 151) en el departamento de Chontales NIC – 7**, respetando la línea de trabajo establecida desde el principio en colaboración con el tutor y el asesor de monografía.

Se logró hacer diagnósticos de las causas principales de la accidentalidad en los tramos **Juigalpa – Comarca Apompuá**. Los estudios permitieron conocer las condiciones del tráfico, el comportamiento vehicular, el estado físico actual de la carretera; se logró identificar los tramos peligrosos y los tramos de concentración de accidentes. Lo cual es suficiente para proponer soluciones orientadas a la disminución a la accidentalidad en este tramo.

Las condiciones del pavimento del tramo cuentan con un deterioro del 20 % lo cual refleja daños en los vehículos y por consiguiente un posible accidente.

Para el tramo plano km 142 – km 143 es uno de los puntos críticos de accidentalidad; su Nivel de Servicio Actual es el C lo cual indica que el vehículo liviano no tiene restricción de aumentar la velocidad o realizar giros indebidos. En el tramo Ondulado km 142 – km 143 el Nivel de servicio es de D lo cual indica que el vehículo liviano no tiene restricción de aumentar la velocidad o realizar giros indebidos.

Se evalúa por medio de los cálculos, del aforo obtenido que el mayor tránsito de vehículos en el tramo en estudio son los vehículos livianos con un 76 %, vehículos de pasajeros 8 % y el Transporte pesado ocupa el 16 %.

Los objetivos para este trabajo monográficos fueron alcanzados concluyendo en lo siguiente:

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.

La velocidad permitida en el inicio de tramo en estudio (Salida Juigalpa) es de 45 km/h, sin embargo, el usuario excede a 69 km/h. Y para el final del tramo (Comarca Apompua) la velocidad permitida es de 25 km/h por ser una zona escolar y poblada, no obstante, los conductores exceden a 33 km/h.

La hora pico entre las 3:00 pm-4:00 pm, son las horas que más ocurren accidentes de tránsito según información de la policía Nacional de Tránsito.

Los índices de accidentalidad con respecto al parque vehicular, respecto a la población, en los 5 km del tramo, indican un aumento significativo en el 2018 con respecto a los años anteriores; donde invade carril, no guarda su distancia y atropellan los semovientes en la vía pública.

RECOMENDACIONES

En un estudio de seguridad vial, siempre es posible realizar una lista de mejoras potenciales para el tramo de carretera en especial en los puntos donde más accidentes se han registrado.

Se recomienda señalización Horizontal o Demarcaciones en el pavimento tales como:

Líneas de borde Derecho e Izquierdo en la Estación 144+500 hasta la Estación 145+400. Pasos peatonales Continuas en la entrada de la Comarca Posa Larga; Estación 144 + 980 – 145 + 000; es importante esta señalización debido a que las personas cruzan la vía de la carretera para ir a su comarca.

Mejoramiento de pintura en paso peatonal tipo cebrá en la parada de buses; Estación 149 + 000, donde se encuentra la comunidad de Santa Rita y la agencia envasadora de GLP TROPIGAS y Flechas direccionales o giros, en el km 145 entrada a la Comarca Posa Larga de tramo en estudio.

Para el tramo km 147 al km 149 se recomienda que las tachas reflectantes (ojos de gato) sean instalados en toda la longitud de la carretera, debido a que no hay existencia. Se recomienda la instalación y construcción de una bahía en el km 149, Comarca Santa Rita. El poste Kilométrico 145 no, existe. Se recomienda su instalación.

Respecto a esta problemática se han asumido los siguientes factores que incidan a el aumento de accidentes:

Los accidentes de tránsito se dan por la señalización inadecuada en la vía; como en este caso no está señalizada toda la carretera Juigalpa- Comarca Apompuá, Chontales. El error humano es cometido en la carretera porque no advierte al conductor de las condiciones físicas, climáticas y de transito de la carretera por la ausencia de señales como: curva, no adelantar, velocidad máxima entre otras.

Los accidentes son provocados por la falta de precaución; la mayoría de los accidentes de tránsito en el tramo en estudio se debe abuso de velocidad o imprudencia de parte de los conductores, al tomar acciones intrépidas e irresponsables de su parte, si conocimiento de las condiciones física de la carretera.

El tramo en estudio presenta 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.

BIBLIOGRAFIAS

Guía de laboratorio de mecánica de suelo UNI, Managua. Rodriguez, I. & Lazo, I, 1997

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 REGIONALES”, Raúl Leclair, Segunda edición, Convenio 596 – 0184.20. PROALCA II, SIECA.

“Normas para escribir documentos científicos”, American Psychological Association (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.

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

Estudio de seguridad vial del tramo de carretera km 88 al km 93 (Nic 09) del municipio de Boaco, Nicaragua. Dalila del Socorro Tórrez García, Nathalia Esmirna Rodríguez Salas. Año

ANEXOS

Imagen 23: Salida Juigalpa – Apompuá
Estación 142+000 Inicio del tramo



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 24: Salida Juigalpa – Apompuá
Estación 142+100 Medición del carril



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 25: Salida Juigalpa – Apompuá
Estación 142+500 entrada a Juigalpa



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 26: Salida Juigalpa – Apompuá
Estación 143+000 Entrada a Juigalpa



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 27: Salida Juigalpa – Apompuá
Estación 143+750 PUENTE CAPULÍN



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 28: Salida Juigalpa – Apompuá
Estación 144+000 Carretera recta



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 29: Salida Juigalpa – Apompuá
Estación 144+000 GPS Coordenada



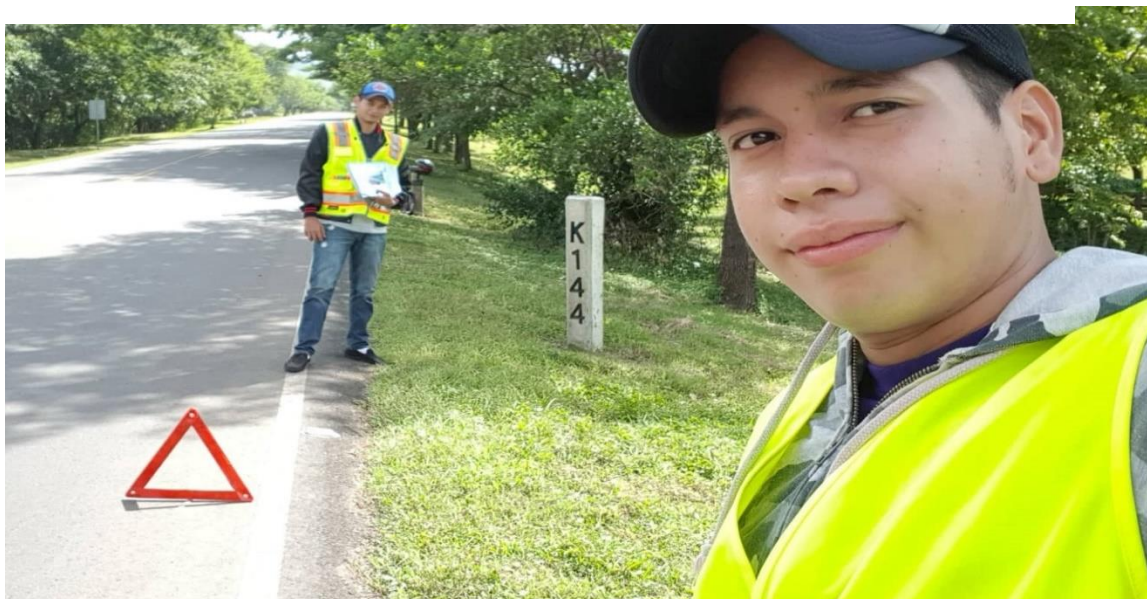
Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 30: Salida Juigalpa – Apompuá
Estación 144+000 Distancia Horizontal



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 31: Salida Juigalpa – Apompuá Estación 144+000 Estudio de velocidad



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 32: Salida Juigalpa – Apompuá Estación 143+750 Puente EL LAJERO



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 33: Salida Juigalpa - Apompuá Estación 143+750 Inventario vial



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 34: Salida Juigalpa – Apompuá
Estación 143+750 Colegio Olga Diaz Aguilar



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 35: Salida Juigalpa – Apompuá
Estación 150+000 Carretera NIC - 7



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 36: Salida Juigalpa – Apompuá
Estación 150+100 Colegio Apompuá



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 37: Salida Juigalpa – Apompuá
Estación 151+000 Fin del Tramo



Fuente: Imagen por sustentantes

ANEXOS DE AFORO, CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

Tabla 93: Resultado de aforo entrada km 142 en 12 horas

Resultado de los Volúmenes Volumetricos de Tránsito														
Encuestador: John Brian Arauz Balladares						Día # 2			Estación: km 142 (Juigalpa - Apompuá)					
José Ramón Reyes Artilles						Fecha: 05/11/2019			Sentido: Entrada (N - S)					
Hora	Vehículos livianos					Vehículos de pasajeros		Vehículos de carga			Cabezal/ Semi remolque		Suma	Hora de Maxima Demanda
	Motos	Autos	Camta.	Jeep	MB	Med.	Grande	Camión L	C2	C3	T3S2	T3S3		
6:00 am - 6:15 am	11	13	8	4	0	1	2	1	1	2	1	0	44	183
6:15 am - 6:30 am	10	10	9	2	0	0	2	3	1	3	1	1	42	
6:30 am - 6:45 am	13	11	8	0	1	1	3	2	2	0	0	0	41	
6:45 am - 7:00 am	15	12	10	3	2	2	3	4	3	1	1	0	56	
7:00 am - 7:15 am	10	7	7	1	0	1	1	2	1	0	0	0	30	144
7:15 am - 7:30 am	11	7	4	3	0	0	2	1	2	2	2	0	34	
7:30 am - 7:45 am	9	8	8	0	0	1	1	4	1	1	1	0	34	
7:45 am - 8:00 am	15	10	11	1	0	1	2	3	1	2	0	0	46	
8:00 am - 8:15 am	12	8	9	0	2	2	3	4	3	2	1	1	47	138
8:15 am - 8:30 am	8	10	9	2	0	1	2	2	1	1	1	0	37	
8:30 am - 8:45 am	6	7	8	1	0	0	0	1	1	0	0	0	24	
8:45 am - 9:00 am	7	8	7	0	0	2	1	2	1	2	0	0	30	
9:00 am - 9:15 am	5	8	6	1	0	0	2	2	1	2	1	0	28	126
9:15 am - 9:30 am	6	7	8	1	1	0	3	3	2	1	1	1	34	
9:30 am - 9:45 am	5	9	5	2	0	1	2	2	1	1	1	0	29	
9:45 am - 10:00 am	6	6	8	4	0	0	3	4	2	1	0	1	35	
10:00am - 10:15am	7	8	6	2	2	1	2	2	1	1	1	1	34	118
10:15am - 10:30am	5	6	7	3	0	1	0	1	3	1	0	0	27	
10:30am - 10:45am	7	6	6	1	0	0	3	2	1	1	0	0	27	
10:45am - 11:00am	6	9	7	2	0	1	2	1	1	1	0	0	30	
11:00am - 11:15am	5	6	8	1	0	0	1	2	1	2	1	0	27	108
11:15am - 11:30am	8	7	7	0	0	1	1	1	1	1	0	0	27	
11:30am - 11:45am	6	8	5	1	1	2	3	1	0	1	0	0	28	
11:45am - 12:00am	5	7	6	1	0	0	2	1	2	2	0	0	26	
12:00am - 12:15pm	4	4	5	0	0	0	1	0	1	1	0	0	16	104
12:15pm - 12:30pm	6	5	4	0	0	1	1	2	1	0	2	1	23	
12:30pm - 12:45pm	8	5	7	1	1	0	2	3	2	3	1	0	33	
12:45 pm - 1:00 pm	7	8	6	3	0	1	2	2	2	1	0	0	32	
1:00 pm - 1:15 pm	6	9	8	1	0	2	4	4	1	1	0	0	36	137
1:15 pm - 1:30 pm	7	9	9	1	0	1	4	2	1	0	1	0	35	
1:30 pm - 1:45 pm	8	8	7	0	0	1	3	2	2	1	0	0	32	
1:45 pm - 2:00 pm	10	10	7	0	0	1	3	1	1	0	1	0	34	
2:00 pm - 2:15 pm	11	8	6	2	0	1	2	2	1	1	0	0	34	124
2:15 pm - 2:30 pm	9	12	8	1	0	0	3	1	0	0	1	0	35	
2:30 pm - 2:45 pm	7	8	5	2	0	0	3	0	1	0	2	0	28	
2:45 pm - 3:00 pm	8	7	6	1	0	1	0	2	1	0	1	0	27	
3:00 pm - 3:15 pm	6	6	7	2	0	1	1	1	0	0	1	0	25	102
3:15 pm - 3:30 pm	5	8	8	0	0	0	2	0	1	0	0	0	24	
3:30 pm - 3:45 pm	6	6	6	3	0	1	3	2	0	2	0	0	29	
3:45 pm - 4:00 pm	5	7	4	2	0	0	2	1	1	1	1	0	24	
4:00 pm - 4:15 pm	8	7	7	1	0	0	1	0	0	1	2	0	27	118
4:15 pm - 4:30 pm	6	12	7	0	0	0	1	1	1	0	0	0	28	
4:30 pm - 4:45 pm	8	8	9	2	0	1	1	0	1	1	0	0	31	
4:45 pm - 5:00 pm	10	9	8	1	0	1	1	1	1	0	0	0	32	
5:00 pm - 5:15 pm	9	12	10	4	0	1	3	2	1	1	1	0	44	176
5:15 pm - 5:30 pm	10	13	11	2	0	1	2	2	1	2	1	1	46	
5:30 pm - 5:45 pm	12	11	9	4	0	1	2	1	3	1	1	0	45	
5:45 pm - 6:00 pm	10	12	10	2	0	0	3	1	2	1	0	0	41	
TOTAL	384	402	351	71	10	35	96	84	60	49	29	7	1578	

Fuente: Elaboración Propia (Noviembre 2019)

Tabla 94: Resultado de aforo salida km 142 en 12 horas

Resultado de los Volúmenes Volumetricos de Transito														
Encuestador: John Brian Arauz Balladares					Día # 2					Estación: km 142 (Juigalpa - Apompuá)				
José Ramón Reyes Artiles					Fecha: 05/11/2019					Sentido: Salida (S - N)				
Hora	Vehículos livianos					Vehículos de pasajeros		Vehículos de carga			Cabezal/ Semi remolque		Suma	Hora de Maxima Demanda
	Motos	Autos	Camta.	Jeep	MB	Medi.	Grande	Camión L	C2	C3	T3S2	T3S3		
6:00 am - 6:15 am	10	8	9	3	0	1	2	4	3	2	1	0	43	155
6:15 am - 6:30 am	11	7	9	2	0	1	3	2	1	1	0	0	37	
6:30 am - 6:45 am	12	8	8	1	1	0	1	2	2	0	2	0	37	
6:45 am - 7:00 am	7	10	11	2	0	1	1	2	2	1	1	0	38	
7:00 am - 7:15 am	8	7	8	1	0	1	2	1	1	1	0	0	30	124
7:15 am - 7:30 am	10	6	7	0	0	0	1	2	1	0	2	0	29	
7:30 am - 7:45 am	8	9	7	2	1	1	0	3	0	0	1	0	32	
7:45 am - 8:00 am	8	7	8	1	0	1	2	1	2	2	0	1	33	
8:00 am - 8:15 am	7	8	8	0	0	1	1	2	2	0	1	0	30	118
8:15 am - 8:30 am	8	9	8	2	0	0	2	0	2	0	2	0	33	
8:30 am - 8:45 am	6	7	6	0	0	0	1	1	1	1	0	1	24	
8:45 am - 9:00 am	6	6	7	2	0	2	2	2	2	1	1	0	31	
9:00 am - 9:15 am	7	8	6	1	0	1	1	3	2	1	2	0	32	109
9:15 am - 9:30 am	6	5	6	3	1	0	0	2	1	1	2	1	28	
9:30 am - 9:45 am	6	5	5	2	0	0	1	1	2	0	1	0	23	
9:45 am - 10:00 am	5	7	7	1	0	0	2	3	0	0	1	0	26	
10:00am - 10:15am	6	5	6	2	0	1	1	1	2	2	1	0	27	109
10:15am - 10:30am	7	6	6	2	0	1	3	1	2	1	1	0	30	
10:30am - 10:45am	5	6	7	3	0	1	1	0	0	0	1	0	24	
10:45am - 11:00am	7	6	8	0	0	0	2	2	2	1	0	0	28	
11:00am - 11:15am	8	7	8	2	0	0	1	1	1	0	1	0	29	126
11:15am - 11:30am	9	7	8	0	0	1	2	3	1	0	0	0	31	
11:30am - 11:45am	7	8	6	2	1	2	3	2	2	1	1	1	36	
11:45am - 12:00am	6	7	8	2	0	1	2	2	1	1	0	0	30	
12:00am - 12:15pm	7	8	7	2	0	1	3	3	2	1	0	0	34	127
12:15pm - 12:30pm	8	7	9	0	0	1	1	2	2	0	2	1	33	
12:30pm - 12:45pm	7	6	7	2	0	0	3	1	1	1	0	0	28	
12:45 pm - 1:00 pm	6	5	5	3	1	2	1	3	3	2	0	1	32	
1:00 pm - 1:15 pm	8	7	6	0	0	0	2	3	2	1	1	1	31	122
1:15 pm - 1:30 pm	7	8	6	1	0	1	1	1	2	1	0	0	28	
1:30 pm - 1:45 pm	7	5	7	3	0	0	0	2	1	1	1	1	28	
1:45 pm - 2:00 pm	6	6	8	4	0	0	3	4	2	1	0	1	35	
2:00 pm - 2:15 pm	8	4	9	1	0	0	2	1	1	1	0	0	27	118
2:15 pm - 2:30 pm	5	7	6	2	0	1	1	2	2	0	0	0	26	
2:30 pm - 2:45 pm	8	5	7	1	1	0	2	3	2	3	1	0	33	
2:45 pm - 3:00 pm	7	8	6	3	0	1	2	2	2	1	0	0	32	
3:00 pm - 3:15 pm	7	9	9	1	0	1	4	2	1	0	1	0	35	128
3:15 pm - 3:30 pm	10	7	7	0	0	1	3	1	1	0	1	0	31	
3:30 pm - 3:45 pm	10	7	6	1	0	1	0	2	1	0	1	0	29	
3:45 pm - 4:00 pm	8	8	6	3	0	1	3	2	0	2	0	0	33	
4:00 pm - 4:15 pm	10	7	7	1	0	0	0	0	0	1	2	0	28	158
4:15 pm - 4:30 pm	9	8	9	2	0	1	1	0	1	1	0	0	32	
4:30 pm - 4:45 pm	10	6	7	3	0	2	4	3	2	2	0	0	39	
4:45 pm - 5:00 pm	15	13	11	5	2	1	4	2	3	1	2	0	59	
5:00 pm - 5:15 pm	10	9	7	1	0	0	2	3	2	1	2	0	37	167
5:15 pm - 5:30 pm	9	12	8	1	0	0	3	1	0	0	1	0	35	
5:30 pm - 5:45 pm	14	13	11	2	0	1	2	2	1	2	1	1	50	
5:45 pm - 6:00 pm	13	11	9	3	1	1	2	0	2	1	1	1	45	
TOTAL	389	355	357	81	9	34	86	88	71	41	39	11	1561	

Fuente: Elaboración Propia (Noviembre 2019)

Tabla 95: Resultado de aforo entrada km 151 en 12 horas

Resultado de los Volúmenes Volumétricos de Tránsito														
Encuestador: John Brian Arauz Balladares						Día # 5			Estación: km 151 (Apompuá - Juigalpa)					
José Ramón Reyes Artilles						Fecha: 08/11/2019			Sentido: Entrada (S - N)					
Hora	Vehículos livianos					Vehículos de pasajeros		Vehículos de carga			Cabezal/ Semi remolque		Suma	Hora de Maxima Demanda
	Motos	Autos	Camta.	Jeep	MB	Medi.	Grande	Camión L	C2	C3	T3S2	T3S3		
6:00 am - 6:15 am	10	7	5	2	0	1	2	3	2	2	1	0	35	136
6:15 am - 6:30 am	9	8	7	1	1	1	3	2	1	2	2	1	38	
6:30 am - 6:45 am	11	7	8	3	0	1	2	0	2	1	0	0	35	
6:45 am - 7:00 am	8	7	8	1	0	0	1	2	1	0	0	0	28	
7:00 am - 7:15 am	10	6	6	0	0	0	2	1	1	1	0	0	27	130
7:15 am - 7:30 am	7	8	7	0	0	1	1	2	2	0	1	0	29	
7:30 am - 7:45 am	12	9	8	3	0	1	3	2	1	1	2	0	42	
7:45 am - 8:00 am	9	7	7	2	0	0	2	3	2	0	0	0	32	
8:00 am - 8:15 am	7	6	9	1	0	0	2	2	1	1	0	0	29	113
8:15 am - 8:30 am	7	6	6	0	0	1	3	1	1	0	1	0	26	
8:30 am - 8:45 am	8	7	7	2	0	1	2	0	2	1	0	1	31	
8:45 am - 9:00 am	6	7	5	1	0	0	2	2	1	1	1	1	27	
9:00 am - 9:15 am	7	8	6	2	0	0	1	1	2	0	1	0	28	114
9:15 am - 9:30 am	8	7	8	1	0	1	2	2	1	1	0	0	31	
9:30 am - 9:45 am	6	6	7	2	0	0	1	2	2	1	0	0	27	
9:45 am - 10:00 am	7	5	7	3	0	0	0	2	1	1	1	1	28	
10:00am - 10:15am	6	7	6	2	0	0	1	1	1	1	1	0	26	102
10:15am - 10:30am	5	7	8	1	0	0	0	2	2	0	0	0	25	
10:30am - 10:45am	6	4	7	0	0	0	2	3	1	1	1	0	25	
10:45am - 11:00am	5	7	6	2	0	1	1	2	2	0	0	0	26	
11:00am - 11:15am	7	6	5	1	1	0	2	0	2	0	1	0	25	131
11:15am - 11:30am	8	9	7	2	0	0	2	1	2	1	0	0	32	
11:30am - 11:45am	9	8	7	3	0	1	3	3	1	1	2	0	38	
11:45am - 12:00am	8	10	8	2	0	1	2	2	2	0	1	0	36	
12:00am - 12:15pm	10	8	7	1	0	2	2	1	1	1	0	0	33	119
12:15pm - 12:30pm	7	8	6	1	0	1	2	1	1	1	1	0	29	
12:30pm - 12:45pm	8	7	7	0	0	0	2	2	2	0	0	0	28	
12:45 pm - 1:00 pm	8	9	6	1	0	0	1	3	0	1	0	0	29	
1:00 pm - 1:15 pm	7	8	7	1	0	1	1	2	2	0	2	0	31	110
1:15 pm - 1:30 pm	7	5	6	0	1	0	2	1	1	1	1	0	25	
1:30 pm - 1:45 pm	6	7	8	1	0	1	1	0	2	0	0	0	26	
1:45 pm - 2:00 pm	7	6	5	3	0	0	2	2	1	1	1	0	28	
2:00 pm - 2:15 pm	8	9	6	1	0	0	2	1	2	1	0	0	30	108
2:15 pm - 2:30 pm	8	7	6	2	0	0	1	2	1	0	0	0	27	
2:30 pm - 2:45 pm	6	7	8	0	0	0	0	1	2	1	0	0	25	
2:45 pm - 3:00 pm	7	6	5	3	0	1	2	0	1	1	0	0	26	
3:00 pm - 3:15 pm	6	7	8	0	0	0	1	0	2	0	2	0	26	110
3:15 pm - 3:30 pm	8	5	7	1	0	0	1	1	1	0	1	2	27	
3:30 pm - 3:45 pm	7	8	7	1	0	1	2	2	2	0	1	0	31	
3:45 pm - 4:00 pm	6	7	8	1	0	1	1	0	1	1	0	0	26	
4:00 pm - 4:15 pm	7	6	5	2	1	0	1	3	2	1	1	0	29	107
4:15 pm - 4:30 pm	8	7	6	0	0	0	2	2	2	0	1	0	28	
4:30 pm - 4:45 pm	7	6	5	2	0	0	0	1	1	0	1	1	24	
4:45 pm - 5:00 pm	6	7	6	0	0	1	1	2	2	1	0	0	26	
5:00 pm - 5:15 pm	7	8	9	1	0	0	2	3	2	1	2	0	35	168
5:15 pm - 5:30 pm	13	9	8	3	1	1	2	2	1	1	1	0	42	
5:30 pm - 5:45 pm	10	12	9	2	1	2	3	1	1	2	2	0	45	
5:45 pm - 6:00 pm	12	10	11	2	0	1	3	3	2	1	1	0	46	
TOTAL	372	348	331	66	6	24	79	77	71	33	34	7	1448	

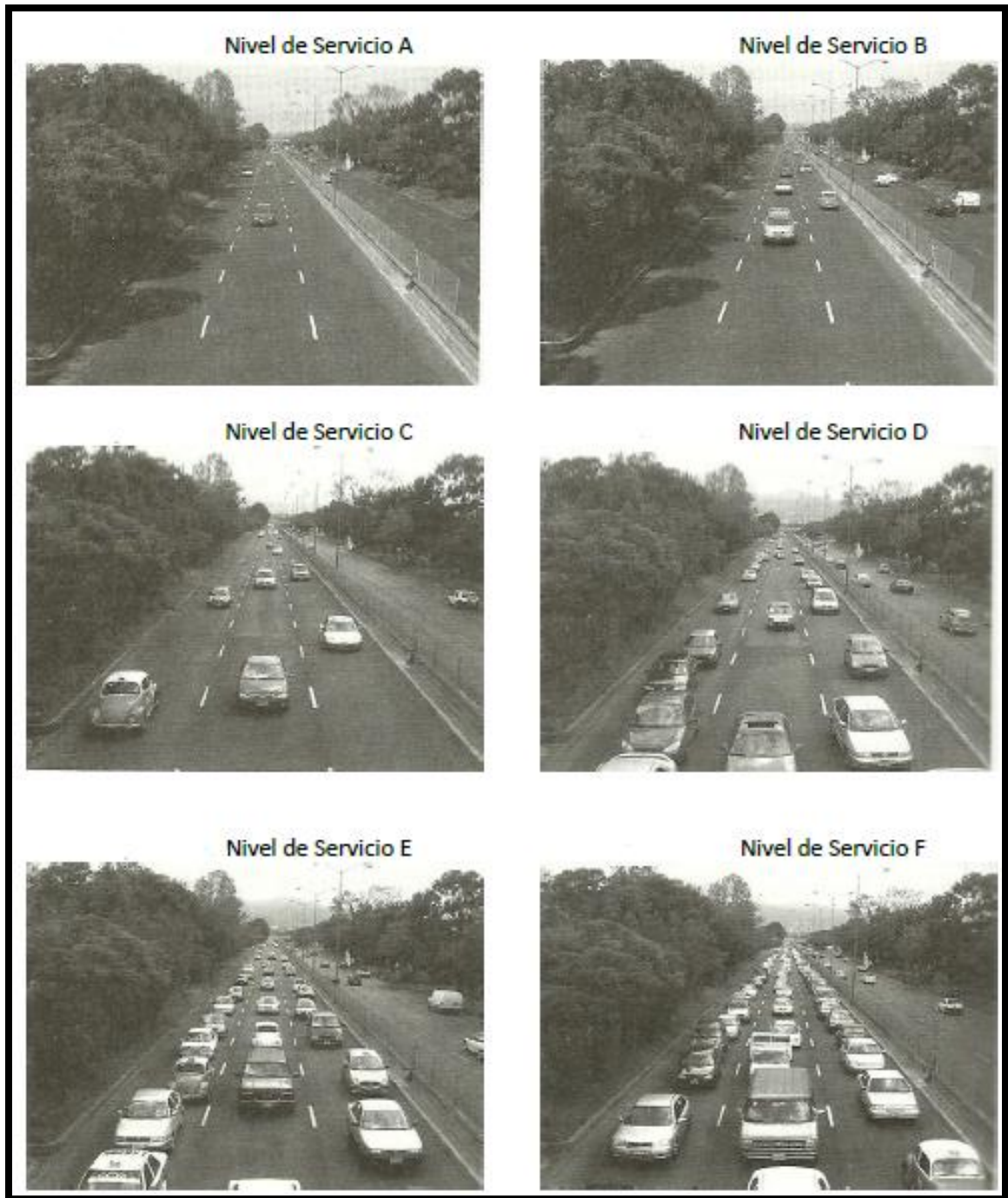
Fuente: Elaboración Propia (Noviembre 2019)

Tabla 96: Resultado de aforo salida km 151 en 12 horas

Resultado de los Volúmenes Volumetricos de Transito														
Encuestador: John Brian Arauz Balladares						Día # 6			Estación: km 151 (Juigalpa - Apompúá)					
José Ramón Reyes Artilles						Fecha: 09/11/2019			Sentido: Salida (N - S)					
Hora	Vehículos livianos					Vehículos de pasajeros		Vehículos de carga			Cabezal/ Semi remolque		Suma	Hora de Maxima Demanda
	Motos	Autos	Camta.	Jeep	MB	Medi.	Grande	Camión L	C2	C3	T3S2	T3S3		
6:00 am - 6:15 am	10	8	5	3	0	0	2	2	1	2	1	0	34	140
6:15 am - 6:30 am	10	7	8	2	1	1	2	1	1	1	0	0	34	
6:30 am - 6:45 am	9	10	7	1	0	0	2	1	3	1	1	0	35	
6:45 am - 7:00 am	10	10	4	3	1	1	3	2	2	1	0	0	37	
7:00 am - 7:15 am	8	7	5	1	0	0	2	1	0	0	0	0	24	130
7:15 am - 7:30 am	9	9	7	1	0	1	2	2	1	1	1	0	34	
7:30 am - 7:45 am	10	7	9	4	0	2	3	3	2	1	1	0	42	
7:45 am - 8:00 am	8	8	7	2	0	1	2	1	1	0	0	0	30	
8:00 am - 8:15 am	7	8	9	3	0	1	1	2	2	2	1	0	36	121
8:15 am - 8:30 am	9	7	9	1	0	1	2	1	1	1	0	0	32	
8:30 am - 8:45 am	8	7	5	0	0	1	1	2	2	1	0	0	27	
8:45 am - 9:00 am	6	6	5	2	0	0	3	2	1	0	1	0	26	
9:00 am - 9:15 am	7	5	6	1	0	0	1	2	2	0	2	1	27	111
9:15 am - 9:30 am	6	5	4	1	0	0	2	2	2	2	1	0	25	
9:30 am - 9:45 am	7	8	7	0	0	1	2	1	1	1	0	0	28	
9:45 am - 10:00 am	9	6	7	2	0	0	3	3	1	0	0	0	31	
10:00am - 10:15am	8	6	5	1	0	1	2	1	2	1	1	0	28	103
10:15am - 10:30am	6	5	7	2	0	0	1	2	2	0	0	0	25	
10:30am - 10:45am	5	7	5	2	0	0	2	0	1	1	1	0	24	
10:45am - 11:00am	6	6	5	0	0	1	3	2	2	1	0	0	26	
11:00am - 11:15am	5	8	7	1	0	0	2	1	1	0	0	0	25	103
11:15am - 11:30am	6	5	6	2	0	0	2	1	2	1	1	1	27	
11:30am - 11:45am	4	6	5	1	0	1	2	3	1	2	2	0	27	
11:45am - 12:00am	6	5	4	2	0	1	0	2	2	1	1	0	24	
12:00am - 12:15pm	8	7	8	1	1	2	4	1	1	0	0	0	33	114
12:15pm - 12:30pm	5	8	6	0	0	1	0	2	3	1	1	0	27	
12:30pm - 12:45pm	7	5	6	1	0	2	1	0	2	1	0	1	26	
12:45 pm - 1:00 pm	5	6	7	3	0	1	0	3	2	0	1	0	28	
1:00 pm - 1:15 pm	8	4	9	1	0	0	2	1	1	1	0	0	27	100
1:15 pm - 1:30 pm	6	5	6	2	0	1	2	3	0	1	2	1	29	
1:30 pm - 1:45 pm	4	5	5	0	0	0	0	1	3	0	1	0	19	
1:45 pm - 2:00 pm	6	4	7	1	0	1	2	2	1	1	0	0	25	
2:00 pm - 2:15 pm	7	5	6	0	0	0	1	3	2	1	0	0	25	90
2:15 pm - 2:30 pm	5	4	4	1	0	1	2	1	1	0	1	1	21	
2:30 pm - 2:45 pm	4	5	6	0	0	1	2	2	2	1	1	0	24	
2:45 pm - 3:00 pm	6	4	5	1	0	0	3	0	1	0	0	0	20	
3:00 pm - 3:15 pm	4	6	7	2	0	1	0	1	2	0	1	0	24	99
3:15 pm - 3:30 pm	6	6	5	0	0	2	2	0	0	1	1	0	23	
3:30 pm - 3:45 pm	8	5	4	0	0	0	1	3	2	0	1	0	24	
3:45 pm - 4:00 pm	6	7	5	3	0	1	2	1	2	1	0	0	28	
4:00 pm - 4:15 pm	8	8	6	1	0	1	3	2	1	1	0	0	31	144
4:15 pm - 4:30 pm	7	8	6	0	0	0	2	4	2	1	1	0	31	
4:30 pm - 4:45 pm	10	8	9	3	0	2	4	0	2	2	0	0	40	
4:45 pm - 5:00 pm	10	9	9	2	1	2	3	1	1	2	2	0	42	
5:00 pm - 5:15 pm	9	8	7	1	0	0	2	3	2	1	2	0	35	160
5:15 pm - 5:30 pm	7	9	7	3	1	1	2	2	1	1	1	0	35	
5:30 pm - 5:45 pm	11	12	10	4	2	1	3	3	2	1	2	2	53	
5:45 pm - 6:00 pm	7	9	7	2	0	2	2	3	2	1	2	0	37	
TOTAL	343	323	305	70	7	37	92	82	74	40	35	7	1415	

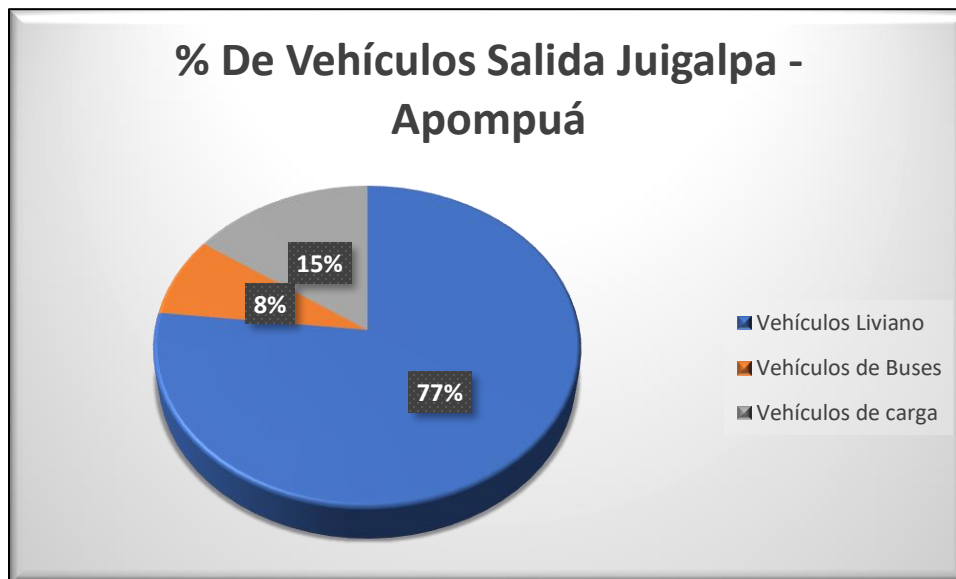
Fuente: Elaboración Propia (Noviembre 2019)

Imagen 38: Tipos de nivel de servicio en una carretera



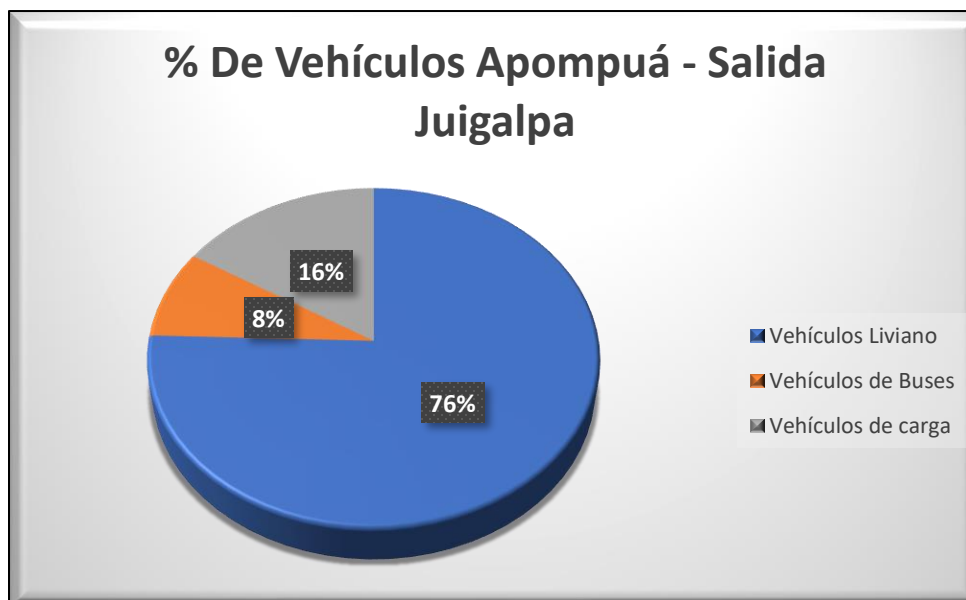
Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000 aplicando MathCad

Gráfico 25: Porcentaje de tipos de Vehículos km 142 – km 151



Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Gráfico 26: Porcentaje de tipos de Vehículos km 151 – km 142



Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

ANEXOS DE INVENTARIO VIAL

Tabla 97: Inventario de sección transversal (km 142 – km 143)

(Estudio de Inventario vial de la sección transversal del camino)											
Estudio No.		Hoja de Estudio No. 1						Fecha de Estudio: Septiembre 2019			
Origen (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 142									
Destino (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 143									
Nombre del supervisor		John Brian Arauz Balladares / José Ramón Reyes Artilles									
Nombre del encuestador		Juigalpa – Apompuá NIC - 7									
Nombre de Carretera / Código NIC		Estación (142+000 al 143+000)									
Coordenadas (GPS)		Longitud (X)		12 05 28		12 05 15					
		Latitud (Y)		85 20 53		85 20 26					
Terreno		☐ Plano ☒ Ondulado ☐ Montañoso ☐ Sinuoso									
Uso de tierra a los lados de la carretera		☒ Residencial ☒ Comercial ☒ Industrial ☒ Agrícola ☐ Bosque ☐ Ríos ☐ Montañas									
Estructura de carretera		☒ Llano (H < 2.0 M) ☐ Corte (H >= 2.0 M) ☐ Terraplén (H >= 2.0 M)									
		☐ Muro de contención ☐ Pared de contención ☒ Pared parapeto ☐ Talud de tierra									
Taludes de carretera		☒ Llano ☐ Pendiente i < 5% ☐ Pendiente 5% < 10% ☐ Pendiente i > 10%									
		Condiciones de talud: ☒ Buena ☐ Derrumbe de tierra ☐ Piedras sueltas ☐ Erosión de tierra									
Condiciones de superficie de carretera		☐ Mala ☒ Regular ☐ Buena									
Tipo de superficie de carretera		Con pavimento: ☒ Asfalto ☐ Losa de concreto hidráulico ☐ Adoquín Sin pavimento: ☐ Revestido ☐ Uso de todo tiempo ☐ Uso en estación seca									
Condiciones de superficie de calzada		☐ Mala ☒ Regular ☐ Buena									
Información de diseño de carretera		Ancho de calzada: m.DDV m.Plan de Ampliación de Calzada m.									
Otros	Andén sendero	Drenaje (Izquierdo)	Otros	Cuneta	Hombro	Calzada	Hombro	Cuneta	Ciclo de vía	Drenaje (Derecho)	Andén sendero
—	No hay	Si hay	—	No hay	No hay	7 metros	No hay	No hay	Ocupado	Si hay	No
Nombre de tipo de drenaje		☐ Ninguno ☒ Llano de tierra ☐ Llano de piedra ☐ Llano de monte ☐ Mampostería ☐ De piedra ☒ De concreto ☐ Otros ()									
Condiciones de superficie de drenaje		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Características del volumen de tráfico (Por día)		☐ Poco (V<100) ☐ Mediano (100<V<500) ☐ Pesado (más de 500)									
Tipo de tráfico actualmente en la carretera		☒ Motocicletas ☒ Carros / Jeep ☒ Camionetas ☒ Microbús ☒ Minibús ☒ Bus grande ☒ Camión liviano ☒ Camión pesado (ejes >2) ☒ Agrícola ☒ Construcción									
Foto del punto de encuesta						Croquis de la sección transversal del tramo actual					
Vista de adelante			Vista de atrás								
Condición de superficie de calzada: • Malo: Estado deteriorado que requiere rehabilitación inmediata. La superficie es muy rugosa. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es inferior a 20 km / h. • Regular: Visibles algunas pocas grietas y agujeros hasta muchos baches y grietas que necesita reparación inmediata. La superficie es regular y con frecuencia en mal estado. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es < 50 km/ h. • Buena: Sin problema con el pavimento / condición de la superficie. Velocidad de desplazamiento típico es > 50 km / h. Estructura de Carretera: • Muro de Contención: Muro grande construido para servir de apoyo o prevenir el avance de una masa de tierra. • Pared de Contención: Pared baja construida para contener la cara de un banco natural de tierra. • Pared parapeto: Parte de una pared que está enteramente por encima del hombro de la carretera. Información del Diseño de Carretera: • Otros Significado ancho de: ① Pared Parapeto (Bordillo) ② Muro de Contención ③ Pared de Contención ④ Hombro del Terraplén ⑤ Longitud del Talud de Terraplén											

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 98: Inventario de sección transversal (km 143 – km 144)

(Estudio de inventario vial de la sección transversal del camino)											
Estudio No.		Hoja de Estudio No. 2				Fecha de Estudio: Septiembre 2019					
Origen (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 143									
Destino (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 144									
Nombre del supervisor											
Nombre del encuestador		John Brian Arauz Balladares / José Ramón Reyes Artilles									
Nombre de Carretera / Código NIC		Juigalpa – Apompuá NIC - 7									
Nombre / Punto de estudio, Estación (PK)		Estación (143+000 al 144+000)									
Coordenadas (GPS)		Longitud (X)		12 05 15		12 04 59					
		Latitud (Y)		85 20 26		85 19 58					
Terreno		☒ Plano ☐ Ondulado ☐ Montañoso ☐ Sinuoso									
Uso de tierra a los lados de la carretera		☐ Residencial ☒ Comercial ☐ Industrial ☒ Agrícola ☐ Bosque ☐ Ríos ☐ Montañas									
Estructura de carretera		☒ Llano (H < 2.0 M) ☐ Corte (H >= 2.0 M) ☐ Terraplén (H >= 2.0 M)									
Taludes de carretera		☐ Muro de contención ☐ Pared de contención ☐ Pared parapeto ☒ Talud de tierra									
		☒ Llano ☐ Pendiente i < 5% ☐ Pendiente 5% < 10% ☐ Pendiente i > 10%									
Condiciones de talud:		☒ Buena ☐ Derrumbe de tierra ☐ Piedras sueltas ☐ Erosión de tierra									
Condiciones de superficie de carretera		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Tipo de superficie de carretera		Con pavimento: ☒ Asfalto ☐ Losa de concreto hidráulico ☐ Adoquin Sin pavimento: ☐ Revestido ☐ Uso de todo tiempo ☐ Uso en estación seca									
Condiciones de superficie de calzada		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Información de diseño de carretera		Ancho de calzada: m.DDV m.Plan de Ampliación de Calzada m									
Otros	Andén sendero	Drenaje (Izquierdo)	Otros	Cuneta	Hombro	Calzada	Hombro	Cuneta	Ciclo de vía	Drenaje (Derecho)	Andén sendero
—	No hay	Si hay	—	No hay	No hay	7 metros	No hay	No hay	Si hay	No hay	No
Nombre de tipo de drenaje		☐ Ninguno ☐ Llano de tierra ☐ Llano de piedra ☐ Llano de monte ☐ Mampostería ☐ De piedra ☒ De concreto ☐ Otros ()									
Condiciones de superficie de drenaje		☐ Mala ☒ Regular ☐ Buena									
Características del volumen de tráfico (Por día)		☐ Poco (V<100) ☐ Mediano (100<V<500) ☐ Pesado (más de 500) () () ()									
Tipo de tráfico actualmente en la carretera		☒ Motocicletas ☒ Carros / Jeep ☒ Camionetas ☒ Microbus ☒ Minibús ☒ Bus grande ☒ Camión liviano ☒ Camión pesado (ejes >2) ☒ Agrícola ☒ Construcción									
Foto del punto de encuesta						Croquis de la sección transversal del tramo actual					
Vista de adelante			Vista de atrás								
Condición de superficie de calzada • Malo: Estado deteriorado que requiere rehabilitación inmediata. La superficie es muy rugosa. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es inferior a 20 km/h. • Regular: Visibles algunas pocas grietas y agujeros hasta muchos baches y grietas que necesita reparación inmediata. La superficie es regular y con frecuencia en mal estado. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es < 50 km/h. • Buena: Sin problema con el pavimento / condición de la superficie. Velocidad de desplazamiento típico es > 50 km/h.											
Estructura de Carretera • Muro de Contención: Muro grande construido para servir de apoyo o prevenir el avance de una masa de tierra. • Pared de Contención: Pared baja construida para contener la cara de un banco natural de tierra. • Pared parapeto: Parte de una pared que está enteramente por encima del hombro de la carretera.											
Información del Diseño de Carretera: • Otros Significado ancho de: ① Pared Parapeto (Bordillo) ② Muro de Contención ③ Pared de Contención ④ Hombro del Terraplén ⑤ Longitud del Talud de Terraplén											

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 99: Inventario de sección transversal (km 144 – km 145)

(Estudio de inventario vial de la sección transversal del camino)											
Estudio No.		Hoja de Estudio No. 3				Fecha de Estudio: Septiembre 2019					
Origen (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 144									
Destino (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 145									
Nombre del supervisor											
Nombre del encuestador		John Brian Arauz Balladares / José Ramón Reyes Artiles									
Nombre de Carretera / Código NIC		Juigalpa – Apompuá NIC - 7									
Nombre / Punto de estudio, Estación (PK)		Estación (144+000 al 145+000)									
Coordenadas (GPS)	Longitud (X)	12 04 59				12 04 53					
	Latitud (Y)	85 19 58				85 19 24					
Terreno		☒ Plano ☐ Ondulado ☐ Montañoso ☐ Sinuoso									
Uso de tierra a los lados de la carretera		☒ Residencial ☒ Comercial ☒ Industrial ☒ Agrícola ☐ Bosque ☐ Ríos ☐ Montañas									
Estructura de carretera		☒ Llano (H < 2.0 M) ☐ Corte (H >= 2.0 M) ☐ Terraplén (H >= 2.0 M)									
		☐ Muro de contención ☐ Pared de contención ☐ Pared parapeto ☒ Talud de tierra									
Taludes de carretera		☒ Llano ☐ Pendiente i < 5% ☐ Pendiente 5% < 10% ☐ Pendiente i > 10%									
		Condiciones de talud: ☒ Buena ☐ Derrumbe de tierra ☐ Piedras sueltas ☐ Erosión de tierra									
Condiciones de superficie de carretera		☐ Mala ☒ Regular ☐ Buena									
Tipo de superficie de carretera		Con pavimento: ☒ Asfalto ☐ Losa de concreto hidráulico ☐ Alotquin Sin pavimento: ☐ Revestido ☐ Uso de todo tiempo ☐ Uso en estación seca									
Condiciones de superficie de calzada		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Información de diseño de carretera		Ancho de calzada: m.DDV m.Plan de Ampliación de Calzada m									
Otros	Andén sendero	Drenaje (Izquierdo)	Otros	Cuneta	Hombro	Calzada	Hombro	Cuneta	Ciclo de vía	Drenaje (Derecho)	Andén sendero
—	No hay	Si hay	—	Si hay	No hay	7 metros	No hay	Si hay	Si hay	Si hay	No
Nombre de tipo de drenaje		☐ Ninguno ☒ Llano de tierra ☒ Llano de piedra ☐ Llano de monte ☐ Mampostería ☐ De piedra ☒ De concreto ☐ Otros ()									
Condiciones de superficie de drenaje		☐ Mala ☒ Regular ☐ Buena									
Características del volumen de tráfico (Por día)		☐ Poco (V<100) ☐ Mediano (100<V<500) ☐ Pesado (más de 500)									
Tipo de tráfico actualmente en la carretera		☒ Motocicletas ☒ Carros / Jeep ☒ Camionetas ☒ Microbús ☒ Minibús ☒ Bus grande ☒ Camión liviano ☒ Camión pesado (ejes >2) ☒ Agrícola ☒ Construcción									
Foto del punto de encuesta											
Vista de adelante						Vista de atrás					
Condición de superficie de calzada • Malo: Estado deteriorado que requiere rehabilitación inmediata. La superficie es muy rugosa. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es inferior a 20 km/h. • Regular: Visibles algunas pocas grietas y agujeros hasta muchos baches y grietas que necesita reparación inmediata. La superficie es regular y con frecuencia en mal estado. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es < 50 km/h. • Buena: Sin problema con el pavimento / condición de la superficie. Velocidad de desplazamiento típico es > 50 km/h. Estructura de Carretera • Muro de Contención: Muro grande construido para servir de apoyo o prevenir el avance de una masa de tierra. • Pared de Contención: Pared baja construida para contener la cara de un banco natural de tierra. • Pared parapeto: Parte de una pared que está enteramente por encima del hombro de la carretera. Información del Diseño de Carretera: • Otros Significado ancho de: ① Pared Parapeto (Bordillo) ② Muro de Contención ③ Pared de Contención ④ Hombro del Terraplén ⑤ Longitud del Talud de Terraplén											

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 100: Inventario de sección transversal (km 145 – km 146)

(Estudio de inventario vial de la sección transversal del camino)											
Estudio No.		Hoja de Estudio No. 4				Fecha de Estudio: Septiembre 2019					
Origen (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 145									
Destino (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 146									
Nombre del supervisor											
Nombre del encuestador		John Brian Arauz Balladares / José Ramón Reyes Artilles									
Nombre de Carretera / Código NIC		Juigalpa – Apompuá NIC - 7									
Nombre / Punto de estudio, Estación (PK)		Estación / 145+000 al 146+000									
Coordenadas (GPS)		Longitud (X)		12 04 53		12 04 34					
		Latitud (Y)		85 19 24		85 19 00					
Terreno		☒ Plano ☒ Ondulado ☐ Montañoso ☐ Sinuoso									
Uso de tierra a los lados de la carretera		☒ Residencial ☒ Comercial ☐ Industrial ☒ Agrícola ☐ Bosque ☐ Ríos ☐ Montañas									
Estructura de carretera		☒ Llano (H < 2.0 M) ☐ Corte (H >= 2.0 M) ☐ Terraplén (H >= 2.0 M)									
Taludes de carretera		☐ Muro de contención ☐ Pared de contención ☐ Pared parapeto ☒ Talud de tierra									
		☒ Llano ☐ Pendiente i < 5% ☐ Pendiente 5% < 10% ☐ Pendiente i > 10%									
Condiciones de superficie de carretera		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Tipo de superficie de carretera		Con pavimento: ☒ Asfalto ☐ Losa de concreto hidráulico ☐ Adoquin Sin pavimento: ☐ Revestido ☐ Uso de todo tiempo ☐ Uso en estación seca									
Condiciones de superficie de calzada		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Información de diseño de carretera		Ancho de calzada: m, DDV m, Plan de Ampliación de Calzada m									
Otros	Andén sendero	Drenaje (Izquierdo)	Otros	Cuneta	Hombro	Calzada	Hombro	Cuneta	Ciclo de vía	Drenaje (Derecho)	Andén sendero
—	No hay	Si hay	—	No hay	No hay	7 metros	No hay	Si hay	Si hay	Si hay	No
Nombre de tipo de drenaje		☐ Ninguno ☐ Mampostería ☒ Llano de tierra ☐ Llano de piedra ☐ Llano de monte ☒ De piedra ☒ De concreto ☐ Otros ()									
Condiciones de superficie de drenaje		☐ Mala ☒ Regular ☐ Buena									
Características del volumen de tráfico (Por día)		☐ Poco (V<100) ☐ Mediano (100<V<500) ☐ Pesado (más de 500)									
Tipo de tráfico actualmente en la carretera		☒ Motocicletas ☒ Carros / Jeep ☒ Camionetas ☒ Microbús ☒ Minibús ☒ Bus grande ☒ Camión liviano ☒ Camión pesado (ejes >2) ☒ Agrícola ☒ Construcción									
Foto del punto de encuesta											
Vista de adelante						Vista de atrás					
Condición de superficie de calzada - Malo: Estado deteriorado que requiere rehabilitación inmediata. La superficie es muy rugosa. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es inferior a 20 km/h. - Regular: Visibles algunas pocas grietas y agujeros hasta muchos baches y grietas que necesita reparación inmediata. La superficie es regular y con frecuencia en mal estado. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es < 50 km/h. - Buena: Sin problema con el pavimento / condición de la superficie. Velocidad de desplazamiento típico es > 50 km/h. Estructura de Carretera - Muro de Contención: Muro grande construido para servir de apoyo o prevenir el avance de una masa de tierra. - Pared de Contención: Pared baja construida para contener la cara de un banco natural de tierra. - Pared parapeto: Parte de una pared que está enteramente por encima del hombro de la carretera. Información del Diseño de Carretera: - Otros Significado ancho de: ① Pared Parapeto (Bordillo) ② Muro de Contención ③ Pared de Contención ④ Hombro del Terraplén ⑤ Longitud del Talud de Terraplén.											

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 101: Inventario de sección transversal (km 146 – km 147)

(Estudio de Inventario vial de la sección transversal del camino)											
Estudio No.		Hoja de Estudio No. 5				Fecha de Estudio: Septiembre 2019					
Origen (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 146									
Destino (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 147									
Nombre del supervisor											
Nombre del encuestador		John Brian Arauz Balladares / José Ramón Reyes Artilles									
Nombre de Carretera / Código NIC		Juigalpa – Apompuá NIC - 7									
Nombre / Punto de estudio, Estación (PK)		Estación (146+000 al 147+000)									
Coordenadas (GPS)	Longitud (X)	12 04 34				12 04 17					
	Latitud (Y)	85 19 00				85 18 32					
Terreno		☐ Plano ☐ Ondulado ☐ Montañoso ☒ Sinuoso									
Uso de tierra a los lados de la carretera		☒ Residencial ☒ Comercial ☐ Industrial ☒ Agrícola ☐ Bosque ☐ Ríos ☐ Montañas									
Estructura de carretera		☐ Llano (H < 2.0 M) ☒ Corte (H >= 2.0 M) ☐ Terraplén (H >= 2.0 M)									
		☐ Muro de contención ☐ Pared de contención ☐ Pared parapeto ☒ Talud de tierra									
Taludes de carretera		☒ Llano ☐ Pendiente i < 5% ☐ Pendiente 5% < 10% ☐ Pendiente i > 10%									
		Condiciones de talud: ☒ Buena ☐ Derrumbe de tierra ☐ Piedras sueltas ☐ Erosión de tierra									
Condiciones de superficie de carretera		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Tipo de superficie de carretera		Con pavimento: ☒ Asfalto ☐ Losa de concreto hidráulico ☐ Adoquín Sin pavimento: ☐ Revestido ☐ Uso de todo tiempo ☐ Uso en estación seca									
Condiciones de superficie de calzada		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Información de diseño de carretera		Ancho de calzada: m, DDV m, Plan de Ampliación de Calzada m									
Otros	Andén sendero	Drenaje (Izquierdo)	Otros	Cuneta	Hombro	Calzada	Hombro	Cuneta	Ciclo de vía	Drenaje (Derecho)	Andén sendero
—	No hay	Si hay	—	No hay	No hay	7 metros	No hay	Si hay	Ocupado	Si hay	No
Nombre de tipo de drenaje		☐ Ninguno ☐ Llano de tierra ☐ Llano de piedra ☐ Llano de monte ☐ Mampostería ☐ De piedra ☒ De concreto ☐ Otros ()									
Condiciones de superficie de drenaje		☐ Mala ☒ Regular ☐ Buena									
Características del volumen de tráfico (Por día)		☐ Poco (V<100) ☐ Mediano (100<V<500) ☒ Pesado (más de 500)									
Tipo de tráfico actualmente en la carretera		☒ Motocicletas ☒ Carros / Jeep ☒ Camionetas ☒ Microbús ☒ Minibús ☒ Bus grande ☒ Camión liviano ☒ Camión pesado (ejes >2) ☒ Agrícola ☒ Construcción									
Foto del punto de encuesta											
Vista de adelante				Vista de atrás				Croquis de la sección transversal del tramo actual			
Condición de superficie de calzada • Malo: Estado deteriorado que requiere rehabilitación inmediata. La superficie es muy rugosa. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es inferior a 20 km/h. • Regular: Visibles algunas pocas grietas y agujeros hasta muchos baches y grietas que necesita reparación inmediata. La superficie es regular y con frecuencia en mal estado. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es < 50 km/h. • Buena: Sin problema con el pavimento / condición de la superficie. Velocidad de desplazamiento típico es > 50 km/h.											
Estructura de Carretera											
• Muro de Contención: Muro grande construido para servir de apoyo o prevenir el avance de una masa de tierra. • Pared de Contención: Pared baja construida para contener la cara de un banco natural de tierra. • Pared parapeto: Parte de una pared que está enteramente por encima del hombro de la carretera.											
Información del Diseño de Carretera:											
• Otros Significado ancho de: ① Pared Parapeto (Bordillo) ② Muro de Contención ③ Pared de Contención ④ Hombro del Terraplén ⑤ Longitud del Talud de Terraplén											

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 102: Inventario de sección transversal (km 147 – km 148)

(Estudio de Inventario vial de la sección transversal del camino)											
Estudio No.		Hoja de Estudio No. 6				Fecha de Estudio: Septiembre 2019					
Origen (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 147									
Destino (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 148									
Nombre del supervisor											
Nombre del encuestador		John Brian Arauz Balladares / José Ramón Reyes Artilles									
Nombre de Carretera / Código NIC		Juigalpa – Apompuá NIC - 7									
Nombre / Punto de estudio, Estación (PK)		Estación (147+000 al 148+000)									
Coordenadas (GPS)	Longitud (X)	12 04 17				12 04 59					
	Latitud (Y)	85 18 32				85 19 58					
Terreno		☒ Plano ☐ Ondulado ☐ Montañoso ☐ Sinuoso									
Uso de tierra a los lados de la carretera		☒ Residencial ☐ Comercial ☒ Industrial ☒ Agrícola ☐ Bosque ☐ Ríos ☐ Montañas									
Estructura de carretera		☒ Llano (H < 2.0 M) ☒ Corte (H >= 2.0 M) ☐ Terraplén (H >= 2.0 M)									
		☒ Muro de contención ☐ Pared de contención ☐ Pared parapeto ☒ Talud de tierra									
Taludes de carretera		☐ Llano ☐ Pendiente i < 5% ☐ Pendiente 5% < 10% ☐ Pendiente i > 10%									
		Condiciones de talud: ☒ Buena ☐ Derrumbe de tierra									
		☐ Piedras sueltas ☐ Erosión de tierra									
Condiciones de superficie de carretera		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Tipo de superficie de carretera		Con pavimento: ☒ Asfalto ☐ Losa de concreto hidráulico ☐ Adoquin									
		Sin pavimento: ☐ Revestido ☐ Uso de todo tiempo ☐ Uso en estación seca									
Condiciones de superficie de calzada		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Información de diseño de carretera		Ancho de calzada: m, UDV m, Plan de Ampliación de Calzada m									
Otros	Acción sendero	Drenaje (Izquierdo)	Otros	Cuneta	Hombro	Calzada	Hombro	Cuneta	Ciclo de vía	Drenaje (Derecho)	Acción sendero
—	No hay	Si hay	—	No hay	No hay	7 metros	No hay	No hay	Si hay	No hay	No
Otros	Sendero (Andén)	Drenaje (Izquierdo)	Ciclo vía	Hombro	Cuneta	Calzada	Hombro	Cuneta	Ciclo vía	Drenaje (Derecho)	Sendero (Andén)
Nombre de tipo de drenaje		☐ Ninguno ☐ Llano de tierra ☐ Llano de piedra ☒ Llano de concreto ☐ Otros ()									
Condiciones de superficie de drenaje		☒ Mala ☐ Regular ☐ Buena									
Características del volumen de tráfico (Por día)		☐ Poco (V<100) ☐ Mediano (100<V<500) ☒ Pesado (más de 500)									
		() () ()									
Tipo de tráfico actualmente en la carretera		☒ Motocicletas ☒ Carros / Jeep ☒ Camionetas ☒ Microbús ☒ Minibús ☒ Bus grande									
		☒ Camión liviano ☒ Camión pesado (ejes >2) ☒ Agrícola ☒ Construcción									
Foto del punto de encuesta											
Vista de adelante				Vista de atrás				Croquis de la sección transversal del tramo actual			
Condición de superficie de calzada - Mala: Estado deteriorado que requiere rehabilitación inmediata. La superficie es muy rugosa. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es inferior a 20 km / h. - Regular: Visibles algunas pocas grietas y agujeros hasta muchos baches y grietas que necesita reparación inmediata. La superficie es regular y con frecuencia en mal estado. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es < 50 km/ h. - Buena: Sin problema con el pavimento / condición de la superficie. Velocidad de desplazamiento típico es > 50 km / h. Estructura de Carretera - Muro de Contención: Muro grande construido para servir de apoyo o prevenir el avance de una masa de tierra. - Pared de Contención: Pared baja construida para contener la cara de un banco natural de tierra. - Pared parapeto: Parte de una pared que está enteramente por encima del hombro de la carretera. Información del Diseño de Carretera: - Otros Significado ancho de: ① Pared Parapeto (Bordillo) ② Muro de Contención ③ Pared de Contención ④ Hombro del Terraplén ⑤ Longitud del Talud de Terraplén											

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 103: Inventario de sección transversal (km 148 – km 149)

(Estudio de inventario vial de la sección transversal del camino)											
Estudio No.		Hoja de Estudio No. 7					Fecha de Estudio: Septiembre 2019				
Origen (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 148									
Destino (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 149									
Nombre del supervisor		John Brian Arauz Balladares / José Ramón Reyes Artilles									
Nombre del encuestador		Juigalpa – Apompuá NIC - 7									
Nombre de Carretera / Código NIC		Estación (148+000 al 149+000)									
Nombre / Punto de estudio, Estación (PK)		Estación (148+000 al 149+000)									
Coordenadas (GPS)		Longitud (X)		12 04 59		12 03 25					
		Latitud (Y)		85 19 58		85 17 52					
Terreno		☒ Plano ☐ Ondulado ☐ Montañoso ☐ Sinuoso									
Uso de tierra a los lados de la carretera		☒ Residencial ☐ Comercial ☒ Industrial ☒ Agrícola ☐ Bosque ☐ Ríos ☐ Montañas									
Estructura de carretera		☒ Llano (H < 2.0 M) ☐ Corte (H >= 2.0 M) ☐ Terraplén (H >= 2.0 M)									
		☐ Muro de contención ☐ Pared de contención ☐ Pared parapeto ☒ Talud de tierra									
Taludes de carretera		☐ Llano ☐ Pendiente i < 5% ☐ Pendiente 5% < 10% ☒ Pendiente i > 10%									
		Condiciones de talud: ☐ Buena ☒ Derrumbe de tierra ☐ Piedras sueltas ☐ Erosión de tierra									
Condiciones de superficie de carretera		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Tipo de superficie de carretera		Con pavimento: ☒ Asfalto ☐ Losa de concreto hidráulico ☐ Adoquin									
		Sin pavimento: ☐ Revestido ☐ Uso de todo tiempo ☐ Uso en estación seca									
Condiciones de superficie de calzada		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Información de diseño de carretera		Ancho de calzada: m, D.O.V. m, Plan de Ampliación de Calzada m									
Otros	Andén sendero	Drenaje (izquierdo)	Otros	Cuneta	Hombro	Calzada	Hombro	Cuneta	Ciclo de vía	Drenaje (Derecho)	Andén sendero
—	No hay	Si hay	—	Si hay	No hay	7 metros	No hay	Si hay	Si hay	Si hay	No
Nombre de tipo de drenaje		☐ Ninguno ☐ Mampostería ☐ Llano de tierra ☐ Llano de piedra ☒ De concreto ☐ Llano de monte									
Condiciones de superficie de drenaje		☐ Mala ☒ Regular ☐ Buena									
Características del volumen de tráfico (Por día)		☐ Poco (V<100) ☐ Mediano (100<V<500) ☒ Pesado (más de 500)									
Tipo de tráfico actualmente en la carretera		☒ Motocicletas ☒ Carros / Jeep ☒ Camionetas ☒ Microbús ☒ Minibus ☒ Bus grande									
		☒ Camión liviano ☒ Camión pesado (ejes >2) ☒ Agrícola ☒ Construcción									
Foto del punto de encuesta											
Vista de adelante						Vista de atrás					
Condición de superficie de calzada • Malo: Estado deteriorado que requiere rehabilitación inmediata. La superficie es muy rugosa. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es inferior a 20 km/h. • Regular: Visibles algunas pocas grietas y agujeros hasta muchos baches y grietas que necesita reparación inmediata. La superficie es regular y con frecuencia en mal estado. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es < 50 km/h. • Buena: Sin problema con el pavimento / condición de la superficie. Velocidad de desplazamiento típico es > 50 km/h. Estructura de Carretera • Muro de Contención: Muro grande construido para servir de apoyo o prevenir el avance de una masa de tierra. • Pared de Contención: Pared baja construida para contener la cara de tal banco natural de tierra. • Pared parapeto: Parte de una pared que está enteramente por encima del hombro de la carretera. Información del Diseño de Carretera: • Otros Significado ancho de: ① Pared Parapeto (Bordillo) ② Muro de Contención ③ Pared de Contención ④ Hombro del Terraplén ⑤ Longitud del Talud de Terraplén.											

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 104: Inventario de sección transversal (km 149 – km 150)

(Estudio de Inventario vial de la sección transversal del camino)											
Estudio No.		Hoja de Estudio No. 8						Fecha de Estudio: Septiembre 2019			
Origen (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 149									
Destino (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 150									
Nombre del supervisor											
Nombre del encuestador		John Brian Arauz Balladares / José Ramón Reyes Artilles									
Nombre de Carretera / Código NIC		Juigalpa – Apompuá NIC - 7									
Nombre / Punto de estudio, Estación (PK)		Estación (149+000 al 150+000)									
Coordenadas (GPS)	Longitud (X)	12 04 53		12 02 57							
	Latitud (Y)	85 19 24		85 17 37							
Terreno		☒ Plano ☐ Ondulado ☐ Montanoso ☐ Sinuoso									
Uso de tierra a los lados de la carretera		☒ Residencial ☐ Comercial ☐ Industrial ☒ Agrícola ☐ Bosque ☐ Ríos ☐ Montañas									
Estructura de carretera		☒ Llano (H < 2.0 M) ☐ Corte (H >= 2.0 M) ☐ Terraplén (H >= 2.0 M)									
Taludes de carretera		☐ Muro de contención ☐ Pared de contención ☐ Pared parapeto ☒ Talud de tierra									
		☐ Llano ☐ Pendiente i < 5% ☐ Pendiente 5% < 10% ☒ Pendiente i > 10%									
Condiciones de superficie de carretera		Condiciones de talud: ☐ Buena ☒ Derrumbe de tierra ☐ Piedras sueltas ☐ Erosión de tierra									
		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Tipo de superficie de carretera		Con pavimento: ☒ Asfalto ☐ Losa de concreto hidráulico ☐ Acotum									
		Sin pavimento: ☐ Revestido ☐ Uso de todo tiempo ☐ Uso en estación seca									
Condiciones de superficie de calzada		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Información de diseño de carretera		Ancho de calzada: m, DDV m, Plan de Ampliación de Calzada m									
Otros	Andén sendero	Drenaje (Izquierdo)	Otros	Cuneta	Hombro	Calzada	Hombro	Cuneta	Ciclo de vía	Drenaje (Derecho)	Andén sendero
—	No hay	Si hay	—	Si hay	No hay	7 metros	No hay	No hay	Si hay	Si hay	No
Nombre de tipo de drenaje		☐ Ninguno ☐ Llano de tierra ☐ Llano de piedra ☐ Llano de monte									
		☐ Mampostería ☐ De piedra ☒ De concreto ☐ Otros ()									
Condiciones de superficie de drenaje		☐ Mala ☒ Regular ☐ Buena									
Características del volumen de tráfico (Por día)		☐ Poco (V<100) ☐ Mediano (100<V<500) ☒ Pesado (más de 500)									
Tipo de tráfico actualmente en la carretera		☒ Motocicletas ☒ Carros / Jeep ☒ Camionetas ☒ Microbús ☒ Minibús ☒ Bus grande									
		☒ Camión liviano ☒ Camión pesado (ejes >2) ☒ Agrícola ☒ Construcción									
Foto del punto de encuesta											
Vista de adelante						Vista de atrás					
Condición de superficie de calzada • Malo: Estado deteriorado que requiere rehabilitación inmediata. La superficie es muy rugosa. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es inferior a 20 km/h. • Regular: Visibles algunas pocas grietas y agujeros hasta muchos baches y grietas que necesita reparación inmediata. La superficie es regular y con frecuencia en mal estado. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es < 50 km/h. • Buena: Sin problema con el pavimento / condición de la superficie. Velocidad de desplazamiento típico es > 50 km/h.											
Estructura de Carretera											
• Muro de Contención: Muro grande construido para servir de apoyo o prevenir el avance de una masa de tierra. • Pared de Contención: Pared baja construida para contener la cara de un banco natural de tierra. • Pared parapeto: Parte de una pared que está enteramente por encima del hombro de la carretera.											
Información del Diseño de Carretera:											
• Otros Significado ancho de: ① Pared Parapeto (Bordillo) ② Muro de Contención ③ Pared de Contención ④ Hombro del Terraplén ⑤ Longitud del Talud de Terraplén											

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 105: Inventario de sección transversal (km 150 – km 151)

(Estudio de inventario vial de la sección transversal del camino)											
Estudio No.		Hoja de Estudio No. 9						Fecha de Estudio: Septiembre 2019			
Origen (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 150									
Destino (Nombre Departamento / Municipio)		Carretera Juigalpa – Comarca Apompuá Km 151									
Nombre del supervisor											
Nombre del encuestador		John Brian Arauz Balladares / José Ramón Reyes Ariles									
Nombre de Carretera / Código NIC		Juigalpa – Apompuá NIC - 7									
Nombre / Punto de estudio, Estación (PK)		Estación (150+000 al 151+000)									
Coordenadas (GPS)	Longitud (X)	12 05 57		12 04 59							
	Latitud (Y)	85 17 37		85 17 04							
Terreno		☒ Plano ☐ Ondulado ☐ Montañoso ☐ Sinuoso									
Uso de tierra a los lados de la carretera		☒ Residencial ☐ Comercial ☐ Industrial ☒ Agrícola ☐ Bosque ☐ Ríos ☐ Montañas									
Estructura de carretera		☐ Llano (H < 2.0 M) ☐ Corte (H >= 2.0 M) ☐ Terraplén (H >= 2.0 M)									
		☐ Muro de contención ☐ Pared de contención ☐ Pared parapeto ☒ Talud de tierra									
Taludes de carretera		☒ Llano ☐ Pendiente i < 5% ☐ Pendiente 5% < 10% ☒ Pendiente i > 10%									
		Condiciones de talud: ☐ Buena ☒ Derrumbe de tierra ☐ Piedras sueltas ☐ Erosión de tierra									
Condiciones de superficie de carretera		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Tipo de superficie de carretera		Con pavimento: ☒ Asfalto ☐ Losa de concreto hidráulico ☐ Adoquín Sin pavimento: ☐ Revestido ☐ Uso de todo tiempo ☐ Uso en estación seca									
Condiciones de superficie de calzada		☐ Mala ☐ Regular ☒ Buena									
Información de diseño de carretera		Ancho de calzada: m, D.O.V. m, Plan de Ampliación de Calzada m									
Otros	Andén sendero	Drenaje (Izquierdo)	Otros	Cuneta	Hombro	Calzada	Hombro	Cuneta	Ciclo de vía	Drenaje (Derecho)	Andén sendero
—	No hay	Si hay	—	Si hay	No hay	7 metros	No hay	No hay	Si hay	No hay	No
Nombre de tipo de drenaje		☐ Ninguno ☐ Llano de tierra ☐ Llano de piedra ☐ Llano de monte ☐ Mampostería ☐ De piedra ☒ De concreto ☐ Otros ()									
Condiciones de superficie de drenaje		☐ Mala ☒ Regular ☐ Buena									
Características del volumen de tráfico (Por día)		☐ Poco (V<100) ☐ Mediano (100<V<500) ☒ Pesado (más de 500)									
Tipo de tráfico actualmente en la carretera		☒ Motocicletas ☒ Carros / Jeep ☒ Camionetas ☒ Microbús ☒ Minibús ☒ Bus grande ☒ Camión liviano ☒ Camión pesado (ejes >2) ☒ Agrícola ☒ Construcción									
Foto del punto de encuesta											
Vista de adelante						Vista de atrás			Croquis de la sección transversal del tramo actual		
Condición de superficie de calzada • Mala: Estado deteriorado que requiere rehabilitación inmediata. La superficie es muy rugosa. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es inferior a 20 km/h. • Regular: Visibles algunas pocas grietas y agujeros hasta muchos baches y grietas que necesita reparación inmediata. La superficie es regular y con frecuencia en mal estado. Velocidad de desplazamiento típico por carro de pasajeros es < 50 km/h. • Buena: Sin problema con el pavimento / condición de la superficie. Velocidad de desplazamiento típico es > 50 km/h.											
Estructura de Carretera											
• Muro de Contención: Muro grande construido para servir de apoyo o prevenir el avance de una masa de tierra. • Pared de Contención: Pared baja construida para contener la cara de un banco natural de tierra. • Pared parapeto: Parte de una pared que está enteramente por encima del hombro de la carretera.											
Información del Diseño de Carretera:											
• Otros Significado ancho de: ① Pared Parapeto (Bordillo) ② Muro de Contención ③ Pared de Contención ④ Hombro del Terraplén ⑤ Longitud del Talud de Terraplén.											

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 106: Inventario de señales verticales (km 142 – km 143)

FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE SEÑALES VERTICALES DE TRANSITO										
							UBICACIÓN			
ESTACION (GPS) KM 142-143		CODIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA DE ARISTA	DIST DESDE ACERA	DERECHA	IZQUIERDA	OBSERVACIONES	
12°05'28"N	85°20'51"W	SR-26	señal reglamentaria	Rectangulo	2.50m	1.8 m	xxx		Señal de no adelantar.En buen estado.	
12°05'22"N	85°20'35"W	R-2-1	señal reglamentaria	Rectangulo	2.50m	1.2 m	xxx		Señal de no adelantar.En buen estado.	
12°05'28"N	85°20'51"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx		2 Postes guia en buen estado.	
12°05'26"N	85°20'47"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	4 Postes guia en buen estado.	
12°05'25"N	85°20'40"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m		xxx	4 Postes guia en buen estado.	
12°05'22"N	85°20'35"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	4 Postes guia en buen estado.	
12°05'20"N	85°20'31"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	3 Postes guia en buen estado.	
12°05'18"N	85°20'27"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m		xxx	Poste guia en buen estado.	
12°05'15"N	85°20'24"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	Poste guia en buen estado.	
12°05'10"N	85°20'19"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx		Poste guia en buen estado.	

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 107: Inventario de señales verticales (km 143 – km 144)

FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE SEÑALES VERTICALES DE TRANSITO										
							UBICACIÓN			
ESTACION (GPS) KM 143-144		CODIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA DE ARISTA	DIST DESDE ACERA	DERECHA	IZQUIERDA	OBSERVACIONES	
12°05'10"N	85°20'19"W	SR-26	señal reglamentaria	Rectangulo	2.50m	1.8 m	xxx		Señal de no adelantar.En buen	
12°05'09"N	85°20'18"W	R-2	señal reglamentaria	triángulo	2.50m	1.2 m	xxx		señal de ceda el paso en buen estado.	
12°05'09"N	85°20'18"W	SP-36	señal preventiva	rombo	2m	1.2 m	xxx		señal de puente angosto en buen estado.	
12°05'02"N	85°20'10"W	SP-36	señal preventiva	rombo	2m	1.2 m		xxx	señal de puente angosto en buen estado.	
12°05'10"N	85°20'19"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx		4 Postes guia en buen estado.	
12°05'10"N	85°20'19"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m		xxx	4 Postes guia en buen estado.	
12°05'08"N	85°20'19"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	8 Postes guia en buen estado.	
12°05'07"N	85°20'19"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx		3 Postes guia en buen estado.	
12°05'05"N	85°20'19"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	3 Postes guia en buen estado.	
12°05'05"N	85°20'19"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	Poste guia en buen estado.	
12°05'03"N	85°20'19"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	Poste guia en buen estado.	
12°05'00"N	85°20'19"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx		Poste guia en buen estado.	
12°05'00"N	85°20'19"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx		Poste guia en buen estado.	

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 108: Inventario de señales verticales (km 144 – km 145)

FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE SEÑALES VERTICALES DE TRANSITO											
							UBICACIÓN				
ESTACIÓN (GPS) KM 144-145		CODIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA DE ARISTA	DIST DESDE ACERA	DERECHA	IZQUIERDA	OBSERVACIONES		
12°04'59"N	85°19'57"W	SR-26	señal reglamentaria	Rectángulo	2.50m	1.8 m	xxx		Señal de no adelantar.En buen estado.		
12°04'59"N	85°19'51"W	SR-26	señal reglamentaria	Rectángulo	2.50m	1.2 m		xxx	Señal de no adelantar.En buen estado.		
12°04'58"N	85°19'38"W	SP-36	señal preventiva	rombo	2m	1.2 m	xxx		señal de puente angosto en buen estado.		
12°04'56"N	85°19'30"W	SP-36	señal preventiva	rombo	2m	1.2 m		xxx	señal de puente angosto en buen estado.		
12°04'59"N	85°19'57"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	4 Postes guia en buen estado.		
12°04'58"N	85°19'49"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	2 Postes guia en buen estado.		
12°04'58"N	85°19'43"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m		xxx	Postes guia en buen estado.		
12°04'58"N	85°19'39"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m		xxx	3 Postes guia en buen estado.		
12°04'56"N	85°19'35"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	2 Postes guia en buen estado.		
12°04'54"N	85°19'25"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	2 Poste guia en buen estado.		

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 109: Inventario de señales verticales (km 145 – km 146)

FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE SEÑALES VERTICALES DE TRANSITO											
							UBICACIÓN				
ESTACIÓN (GPS) KM 145-146		CODIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA DE ARISTA	DIST DESDE ACERA	DERECHA	IZQUIERDA	OBSERVACIONES		
12°04'47"N	85°19'15"W	P-49	señal informativa	Rombo	2.50m	1.2 m	xxx		Señal de zona escolar.En buen estado.		
12°04'45"N	85°19'14"W	R-2-1	señal reglamentaria	Rectángulo	2.50m	1.2 m	xxx		Señal de 25 km/h v max. En buen estado		
12°04'44"N	85°19'11"W	SP-36	señal preventiva	rombo	2m	1.2 m		xxx	señal de puente angosto en buen estado, Uicado solo en uno de los sentidos		
12°04'43"N	85°19'10"W	R-2-1	señal reglamentaria	Rectángulo	2m	1.2 m	xxx		Señal de 25 km/h v max. En buen estado		
12°04'40"N	85°19'07"W	SP-46	señal Preventiva	rombo	2m	1.2 m	xxx		señal de paso peatonal en buen estado		
12°04'40"N	85°19'07"W	SP-46	señal Preventiva	rombo	2m	1.2 m		xxx	señal de paso peatonal en buen estado		
12°04'38"N	85°19'04"W	R-2-1	señal reglamentaria	rectángulo	2m	1.2 m		xxx	Señal de 25 km/h v max. En buen estado		
12°04'38"N	85°19'02"W	R-2-1	señal reglamentaria	rectángulo	2m	1.2 m	xxx		Señal de 25 km/h v max. En buen estado		
12°04'45"N	85°19'15"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	Poste guia en buen estado		
12°04'44"N	85°19'14"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	2 Postes guia en buen estado		
12°04'42"N	85°19'12"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m		xxx	Postes guia en buen estado		
12°04'40"N	85°19'11"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m		xxx	Postes guia en buen estado		
12°04'39"N	85°19'07"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	Postes guia en buen estado		
12°04'47"N	85°19'05"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx		Poste guia en buen estado		

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 110: Inventario de señales verticales (km 146 – km 147)

FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE SEÑALES VERTICALES DE TRÁNSITO											
							UBICACIÓN				
ESTACIÓN (GPS) KM 145-146		CODIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA DE ARISTA	DIST DESDE ACERA	DERECHA	IZQUIERDA	OBSERVACIONES		
12°04'33"N	85°19'00"W	P-49	señal informativa	Rombo	2.50m	1.2 m		xxx	Señal de zona escolar.En buen estado.		
12°04'30"N	85°18'53"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx		Poste guia en buen estado.		
12°04'26"N	85°18'42"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m		xxx	Poste guia en buen estado.		
12°04'20"N	85°18'33"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m		xxx	Poste guia en buen estado.		
12°04'18"N	85°18'30"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	2 Poste guia en buen estado.		
12°04'13"N	85°19'25"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	2 Poste guia en buen estado.		

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 111: Inventario de señales verticales (km 147 – km 148)

FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE SEÑALES VERTICALES DE TRANSITO											
							UBICACIÓN				
ESTACION (GPS) KM 147-148		CODIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA DE ARISTA	DIST DESDE ACERA	DERECHA	IZQUIERDA	OBSERVACIONES		
12°04'06"N	85°18'23"W	SR-26	señal reglamentaria	Rectangulo	2.50m	1.8 m	xxx		Señal de no adelantar.En buen estado		
12°03'52"N	85°18'13"W	SR-26	señal reglamentaria	Rectángulo	2.50m	1.8 m		xxx	Señal de no adelantar.En buen estado		
12°03'51"N	85°18'12"W	R-2-1	señal reglamentaria	rectangulo	2m	1.2 m	xxx		Señal de 25 km/h v max. En buen estado		
12°03'51"N	85°19'11"W	R-2-1	señal reglamentaria	Rectangulo	2m	1.2 m		xxx	Señal de 25 km/h v max. En buen estado		
12°04'06"N	85°18'23"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m		xxx	Poste guia en buen estado		
12°03'52"N	85°18'13"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m		xxx	2 Poste guia en buen estado		
12°03'51"N	85°18'12"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	Poste guia en buen estado		
12°03'51"N	85°19'11"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	Poste guia en buen estado		

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 112: Inventario de señales verticales (km 148 – km 149)

FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE SEÑALES VERTICALES DE TRÁNSITO											
							UBICACIÓN				
ESTACIÓN (GPS) KM 148-149		CODIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA DE ARISTA	DIST DESDE ACERA	DERECHA	IZQUIERDA	OBSERVACIONES		
12°03'50″N	85°18'11″W	SP-36	señal reglamentaria	Rombo	2m	1.2 m	xxx		señal de puente angosto en buen estado		
12°03'44″N	85°18'02″W	SP-46	señal Preventiva	Rombo	2m	1.2 m	xxx		señal de paso peatonal en buen estado		
12°03'30″N	85°17'56″W	SP-46	señal Preventiva	Rombo	2m	1.2 m		xxx	señal de paso peatonal en buen estado		
12°03'27″N	85°19'53″W	R-2-1	señal reglamentaria	Rectángulo	2m	1.2 m		xxx	Señal de 25 km/h v max. En buen estado		
12°03'50″N	85°18'11″W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	Poste guia en buen estado		
12°03'44″N	85°18'02″W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	Poste guia en buen estado		
12°03'30″N	85°17'56″W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	Poste guia en buen estado		

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 113: Inventario de señales verticales (km 149 – km 150)

FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE SEÑALES VERTICALES DE TRÁNSITO											
							UBICACIÓN				
ESTACIÓN (GPS) KM 148-149		CODIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA DE ARISTA	DIST DESDE ACERA	DERECHA	IZQUIERDA	OBSERVACIONES		
12°03'23"N	85°17'51"W	SP-46	señal Preventiva	Rombo	2m	1.2 m	xxx		señal de paso peatonal en buen estado		
12°03'16"N	85°17'48"W	SP-03	señal Preventiva	Rombo	2m	1.2 m		xxx	curva pronunciada a la derecha		
12°03'01"N	85°17'42"W	P-49	señal informativa	Rombo	2.50m	1.2 m	xxx		Señal de zona escolar. En buen estado		
12°03'20"N	85°17'50"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	2 Postes guia en buen estado		
12°03'12"N	85°17'45"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m		xxx	Postes guia en buen estado		
12°03'23"N	85°17'51"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m		xxx	Postes guia en buen estado		
12°03'16"N	85°17'48"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	Postes guia en buen estado		
12°03'01"N	85°17'42"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx		Poste guia en buen estado		

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 114: Inventario de señales verticales (km 150 – km 151)

FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE SEÑALES VERTICALES DE TRÁNSITO											
							UBICACIÓN				
ESTACIÓN (GPS) KM 150-151		CODIGO	TIPO	TIPO DE TABLERO	ALTURA DE ARISTA	DIST DESDE ACERA	DERECHA	IZQUIERDA	OBSERVACIONES		
12°02'56"N	85°17'33"W	II-4-1	señal de identificación	Rótulo de la Nic-07	2.50m	1.2 m	xxx		Rotulo Nic-07		
12°02'56"N	85°17'32"W	P-49	señal informativa	Rombo	2.50m	1.2 m	xxx		Señal de zona escolar. En buen estado		
12°02'55"N	85°17'29"W	R-2	señal reglamentaria	triángulo	2.50m	1.2 m	xxx		señal de ceda el paso en buen estado		
12°02'55"N	85°17'26"W	R-2-1	señal reglamentaria	Rectángulo	2m	1.2 m		xxx	Señal de 25 km/h v max. En buen estado		
12°02'55"N	85°17'26"W	SP-36	señal reglamentaria	Rombo	2m	1.2 m	xxx		señal de puente angosto en buen estado		
12°02'54"N	85°17'24"W	R-2-1	señal reglamentaria	Rectángulo	2m	1.2 m		xxx	Señal de 25 km/h v max. En buen estado		
12°02'54"N	85°17'24"W	SP-46	señal Preventiva	xxx+F129:M 9	2m	1.2 m		xxx	señal de paso peatonal en buen estado		
12°02'53"N	85°17'20"W	P-49	señal Informativa	rombo	2m	1.2 m		xxx	Señal de zona escolar. En buen estado.		
12°02'53"N	85°17'20"W	P-49	señal Informativa	rombo	2m	1.2 m		xxx	Señal de zona escolar.En buen estado		
12°02'53"N	85°17'17"W	SP-03	señal Preventiva	Rombo	2m	1.2 m	xxx		curva pronunciada a la derecha		
12°02'49"N	85°17'11"W	SR-26	señal reglamentaria	Rectángulo	2.50m	1.8 m	xxx		Señal de no adelantar. En buen estado		
12°02'49"N	85°17'11"W	SR-26	señal reglamentaria	Rectángulo	2.50m	1.8 m		xxx	Señal de no adelantar. En buen estado		
12°02'48"N	85°17'09"W	R-2-1	señal reglamentaria	Rectángulo	2m	1.2 m		xxx	Señal de 25 km/h v max. En buen estado		
12°02'55"N	85°17'26"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	3 Poste guia en buen estado		
12°02'55"N	85°17'26"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m		xxx	Poste guia en buen estado		
12°02'54"N	85°17'24"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	2 Poste guia en buen estado		
12°02'54"N	85°17'24"W	II-4-1	señal de identificación	poste guia	1 m	0.3 m	xxx	xxx	4 Poste guia en buen estado		

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

ANEXOS DE ESTUDIO DE VELOCIDADES

Tabla 115: Resultado estadístico de estudio de velocidades Estación 142+000 – Estación 150+000 – 151+000

VELOCIDADES	Vehículos livianos (km/h)					Vehículos de pasajeros (km/h)		Vehículos de carga (km/h)			Cabezal/ Semi remolque (km/h)		Porcentaje
	Motos	Autos	Camta.	Jeep	MB	Med.	Grande	Camión L	C2	C3	T3S2	Suma	
0 - 25 km/h												0	0%
25 - 45 km/h	8	5	8	4			3	2	1		1	32	43%
45 - 60 km/h	13	4	10	3		1	1	3		1		36	49%
60 - 70 km/h	4			1		1						6	8%
80 - 90 km/h												0	0%
												74	100%

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Tabla 116: Resultado estadístico de estudio de velocidades Estación 142+000 – Estación 150+000 – 151+000

VELOCIDADES	Vehículos livianos (km/h)					Vehículos de pasajeros (km/h)		Vehículos de carga (km/h)			Cabezal/ Semi remolque (km/h)		Porcentaje
	Motos	Autos	Camta.	Jeep	MB	Med.	Grande	Camión L	C2	C3	T3S2	Suma	
0 - 25 km/h	9	4	4	1		2	3	1	1	2	1	28	48%
25 - 45 km/h	11	6	8	3				2				30	52%
45 - 60 km/h												0	0%
60 - 70 km/h												0	0%
80 - 90 km/h												0	0%
												58	100%

Fuente: Elaboración propia (Septiembre 2019)

Imagen 39: Líneas de bordes con poco color (Estación 144+500 – Estación145+400)



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 40: Falta de paso peatonal, entrada Comarca Posa Larga - km 145



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 41: Falta de mejoramiento de pintura en paso peatonal – km 149 Comarca Santa Rita



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 42: Falta de flechas direccionales en km 145 entrada a la Comarca Posa Larga Norte – Sur y Sur - Norte



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 43: Falta de presencia de tachas reflectivas u ojos de gatos – km 147 al km 149



Fuente: Imagen por sustentantes

Imagen 44: Falta de ubicación de poste Kilométrico 145



Fuente: Imagen por sustentantes