



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
Facultad de Tecnología de la Construcción

**Monografía**

**“REVISIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL EXISTENTE EN EL TRAMO  
SEMÁFORO INTERSECCIÓN AVENIDA ISIDRO CENTENO – AVENIDA  
CENTRAL (BARRIO FRANCISCO SALAZAR) AL KM 9 SEGUNDA ENTRADA A  
LAS COLINAS.”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. Harold Alexanders Ramos Inestroza

Br. Ivania Avilés Carballo

Br. Julio de Jesús Obando Olivares

**Tutor**

M. Sc. Ing. Beatriz de los Ángeles Torrez Rodríguez

Managua, 20 de junio de 2023

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos primeramente a Dios, nuestro padre por brindarnos el regalo de la vida, bendecirnos cada día con salud para enfrentar cada uno de los obstáculos presentes a lo largo del camino y la sabiduría necesaria para culminar esta etapa de nuestra vida.

A nuestros padres, por ser el sustento de nuestros estudios, la confianza puesta en cada uno de nosotros, el apoyo incondicional motivándonos a perseverar en cada paso dado a lo largo de nuestros estudios e inculcando valores para ser personas de bien.

A la Ing. Beatriz Tórrez por aceptar la tutoría de la presente investigación, por guiarnos y dedicar su tiempo para aclarar nuestras inquietudes en todo momento e instarnos a culminar nuestros estudios y ser mejores profesionales cada día.

A nuestra Policía Nacional, en especial a la Dirección Nacional de Tránsito por su accesibilidad al brindarnos información de mucha utilidad para la elaboración de nuestro trabajo monográfico.

A la Ing. Claudia Reyes por su aporte, tiempo y colaboración para finalizar esta investigación y a todos nuestros Maestros a lo largo de nuestra carrera universitaria.

## DEDICATORIA

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto; por haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos.

Además, agradezco infinitamente a mi Padre **Harold José Ramos**, por siempre ser mi ejemplo de superación, demostrarme que siempre con fe las metas se pueden lograr, pues él siempre me dice “Jehová es mi Pastor y nada me faltara”; a mi madre **Yelizabeth Inestroza** quien me enseñó las bases necesarias para poder tener la confianza y la actitud, señora de carácter fuerte, pero de corazón grande hoy culmino este paso sabiendo que tú fuiste la que creíste en mí desde el comienzo; a mi esposa **Cinthya María Alvarado Meléndez** que nunca te has apartado de mi en este camino, me has dado más que el hombro, con tus palabras y tu sonrisa bella siempre me motivas a seguir adelante, tú mi ángel que me has regalado mi mayor motivación, mis dos pequeños niños **Isaías y Matthew** a ustedes también le debo mis logros, se han vuelto el pilar fundamental de todos los éxitos en mi vida y hoy de mi trabajo monográfico.

Por último, pero no menos importante agradecerles a ustedes Maestros fuente de saber por haberme formado desde mi preescolar, por cumplir con honor y gallardía tu inmensurable labor, por hoy convertir a un pequeño en profesional, le debo lo que soy a la comunidad educativa de mi bello país Nicaragua y en especiales a mi docente **Kathy, Nena, Consuelito** y a cada uno de ellos que aportaron desde mi comienzo educativo. Un gran agradecimiento hasta el cielo a mi profesor que me enseñó a creer en mí, **Prof. “El Tigre” Roberto Sánchez** y a mi mentor en la Matemáticas **Prof. Bismarck Calero**, a mis maestros universitarios que siempre estuvieron conmigo y que aún siguen tolerando a este necio, a usted **Ing. Claudia Reyes** por acogerme en esta institución no solo como otro estudiante más, siempre como una gran tutora, de usted escuche consejos y recomendaciones, nunca hubieron regaños, nos preparaba para la vida profesional, a la **Ing. Beatriz Torrez** que a su corta edad ha demostrado sin duda sus capacidades inmensurables en

esta tequiosa rama y con dedicación nos ha guiado hacia la culminación de nuestro estudio profesional, gracias totales

**Br. Harold Alexanders Ramos Inestroza**

## DEDICATORIA

Agradezco a Dios, por brindarnos el regalo de la vida, bendecirnos cada día con salud para enfrentar cada uno de los obstáculos presentes a lo largo del camino y la sabiduría y el ímpetu necesario para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres **Manuel Iván Avilés Rayo y Rosa Esther Carballo Villareal** por ser el apoyo incondicional para culminar una etapa más de mi vida, la confianza puesta en mí para siempre motivarme a perseverar en cada paso dado a lo largo de estos años de mi carrera universitaria; y de igual manera a mis hermanas **María Alejandra Avilés Carballo y Ana Lucía Avilés Carballo** por siempre apoyarme, a mis amistades leales y personas especiales en mi vida que de alguna u otra manera siempre me apoyaron para finalizar mi carrera universitaria a lo largo de estos años.

De igual manera al Frente Sandinista de Liberación Nacional por apoyarme en seguir continuando con mi desarrollo como futura profesional y ser partícipe de esto en estos años.

A la **Ing. Beatriz Torrez** por aceptar la tutoría de la presente investigación, por guiarnos y brindarnos sus conocimientos para desarrollar a la perfección esta investigación y de igual manera a todos los Maestros que fueron parte del aprendizaje de mi carrera universitaria.

**Br. Ivania Avilés Carballo**

## **Dedicatoria**

Dedico esta monografía con mucho amor a mi mamá **Dominga Del Socorro Olivares**, porque gracias a sus sacrificios y desvelos logró darme la oportunidad de llegar a culminar mis estudios superiores, algo que siempre he anhelado.

A mi hijo **Julito de Jesús Obando Mairena**, a su mamá **Arelys Carolina Mairena Moraga**. A mis hermanas **Jazmina Del Carmen Obando Olivares**, **Diana de la Cruz Obando Olivares** y resto de familiares que me han demostrado cariño y apoyo.

Los llevo siempre en mi mente y espero estén orgullosos de mí.

**Br. Julio De Jesús Obando Olivares.**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

La revisión de la señalización vial existente en el tramo semáforo intersección Avenida Isidro Centeno – Avenida Central (Barrio Francisco Salazar) al Km 9 Segunda Entrada a Las Colinas es una investigación dirigida a analizar las causas de los accidentes de tránsito ocurridos en este tramo urbano del municipio de Managua y para esto se desarrollaron todos los análisis correspondientes para el estudio y que se desglosa de la siguiente manera:

- **CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES**

En este capítulo se aborda la importancia del tema, la ubicación, antecedentes, justificación y los objetivos alcanzados en dicho trabajo.

- **CAPÍTULO II: ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD**

Este es un capítulo de gran importancia ya que en él se efectuó un análisis detallado de la información brindada por el Departamento de Ingeniería de Tránsito de la Policía Nacional, mediante los cuales se determinaron las causas de los accidentes, tipo, frecuencia (hora, días y meses), los índices con respecto a población, longitud y parque vehicular, además, de los puntos críticos, todo esto desde el año 2015 hasta el 2020.

- **CAPÍTULO III: INVENTARIO VIAL**

En este capítulo se realizaron levantamientos de los elementos de la vía, las condiciones de la carpeta de rodamiento, se levantó en número de dispositivos del control del tránsito tanto horizontal como vertical y el estado actual de los sistemas de drenaje.

- **CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE TRÁNSITO**

En este estudio se determina la hora de máxima demanda y se calcula el factor de hora de máxima demanda, así como, el nivel de servicio en el que está trabajando la vía, todo esto a partir de los aforos realizados en el tramo.

- **CAPÍTULO V: ESTUDIO DE VELOCIDAD**

Este estudio refleja el comportamiento de los conductores en el tramo y verificar si cumplen con el límite de velocidad restringido por los dispositivos de control del tránsito.

- **CAPÍTULO VI: PROPUESTAS TÉCNICAS**

En este capítulo se muestran las propuestas de las soluciones viales a la problemática que existe en el tramo estudiado a causa de la accidentalidad.

- **CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este capítulo se plasman los resultados obtenidos de cada uno de los estudios ejecutados y que permitieron diagnosticar la accidentalidad en el tramo y en correspondencia a estos se hicieron las recomendaciones para disminuir o eliminar la problemática existente

# ÍNDICE

## Tabla de contenido

### CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERAL

1.1 Introducción .....	1
1.2 Antecedentes .....	3
1.3 Justificación .....	4
1.4 Objetivos .....	5

### CAPITULO II: ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD

2.1 Introducción.....	6
2.2 Estudio de accidentes.....	7
2.3 Accidentes por tipo:.....	10
2.4 Análisis en las causas de los accidentes.....	12
2.5 Accidentes por periodicidad.....	14
2.6 Accidentes por puntos críticos.....	20
2.7 Magnitud del Problema.....	21
2.8 Índice de Mortalidad.....	23

### CAPÍTULO III: INVENTARIO VIAL

3.1 Introducción .....	27
3.2 Identificación del tramo en estudio .....	27
3.3 Clasificación funcional del tramo de estudio .....	27
3.4 Topografía .....	27
3.5 Uso del suelo.....	28
3.6 Carpeta de rodamiento.....	29
3.7 Ancho de calzada .....	32
3.8 Hombros.....	32
3.9 Paradas de autobús .....	34
3.10 Señales de Tránsito .....	36

### CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE TRÁNSITO

4.1 Introducción.....	47
4.2 Aforo vehicular. ....	47
4.3 Volúmenes, clasificación y tipología.....	48
4.4 Obtención de los volúmenes de tránsito.....	48
4.5 Volumen de tránsito por sentido: .....	50

4.6 Estudio de capacidad y niveles de servicio.....	54
<b>CAPÍTULO V: ESTUDIO DE VELOCIDAD</b>	
5.1 Introducción .....	69
<b>CAPITULO VI: PROPUESTAS TECNICAS .....</b>	<b>73</b>
<b>CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>79</b>
CONCLUSIONES .....	80
RECOMENDACIONES .....	83
<b>BIBLOGRAFIA .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>I</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Tablas N° 1: Aumento del parque automotor en el departamento de managua durante los últimos 5 años.....	3
Tablas N° 2: Cantidad de Accidentes del tramo en estudio (2015-2020) .....	6
Tablas N° 3: Accidentes por Severidad.....	8
Tablas N° 4: Tipos de Accidentes. ....	10
Tablas N° 5: Causa Accidentes .....	12
Tablas N° 6: Registro de accidentalidad por mes.....	15
Tablas N° 7: Cantidad de accidentes por cada día de la semana por año.....	18
Tablas N° 8: Puntos Críticos .....	21
Tablas N° 9: Índice de Accidentalidad (Año 2019) .....	22
Tablas N° 10: Índice de Morbilidad .....	22
Tablas N° 11: Índice Respecto a la población.....	23
Tablas N° 12: Índice Respecto a la longitud.....	24
Tablas N° 13: Índice Respecto al Parque Vehicular. ....	25
Tablas N° 14: Calculo de la pendiente del tramo en estudio. ....	28
Tablas N° 15: Uso del suelo local. ....	29
Tablas N° 16: Estado de la carpeta de rodamiento por estaciones.....	31
Tablas N° 17: Características físicas de la selección transversal de la vía.....	33
Tablas N° 18: Dimensiones típicas de las bahías para el resguardo de autobuses. ....	35
Tablas N° 19: Paradas de autobuses existentes. ....	36
Tablas N° 20: Señalización vertical existente.....	38
Tablas N° 21: Señalización horizontal no encontrada en el tramo. ....	42
Tablas N° 22: Drenajes mayores y menores. ....	44
Tablas N° 23: Aforo vehicular por día.....	49
Tablas N° 24: Distribución direccional .....	50
Tablas N° 25: Hora de máxima demanda. ....	52
Tablas N° 26: Resumen de hora de máxima demanda por estación de conteo. ....	53
Tablas N° 27: Datos de entrada de la estación de conteo 1 (Semáforo intersección avenida isidro centeno-avenida central).....	60
Tablas N° 28: Determinación del FLS. ....	60
Tablas N° 29: Puntos de acceso en la vía. ....	61
Tablas N° 30: Factor de ajustes de pendientes ATS. ....	62
Tablas N° 31: De vehículos de pasajeros ATS para camiones ET y vehículos recreativos.....	63
Tablas N° 32: Factores de ajuste ATS para zonas sin paso (Fnp, ATS) .....	65
Tablas N° 33: Niveles de servicio para carreteras de dos carriles.....	66
Tablas N° 34: Resultados de niveles de servicio para todas las estaciones. ....	67
Tablas N° 35: Estudio de velocidad en todo el tramo. ....	71
Tablas N° 36: Estudio de velocidad, estación 1+560.....	72

Tablas N° 37: Estudio de velocidad, estación 0+728.3.....	72
Tabla N° 38. Propuesta de Señalización Vertical .....	76
Tablas N° 39: ACCIDENTALIDAD GLOBAL/ AÑO 2015 .....	I
Tablas N° 40: ACCIDENTALIDAD GLOBAL/ AÑO 2016 .....	V
Tablas N° 41: ACCIDENTALIDAD GLOBAL/ AÑO 2017 .....	IX
Tablas N° 42: ACCIDENTALIDAD GLOBAL/ AÑO 2018 .....	XII
Tablas N° 43: ACCIDENTALIDAD GLOBAL/ AÑO 2019 .....	XV
Tablas N° 44: ACCIDENTALIDAD GLOBAL/ AÑO 2020 .....	XVIII
Tablas N° 45: Total, Suma de Ambos Carriles Estación de Aforo 1. Martes .....	XXII
Tablas N° 46: Total, Suma de Ambos Carriles Estación de Aforo 2. Martes .....	XXII
Tablas N° 47: Total, Suma de Ambos Carriles Estación de Aforo 3. Martes .....	XXIII
Tablas N° 48: Total, Suma de Ambos Carriles Estación de Aforo 1. Miércoles.....	XXIII
Tablas N° 49: Total, Suma de Ambos Carriles Estación de Aforo 2. Miércoles.....	XXIV
Tablas N° 50: Total, Suma de Ambos Carriles Estación de Aforo 3. Miércoles.....	XXIV
Tablas N° 51: Total, Suma de Ambos Carriles Estación de Aforo 1. Jueves.....	XXV
Tablas N° 52: Total, Suma de Ambos Carriles Estación de Aforo 2. Jueves.....	XXV
Tablas N° 53: Total, Suma de Ambos Carriles Estación de Aforo 3. Jueves.....	XXVI
Tablas N° 54: V15 y hora de Máxima Demanda por Estación .....	XXVII
Tablas N° 55: Tabla de Distribución Direccional Estación 1, "Semáforo Intersección Avenida Isidro Centeno – Avenida Central".....	XXVII
Tablas N° 56: Tabla de Distribución Direccional Estación 2, "Semáforo Intersección Avenida Isidro Centeno – Avenida Central".....	XXVIII
Tablas N° 57: Tabla de Distribución Direccional Estación 3, "Intersección Segunda Entrada a Las Colinas-Avenida Las Colinas ("parque las colinas")" .....	XXVIII
Tablas N° 58: Datos de Entrada de la Estación de Aforo "Semáforo Intersección Avenida Isidro Centeno – Avenida Central" .....	XXIX
Tablas N° 59: Datos de Entrada de la Estación de Aforo "Avenida Central a Las Colinas (Estación 1+025)" .....	XXIX
Tablas N° 60: Datos de Entrada de la Estación de Aforo "Intersección Segunda Entrada a Las Colinas-Avenida Las Colinas ("parque las colinas")" .....	XXIX
Tablas N° 61: Resumen de Rebaso de velocidad .....	XXXII

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Contenido</b>	<b>Pagina</b>
Ilustración 1 Macro Localización, distrito V Managua .....	2
Ilustración 2 Micro Localización, Distrito V Managua Barrio Francisco Salazar. ....	2
Ilustración 3 Recorrido ruta 165 y sus paradas autorizadas.....	34
Ilustración 4 Recorrido ruta 169 y sus paradas autorizadas.....	35
Ilustración 5 Clasificación por Tipo de Vehículo.....	48
Ilustración 6 Estación de conteo 1 (“Semáforo Intersección Avenida Isidro Centeno- Avenida Central”).....	XXX
Ilustración 7 Estación de conteo 2 (“Avenida Central a Las Colinas (Estación1+025)”).....	XXX
Ilustración 8 Estación de conteo 3 (“Intersección Segunda Entrada a Las Colinas-Avenida Las Colinas ("parque las colinas")”).....	XXXI

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Gráfico N° 1: Accidente por severidad.....	9
Gráfico N° 2: Accidente por tipo.....	11
Gráfico N° 3: Accidentes por mes.....	16
Gráfico N° 4: Accidente por días.....	18
Gráfico N° 5: Accidente por hora. ....	19
Gráfico N° 6: Calculo de pendiente.....	28
Gráfico N° 7: Porcentaje de señales verticales según su clasificación.....	39
Gráfico N° 8: Aforo vehicular por día en cada estación de conteo.....	50
Gráfico N° 9: Vehículos en hora de máxima demanda. ....	52
Gráfico N° 10: Factor de hora de máxima demanda por estación de conteo .....	54
Gráfico N°11: Diagrama de flujo de autopista de dos carriles.....	58
Gráfico N° 12: Cantidad de vehículos que exceden el límite de velocidad. ....	71
Gráfico N° 13: Consolidado del estudio de velocidad por tipo de vehículo. ....	73



## 1.1 Introducción

La gran necesidad de calles y de carreteras en muchos países ha requerido que se dé atención especial a una buena señalización, esto con el fin de mejorar la seguridad de los usuarios. En Nicaragua la Ingeniería de Tránsito juega un papel crucial ya que nos permite estudiar otros aspectos como el operacional, el delimitar problemas como accidentalidad y congestión en la vía que son puntos esenciales para lograr un óptimo servicio en la seguridad vial.

El “Plan integral de Seguridad Vial que desarrolla la Policía Nacional desde el 2017 en coordinación con el Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV), el Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM) y el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), se suman los esfuerzos para tener en buen estado las señales de tránsito que están sobre las diferentes vías del país, por lo cual se denota la necesidad de analizar y actualizar las señalizaciones en tramo, semáforo intersección Avenida Isidro Centeno – Avenida Central Barrio Francisco Salazar al km 9 segunda entrada a Las Colinas, priorizando pasos peatonales, límites máximo de velocidad, ubicación de señales preventivas entre otros con el fin de prevenir accidentes de tránsito y demarcar una posible ruta de descongestión segura.

En el tramo evaluado que consta de 2.55 km de distancia pretendemos evaluar y actualizar el patrimonio del estado en el sistema vial al igual que con ellos contribuir en los avances en materia de señalización en el país.

En este estudio también se valorarán aspectos esenciales como lo son el análisis de flujo vehicular, a través de análisis de variables de la corriente de tránsito, el congestiónamiento se abordará de manera analítica puesto que uno de los objetivos de la ingeniería de tránsito es planear, diseñar y operar sistemas viales, además presentar características físicas o geométricas bajo las diferentes condiciones; es decir, su capacidad vial entre otros estudios.

### Ilustración 1 Macro Localización, distrito V Managua



Fuente: Mapa Distrital de Managua

### Ilustración 2 Micro Localización, Distrito V Managua Barrio Francisco Salazar.



Fuente: 12°06'39.7"N 86°14'02.0"W

## 1.2 Antecedentes

Managua ya existía desde la época precolombina a lo largo del lago Xolotlán desde la península de Chiltepe hasta Tipitapa. Fue fundada en 1819, por un decreto real del rey Fernando VII de España, fue elevada a villa con el título de “Leal Villa de Santiago de Managua”. El 24 de julio de 1846 fue elevada a ciudad y es la capital de la República de Nicaragua desde el 5 de febrero de 1852, se encuentra en las coordenadas 12°8’ Norte y 86°15’ Oeste.

El Distrito V es uno de los 7 distritos en que se encuentra dividida la ciudad de Managua. En el año 2020 tenía una población de 230,953 habitantes y una densidad poblacional de 4,713.2 personas por km<sup>2</sup>. El distrito fue creado el 26 de junio de 2009 bajo la ordenanza municipal No. 03-2009.

Los dos principales problemas de tráfico se manifiestan en accidentes y embotellamientos. En los últimos años se han incrementado los accidentes en la ciudad de Managua, según estudios de la Policía Nacional de Tránsito, generando problemas de atascamiento, principalmente en las vías de comunicación de Managua con otras ciudades vecinas.

La sección de estudio carece en varios puntos de señales verticales y horizontales, que afectan la seguridad tanto de peatones como de conductores. Según las estadísticas de la policía Nacional se presentan:

**Tablas N° 1: Aumento del parque automotor en el departamento de managua durante los últimos 5 años.**

<b>Años</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<b>Vehículos</b>	<b>317,602</b>	<b>364,258</b>	<b>417,093</b>	<b>454,263</b>	<b>470,424</b>

Fuente: Policía Nacional (Departamento de Ingeniería de Tránsito).

### 1.3 Justificación

El Comisionado Mayor Gilberto Solís (q.e.p.d) antiguo jefe del departamento de Ingeniería Vial de la dirección de seguridad de Tránsito Nacional explicaba que “Una de las acciones, específicas del Ingeniero de tránsito es revisar y actualizar las señalizaciones, principalmente las de límites de velocidad”.

Las partes gestoras en este sentido FOMAV y el MTI denotan su entera preocupación en mantener la revisión y actualización de señalizaciones en puntos vulnerables en el tramo estudiado, que funciona como una de las principales venas de descongestionamiento vial de los usuarios que transitan por la NIC-04, demostrando que el tramo es eficiente por el ahorro de tiempo y la contribución al desarrollo socio económico.

Uno de los antecedentes es el daño al patrimonio del estado, en este sentido las autoridades en su momento exhortaron a la población a cuidar la señalización vial ya que por medio de ella se desarrolla la cómoda y segura circulación.

En Nicaragua y particularmente en Managua, el tramo en estudio posee un sistema de señalización vial deficiente, los rótulos son confusos, y en algunos puntos no indican el sentido de circulación de la vía, en ambos casos esto puede provocar accidentes.

La presente investigación puede en un futuro ser usada como punto de partida para nuevos estudios de señalizaciones viales. Ayudará a identificar las causas posibles de accidentes y tipificación de puntos críticos, todo esto puede llevar a la mejora de condiciones en puntos críticos, la prevención de accidentes trágicos y el uso adecuado de la vena de descongestionamiento que es el tramo estudiado, incentivando a una buena educación de los usuarios (peatón, conductor, pasajero), en el cuidado del patrimonio del Estado, es decir la señalización vial. Las señales viales de todo tipo son un medio indicativo y de seguridad invaluable, que no pueden ser sustituidas o eliminadas de ninguna manera (Señales de tránsito).

## 1.4 Objetivos

### Objetivo general:

Realizar la revisión de la señalización vial en el tramo “Semáforo Intersección Avenida Isidro Centeno – Avenida Central (Barrio Francisco Salazar) al Km. 9 segunda entrada a Las Colinas”, y proponiendo posibles soluciones.

### Objetivos Específicos:

- Analizar los datos estadísticos brindados por la Policía Nacional de Tránsito, denotando causas de accidentes e identificando los puntos críticos.
- Elaborar un inventario vial que permita la evaluación del estado actual de la infraestructura y señalización del tramo en estudio.
- Realizar un estudio de tránsito que defina los volúmenes existentes del tramo y el nivel de servicio en el que está operando la vía.
- Realizar un estudio de velocidad que denoten si los vehículos que transitan exceden el límite de velocidad.
- Elaborar una propuesta de actualización de señalización vial, que permitan el libre tránsito seguro, que garantice el bienestar social, de cada uno de los habitantes de la zona como el del conductor.
- Elaborar los planos que incluyan la señalización vial existente y propuesta como resultado de la revisión realizada.



## CAPITULO II: ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD

## 2.1 Introducción

La ingeniería de tránsito, como una ciencia definida y estructurada, ha permitido el estudio de las variables propias del tráfico en las ciudades. Se deriva de la ingeniería de transporte y se ha enfocado, principalmente, en el estudio de los elementos del tránsito: conductor, peatón, vehículo, vía, señalización y dispositivos de control del tráfico, y la caracterización y estudio del comportamiento de las llamadas variables macroscópicas del tránsito: volumen vehicular, velocidad y densidad, así como la relación existente entre elementos y variables. Del estudio de estos componentes, tanto en flujos vehiculares como en flujos peatonales, en áreas urbanas y rurales, se desprende la mayoría de las soluciones empleadas hoy en día para el tratamiento de problemas de tráfico como la congestión, las demoras, los tiempos de viaje, el nivel de servicio y la accidentalidad.

Para el tramo de carretera en estudio se hizo un análisis de inventarios de accidentes de tránsito registrados por la Dirección General de Tránsito de la Policía Nacional, correspondiente al Distrito V de la ciudad de Managua para los años 2015,2016,2017,2018,2019 y 2020. Con este estudio se pretende no solo conocer los datos de los accidentes en su totalidad en la carretera en estudio, sino también la clasificación de estos en las diferentes categorías existentes, con el propósito de encontrar las características propias y entender el fenómeno accidente en este tramo.

**Tablas N° 2: Cantidad de Accidentes del tramo en estudio (2015-2020)**

<b>Año</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Accidente	184	<b>226</b>	185	155	181	185

Fuente: Policía Nacional (Estadística de Ingeniería de Tránsito).

Basados en los datos de los inventarios de accidentes proporcionados por la Dirección de Tránsito Nacional se logró clasificar los accidentes de tránsito por causa, tipo, consecuencia, periodicidad y ubicación e identificar las principales causas de accidentes ubicadas en cada punto crítico que se encontró sobre la carretera por cada año de análisis.

## 2.2 Estudio de accidentes

El concepto de accidente vial es aquel que se utiliza para hacer referencia a los hechos o siniestros que toman lugar en la vía pública y que tienen que ver con los vehículos de distinto tipo, la falta de educación vial y demás contribuyen a generar esta situación. Para la dimensión de la accidentalidad y para mayor agilidad de análisis, los objetos de estudio se dividen según las categorías tradicionales del análisis: accidentes y víctimas según gravedad. En cada uno de estos objetos de estudio están presentes las tres temáticas o factores que intervienen en la accidentalidad (entorno, vehículo y personas).

- **Accidentes Viales:** Se estudia el número total de accidentes producidos por lo que se contemplan los indicadores de la accidentalidad: totales de accidentes, por 100 mil habitantes y totales de accidentes con víctimas (muertos y lesionados). Otras subcategorías de análisis de la accidentalidad tomadas en cuenta son:

**Tipo de accidentes:** con especial seguimiento a los relacionados con las colisiones, puesto que implica el mayor número de víctimas mortales y lesionadas.

- **Controles de espacio:** Permite desagregar los accidentes producidos en zonas de control en el espacio vial (señalización). Mediante este indicador y conociendo la cobertura de la señalización en la red vial se puede investigar la influencia de este factor espacial en el desencadenamiento de los accidentes.
- **Puntos críticos en la vía:** Son puntos sobre la carretera en la que se registra mayor número de accidentes de tránsito.
- **Modo de transporte:** reúne uno de los indicadores que permite conocer la participación de los distintos modos de transporte en el total de la accidentalidad vial. Permite detectar la vulnerabilidad de los distintos factores de la movilidad a este fenómeno

Tiempo: se conoce que la concentración de la accidentalidad no es homogénea a lo largo de la semana, tampoco uniforme a lo largo del día y se pretende hacer un seguimiento de la evolución de los periodos de mayor concentración.

- **Causas:** los datos disponibles en los reportes de los accidentes de tránsito disponen de información referente a las posibles causas que provocan los accidentes. Estas se desagregan según el factor principal al que correspondan: ser humano, espacio o vehículo.

### Factores que intervienen en el accidente.

- **Humanos:** Este aspecto está muy relacionado con los conocimientos, actitudes, aptitudes y practicas ciudadana referente a la seguridad vial. En este ámbito intervienen dos factores clave que son la educación y la aplicación de la reglamentación existente al respecto.

La educación pública, representada por el sistema de concesión de licencias de conducción y las campañas educativas e informativas, si no van acompañadas de medidas coercitivas tiene un efecto mínimo sobre la reducción de la accidentalidad.

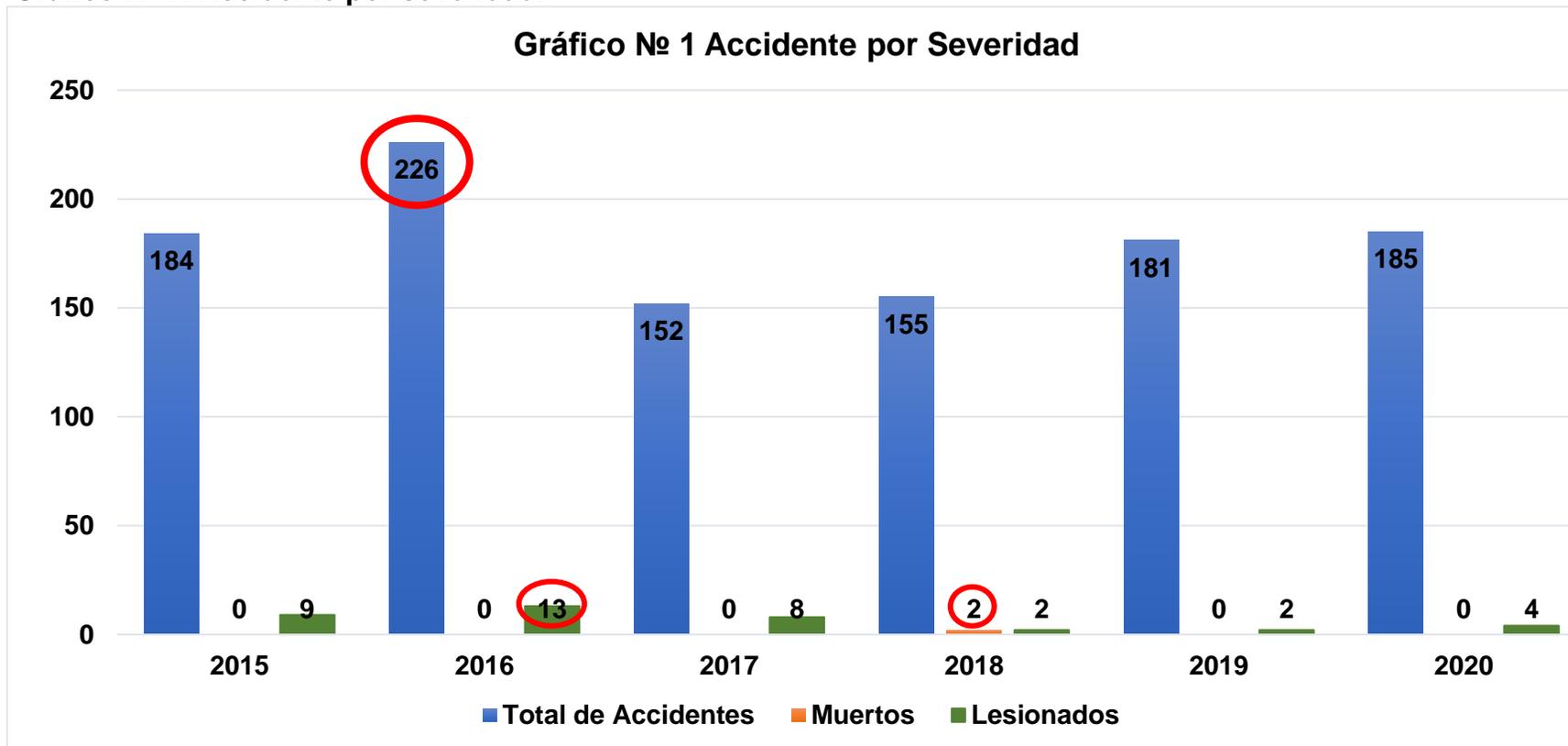
**Tablas N° 3: Accidentes por Severidad.**

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Total, de accidentes</b>	184	<b>226</b>	152	155	181	185
<b>Muertos</b>	0	0	0	<b>2</b>	0	0
<b>Lesionados</b>	9	<b>13</b>	8	2	2	4

Fuente: Policía Nacional (Departamento de Ingeniería de Tránsito).

En esta tabla podemos apreciar que en la tipología de “lesionados” es la más frecuente en el año 2016 teniendo el mayor número de accidentes dentro de la clasificación de accidentes por severidad.

Gráfico N° 1: Accidente por severidad.



Fuente: Elaboración propia

### 2.3 Accidentes por tipo:

Si se observa la Tabla N° 4, el mayor número de accidentes es provocado por las colisiones entre vehículos, según los datos del estudio, esta se da mayormente por no guardar distancia, desatender señales de tránsito, y la invasión de carril e interceptar el paso vehicular. Existen otros tipos de accidentes, pero en menor grado, entre ellas: atropellados, colisión por objetos fijos, caídas de pasajeros, caídas de objetos y casos fortuitos.

Así mismo, se observa que el año 2016 hubo el mayor grado de accidentalidad respecto a los otros años. Siendo los meses el mes de febrero iniciando el año posterior a esto descendiendo los meses restantes hasta el mes de octubre donde se vuelve a incrementar hasta el mes de diciembre siendo estos los más críticos debido a la temporada de fin de año. Además, en este tramo de estudio, es una zona donde se conecta con el tramo de carretera a Masaya y es ahí donde se encuentran la mayoría de establecimiento comerciales y convergen diferentes zonas residenciales de Managua y es un acceso de alivio de los ciudadanos que ingresan a managua desde otros departamentos por lo que es un tramo de bastante afluencia.

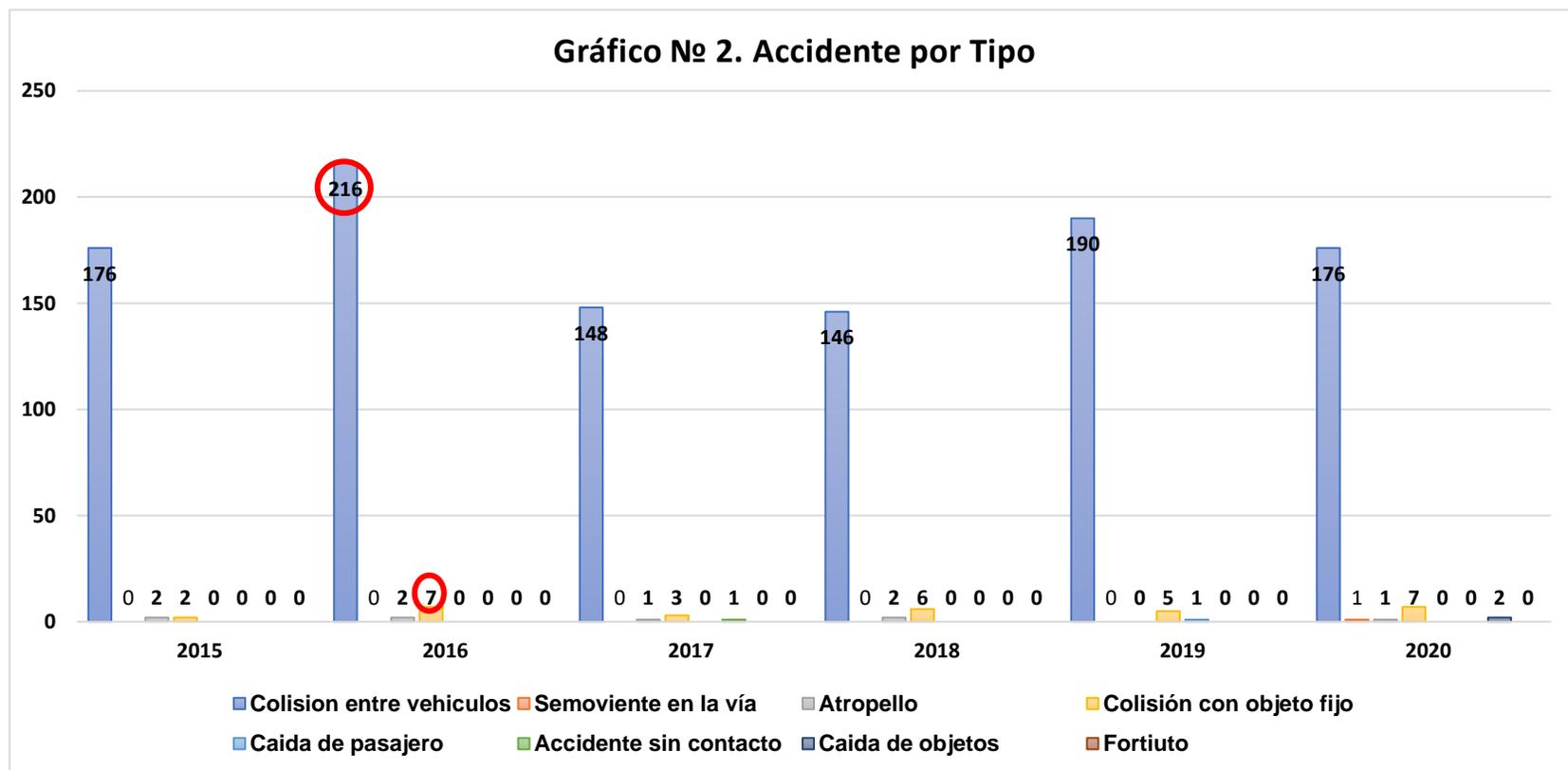
**Tablas N° 4: Tipos de Accidentes.**

Tipos de accidentes	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Colisión entre vehículos</b>	176	<b>216</b>	148	146	190	176
<b>Semovientes en la vía</b>	0	0	0	0	0	1
<b>Atropello</b>	2	2	1	2	0	1
<b>Colisión con objeto fijo</b>	2	<b>7</b>	3	6	5	7
<b>Caída de pasajero</b>	0	0	0	0	1	0
<b>Accidente sin contacto</b>	0	0	1	0	0	0
<b>Caída de objetos</b>	2	0	0	0	0	0
<b>Fortuito</b>	0	0	0	0	1	0
<b>Total</b>	182	<b>225</b>	153	154	197	185

Fuente: Elaboración propia con datos estadísticos de la policía nacional.

En la tabla N°4, “Tipos de accidentes” la tipología de colisión entre vehículos es la que tiene mayor porcentaje en los datos de estudio donde siempre predomina el año 2016 como el año de mayor accidentalidad, y en segundo lugar predomina el año 2019 en la misma tipología.

**Gráfico N° 2: Accidente por tipo.**



Fuente: Elaboración propia

## 2.4 Análisis en las causas de los accidentes

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

**Tablas N° 5: Causa Accidentes**

Factores	Causa
Factor Humano	No guardar la distancia
	Invasión de carril
	Giros indebidos
	Falta de pericia al retroceder
	Desatender señales
	Falta de Precaución al abrir la puerta
	Conducir contra la vía
	Interceptar el paso
	Imprudencia peatonal
	Falta de pericia
Fortuito	
Factor Mecánico	Mal estado mecánico

Fuente: Policía Nacional (Departamento de Ingeniería de Tránsito).

**No guardar la distancia:** Este tramo tiene en 100% de restricción de realizar la maniobra de adelantamiento puesto que es de dos carriles nada más y es línea amarilla continua, por lo que este tipo de maniobra pertenece a infracciones de tipo de peligrosas según la Ley 431, ley para el régimen de circular vehicular e infracciones de tránsito.

El No Guardar distancia fue la causa que más se detectó en las estadísticas presentadas por Tránsito Nacional. En este tramo se visualiza que la carpeta de rodamiento ya es bastante antigua por lo que no se aprecia las señalizaciones horizontales, la mayoría de las infracciones cometidas son los conductores que manejan son por parte de los motorizados y caponeras con maniobras imprudentes que pueden llevar a colisiones fuerte o la muerte.

**Invasión de Carril:** Este tramo tiene un 100% de restricción de adelantamiento, o sea que, posee línea continua amarilla a todo lo largo del tramo en cuestión, este tipo de maniobra pertenece a infracciones de tipo de mayor peligrosidad según la Ley 431, ley para el régimen vehicular e infracciones de tránsito.

La invasión de carril fue la segunda causa más relevante en la contabilización de dichas causas en base a la información brindada por tránsito nacional.

**Giros Indevidos:** Esta infracción se clasifica como de mayor peligrosidad ya que los conductores toman la decisión de realizar giros donde no se debe hacer o giran de manera repentina cuando se van desplazando en la vía y sin poner sus señales adecuadas de giro para el conductor que lo sigue.

Esta mala maniobra se torna más peligrosa cuando se le suma el no guardar la distancia de seguridad. En el tramo de estudio se da mucho este tipo de causas de accidentes porque los conductores quieren minimizar los tiempos de recorrido.

**Desatender Señales de Tránsito:** Se encuentra dentro de las infracciones de mayor peligrosidad. Las señales de tránsito tienen la finalidad de ordenar el tránsito vehicular, la circulación de peatones, de motociclistas y de ciclistas, entre otros.

En lo general en la vía las señales de tránsito están bastante borrosas y en ciertos lugares del tramo no hay señales de tránsito que son necesarias, por lo cual esto nos muestra que la mayoría de los accidentes de tránsito por desatender las señales de tránsito se debe a la imprudencia del conductor y por el hecho que no está señalizado correctamente.

**Falta de Pericia:** Es la falta de habilidad y experiencia en la vía; el conductor está expuesto a distintas situaciones de riesgo y no todos los conductores tienen la capacidad de responder adecuadamente a estas situaciones ya que la relación con el automóvil es importantísima: el tiempo de reacción ante una emergencia y los reflejos consolidados, además que la pericia también va directamente relacionada con el ejercicio de respetar las señales de tránsito, ser prudente y cumplir todas las normas de tránsito.

Según los datos estadísticos de la Policía Nacional del Distrito V la falta de pericia es una de la causa que mayormente ha provocado accidentes de tránsito en el tramo que se está analizando.

Mal estado mecánico: La falta de importancia que muestran los dueños de los vehículos por hacer la inspección mecánica conlleva a que en un determinado momento el vehículo presente problemas mecánicos a la hora que va en marcha, cuando esto sucede se pone en peligro la integridad física del conductor, pasajeros y externos al vehículo.

Sin embargo, las cifras de accidentes en el tramo por desperfecto mecánicos en la vía que se está estudiando fueron 2 accidentes, bastante bajo el porcentaje de este tipo de causa de accidente.

## **2.5 Accidentes por periodicidad**

Este tipo de accidentes se analiza por mes, día y hora en que ocurren. En el gráfico N°4 se observa claramente que los accidentes por periodicidad ocurren así: Mes de agosto del año 2016 es el que arroja el mayor número de accidentes, habiendo un aumento en el año 2020; donde se desarrolló un ciclo de aumento en la accidentalidad donde se incrementa en el mes de febrero a abril posterior un descenso y regresa el aumento en el mes de octubre a diciembre; en los años 2015, 2017, 2018, 2019 cumplen el mismo ciclo antes mencionado. El año 2017 es el año que tiene un porcentaje mínimo.

**Tablas N° 6: Registro de accidentalidad por mes.**

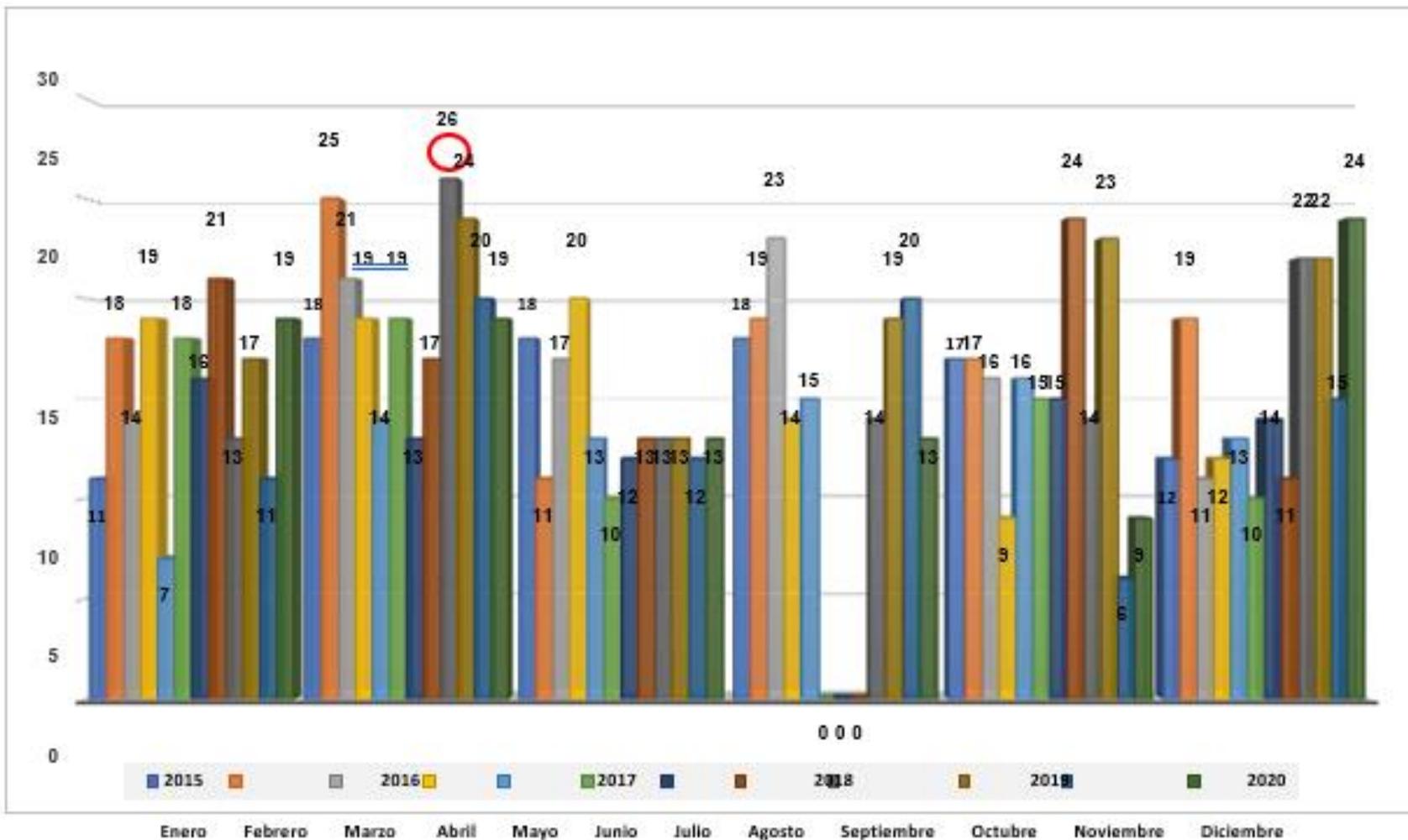
<b>Accidentes por Mes</b>						
<b>Año</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
<b>Enero</b>	11	9	18	18	17	12
<b>Febrero</b>	18	25	11	19	17	19
<b>Marzo</b>	14	21	<b>17</b>	<b>23</b>	16	11
<b>Abril</b>	19	19	20	14	9	12
<b>Mayo</b>	7	14	13	15	16	13
<b>Junio</b>	18	19	10	No hay registro	15	10
<b>Julio</b>	16	13	12	No hay registro	15	14
<b>Agosto</b>	<b>21</b>	17	13	No hay registro	<b>24</b>	11
<b>Septiembre</b>	13	<b>26</b>	13	14	14	22
<b>Octubre</b>	17	24	13	19	23	22
<b>Noviembre</b>	11	20	12	20	6	15
<b>Diciembre</b>	19	19	13	13	9	24

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la Dirección de Tránsito Nacional.

En la tabla N° 6 refleja que en el mes de septiembre del 2016 es el mayor mes con accidentalidad en este tramo, posteriormente el mes de agosto del 2019 en segundo lugar.

Los meses de junio, julio y agosto no se refleja información puesto que la información brindada por Tránsito Nacional no está registrada por la situación sociopolítica del mes en el año 2018, por tanto, la recolección de información de manera continua se perdió y no se tiene una base de datos completa de este año y no se pudo analizar de manera veraz.

Gráfico Nº 3: Accidente por Mes



Fuente: Policía Nacional (Departamento de Ingeniería de Tránsito).

## **Análisis de accidentalidad por día.**

En el 2015 y 2016 el comportamiento de la accidentalidad tuvo el índice más alto en los lunes. En el 2016 se ve un aumento casi similar en el gráfico 4, en el sábado de igual forma se observa para el viernes del 2017. Para los lunes y sábado del 2017 continúa el gráfico de forma decreciente, siendo el sábado con menos accidentalidad del tramo. Para el 2017 y 2018 observamos un mismo comportamiento del grado de accidentalidad de forma similar. El miércoles en 2015 la barra del gráfico nos muestra una baja bastante considerable. En el domingo del 2015 y 2020 se visualiza un incremento considerable en base a los otros años.

Continuando con el análisis del gráfico del índice de accidentalidad, podemos observar que, en los años 2015,2017,2018,2019 y 2020 en número de accidentes son relativamente iguales, siendo uniforme su periodicidad los martes, jueves y viernes de los años mencionados.

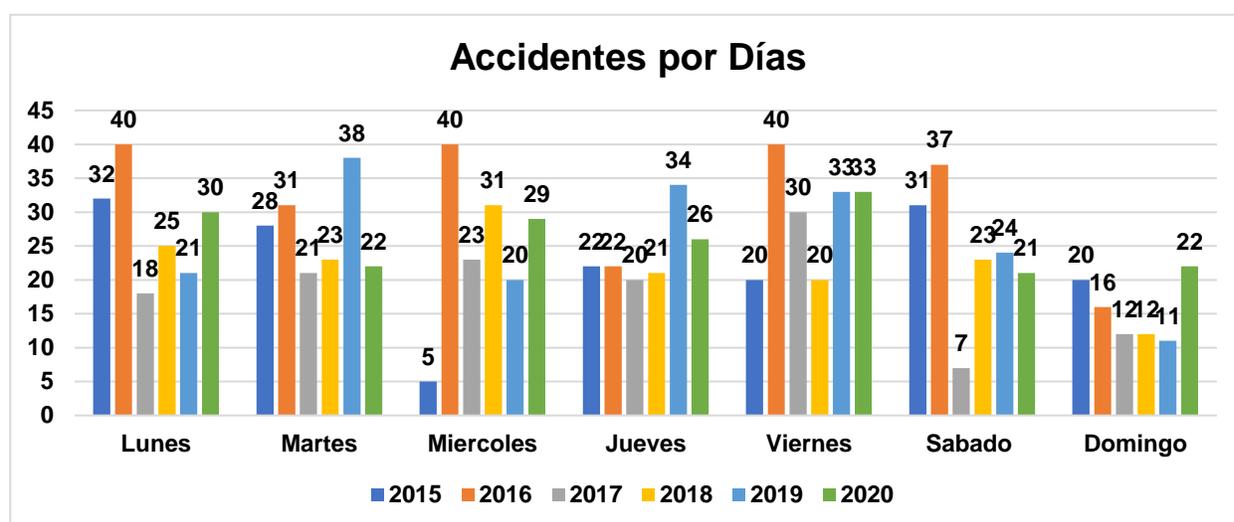
Para el 2015 refleja el mismo comportamiento decreciente leve para los martes, miércoles, jueves y viernes. En el 2018 hubo una leve baja de accidentalidad en el martes. De igual manera se observó la reducción del índice de accidentalidad y en la misma proporción los martes y miércoles de los años 2015 y 2018. Esta misma caída la podemos ver para los años 2017 y 2018 y en la misma magnitud en los miércoles y domingo. En los años en estudio los días sábado y domingo tuvieron un comportamiento similar en el gráfico de accidentalidad siendo el domingo del 2019 el más bajo de estos años. Seguimos observando la leve disminución de accidentes en los lunes y sábado de los años 2014 y 2018 respectivamente. Para los años 2014 y 2016 la accidentalidad decreció un poco en el domingo. Siendo el índice de accidentalidad más bajo que registra el gráfico el jueves del año 2015. Datos estadísticos de Tránsito Nacional, ver Anexo Pág. I a la XXI, tabla N°38 a la tabla N°43

**Tablas N° 7: Cantidad de accidentes por cada día de la semana por año.**

ACCIDENTE POR DIAS						
Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Lunes	32	40	18	25	21	30
Martes	28	31	21	23	38	22
Miércoles	5	40	23	31	20	29
Jueves	22	22	20	21	34	26
Viernes	20	40	30	20	33	33
Sábado	31	37	7	23	24	21
Domingo	20	16	12	12	11	22
<b>Total</b>	158	226	131	155	143	161

Fuente: Datos Estadísticos de Tránsito Nacional-Policía Nacional

**Gráfico N° 4 Accidentes por Días**



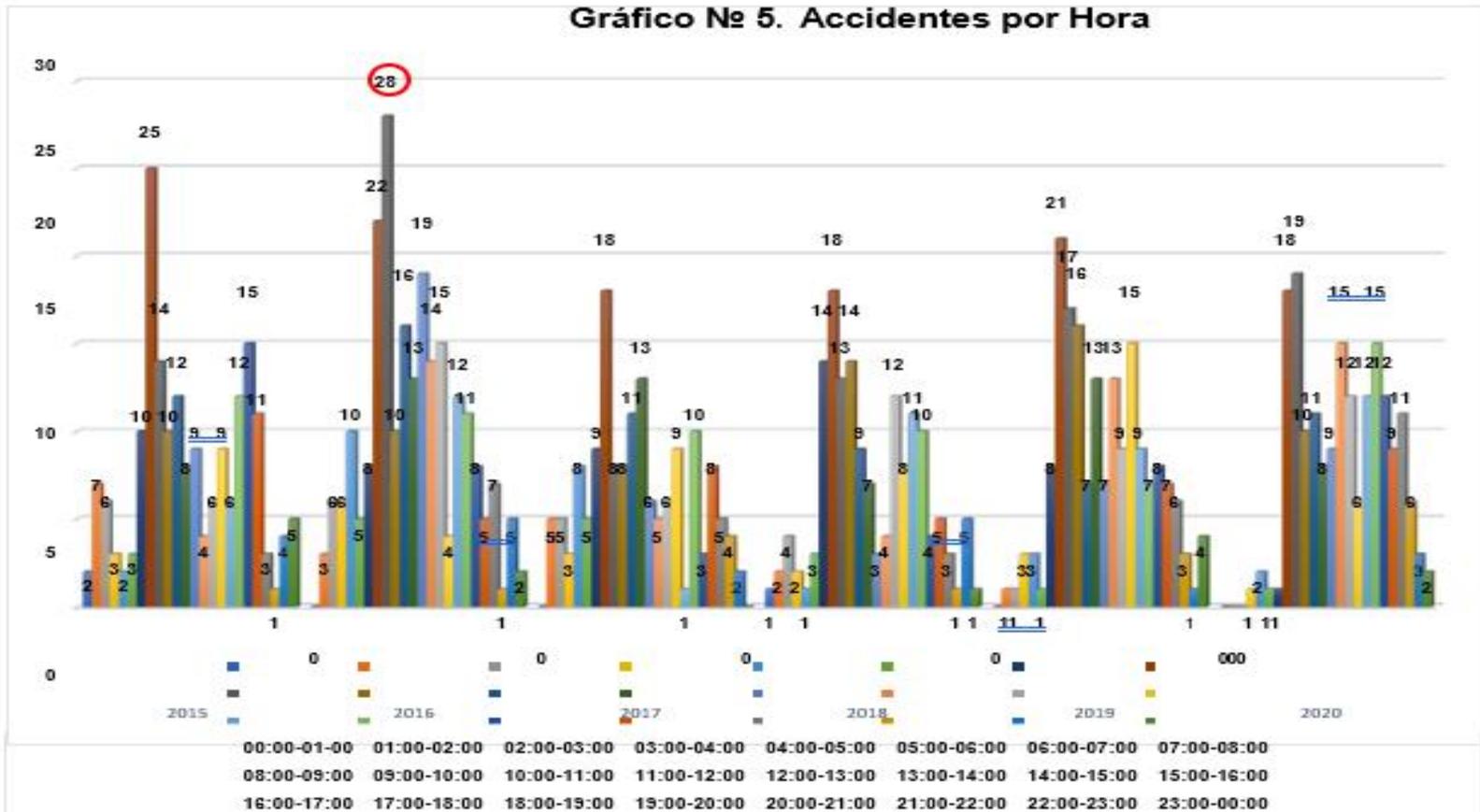
Fuente: Elaboración Propia con información estadística de la policía nacional.

### **Análisis Accidentes por hora.**

De acuerdo con las estadísticas brindadas por la Dirección de Tránsito Nacional, para los años 2015 y 2016 la hora crítica registrada según el inventario de accidentes fue de 07:00 – 08:00, en el 2015 y en el 2016 fue de 08:00 – 09:00 en segundo lugar y en un tercero de 07:00 – 08:00 del mismo año, en el 2019 fue de 07:00 – 08:00. Comparando estos datos con lo reflejado en el Aforo Vehicular, se observó que los siniestros se suscitan en las Horas de Máxima Demanda.

Los datos antes mencionados se reflejan en el gráfico 5, que muestra el comportamiento de los accidentes de tránsito en las 24 horas del día y desde el año 2015 hasta el año 2020.

Gráfico Nº 5. Accidentes por Hora



Fuente: Policía Nacional (Departamento de Ingeniería de Tránsito).

## 2.6 Accidentes por puntos críticos

Es aquel señalado por el resumen anual estadístico de accidentes elaborado por las autoridades viales. Donde los índices de peligrosidad y severidad, así como, las frecuencias de mortalidad y morbilidad presentan valores elevados.

La Policía Nacional define el término "Tramos de concentración de accidentes" aquellos tramos de hasta 1km de carretera en los que ocurren tres o más accidentes por año durante un periodo mínimo de tres años.

Estos puntos están determinados por un sinnúmero de factores de inseguridad vial que de una o múltiples maneras, desencadenan el evento y así mismo potencializados por factores mecánicos y humanos al momento de producirse el accidente.

Las intersecciones y empalmes son considerados puntos críticos en una carretera, ya que estas son una parte esencial de la red vial, en éstas se puede cambiar de vía para seguir un itinerario deseado, por esto es necesario alta vigilancia policial para reducir los conflictos entre los distintos movimientos.

Según el análisis de los datos estadísticos de la Policía Nacional los puntos donde se registran el mayor número de accidentes en el tramo estudiado son:

- Semáforos de los 1,000 mts. (Estación 0+000)
- Maxi Pali (Estación 0+734.3)
- DOEP (Estación 0+815)
- Embajada de España (Estación 1+347)
- Segunda Entrada a Las Colinas (2+480)

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

Los resultados del análisis de los inventarios correspondientes a los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020 reflejan que los puntos críticos de accidentes son los mismos. En los 2.5 km estudiados se localizaron 5 puntos críticos de accidentes de los cuales, los antes mencionados es donde se dan con mayor frecuencia, siendo estos puntos de referencia del tramo.

**Tablas N° 8: Puntos Críticos**

<b>Puntos críticos</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
<b>Semáforos de los 1000 mts</b>	75	79	71	61	62	72
<b>Maxi Pali</b>	1	25	18	19	13	29
<b>DOEP</b>	8	4	3	0	0	0
<b>Embajada de España</b>	20	30	15	21	15	22
<b>Segunda Entrada a Las Colinas</b>	76	<b>81</b>	45	50	79	61

Fuente: Elaboración propia con información estadística de la Policía Nacional.

## 2.7 Magnitud del Problema

Para analizar la accidentalidad, se calcularán los índices de mortalidad, morbilidad y accidentalidad, se hará la comparación entre los cinco años de estudio para verificar el comportamiento de los accidentes de tránsito en la vía.

Para esta relación los indicadores son:

**Índice con respecto a la población:** Este Índice se trabajará con respecto a la población de Managua, constituida por 1,521,612 habitantes y expresado por cada 100,000 habitantes. Estos datos fueron extraídos de los anuarios estadísticos del INIDE del año 2019.

### Tablas N° 9: Índice de Accidentalidad (Año 2019)

Puntos críticos	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Semáforos de los 1000 mts	75	79	71	61	62	72
Maxi Pali	1	25	18	19	13	29
DOEP	8	4	3	0	0	0
Embajada de España	20	30	15	21	15	22
Segunda Entrada a Las Colinas	76	81	45	50	79	61

Fuente: Elaboración propia con información estadística de la Policía Nacional.

$$I \frac{A}{P} \text{ año } 2019 = \frac{\text{no.de accidentes por año} * 100,00 \text{ habitantes}}{\text{Número de habitantes}}$$

$$I \frac{A}{P} \text{ año } 2019 = \frac{181 \text{ accid} * 100,000 \text{ hab}}{1,521,612 \text{ hab}} = \mathbf{11.89 \text{ accid}}$$

Nota: El dato estadístico poblacional se plasma en referencia a la densidad poblacional como departamento, puesto que el INIDE no refleja por municipio, ni por distrito.

### Tablas N° 10: Índice de Morbilidad

Puntos críticos	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Semáforos de los 1000 mts	75	79	71	61	62	72
Maxi Pali	1	25	18	19	13	29
DOEP	8	4	3	0	0	0
Embajada de España	20	30	15	21	15	22
Segunda Entrada a Las Colinas	76	<b>81</b>	45	50	79	61

Fuente: Elaboración propia con información estadística de la policía nacional.

$$I \frac{Morb}{P} \text{ año } 2019 = \frac{\text{no.de lesionados} * 100,00 \text{ habitantes}}{\text{Numero de habitantes}}$$

## 2.8 Índice de Mortalidad

$$I \frac{Mort}{P} \text{ año 2019} = \frac{0 \text{ les} * 100,00 \text{ habitantes}}{1,521,612 \text{ hab}} = 0 \text{ muer}$$

Nota: El dato estadístico poblacional se plasma en referencia a la densidad poblacional como departamento, puesto que el INIDE no refleja por municipio, ni por distrito.

Tablas N° 11: Índice Respecto a la población.

Índice respecto a la población	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Índice de Accidentalidad	12	14	10	10	12	12
Índice de Morbilidad	0.59	0	0.52	0.13	0.13	0.26
Índice de Mortalidad	0	0	0	0.13	0	0

Fuente: Elaboración propia con información estadística de la Policía Nacional.

**Índice respecto a la longitud:** se trabajará con respecto a la longitud del tramo (2.5 km) expresado por cada 100 km.

### Índice de accidentalidad

$$I \frac{A}{L} \text{ año 2019} = \frac{\text{no. de accidentes por año} * 100 \text{ km}}{2.5 \text{ km}}$$

$$I \frac{A}{L} \text{ año 2019} = \frac{181 \text{ acci} * 100 \text{ km}}{2.5 \text{ km}} = 7,240 \text{ accd}$$

### Índice de Morbilidad

$$I \frac{Morb}{L} \text{ año 2019} = \frac{\text{no. de lesionados} * 100 \text{ km}}{\text{Longitud del tramo}}$$

$$I \frac{Morb}{L} \text{ año 2019} = \frac{2 \text{ les} * 100 \text{ km}}{2.5 \text{ km}} = 80 \text{ lesionada}$$

Nota: El dato estadístico poblacional se plasma en referencia a la densidad poblacional como departamento, puesto que el INIDE no refleja por municipio, ni por distrito.

### Índice de Mortalidad

$$I \frac{Mort}{L} \text{ año } 2019 = \frac{\text{no. de muer} * 100 \text{ km}}{\text{Longitud del tramo}}$$

$$I \frac{Mort}{L} \text{ año } 2019 = \frac{0 \text{ muer} * 100 \text{ km}}{2.5 \text{ km}} = 0 \text{ muertos}$$

Nota: El dato estadístico poblacional se plasma en referencia a la densidad poblacional como departamento, puesto que el INIDE no refleja por municipio, ni por distrito.

**Tablas N° 12: Índice Respecto a la longitud.**

Índice respecto a la Longitud	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Índice de Accidentalidad	7360	9040	6080	6200	7240	7400
Índice de Morbilidad	360	520	320	80	80	160
Índice de Mortalidad	0	0	0	80	0	0

Fuente: Elaboración propia con formulario Cal y Mayor.

**Índice respecto al parque automotor:** se trabajará con respecto al número de vehículos registrados en el respectivo año, por cada 10,000 vehículos.

Para el cálculo de estos índices se tomó como dato la información brindada por Tránsito Nacional, donde en la tabla 1 se muestra el parque vehicular registrado por cada año, desde el 2014 hasta el 2018. Estos datos están reflejados en la Tabla 2. El cálculo se realiza mediante la siguiente expresión.

### Índice de accidentalidad

$$I \frac{A}{V} \text{ año } 2019 = \frac{\text{no. de accidentes por año} * 100,000 \text{ vehiculos}}{\text{Parque vehicular del municipio}} =$$

$$I \frac{A}{V} \text{ año 2019} = \frac{181 \text{ accidentes} * 100,000 \text{ vehiculos}}{470,424 \text{ vehiculos}} = 38 \text{ accidentes}$$

### Índice de Morbilidad

$$I \frac{Morb}{V} \text{ año 2019} = \frac{\text{no. de lesionados} * 100,000 \text{ vehiculos}}{\text{Parque vehicular del municipio}} =$$

$$I \frac{Morb}{V} \text{ año 2019} = \frac{2 \text{ lesionados} * 100,000 \text{ vehiculos}}{470,424 \text{ vehiculos}} = 0.42 \text{ lesionados}$$

### Índice de Mortalidad

$$I \frac{Mort}{V} \text{ año 2019} = \frac{\text{no. de muertes} * 100,000 \text{ vehiculos}}{\text{Parque vehicular del municipio}} =$$

$$I \frac{Mort}{V} \text{ año 2019} = \frac{0 * 100,000 \text{ vehiculos}}{470,424 \text{ vehiculos}} = 0 \text{ muertes}$$

Nota: El dato estadístico poblacional se plasma en referencia a la densidad poblacional como departamento, puesto que el INIDE no refleja por municipio, ni por distrito.

**Tablas N° 13: Índice Respecto al Parque Vehicular.**

Índice respecto a la población	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Índice de Accidentalidad</b>	39	<b>48</b>	32	32	38	39
<b>Índice de Morbilidad</b>	1.91	<b>2.76</b>	1.70	0.42	0.42	0.85
<b>Índice de Mortalidad</b>	0	<b>0</b>	0	0.42	0	0

Fuente: Elaboración propia con formulario Cal y Mayor.

La tabla 9, 10 y 11 reflejan que el índice de accidentalidad de mayor impacto se dio en el año 2016 y de igual forma el índice de morbilidad refleja el índice más alto de los años en estudio, y que en el año 2018 es el que presenta mayor índice de mortalidad, remarcando que en los otros años este índice fue de **cero**.

En los registros que nos brindó el Departamento de Ingeniería Vial de la Dirección de Tránsito Nacional de la Policía Nacional no tiene registrado los datos estadísticos de accidentes en el periodo de abril a julio del 2018, por la situación socio política que acontecían en ese momento, por lo tanto, merma la realidad de los accidentes de tránsito del área en estudio.

Por tanto, bajo nuestro criterio el tramo en estudio no representa ser un tramo de extrema peligrosidad; porque la mayoría de accidentes causados se refieren a colisiones por vehículos entre sí y esto por falta de cortesía o no atender las señales de tránsito básicas para circular en la vía, los puntos críticos de referencia, donde se causan mayormente los accidentes es por el ingreso y salida de automóviles a estos establecimientos comerciales y se tiende a invadir carril para hacer giros, y hace falta cortesía para permitir la circulación del otro vehículo; mucho menos es peligroso donde la tasa anual de mortalidad en dicho tramo es cero (0), donde existe un parque vehicular de 470,424 unidades.



## CAPÍTULO III: INVENTARIO VIAL

### 3.1 Introducción

Consiste en obtener información básica y relevante acerca del estado actual de la carretera en estudio. Se realiza un inventario de las condiciones de los elementos que componen el tramo, describiendo sus condiciones físicas y estado. Con el objetivo de determinar la condición general de la vía para así encontrar el indicio o señal correspondiente a los problemas y necesidad de la circulación.

En el levantamiento del inventario vial realizado, nos centramos en las señalizaciones viales existentes, porque buscamos principalmente el factor de seguridad en la vía.

### 3.2 Identificación del tramo en estudio

El tramo de estudio está situado en el distrito cinco de la ciudad de Managua, el punto de inicio se sitúa en los semáforos del barrio Francisco Salazar, dirigiéndose hacia la avenida central las colinas y culminando en la NIC-4, (segunda entrada a las colinas), con una distancia del tramo de 2,550 metros de longitud.

### 3.3 Clasificación funcional del tramo de estudio

Según el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, **3era. Edición, 2011 (Pág. 25)** se define al tramo de estudio como **colector menor urbano**, dado que es de dos carriles, permite velocidades menores en distancias cortas y sirve de colector de tráfico de caminos locales y los conecta con las vías arteriales.

### 3.4 Topografía

Para el cálculo de la pendiente, se obtuvieron coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) en diferentes estaciones, las cuales utilizaron para obtener las elevaciones, mediante Google earth pro y con las distancias dadas entre estaciones, se calculó las pendientes del tramo en estudio.

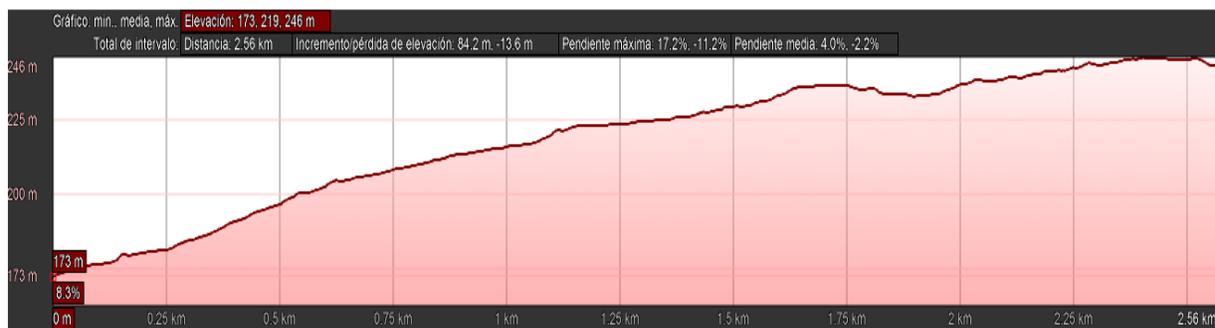
**Tablas N° 14: Calculo de la pendiente del tramo en estudio.**

Estación	Coordenadas UTM		Elevación es (m)	% De la pendiente
	X	Y		
0+000	583355.57	1338957.63	173	0
0+354	583398.08	1338603.18	188	4.24
0+799	583438.33	1338166.03	210	4.95
1+533	583549.96	1337442.21	231	2.87
1+787	583290.18	1337404.68	235	1.59
1+908	583186.44	1337387.62	233	-1.65
2+171	583275.16	1337133.80	241	3.04
2+395	583335.53	1336922.93	246	2.23
2+550	583242.03	1336808.56	245	-0.67

Fuente: Cálculos y elaboración por sustentantes

Según el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, 3era. Edición, 2011 (Pág. 116), en su cuadro 3.15 muestra la clasificación de los terrenos en función de las pendientes naturales y el rango de pendiente (P%) donde,  $P \leq 5\%$ , se considera Llano o plano. Dado que las pendientes del tramo en estudio no son superiores al 5%, se encuentra dentro de este rango, el cual indica que la vía en estudio es terreno plano.

**Gráfico 6: Calculo de pendiente.**



Fuente: Perfil de Elevación (Google Earth)

Para calcular el porcentaje de pendiente, se tomó la diferencia de elevación entre las estaciones, dividiendo el resultado entre la distancia y multiplicado por 100.

### 3.5 Uso del suelo

Está enfocado principalmente a uso residencial, pero se pueden encontrar áreas comerciales (supermercados, ventas populares y comedores entre otros), de servicios (autolavados y oficinas de servicios legales, administrativos de empresas.) y un parque de buen tamaño para esparcimiento de la población.

**Tablas N° 15: Uso del suelo local.**

ESTACIÓN		USO DE SUELO
INICIO	FIN	
0+000	0+815	ÁREA RESIDENCIAL Y PEQUEÑOS NEGOCIOS.
0+815	0+950	AREA COMERCIAL
0+950	1+570	ÁREA RESIDENCIAL Y EMBAJADAS
1+570	1+928	ÁREA RESIDENCIAL
1+928	2+250	ÁREA RESIDENCIAL Y OFICINAS DE SERVICIOS VARIOS.
2+250	2+550	ÁREA COMERCIAL Y OFICINAS.

Fuente: Levantamiento de campo sustentantes

### **3.6 Carpeta de rodamiento**

En el tramo de estudio, la carpeta de rodamiento desde su inicio en la estación 0+000 hasta la estación 1+815 es de pavimento asfáltico y de ahí en adelante hasta su culminación en la estación 2+550 es adoquinado. Siendo 1815 metros de carretera asfaltada y 735 metros de adoquinado.

A continuación, se detallan algunos daños que presenta la carpeta de rodamiento a lo largo del tramo.

Piel de Cocodrilo o agotamiento por fatiga, se refiere a una serie de fisuras interconectadas causadas por acción de la fatiga de la superficie de pavimento asfáltico, según indica el Manual Centroamericano de mantenimiento de carreteras, edición 2010 pág.300

Imagen № 1. Piel de cocodrilo  
estación 0+350.



Fuente: Levantamiento de campo  
por sustentantes (09/2021)

Imagen № 2. Piel de cocodrilo,  
estación 0+540



Fuente: Levantamiento de campo  
por sustentantes (09/2021)

**Asentamiento**, se refiere a las deformaciones que ocurren en las capas superiores y suelen ser acompañadas de un deslizamiento o levantamiento lateral de la superficie del pavimento, según indica el Manual Centroamericano de mantenimiento de carreteras, edición 2010 pág.306.

Imagen No. 3. Deformación por  
Asentamiento, estación 0+250



Fuente: Levantamiento de campo  
por sustentantes (09/2021)

Imagen No. 4. Deformación por  
asentamiento, estación 0+435



Fuente: Levantamiento de campo  
por sustentantes (09/2021)

En la sección del tramo que está compuesta por adoquines se observan daños ocasionados por las precipitaciones, lo que ha causado desprendimientos y asentamientos, según indica el Manual Centroamericano de mantenimiento de carreteras, edición 2010 pág.339.

<p>Imagen No.5 Estado del adoquinado, estación 0+891</p>  <p>Fuente: Levantamiento de campo por sustentantes (09/2021)</p>	<p>Imagen No. 6. Estado del adoquinado, estación 1+708</p>  <p>Fuente: Levantamiento de campo por sustentantes (09/2021)</p>
---	--

**Tablas N° 16: Estado de la carpeta de rodamiento por estaciones.**

ESTACIÓN		CARPETA DE RODAMIENTO	
INICIO	FIN	Tipo de daño	Tipo de superficie
0+000	0+250	Asentamiento	Asfalto
0+050	0+540	Piel de cocodrilo	Asfalto
0+540	0+645	Asentamiento	Asfalto
0+645	0+815	Piel de cocodrilo	Asfalto
0+815	0+800	Juntas abiertas en los extremos carpeta de rodamiento	Adoquinado
0+800	0+880	Ahuellamiento	Adoquinado
0+880	0+891	Desprendimiento	Adoquinado
0+900	2+150	Ahuellamiento y juntas abiertas	Adoquinado
2+150	2+390	Juntas abiertas en los extremos carpeta de rodamiento	Adoquinado
2+390	2+550	Ahuellamiento	Adoquinado

Fuente: Levantamiento de campo por sustentantes (09/2021)

### **3.7 Ancho de calzada.**

Es la luz libre para la circulación, o sea la distancia entre los bordes interiores de los cordones laterales, y varía con el volumen de tránsito previsto. El ancho mínimo aconsejable de las calles urbanas de dos carriles de circulación en las que no se permita estacionamiento, debe ser de 7.00 m a 7.50 m, cuando se prevea un estacionamiento lateral el ancho mínimo aconsejable es el de 9 m.

El tramo de estudio a lo largo del mismo, el ancho de calzada varía, su rango más bajo es de 5.80 m hasta un máximo de 8.50 m. En la tabla № 33, donde se especifica las características de la sección transversal, se puede apreciar esta variación en el ancho de calzada, según sus estaciones.

### **3.8 Hombros**

También conocido como arcén, banquina o berma, es una franja longitudinal contigua a la calzada destinada para el tránsito del peatón o semovientes. Esta estructura puede estar pavimentada y forma parte de la estructura de la vía. La berma no puede ser transitada, aunque en circunstancias excepcionales puede servir de estacionamiento del automóvil y tránsito de vehículos de emergencia.

La mayoría del tramo no presenta demarcación de los hombros, además en algunas secciones el ancho de carril es muy reducido, lo cual no permite la existencia de estos, En la tabla № 19, donde se especifica las características de la sección transversal, se indica las estaciones que presentan demarcación de hombros.

## Sección Transversal de la carretera

**Tablas N° 17: Características físicas de la selección transversal de la vía.**

INICIO (EST.)	FIN (EST.)	DIST. AL DER. DE VÍA (mts)	ANCHO CUNETETA (mts)	ANCHO HOMBRO IZQ. (mts)	SUP. ROD. (ANCHO) (mts)	ANCHO HOMBRO DER. (mts)	ANCHO CUNETETA (mts)	DIST. AL DER. DE VÍA (mts)	TOTAL DER. DE VIA (MTS)	CONDICIÓN DE DRENAJE (mts)	TIPO DE SUPERFICIE (mts)	CONDICIÓN DE RODAMIENTO (mts)
0+000	0+044	6.00	0.40	0.00	7.00	0.00	0.00	2.90	17.20	BUENA	ASFALTO	REGULAR
0+044	0+123	12.00	0.40	0.00	7.40	0.00	0.00	3.50	23.9	BUENA	ASFALTO	REGULAR
0+123	0+158	13.00	0.40	0.00	8.00	0.00	0.20	2.00	23.6	BUENA	ASFALTO	REGULAR
0+158	0+248	13.00	0.40	0.00	8.00	0.00	0.40	2.20	24	BUENA	ASFALTO	REGULAR
0+248	0+359	6.00	0.40	0.00	8.20	0.00	0.40	2.70	17,7	BUENA	ASFALTO	REGULAR
0+359	0+488	4.00	0.40	0.00	8.20	0.00	0.40	6.50	18.70	BUENA	ASFALTO	REGULAR
0+488	0+652	5.00	0.40	0.00	8.50	0.00	0.40	3.70	18	BUENA	ASFALTO	REGULAR
0+652	0+735	5.60	0.40	0.00	8.00	0.00	0.40	3.00	17.40	BUENA	ASFALTO	REGULAR
0+735	0+815	4.50	0.00	0	5.80	0.00	0.40	3.80	14.50	BUENA	ADOQUÍN	REGULAR
0+815	1+572	3.50	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	3.80	13.30	BUENA	ADOQUÍN	REGULAR
1+572	1+928	5.00	0.00	0.00	6,5	0.00	0.00	3.00	14.50	REGULAR	ADOQUÍN	REGULAR
1+928	2+133	4.30	0.00	0.00	6.50	0.00	0.00	2.00	12.80	BUENA	ADOQUÍN	REGULAR
2+133	2+413	4.00	0.00	0.00	6.50	0.00	0.00	3.90	14.40	REGULAR	ADOQUÍN	REGULAR
2+413	2+480	3.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	3.00	12.00	REGULAR	ADOQUÍN	REGULAR
2+480	2+550	5.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	6.00	19.00	REGULAR	ADOQUÍN	REGULAR

Fuente: Levantamiento de campo por sustentantes

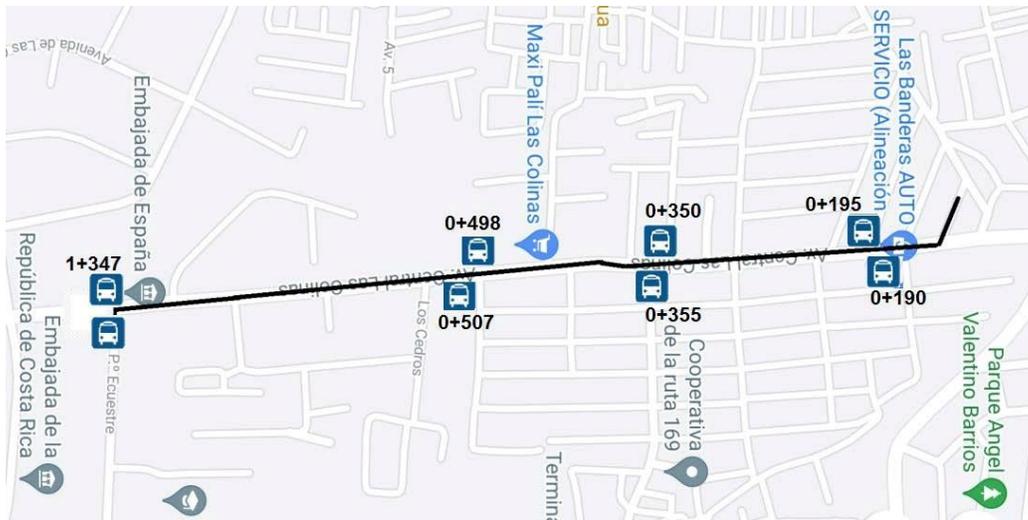
### 3.9 Paradas de autobús

Es un elemento urbano perteneciente al mobiliario urbano caracterizado por ser un espacio público, multifuncional de uso social y colectivo, de dimensiones acotadas, destinado a acoger a pasajeros en la espera de un transporte público. Brindan seguridad y refugio a los usuarios.

En todo el tramo existen 8 paradas de autobuses autorizadas, 4 en cada dirección de la vía. Y dos paradas no autorizadas, las cuales se ubican en la estación 0+078 banda izquierda y 0+080 banda derecha, como se observa en la ilustración número 4. Hay solo una de ellas, en la estación 0+507 banda derecha, que cuenta con la infraestructura apropiada para los usuarios.

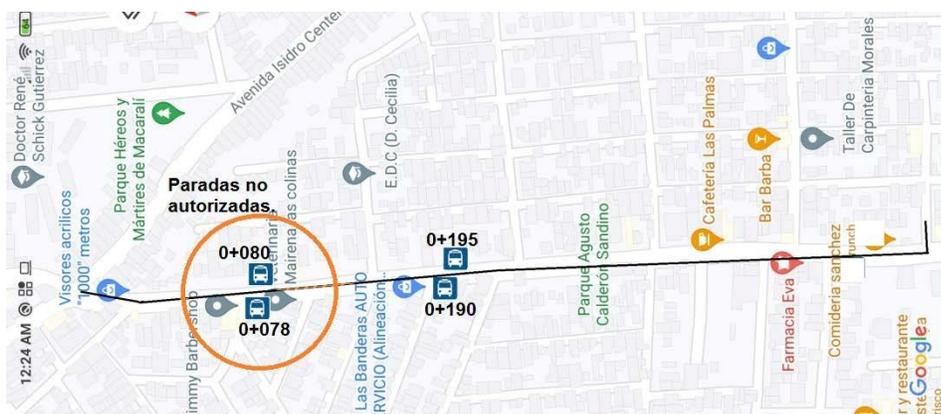
En el tramo de estudio circula la ruta 165 de la estación 0+190 hasta la estación 1+358, y la ruta 169 de la estación 0+000 hasta la estación 0+370, en el resto del tramo no ingresan unidades de transporte público.

**Ilustración 3 Recorrido ruta 165 y sus paradas autorizadas.**



Fuente: <https://n9.cl/vdbrg>.

## Ilustración 4 Recorrido ruta 169 y sus paradas autorizadas



Fuente: <https://n9.cl/vdbrg>.

### Bahía de autobuses

Es la zona de transición entre la calzada y la parada de autobuses, destinada al estacionamiento del autobús y permitir el ingreso y salida de pasajeros de la unidad con seguridad, a la vez evita que los autobuses demoren el tráfico.

### Tablas N° 18: Dimensiones típicas de las bahías para el resguardo de autobuses.

Diseño	Entrada (m)	Parada (m)	Salida (m)	Ancho (m)	Long. Total (m)
Para un bus	9	15	15	3	39
Para un bus	12	15	20	4	47
Para dos buses	9	30	15	3	54
Para dos buses	12	30	20	4	77
Para tres buses	12	45	20	4	77

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras

La tabla No. 18, indica las dimensiones recomendadas para bahías de autobuses según, el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de carreteras, edición 2011, (pag.149, cuadro 4.4). En todo el tramo de estudio, en las paradas de autobuses existentes no existe bahía de autobuses.

**Tablas N° 19: Paradas de autobuses existentes.**

<b>ESTACION</b>	<b>BANDA IZQUIERD</b>	<b>BANDA DERECH</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
0+078		<b>X</b>	Parada no autorizada
0+080	<b>X</b>		Parada no autorizada
0+190	<b>X</b>		Parada autorizada, no presenta bahía de autobús, ni caseta de resguardo para pasajeros.
0+195		<b>X</b>	Parada autorizada, no presenta bahía de autobús, ni caseta de resguardo para pasajeros.
0+350		<b>X</b>	Parada autorizada, no presenta bahía de autobús, ni caseta de resguardo para pasajeros.
0+355	<b>X</b>		Parada autorizada, no presenta bahía de autobús, ni caseta de resguardo para pasajeros.
0+498	<b>X</b>		Parada autorizada, no presenta bahía de autobús, ni caseta de resguardo para pasajeros.
0+507		<b>X</b>	Parada autorizada, no presenta bahía de autobús, si tiene caseta de resguardo para pasajeros.
1+347		<b>X</b>	Parada autorizada, no presenta bahía de autobús, ni caseta de resguardo para pasajeros.
1+347	<b>X</b>		Parada autorizada, no presenta bahía de autobús, ni caseta de resguardo para pasajeros.

Fuente: Levantamiento de campo sustentantes.

Ninguna de las paradas de autobuses existentes cumple con el criterio del Manual Centroamericano para el Diseño Geométrico de Carreteras, 3era. Edición, 2011. que cita el diseño adecuado en su inciso 4.4 (Pág.148). No poseen bahías de autobuses específicas y solo una parada cuenta con caseta para los usuarios.

### **3.10 Señales de Tránsito**

Son los dispositivos de tránsito que sirven para regular la circulación a través de símbolos e iconos convencionales. Las señales ayudan a los conductores y peatones a tener una circulación más fluida, cómoda y segura. Las se prohíben, obligan y advierten de peligros futuros y proporcionan información oportuna.

**Podemos definir las como:**

 **Señales informativas:**

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

 **Señales preventivas:**

Son aquellas que tienen por objeto prevenir a los conductores y peatones de la existencia de un peligro inminente en la vía y la naturaleza de ese peligro. Su forma debe ser cuadrada y colocada de manera diagonal.

 **Señales reglamentarias:**

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

 **Señales verticales:**

Son aquellas que contienen símbolos ubicados en paralelos y que se encuentran localizados a la orilla de las vías por donde se circula a fin de regular e informar sobre el tránsito.

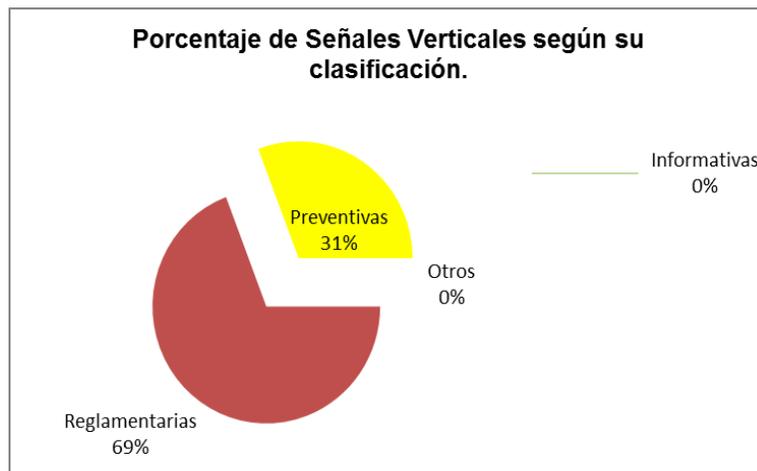
Estas reconocidas señales engloban los contextos preventivos, reglamentarios e informativos con relación al tránsito terrestre, diseñadas para transmitir un mensaje específico a todos los transeúntes y conductores que hacen vida en las vías públicas.

Tablas N° 20: Señalización vertical existente.

Estación	Código	Descripción	Tipo tablero	Altura de arista	Distancia desde acera (m)	Ubicación		Tipo	Estado
						Izquierda	Derecha		
0+007	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.2	0.40	X		Reglamentari	Buen
0+007	R-1-1	Alto	Octogonal	1.60	0.40	X		Reglamentari	Buen
0+142	R-2-1	Vel. Max.	Rectangular	1.80	1.60	X		Reglamentari	Buen
0+260	R-1-1	Alto	Octogonal	1.80	1.80		X	Reglamentari	Buen
0+260	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.40	1.80		X	Reglamentari	Buen
0+268	P-9-4	Peatones	Rombo	1.90	1.80		X	Prevención	Buen
0+544	P-9-4	Peatones	Rombo	1.90	1.50		X	Prevención	Regular
1+148	R-2-1	Vel. Max.	Rectangular	1.60	0.90		X	Reglamentari	Regular
1+295	R-1-1	Alto	Octogonal	1.70	0.50		X	Reglamentari	Buen
1+357	R-1-1	Alto	Octogonal	1.70	0.50	X		Reglamentari	Buen
1+357	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	1.60	0.60	X		Reglamentari	Buen
1+440	P-9-12	Reductor	Rombo	1.90	1.00		X	Prevención	Buen
1+500	P-9-12	Reductor	Rombo	2.00	1.60	X		Prevención	Buen
1+510	R-1-1	Alto	Octogonal	1.70	1.50	X		Reglamentari	Buen
1+535	R-1-1	Alto	Octogonal	1.70	1.00	X		Reglamentari	Buen
1+660	R-1-1	Alto	Octogonal	1.10	1.50		X	Reglamentari	Buen
1+785	P-9-12	Reductor	Rombo	1.90	0.50		X	Prevención	Buen
1+785	R-1-1	Alto	Octogonal	1.90	1.00	X		Reglamentari	Buen
1+878	R-1-1	Alto	Octogonal	1.70	1.00		X	Reglamentari	Buen
2+015	R-1-1	Alto	Octogonal	1.70	0.60		X	Reglamentari	Buen
2+134	P-7-34	Despacio	Rombo	2.00	1.00		X	Prevención	Regular
2+145	R-1-1	Alto	Octogonal	2.00	0.50		X	Reglamentari	Buen
2+262	P-9-12	Reductor	Rombo	1.70	1.00		X	Prevención	Regular
2+289	R-1-1	Alto	Octogonal	1.70	1.00		X	Reglamentari	Buen
2+403	PP-3-3	Semáforo	Rombo	1.70	1.00	X		Prevención	Buen
2+438	R-1-1	Alto	Octogonal	1.70	1.00	X		Reglamentari	Buen

Fuente: Levantamiento de campo sustentantes

**Gráfico No 7.** Porcentaje de señales verticales según su clasificación.



Fuente: Datos de Campo, levantados por sustentantes

Las señales verticales antes descritas en la tabla van de acuerdo con el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, edición 2000, Los códigos dados en la tabla para identificar las señales verticales fueron tomados del mismo.

Las señales de tránsito son esenciales para prevenir accidentes, la falta de estos o el deterioro de estos afecta en gran manera la seguridad de conductores y peatones.

Por defecto entre la población hay personas que se roban las señales de tránsito verticales, por el metal del que están fabricadas. Y para las autoridades evitar la pérdida es algo difícil de controlar.

Aproximadamente la mitad del tramo de estudio fue recarpeteado con asfalto, antes era de adoquín, lo que se observa por lo general es que, en calles existentes de asfalto, adoquín, etc. No se contempla la instalación y mejora de señales de tránsito, solo se da en calles de nuevo diseño.

A lo largo del tramo en cada cruce de vía se puede notar la existencia de señales de alto, aunque sea en un extremo, pero lo recomendable fuera que estuvieran a cada lado.

Las señales verticales existentes en el tramo se encuentran en su mayoría en buen estado. El mantenimiento de los dispositivos debe ser de primera calidad para asegurar su legibilidad y visibilidad; los dispositivos limpios, legibles, adecuadamente localizados, cumpliendo los niveles de reflectividad normados y en buenas condiciones de funcionamiento.

Según lo citado en el párrafo anterior referente al mantenimiento de las señales verticales y según lo observado en el levantamiento de campo por los sustentantes, bajo ese criterio se especifica el estado de las señales verticales, ya sea buen estado o regular estado.

El Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, Edición I, 2014, en su capítulo No.1, pág. No. 1 a la 2, detalla el estado de estas para que cumplan su función.

**Imagen No. 7 Señal reglamentaria R-1-1 e R-15-10, estación 0+007, buen estado.**



Fuente: Levantamiento de campo por sustentantes

**Imagen No. 8 señal preventiva P- 9-4 estación 0+544, estado regular**



Fuente: Levantamiento de campo por sustentantes

**Imagen No. 9 Señal  
reglamentaria R-2-1, estación  
0+142, buen estado.**



Fuente: Levantamiento de campo  
por sustentantes.

**Imagen No 10. Señal preventiva  
estación 2+173, estado regular.**



Fuente: Levantamiento de campo  
por sustentantes.

### **Señalización Horizontal**

Son marcas o franjas que se posicionan en el pavimento para guiar el tráfico vehicular y peatonal, indicando acciones, normativas y movimientos a efectuar mediante líneas, leyendas y/o figuras.

Las señales horizontales tienen como objetivo regularizar la circulación, alertar y orientar a los conductores que transitan por una ruta pública, por lo que son consideradas necesarias para la seguridad vial, teniendo el mismo peso legal que una señal vertical. Su función es transmitir el mensaje desde otra perspectiva, pero con igual relevancia a los usuarios, garantizando de esta forma una armonía vial y el resguardo de todos.

### **Señales longitudinales**

Son marcas paralelas al sentido de circulación, y pueden ser de color amarillo y blanco.

#### **Amarillas**

Una línea amarilla interrumpida indica que usted está en una carretera de dos carriles y puede esperar tráfico de frente en el carril situado a la izquierda de la línea.

Se permite pasar donde haya amplia distancia para ello, y el carril opuesto esté despejado de tráfico. Una línea amarilla continua indica que usted está en una carretera de dos carriles con direcciones opuestas en donde está prohibido rebasar.

Doble línea amarilla al centro de la calle significa también carriles en direcciones opuestas y prohibición de rebasar.

### Blancas

Una línea blanca interrumpida, se utiliza para dividir los carriles de tráfico que van en la misma dirección. Este tipo de marca se ve frecuentemente en las calles anchas dentro de una ciudad. Si la línea es continua significa que está prohibido cambiar de carril.

### Transversales

Son líneas blancas que van transversalmente al sentido de circulación de los vehículos. Las más comunes son:

#### Línea de pare

Indica el sitio donde deben parar los vehículos. Es una línea continua y ancha. Se coloca antes de una intersección.

#### Zona peatonal

Comprende una serie de líneas anchas paralelas que demarcan ambos lados de la vía. Su objetivo es permitir el paso seguro a los peatones, ningún vehículo podrá estar estacionado sobre esta área.

**Tablas N° 21: Señalización horizontal no encontrada en el tramo.**

TIPO DE SEÑAL HORIZONTAL	ESTACION		BANDA		OBSERVACION
	INICIO	FIN	IZQUIERDA	DERECHA	
Línea amarilla al centro que divide el sentido de la vía.	0+000	2+550			NO EXISTE EN TODO EL TRAMO
Línea de demarcación de hombros	0+000	0+044	SI	SI	NINGUNA
	0+044	0+123	SI	NO	NINGUNA
	0+123	2+550	NO	NO	NINGUNA
ZONA PEATONAL	0+000	2+550			NO EXISTE EN TODO EL TRAMO

Fuente: Levantamiento de campo por sustentantes.

El tramo de estudio no cuenta con ningún tipo de señalización horizontal, es de mencionar que es una vía con doble sentido y no posee las líneas que se especifican en los conceptos anteriores de señalización horizontal. Por lo cual se sugiere se marquen las líneas longitudinales amarillas, las líneas blancas transversales de pare y zonas peatonales, principalmente en el acceso al maxi pali por la afluencia de personas, como se recomienda en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tráfico, edición 2000 capítulo 3, pág. 208 a la 215.

#### **Drenajes Mayor y Menor.**

El exceso de agua provocado por lluvias o desbordamientos puede afectar negativamente a las propiedades geomecánicas, hidrostáticas y volumétricas del pavimento de la carretera. Las obras de drenaje tienen como objetivo controlar y redirigir este exceso de caudal para evitar daños estructurales que puedan ocasionar interrupciones de tráfico, daños en el entorno, etc.

La función principal del sistema de drenaje de una carretera es evacuar el agua procedente de las precipitaciones para que la superficie de rodadura quede libre de encharcamientos y garantizar la seguridad de la circulación. Se evitan problemas de sedimentación de los elementos procedentes de los terrenos en desmonte.

Las obras de drenaje incluyen la construcción de estructuras transversales, travesías y subdrenajes superficiales y subterráneos. El drenaje superficial puede ser longitudinal o transversal en función de su posición respecto al eje del camino.

La vía en estudio cuenta a lo largo desde el punto de inicio hasta su final con alcantarillado, con diámetro de 1.05 metros, además de otras obras de drenaje que se detallan en la siguiente tabla:

**Tablas N° 22: Drenajes mayores y menores.**

Estación Inicio	Estación Final	Banda izquierda		Banda derecha		Observaciones
		Drenaje Mayor	Drenaje Menor	Drenaje Mayor	Drenaje Menor	
0+000	0+028				Canal en v	En buen estado.
					H: 0.30 m	
					W: 1.50 m	
					L: 28 m	
0+009	0+051	Cauce				En buen estado, exceso de basura en el fondo.
		H: 3 m				
		W: 3 m				
		L: 42 m				
0+029.5	0+040				Zanja de drenaje	En buen estado, solo presenta acumulación de basura
					H: 2 m	
					W: 1.20 m	
					L: 11.50 m	
0+045	0+0158.6		canal en v			En buen estado
			H: 0.30 m			
			W: 3.20 m			
			L: 113.6 m			
0+211	0+252		Canal rectangular			Estado regular
			H: 0.50 m			
			W: 1.50 m			
			L: 41m			
0+820	0+855.60				Canal rectangular	En buen estado
					H: 0.50 m	
					W: 0.50 m	
					L: 35.60 m	

Fuente: Levantamiento de campo por sustentante

Algunas obras de drenaje existentes en el tramo de estudio,

**Imagen N°11 drenaje mayor, estación 0+009, banda izquierda, con basura acumulada.**



Fuente: Levantamiento de campo por sustentantes.

**Imagen No.12. Canal tipo V, estación 0+045, banda izquierda.**



Fuente: Levantamiento de campo por sustentantes.

**Imagen No.13. Drenaje menor, estación 0+211, banda izquierda.**



Fuente: Levantamiento de campo por sustentantes.

**Imagen No.14. Drenaje menor, estación 0+820, banda derecha.**



Fuente: Levantamiento de campo por sustentantes.

El sistema de drenaje existente en la vía, desde la estación 0+000 hasta la estación 1+030 existe una evacuación adecuada de las precipitaciones. De la estación 1+030 hasta la estación 1+920 se observa una inadecuada evacuación de las precipitaciones y dado que la carpeta de rodadura en esta sección es de adoquín se puede notar daños en partes de esta.

De la estación 1+920 hasta la estación 2+300 aunque no existen cunetas solo bordillo se observa pequeños daños ocasionados por las precipitaciones en los extremos de la carpeta de rodamiento, el resto del tramo hasta finalizar solo existe bordillo en la banda derecha de la vía, en la banda izquierda no existe ni cuneta ni bordillo se nota que el adoquinado se empieza a dañar en las orillas de la vía.

Según observación al momento del levantamiento del inventario vial y siguiendo conceptos del Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras edición 2010, sección 802, pág. 192 a la pág. 200, se indica el estado de los drenajes, ya sea bueno o regular estado.

# CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE TRÁNSITO



## 4.1 Introducción

La distribución temporal del volumen de tránsito es el resultado de estilos de ..... de los ciudadanos. Lo cual hace que las personas sigan determinados patrones de viaje durante un período de tiempo, por ejemplo, viajes en determinadas épocas del año, determinados días de la semana o determinada semana. En este capítulo se analiza el flujo del tráfico en la vía al igual que definirá el número y tipos de vehículos que pasan por un punto específico en un intervalo de tiempo específico. Los datos que se obtienen de este se utilizan para:

- ✓ Evaluar las condiciones actuales de capacidad del tramo de estudio.
- ✓ Establecer dónde se colocarán las señales.

Además, se desarrollará un Estudio de Velocidades que permitirá:

- ✓ Saber la velocidad en los puntos críticos o de mayor demanda y así establecer límites.
- ✓ Estudios de accidentes.
- ✓ Localización de señalizaciones.

## 4.2 Aforo vehicular.

Al igual que muchos sistemas dinámicos, los medios físicos y estáticos del tránsito, tales como la carretera, las calles, las intersecciones etc., están sujetos a ser solicitados y cargados por los volúmenes de tránsito (motos, vehículos, buses, etc.).

Se determina volúmenes de tráfico a todos los vehículos que circulan en la vía, en un sentido o en ambos. En general, los volúmenes de tránsito están compuestos por unidades heterogéneas y esta tendencia se acentúa a medida que aumenta el número de vehículos por unidad de longitud de vía. Por tanto, se hace necesario conocer también la composición de estos volúmenes.

La medición de los volúmenes de tránsito vehicular se obtiene normalmente de manera sistemática, por medios mecánicos o manuales, a través de conteos o aforos

volumétricos del tránsito en las propias carreteras. Los estudios sobre los volúmenes de tránsito son realizados con el objetivo de recaudar información relacionada con el movimiento de vehículos sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial.

### 4.3 Volúmenes, clasificación y tipología.

El formato utilizado para el aforo cuenta con 3 clasificaciones: vehículos de pasajeros, vehículos de carga y vehículos pesados, las cuales cuentan con su propia subclasificación, esto con el fin de tipificar los tipos de vehículos que recorren el tramo.

### 4.4 Obtención de los volúmenes de tránsito.

Desarrollamos el conteo vehicular definiendo 3 estaciones, donde, cada estación estaba compuesta por un contador para ambos carriles llegando a obtener 3 flujos en total.

Los conteos se realizaron 3 días de semana según lo estipulado Anuario de tráfico el cual nos clasifica el tramo como carretera tipo 3 al contar con la característica propia de dicha clasificación, El conteo de tránsito se efectuó estos días típicos ya que no es vía principal y que no se encuentran estaciones de media cobertura según el anuario, nos designa la presente metodología de este aforo, martes 27, miércoles 28 y jueves 29 de julio del año 2021, en los periodos de mayor movimiento vehicular durante doce horas continuas, entre las 06:00 y las 18:00 horas, se situaron aforadores por sentido del flujo vehicular, que contaron y clasificaron los tipos de vehículos en los sitios donde se considera las mayores concentraciones de tráfico a lo largo del tramo en estudio.

### Ilustración 5. Clasificación por Tipo de Vehículo

Vehículos de Pasajeros	Vehículos de Carga	Otros Vehículos Pesado
Vehículos Livianos Autobuses	Camiones Camión Remolque Cx-Rx Tráiler Articulado Tx-Sx	Agrícolas Construcción Otr

Fuente: Elaboración propia

**Tablas N° 23: Aforo vehicular por día: Resumen del aforo.**

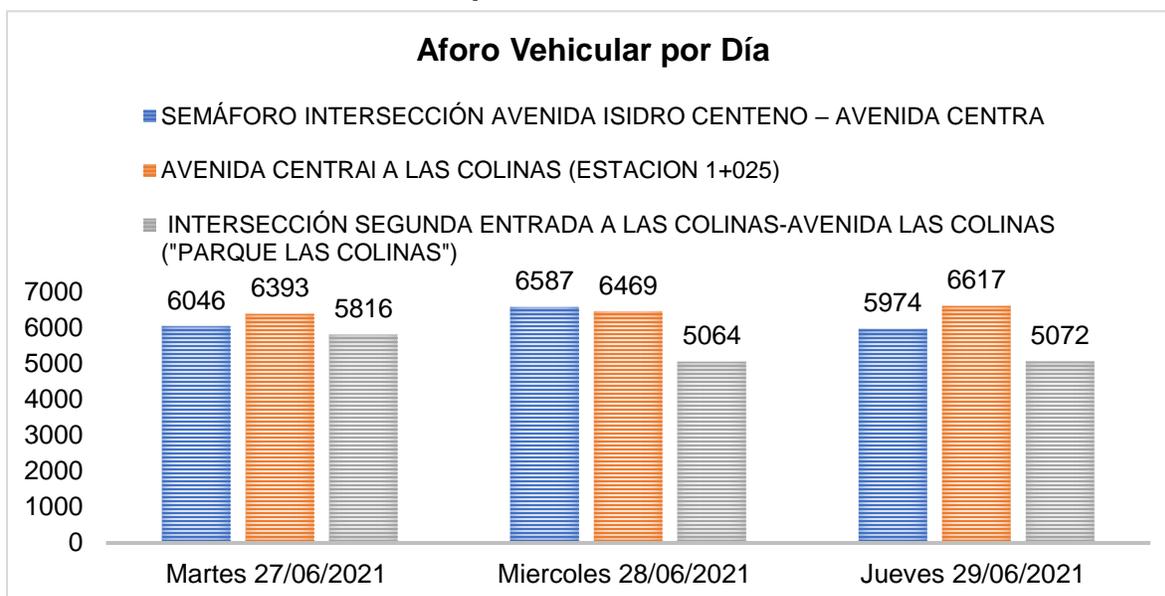
<b>AFORO VEHICULAR POR DÍA</b>			
<b>Estaciones de conteo</b>	<b>Martes 27/06/2021</b>	<b>Miércoles 28/06/2021</b>	<b>Jueves 29/06/2021</b>
SEMÁFORO INTERSECCIÓN AVENIDA ISIDRO CENTENO – AVENIDA CENTRAL	<b>6046</b>	<b>6587</b>	<b>5974</b>
AVENIDA Central A LAS COLINAS (ESTACIÓN 1+025)	<b>6393</b>	<b>6469</b>	<b>6617</b>
INTERSECCIÓN SEGUNDA ENTRADA A LAS COLINAS-AVENIDA LAS COLINAS ("PARQUE LAS COLINAS")	<b>5816</b>	<b>5064</b>	<b>5072</b>

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

En la tabla N° 23 se muestra a manera de resumen las cantidades totales de vehículos que pasaron y su día crítico por cada punto de control, se puede observar también que la estación con mayor volumen de tránsito es la estación Avenida Central a las Colinas (estación 1+025), debido a la concentración de tres de los flujos que son de Semáforos Francisco Salazar, Intercesión Avenida Central Las Colinas a Calle Los

Cedros, e Intercesión Avenida Central Las Colinas a Calles las Flores, además de la existencia de empresas, residenciales, escuelas y cuerpos diplomáticos (Embajadas) en la cual laboran miles de Ciudadanos no solo de la Ciudad de Managua.

**Gráfico Nº 8. Aforo vehicular por día en cada estación de conteo**



Fuente: Elaboración Propia con información levantada en campo

Podemos apreciar en el gráfico N° 8 claramente el día crítico en cada punto donde se realizó el conteo vehicular, obteniendo así que el día crítico para la estación “**Semáforo Intersección Avenida Isidro Centeno – Avenida Central**” es el miércoles, estación “**Avenida Central a Las Colinas (Estación 1+025)**” es el jueves y la estación “**Intersección Segunda Entrada a Las Colinas-Avenida Las Colinas ("parque las colinas")**” es el martes.

#### 4.5 Volumen de tránsito por sentido:

**Tablas N° 24: Distribución direccional**

DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL ESTACIÓN “AVENIDA CENTRAL A LAS COLINAS (ESTACIÓN 1+025)”					
Día	Sentido Direccional (Norte-Sur)	Sentido Direccional (Sur-Norte)	Total	Distribución Direccional	Distribución Asumida
<b>Martes 27/06/2021</b>	3452	2941	6393	54/46	50/50
<b>Miércoles 28/06/2021</b>	3234	3235	6469	50/50	50/50
<b>Jueves 29/06/2021</b>	3507	3110	6617	53/47	50/50

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes

En la tabla N° 24 se muestran los valores del tráfico por sentido y su distribución direccional de la estación “**Avenida Central a Las Colinas (Estación 1+025)**” ya que ésta será la que se utilizará como ejemplo para los cálculos, los cuales son datos esenciales en el estudio del nivel de servicio.

El tramo de estudio tiene una longitud de 2.55 km, considerada vena principal de descongestionamiento de red vial NIC-04 y todos sus ocupantes que se dirigen rumbo al Distrito V de Managua, transitando vehículos provenientes de las ciudades del Sur, que viajan hacia Managua (Distrito V), y zonas residenciales como Las Colinas, Los Cedros. Existen importantes empresas Tecnológicas, Farmacéuticas, supermercados y tiendas de conveniencia, no se deja tampoco exento que es un área altamente poblada por instituciones educativas, parques, embajadas y consulados convirtiéndola así en un tramo altamente traficado que conecta a sus ocupantes con sus integraciones hacia el sur es decir NIC-04 y al Distrito V de la Ciudad de Managua.

### **Horas Máxima Demanda y Factor Hora de Máxima Demanda**

La hora pico se determinó con el método de los volúmenes equivalentes, en los tres puntos de conteo que efectuamos para encontrar la hora de mayor demanda. Se procedió a las sumatorias correspondientes para cada segmento del tramo en estudio. El factor horario de máxima demanda calculado real es determinado con la siguiente fórmula:

$$FHMD = \frac{VHMD}{q_{max}} \quad Ec4$$

#### **Donde:**

FHMD: Factor Hora de Máxima Demanda

VHMD: Volumen de Hora de Máxima Demanda

$q_{m\acute{a}x}$ : Tasa de Flujo de Máxima Demanda, número de vehículo que pasa por un tiempo específico.

Según la tabla de consolidados la hora de máxima demanda de la estación “Avenida Central a Las Colinas (Estación 1+025)” en su día crítico jueves es:

**Tablas N° 25: Hora de máxima demanda.**

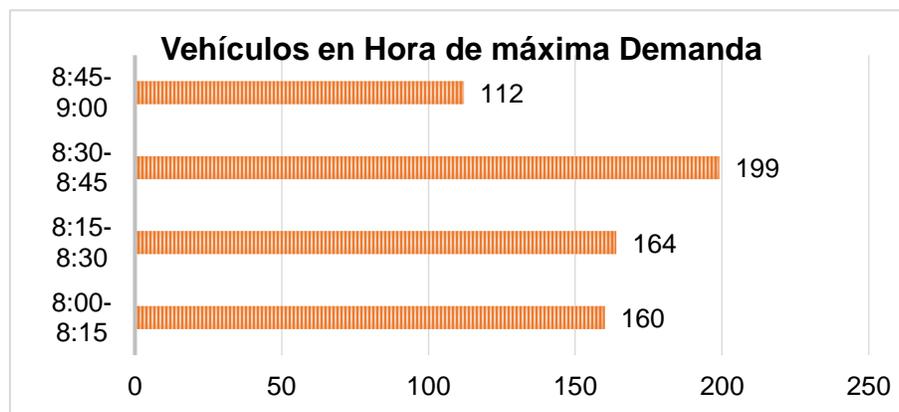
HORA DE MAXIMA DEMANDA	
08:00AM - 09:00AM	635
qmax.	
=8:30-8:45AM	199

Fuente: Elaboración propia

Nota: Estos datos se encuentran en anexo pág., tabla N°

$$FHMD=635/ (4*199) FHMD=0.8$$

**Gráfico N° 9: Vehículos en hora de máxima demanda**



Fuente: Elaboración propia con información levantada en campo.

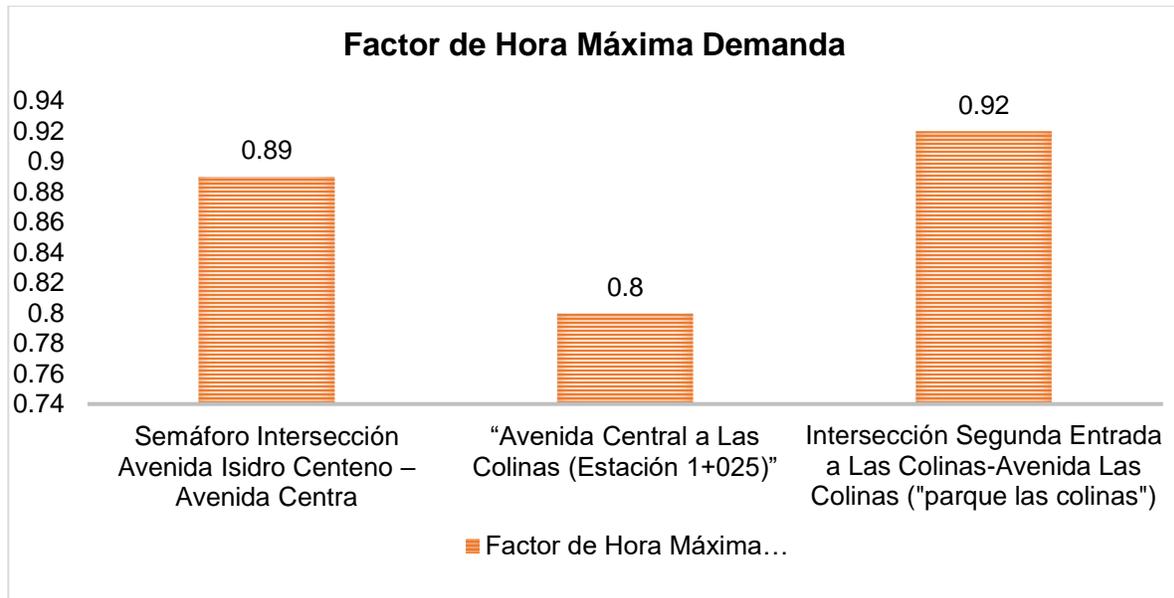
De igual forma fueron calculadas los factores de Hora de Máxima Demanda de las demás estaciones ver tabla 4, donde se observa que la mayor Hora de Máxima Demanda se da en la estación **Intersección Segunda Entrada a Las Colinas-Avenida Las Colinas ("parque las colinas")** de 8:00-9:00am, estos datos son de suma importancia en los cálculos del Factor de Hora de Máxima Demanda y el análisis del Nivel de Servicio.

**Tablas N° 26: Resumen de hora de máxima demanda por estación de conteo.**

Estaciones	Total, en día crítico		Hora de Máxima Demanda (veh/hor)		q "Flujo de máxima demanda		Factor de Hora Máxima Demanda
	Día	Total	Horario	Flujo	Flujo		
<b>Semáforo Intersección Avenida Isidro Centeno – Avenida Central</b>	Miércoles 28/06/2021	6587	3:00-4:00	667	3:15-3:30	188	0.89
<b>"Avenida Central a Las Colinas (Estación 1+025)"</b>	Jueves 29/06/2021	6617	8:00-9:00	635	8:30-8:45	199	0.80
<b>Intersección Segunda Entrada a Las Colinas-Avenida Las Colinas ("parque las colinas")</b>	Martes 27/06/2021	5816	3:00-4:00	669	3:15-3:30	181	0.92

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por sustentantes.

**Gráfico N° 10: Factor de hora de máxima demanda por estación de conteo.**



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el gráfico N° 10 el punto de control de mayor FHMD es la estación **“Intersección Segunda Entrada a Las Colinas-Avenida Las Colinas (“parque las colinas”)”**, esto significa que contiene menor fluctuación o variación en el flujo vehicular, mientras el FHMD de un valor alejado al 1 significa que habrá más fluctuación en el comportamiento del flujo vehicular de los períodos cortos de 15 minutos de la Hora de Máxima Demanda.

#### **4.6 Estudio de capacidad y niveles de servicio.**

- **Capacidad:**

La capacidad de una infraestructura vial es el máximo volumen horario de tránsito que puede 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.

- **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 los pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, libertad de realizar maniobras y la seguridad vial.

Bajo condiciones ideales del tránsito y de las vías, las carreteras tienen una capacidad de 2000 automóviles o vehículos livianos por carril por hora. En carreteras de 2 carriles, por otra parte, se alcanzan capacidades de 3200 automóviles por hora en ambos sentidos de la circulación, por estas simples consideraciones es que las carreteras se diseñan para operar a volúmenes horarios por debajo de la capacidad. Según las consideraciones del Manual Centroamericano para el Diseño Geométrico de Carreteras 3ra edición 2011, pág. 58. Debido a la pendiente, las restricciones laterales (arcenes) y el número de intersecciones, el cambio en su capacidad proviene del cambio de ancho. Los cambios en el flujo de tráfico se derivan del número de vehículos que entran y salen del tramo, esto ocurre en ciertos puntos de la vía y en diferentes momentos del día.

El propósito de analizar la capacidad de las carreteras es estimar el número máximo de vehículos que el sistema de carreteras puede acomodar de manera segura en un período de tiempo determinado. El "Manual de capacidad vial" establece seis niveles de servicio, que se identifican subjetivamente con las letras de la "A" a la "F". Entre ellos, el nivel de servicio A realiza un tráfico de vehículos completamente libre, mientras que el nivel de servicio F comprende el tráfico obligatorio que refleja el uso de la carretera a plena carga.

- **Descripción del nivel de servicio:**

**A.** Representa las características de la circulación libre, fluida, solo es posible cuando la intensidad de servicio es pequeña y la velocidad del trayecto elevada,

donde los conductores pueden desarrollar la velocidad elegida por ellos mismos con gran libertad de maniobra.

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

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

**D.** Dentro de esta zona las condiciones de operación se aproximan a la inestabilidad, con velocidad real notable, los conductores encuentran poca libertad de maniobra y comodidad.

**E.** Determina las características de una circulación inestable con velocidad variable y paradas de breve duración.

**F.** Representa las condiciones de tráfico de circulación forzada con pequeña velocidad y paradas frecuentes de menor a mayor duración, debidas a la congestión del tráfico.

- **Factores que afectan al nivel de servicio:**

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

1. Características de la vía:

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

2. Características del tráfico

- Composición del tráfico
- Factor pico horario

El cálculo del flujo de servicio de la carretera en los tramos de 2 carriles se realiza siguiendo una de las 3 clases que el manual presenta según los datos del HCM 2010:

- **Clase I de carreteras de dos carriles:**

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

- **Clase II de carreteras de dos carriles:**

Son carreteras donde los conductores no necesariamente esperan viajar a altas velocidades. Carreteras de dos carriles que funcionan como acceso a las carreteras clasificadas como clase I, que actúan como rutas paisajísticas o recreativas (y no como arterias principales), o pasan a través de un terreno accidentado, (donde altas velocidades de operación sería imposible) se asignan a la Clase II. Carreteras de Clase II a menudo sirven viajes relativamente cortos, el comienzo o fin de viajes más largos o viajes de turismo juegan un papel importante.

- **Clase III de carreteras de dos carriles:**

Son carreteras que sirven áreas moderadamente desarrolladas. Pueden ser tramos de carreteras de dos carriles Clase I o Clase II que pasan a través de las pequeñas ciudades o zonas recreativas desarrolladas.

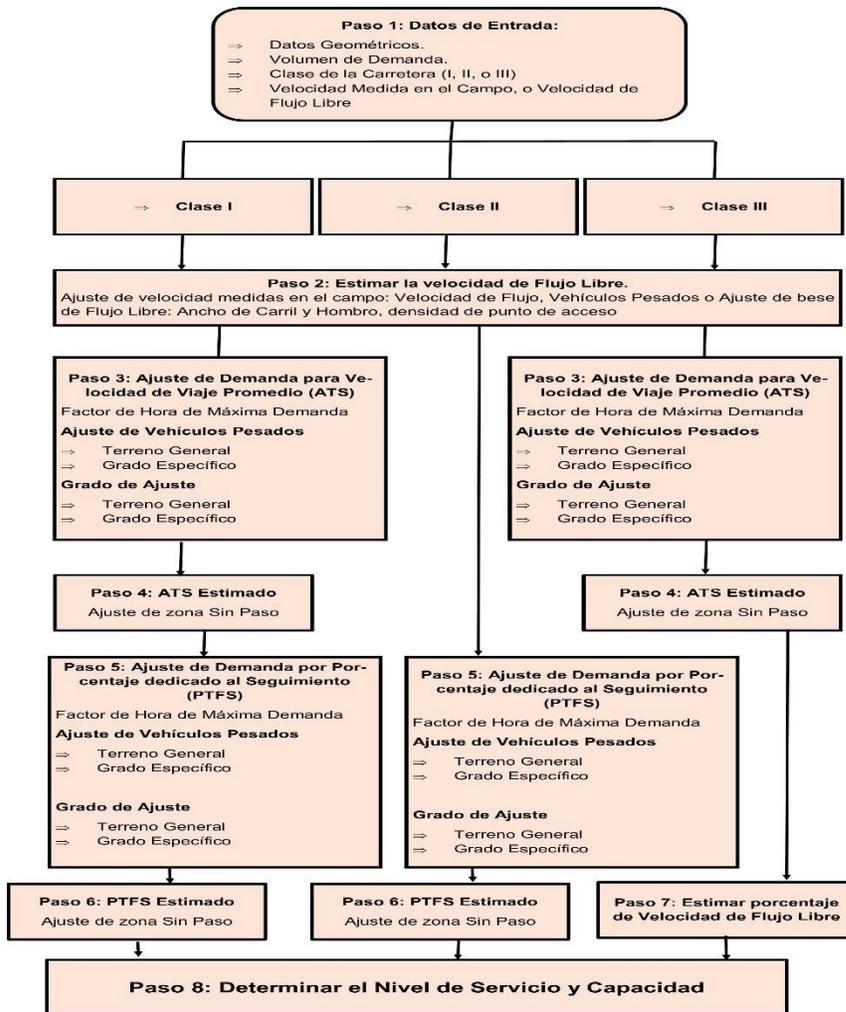
En tales segmentos, el tráfico local a menudo se mezcla con el tráfico de paso, y la densidad de los puntos de acceso a la carretera no semaforizados es notablemente mayor que en una zona rural. Las carreteras Clase III también pueden ser segmentos de tramos más largos que pasan a través de áreas recreativas, también con el aumento de densidades. Estos tramos son a menudo acompañados por límites de velocidad reducidos que reflejan el mayor nivel de actividad.

Esta vía presenta las siguientes funciones y clasificaciones:

- Sirve para el desplazamiento de grandes longitudes de viaje.
- Forma parte de la red vial de Centroamérica.
- Troncal principal panamericana.
- Mayor de 1,000 vehículos por día.

Estas clasificaciones hacen que nuestro tramo de 2 carriles sea de clase 3, por lo tanto, cuenta con 6 pasos para determinar el nivel de servicio en el que se encuentra. Los siete pasos se muestran en el gráfico 5.

**Gráfico N°11: Diagrama de flujo de autopista de dos carriles.**



Fuente: The Highway Capacity Manual 2010. Capítulo 15, anexo 15-6

## **Datos de la estación de Conteo 1 (“Semáforo Intersección Avenida Isidro Centeno – Avenida Central”).**

### ➤ **Paso 1: Datos de entrada**

Para el cálculo de niveles de servicio, según el Highway Capacity Manual 2010, el primer paso es determinar las características físicas y el comportamiento vehicular del tramo en estudio, éstos se obtienen a partir del inventario vial y el aforo vehicular.

En el manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de vía en su tercera edición establece capítulo 1 pág. 33 tabla 1.3 las velocidades de diseño para cada una de las vías, establece en su tabla los valores para ancho de carril y hombro, el capítulo 3 numeral 2 pág. 37 en adelante nos pone de manifiesto según la características y clasificación de la vía los demás valores agregados. Los datos necesarios para el cálculo se muestran en la siguiente tabla. Tómese en cuenta que datos como la velocidad de carretera está descrita de la siguiente manera según el diseño de dicha carretera y su característica de clase III según el HCM su velocidad es 37 millas por hora, según regulación interpuesta por agente de tránsito de 2016 la presente zona se encuentra dentro áreas de conveniencia para ciudadanos de dicha zona lo cual obligó colocar un límite de 28 mi/hrs.

### **Cálculos de nivel de servicio estación de conteo 1 (“Semáforo Intersección Avenida Isidro Centeno – Avenida Central”). Método HCM 2010.**

Como se observa en la tabla 5 el día crítico para la estación 1 es el miércoles, por lo tanto, se trabajará con los datos levantados en el aforo vehicular de ese día. Tomando División direccional 50/50 ya que el tramo describe un valor relativo a la media con su 53/47.

**Tablas N° 27: Datos de entrada de la estación de conteo 1 (Semáforo intersección avenida isidro centeno-avenida central)**

Terreno	Plano	División Direccional	50/50
Velocidad de la Carretera (mi/hr)	28	Porcentaje de vehículos pesados (trucks)	3.96%
Ancho de Carriles(pie)	24	Factor Hora de Máxima Demanda (FHMD)	0.89
Ancho de Hombros(pie)	0	Volumen de máxima demanda	667
Restricción de Rebase	100%		
Límite de Velocidad Base(mi/hr)	38		

Fuente: Elaboración propia

➤ **Paso 2: Determinación de la velocidad a flujo libre (FFS)**

FFS=BFFS-FLS-FA Donde:

FFS=velocidad a flujo libre (mi/hr)

BFFS=velocidad a flujo libre básica

FLS=factor de ajuste por ancho de hombro (mi/hr)

FA=factor de ajuste por densidad de puntos de acceso

Velocidad a flujo libre básica (BFFS)

BFFFS = velocidad limite +condición base

BFFS=28mi/hra+10=38mi/hra

**Tablas N° 28: Determinación del FLS.**

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

Fuente: capítulo 15, anexo 15-7, The Highway Capacity Manual 2010

FLS=4.2

**Tablas N° 29: Puntos de acceso en la vía.**

Puntos de acceso por milla en dos direcciones	Reducción en FFS(MI/HR)
0	0
10	2.5
	5
30	7.5
40	10

Fuente: Capítulo 15, anexo 15-8, The Highway Capacity Manual 2010

10	2.5
19	X
20	5

$$\frac{x-2.5}{19-10} = \frac{5-2.5}{20-10}$$

$$x = \frac{(19-10)(5-2.5)}{(20-10)} + 2.5 = 4.75$$

El número de intersecciones es 19 antes de llegar al punto de aforo por lo cual interpolando FA=4.75

Una vez teniendo el valor de los factores de ajuste por ancho de hombro - carril y por puntos de acceso se procedió a calcular la velocidad a flujo libre (FFS, según la Ecuación 11)

$$FFS = BFFS - FLS - FA \quad FFS = 38 \text{ mi/hra} - 4.2\text{ft} - 4.75\text{ft} = 29 \text{ mi/hr}$$

➤ **Paso número 3. Ajustes al volumen de demanda por velocidad Promedio (ATS, Según ecuación 12)**

$$V_{iATS} = \frac{V_i}{FHP * F_{gATS} * F_{HvATS}}$$

**Donde:**

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

i= "d"(análisis en la dirección Norte-Sur) "o" O (dirección opuesta Sur-Norte)

$V_i$ = volumen de demanda para la dirección Norte-Sur (veh/hr)

$F_{gATS}$ = factor de grado de ajuste por pendiente.

$F_{Hv, ATS}$ = Factor de ajustes por vehículos pesados

$F_{HMD}$ =Factor Hora de Máxima Demanda.

### Valores de Flujos Corregidos:

El factor de grado de ajuste (VPH), se calcula utilizando el volumen de máxima demanda para una dirección, como en este caso las direcciones son 50/50 se divide el volumen de máxima demanda entre 2 y este resultado se divide entre el factor de hora pico.

$$VPH = \frac{\frac{VHMD}{2}}{FHMD} = \frac{\frac{667}{2} Vh/Hr}{0.89} = 375 Vh/Hr$$

Este resultado se interpola en la Tabla 8 para encontrar el Factor de ajustes de pendientes ATS (Fg, ATS) Para terreno nivelado, terreno ondulado y degradaciones **específicas**.

**Tablas N° 30: Factor de ajustes de pendientes ATS.**

Flujo de demanda en una dirección	Nivel de terreno plano y bajadas específicas	Terreno ondulado
VPH (375 veh/hr)		
≤100	1.00	0.67
200	1.00	0.75
300	1.00	0.83
400	1.00	0.9
500	1.00	0.95
600	1.00	0.97
700	1.00	0.98
800	1.00	0.99
≥900	1.00	1

Fuente: Capítulo 15, anexo 15-9, The Highway Capacity Manual 2010

El resultado del valor de grado de ajuste es 375 veh/hr se encuentra entre los valores de 300 y 400 dado las pendientes del tramo se encuentran entre el 1% y 2% el terreno se considera plano, por lo cual al realizar la interpolación el factor de grado de ajuste por pendiente es 1.

fg,ATS=1

Factor de ajustes por vehículos pesados:

$$FHv,ATS = \frac{1}{1+pt(ET-1)+PR(ER-1)} \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

FHV, ATS=Factor de ajuste para vehículos pesados para calcular la velocidad de desplazamiento promedio ATS.

PT=Porcentaje de vehículos pesados en el flujo vehicular (decimal).

ET=Equivalente de vehículos de pasajeros por vehículos pesados

ER=Equivalente de vehículos de pasajeros por Rv

Los valores de PT Y PR se encuentran la tabla de inicio de datos (PT=3.96), (PR=0), para el cálculo de ET se utiliza el valor del factor de grado de ajuste y se interpola en la columna de terreno plano, el ER=0 porque en la vía de estudio no se cuenta con vehículos recreacionales.

**Tablas N° 31: De vehículos de pasajeros ATS para camiones ET y vehículos recreativos.**

Tipo de Vehículo	Flujo de	Nivel de terreno	
	demanda direccional, VPH	plano bajadas específicas	terreno ondulado
Trucks,ET	100	1.9	2.7
	200	1.5	2.3
	300	1.4	2.1
	400	1.3	2
	500	1.2	1.8
	600	1.1	1.7
	700	1.1	1.6
	800	1.1	1.4
	≥900	1.0	1.3
<b>RVS,ER</b>	ALL flows	1.0	1.1

Fuente: Capítulo 15 anexo 15-11, The Highway Capacity Manual 2010.

Al interpolar en la tabla anterior se encuentra que ET=1.32

Sustituyendo en la Ecuación 14 para encontrar el factor de grado de ajuste por vehículos pesados.

**Se calcula:**

$$FHV,ATS = \frac{1}{1 + Pt(Et - 1) + Pr Pr (Er - 1)} = \frac{1}{1 + 0.0396(1.32 - 1) + 0(1.0 - 1)} = 0.99$$

Una vez calculados los factores de grado de ajuste por pendiente y por vehículos pesados se procede a calcular el ajuste al volumen de demanda por velocidad promedio ( $V_i,ATS$ )

$$V_i,ATS = \frac{V_i}{PHF \cdot F_{gATS} \cdot F_{hvATS}}$$

$$V_i = \frac{VHMD}{2} = \frac{667}{2} = 333 \text{ (para una sola direccion)}$$

$$V_i,ATS = \frac{V_i}{PHF \cdot F_{gATS} \cdot F_{hvATS}} = \frac{333}{(0.89)(1)(0.99)} = 377 \text{ Vh/Hr (En la direccion Norte - Sur)}$$

➤ **Paso número 4: cálculo de velocidad promedio ATS**

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_dATS + v_oATS) - f_{np}ATS \quad (\text{Ecuacion 15})$$

$ATS_d$ =velocidad promedio en marcha de la dirección analizada (Norte-Sur) (mi/hr)

FFS=Velocidad de flujo libre

$V_d, ATS$ =porcentaje de flujo de demanda para determinar ATS en la dirección de análisis(pc/h) (Norte-Sur)

$V_o, ATS$ =porcentaje de flujo de demanda para determinar ATS en la dirección opuesta (Sur-Norte) (pc/h)

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

La velocidad a flujo libre (FFS) se obtiene del paso dos, el volumen de demanda por velocidad ( $V_i$ , ATS) fue encontrado en el paso anterior y  $V_d=V_o$  por la división direccional 50/50, el factor de grado de ajuste por zonas de no rebase ( $F_{np,ATS}$  se encuentra al realizar la interpolación en la tabla 10, en dicha tabla se necesitó el valor de FFS. El porcentaje de no rebase que en nuestro caso es de 100% todo esto reflejado en capítulo II estudio de accidentalidad y el porcentaje de demanda por velocidad ( $V_i$ , ATS). Recordando que  $V_i, Ats=V_o, Ats$ .

**Tablas N° 32: Factores de ajuste ATS para zonas sin paso ( $F_{np}$ , ATS)**

PORCENTAJE DE ZONA DE NO REBASE					
flujo de demanda opuesta, $V_o(\text{pc/h})(377)$	$\leq 20$	40	60	80	100
FFS $\geq 50$ mi/hr					
100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2	3.3	3.9	4
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1200	0.4	0.4	0.7	0.8	1
1400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
>1600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS $\geq 45$ mi/hr					
$\leq 100$	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4
400	0.9	0.5	2	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1200	0.3	0.3	0.6	0.7	1
1400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
>1600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Fuente: Capítulo 15, anexo 15-15, The Highway Capacity Manual 2010

200	4
377	X
400	2.7

$$\frac{x-4}{377-200} = \frac{2.7-4}{400-200} \quad x = \frac{(377-200)(2.7-4)}{(400-200)} + 4 = 2.85$$

hechas las interpolaciones como resultado  $F_{np}$ , ATS=2.85. Encontrando la velocidad promedio de recorrido.

### Comentarios Referido Paso 4 y 6:

Debido a que esta es una carretera de Clase III, se basará en PFFS. Por lo tanto, no se utilizarán los Pasos 5 y 6, que se relacionan con la estimación del PTSF.

#### ➤ Paso 7: Estimar la PFFS

Este paso se incluye solo en el análisis de carreteras de dos carriles de Clase III. PFFS no se utiliza en la determinación de “LOS” para los Clase I o Clase II. El cálculo es sencillo, ya que tanto el FFS como el ATS ya se han determinado en pasos anteriores. La PFFS se estima a partir de la Ecuación 15-11:

$$PFFS = \frac{ATS_d}{FFS} = \frac{20}{29} = 69\%$$

#### ➤ Paso 8: Determinación del nivel de servicio y la capacidad vía

Tablas N° 33: Niveles de servicio para carreteras de dos carriles.

LOS	Carretera clase I		Carretera clase II	Carretera clase III
	ATS(mi/hr)	PTSF(%)	PTSF(%)	PFFS(%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50-55	>35-50	>40-55	>83.3-91.7
C	>45-50	>50-65	>55-70	>75-83.3
D	>40-45	>65-80	>70-85	>66.7-75
E	≤40	>80	>85	≤66.7

Fuente: The Highway Capacity Manual 2010

Para escoger el nivel de servicio para carreteras clase III según la tabla es conforme al PFFS% el porcentaje de fluido libre, en nuestro caso ambos niveles de servicios se encuentran en el nivel "D" para ambas direcciones, ya que la división direccional es 50/50.

PFFS%=69% clasificación (D)>66.7-75

Nivel D: Los conductores encuentran poca libertad de maniobra y movilidad, esta condición es común entre carreteras de clase III.

### Cálculo de la capacidad de la estación por velocidad de desplazamiento (ATS):

$$Cd,ATS=1700*Fg,Ats*FHv,ATS$$

Cd,ATS=capacidad en la dirección de análisis bajo condiciones básicas de desplazamiento promedio (ATS)(V/H).

Fg,ATS= Factor de ajuste por pendiente por la velocidad promedio de desplazamiento (paso 3)

FHv,ATS= Factor de ajuste por vehículos pesados en la velocidad promedio de desplazamiento (calculado paso 3). Cd,ATS= 1700\*1\*0.99=1683 veh/hr (capacidad por desplazamiento), La división direccional en este punto es de 50/50 por lo tanto la capacidad será igual en ambas direcciones: La capacidad direccional de este punto es de 1683 veh/hr, por la división direccional 50/50, la capacidad bidireccional es de 1683+1683=3366 veh/hr, como esto excede la capacidad límite de 3200 ve/hr (según el manual HCM 2010), por ende, la capacidad direccional no se puede lograr con una distribución direccional 50/50.

En términos de las condiciones prevalecientes la capacidad de 3200\*1\*0.99=3168 veh/hr, este valor con una división direccional de 50/50 implica una capacidad direccional de 3168/2= 1584 ve/hr. Se espera que el segmento de carretera de dos carriles como se describe opere regularmente dentro del nivel D. La demanda es de  $V_{i,ATS}/1557=(377/1584)=0.24\%$  de capacidad.

**Tablas N° 34: Resultados de niveles de servicio para todas las estaciones.**

Datos	Estación 1	Estación 2	Estación 3
$V_{i,ATS}$	377	400	367
ATS	20	20	20
PFFS%	69	69	69
NS(PFFS)	D	D	D
Cd,ATS	1683	1683	1683

Fuente: Elaboración propia

La tabla 34 nos presenta los resultados obtenidos a través del cálculo, en el cual podemos apreciar el nivel de servicio que se desarrolla en dicho tramo de estudio y la capacidad que presenta en ambas direcciones en cada uno de los puntos de estudio, el mismo proceso de análisis se aplicó para cada estación.

Este tramo cuenta con un nivel de servicio deficiente por encontrarse todos los puntos de control en el nivel de servicio D, esto también incluye a los puntos más críticos, causando embotellamientos o cuello de botellas en Hora De Máxima Demanda, riesgos de accidentes, mortalidad para los motorizados, peatones y usuarios en general.

A photograph of a busy city street with cars and pedestrians, overlaid with the chapter title. The scene is captured in a warm, golden-hour light. In the foreground, a dark car is on the left and a white car is on the right, both stopped at a crosswalk. A pedestrian is walking across the street between the cars. A traffic cone is visible on the right side of the road. The background shows a dense crowd of people and buildings. The text "CAPÍTULO V: ESTUDIO DE VELOCIDAD" is centered over the image in a bold, white, sans-serif font.

# CAPÍTULO V: ESTUDIO DE VELOCIDAD

*Orlando Miranda*

## 5.1 Introducción

La velocidad es un factor de riesgo clave en los siniestros viales, e incrementa tanto la posibilidad de que ocurra un siniestro como la gravedad de las lesiones de quienes lo sufren. Además, la velocidad “engaña”, ya que en su percepción como factor de riesgo influyen muchas circunstancias, como las características del vehículo, la hora del día, las condiciones climáticas o el diseño y el estado de la vía por la que se circula. Cuando se conduce a velocidad excesiva aumenta la probabilidad de que el conductor pierda el control del vehículo, ya que tiene menos capacidad para anticipar los peligros. También impide que otros usuarios de la vía pública puedan prever adecuadamente el comportamiento del auto. Los estudios de velocidad son uno de los indicadores que más se utiliza para medir la eficiencia de un sistema vial, estos se deben efectuar generalmente en secciones rectas, a nivel y lejos de intersecciones, asimismo en lugares específicos de acuerdo con los requerimientos. Para medir la calidad del movimiento de tránsito se utilizó el método de velocidad de punto, este consiste en registrar la velocidad de un vehículo en sitios específicos bajo las condiciones prevalecientes de tráfico y ambientales durante el estudio, es necesario tomar muestras lo suficientemente grandes de manera que los resultados sean estadísticamente significativos.

Es necesario tener presente algunas normas para efectuar las observaciones del estudio de velocidad:

- Siempre observar el vehículo que va enfrente de un grupo, ya que los siguientes, en alguna medida, se ven influenciados.
- Seleccionar camiones y buses en proporción a su presencia en el flujo, y evite observar vehículos que viajan a muy alta o baja velocidad.

Según el Manual de Conductor de la Policía Nacional de Nicaragua una velocidad segura en vías urbanas es de 45 Km/h, en carreteras 80 Km/h, zonas escolares 25 Km/h y en pistas 60 km/h, entiéndase como segura aquella que permite tener dominio del vehículo.

Los puntos seleccionados para realizar el estudio de velocidad en el tramo en estudio son:

- Estación 0+728.3 el estudio se realizó en ambas direcciones, donde la restricción de velocidad es de 45 KPH por ser una zona urbana de convergencia de varios barrios aledaños al tramo
- Estación 1+560 el estudio se realizó en ambas direcciones, donde la restricción de velocidad es de 45 KPH, por ser una zona de escuela militar, hoteles, residenciales, y embajadas de países, y acceso a carretera a Masaya.

Este estudio se realizó en conjunto con los compañeros que desarrollamos la investigación, realizando la medición del tiempo de un tramo de 100 metros de punto a punto y fue realizado el domingo

Para la recolección de datos se utilizó el Método del Punto, donde se trabajó con un formato donde contenía la siguiente información: Sentido, fecha del estudio, tipo de vehículo y velocidad.

Los estudios de puntos están diseñados para medir las características de velocidad de un lugar en específico, bajo condiciones prevalecientes del tráfico y del estado del tiempo en el momento de llevar a cabo el estudio, lo que te permite obtener la distribución de velocidades por grupos de usuarios.

Para la toma de datos para el registro de velocidades se utiliza un cronometro, en el cual sobre una distancia determinada (50,70 o 100 mts) se señala un punto específico de inicio “**punto 1**”, posterior a esto se mide el tiempo que tarde el vehículo en recorrer dicho tramo hasta llegar al “**punto 2**” posterior a esto se llenó la información en base a la formula ocupada:

$$V = \frac{DISTANCIA(100mts)}{TIEMPO}$$

Tomemos en cuenta que la muestra ideal es de 122 vehículos, con 95.5% de confiabilidad, según el Cal y Mayor 10ma edición pag.286, se tomó una muestra de

100 vehículos acercándonos a muestra ideal por motivos económicos de los sustentantes.

**Tablas N° 35: Estudio de velocidad en todo el tramo.**

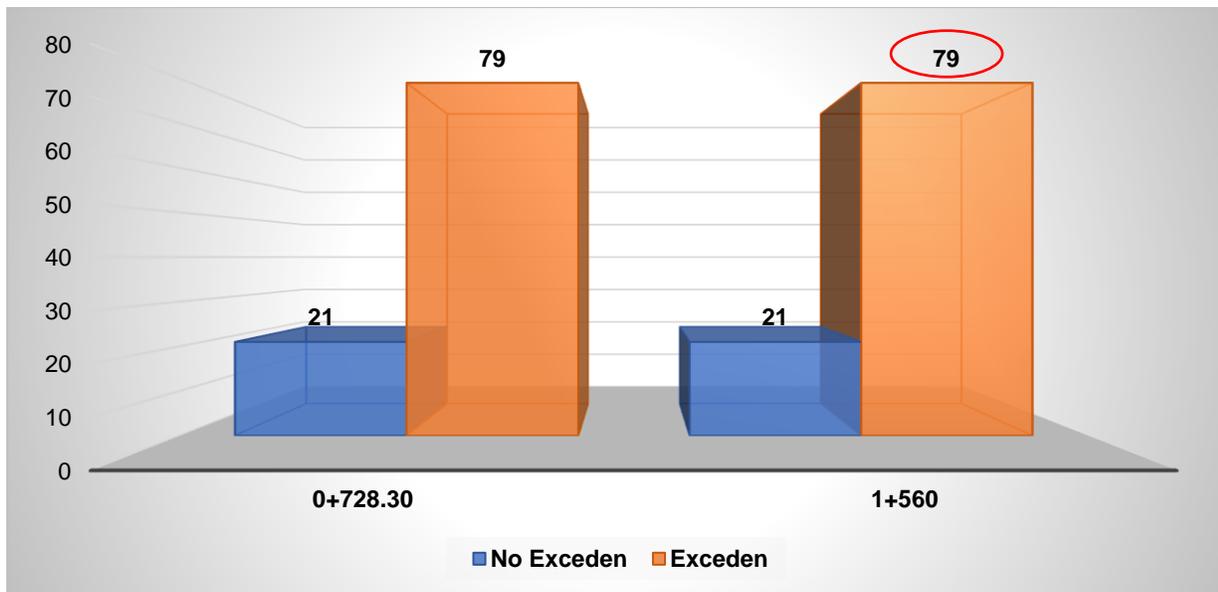
Estación	Lugar de la Estación	Velocidad Permitida	Excede	N° Excede	Total	% Excede	% No Excede
0+728.3	Parque Augusto Sandino	45 km/h	25	75	100	42%	58%
1+560	Hotel Los Balcones	45 km/h	35	65	100	42%	58%

Fuente: Elaboración propia con datos levantados y realizado por sustentantes.

De manera general en la Tabla N° 35 se observa que menos de la mitad de los vehículos que transitan la vía exceden el límite de velocidad.

**Gráfico N° 12: Cantidad de vehículos que exceden el límite de velocidad.**

**ESTUDIO DE VELOCIDAD POR ESTACIÓN**



Fuente: Elaboración propia con datos levantados y realizado por sustentantes.

El gráfico numero 12 nos refleja que en la **estación 1+560** correspondiente a un área residencial donde indica desplazamiento lento es donde más se da el irrespeto al límite de velocidad, siendo en este punto de 45 KPH por ser una vía principal.

**Tablas N° 36: Estudio de velocidad, estación 1+560**

<b>SENTIDO HOTEL LOS BALCONES HACIA SEM 1000 MTS (SUR-NORTE)</b>			
<b>TIPO</b>	<b>EXCEDEN</b>	<b>NO EXCEDEN</b>	<b>Σ TIPOS</b>
<b>Motos</b>	1	19	20
<b>Autos</b>	12	38	50
<b>Pick-Up</b>	6	14	20
<b>Sub</b>	4	1	5
<b>Moto taxi</b>	2	3	5

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por los sustentantes

En la tabla N° 36 con respecto a el conteo vehicular del parque automotor que se desplaza diariamente en este tramo, son los automóviles los que exceden la velocidad permitida por la ley de tránsito.

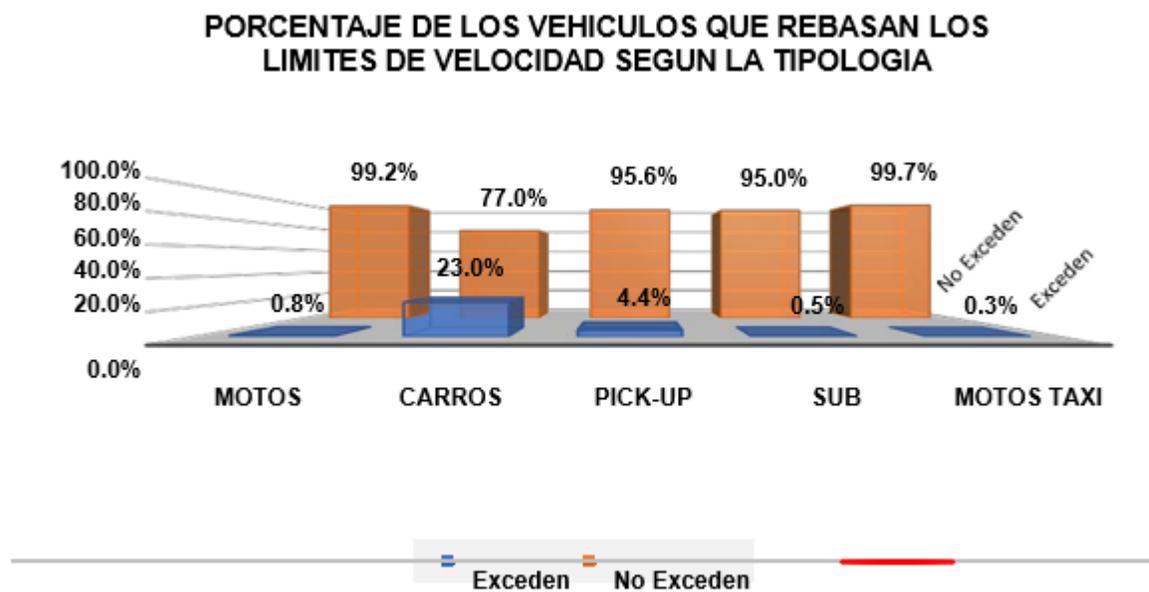
**Tablas N° 37: Estudio de velocidad, estación 0+728.3**

<b>SENTIDO SEM 1000 MTS HACIA PARQUE AUGUSTO SANDINO (NORTE-SUR)</b>			
<b>TIPO</b>	<b>EXCEDEN</b>	<b>NO EXCEDEN</b>	<b>Σ TIPOS</b>
<b>Motos</b>	1	19	20
<b>Autos</b>	11	39	50
<b>Pick-Up</b>	5	15	20
<b>Sub</b>	2	3	5
<b>Moto taxi</b>	1	4	5

Fuente: Elaboración propia, datos levantados por los sustentantes

En la tabla N° 37 con respecto a el conteo vehicular del parque automotor que se desplaza diariamente en este tramo, son los automóviles los que exceden la velocidad permitida por la ley de tránsito.

Gráfico N° 13: Consolidado del estudio de velocidad por tipo de vehículo.



Fuente: Elaboración propia, datos levantados por los sustentantes

# CAPITULO VI: PROPUESTAS TECNICAS



En base a nuestro estudio y los hallazgos encontrados hemos definido diferentes parámetros elementales para mejorar la problemática existente y deficiencias técnicas en la señalización existente, así como horizontal y vertical, por tanto, proponemos en este documento investigativo lo siguiente:

- Restricción de circulación de vehículos pesados en el tramo de estudio para disminución del congestionamiento vial.
- Restaurar en su totalidad el patrimonio vial del tramo en estudio.
- Rehabilitación y mantenimiento de todas las señalizaciones horizontales del tramo en estudio siendo desde la estación 0+000 a la 1+300.
- Instalación de señalización horizontal en el tramo de estudio, siendo la línea amarilla continua a instalar.
- Demarcación con pintura termoplástica la señalización horizontal (paso de cebra) para traslado de un lado a otro del transeúnte en las estaciones 0+007 y 0+805.
- Construcción de hombros en el tramo a estudio de la estación 0+000 hasta la estación 2+550, ya que los actuales no cumplen con las medidas estipuladas en el manual centroamericano de Normas para el diseño geométricos de carreteras.
- Colocar vialetas, a lo largo de todo el tramo de estudio, para hacer más segura la conducción durante la noche.
- Dar mantenimiento la carpeta de rodamiento asfáltica existente de la estación 0+000 hasta la estación 0+815.
- Reemplazo a la carpeta de rodamiento de adoquines existente de la estación 0+815 hasta la estación 2+550.
- Dar mantenimientos a los drenajes, drenaje mayor de la estación 0+009 hasta la estación 0+051, drenaje menor de la estación 0+029.50 hasta la estación 0+040, drenaje menor de la estación 0+211 hasta la estación 0+252 y el drenaje menor de la estación 0+820 hasta la estación 0+855.60, ya que presentan mucha basura acumulada.
- Construir cunetas en ambas direcciones de la vía, desde la estación 0+815 hasta la estación 2+550,
- Cambiar las señales verticales dañadas producto de vandalismo, en las diferentes estaciones 0+544 (P-9-4) y en la estación 2+134 (P-7-34). Instalar señales

verticales de alto R-1-1 y doble carril R-15-10, en las estaciones 0+045, 0+145, 0+202, 0+245, 0+307, 0+362, 0+369, 0+492, 0+500, 0+590, 0+720 y 1+ 635.

- Colocar señales verticales de doble carril R-15-10, en las estaciones 1+357, 1+510, 1+660, 1+878, 2+015, 2+145, 2+289, 2+383 y 2+438.
- Instalar señales verticales de peatones en la vía P-9-4, en la estación 1+054 y estación 1+467, debido a la afluencia en la Embajada de España.
- Designar nuevas rutas alterna que sirvan como puntos de exhalación de la vía en el momento de máxima demanda.
- Colocar estoperoles para así disminuir la velocidad en la entrada del supermercado Maxi Pali, área de mayor afluencia peatonal siendo la estación 0+195.

**Tabla Nº 38. Propuesta de Señalización Vertical.**

Estación	Código	Descripción	Tipo tabler	Altura de arista	Distancia desde acera	Ubicación		Tipo
						Izquierda	Derecha	
0+007	R-15-10	Doble Vía	Rectangula	2.10	0.60	X		Reglamentaria
0+007	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria
0+045	R-15-10	Doble Vía	Rectangula	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+045	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+142	R-2-1	Vel. Max.	Rectangula	2.10	0.60	X		Reglamentaria
0+145	R-15-10	Doble Vía	Rectangula	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+145	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+202	R-15-11	Doble Vía	Rectangula	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+202	R-1-2	Alto	Octogonal	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+245	R-15-11	Doble Vía	Rectangula	2.10	0.60	X		Reglamentaria
0+245	R-1-2	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria
0+260	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+260	R-15-10	Doble Vía	Rectangula	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+268	P-9-4	Peatones	Rombo	2.10	0.60		X	Prevención
0+307	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+307	R-15-10	Doble Vía	Rectangula	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+362	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+362	R-15-10	Doble Vía	Rectangula	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+369	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria
0+369	R-15-10	Doble Vía	Rectangula	2.10	0.60	X		Reglamentaria
0+492	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60		X	Reglamentaria

Estación	Código	Descripción	Tipo tablero	Altura de arista (m)	Distancia desde acera (m)	Ubicación		Tipo
						Izquierda	Derecha	
0+492	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+500	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria
0+500	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60	X		Reglamentaria
0+544	P-9-4	Peatones	Rombo	2.10	0.60		X	Prevención
0+590	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+590	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+604	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria
0+604	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60	X		Reglamentaria
0+720	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+720	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+762	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria
0+762	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60	X		Reglamentaria
0+924	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60		X	Reglamentaria
0+924	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60		X	Reglamentaria
1+054	P-9-4	Peatones	Rombo	2.10	0.60		X	Prevención
1+148	R-2-1	Vel. Max.	Rectangular	2.10	0.60		X	Reglamentaria
1+197	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60	X		Reglamentaria
1+197	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria
1+295	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60		X	Reglamentaria
1+295	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60		X	Reglamentaria
1+357	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria
1+357	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60	X		Reglamentaria
1+440	P-9-12	Reductor	Rombo	2.10	0.60		X	Prevención
1+467	P-9-4	Peatones	Rombo	2.10	0.60	X		Prevención

Estación	Código	Descripción	Tipo tablero	Altura de arista (m)	Distancia desde acera (m)	Ubicación		Tipo
						Izquierda	Derecha	
1+500	P-9-12	Reductor	Rombo	2.10	0.60	X		Prevención
1+510	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60	X		Reglamentaria
1+510	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria
1+535	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60	X		Reglamentaria
1+535	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria
1+635	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60	X		Reglamentaria
1+635	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria
1+660	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60	X		Reglamentaria
1+660	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria
1+785	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60		X	Reglamentaria
1+785	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60		X	Reglamentaria
1+785	P-9-12	Reductor	Rombo	2.10	0.60		X	Prevención
1+878	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60	X		Reglamentaria
1+878	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria
2+015	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60		X	Reglamentaria
2+015	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60		X	Reglamentaria
2+134	P-7-34	Despacio	Rombo	2.10	0.60		X	Prevención
2+145	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60		X	Reglamentaria
2+145	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60		X	Reglamentaria
2+262	P-9-12	Reductor	Rombo	2.10	0.60		X	Prevención
2+289	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60	X		Reglamentaria
2+289	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria
2+403	PP-3-3	Semáforo	Rombo	2.10	0.60		X	Prevención
2+383	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60	X		Reglamentaria

Estación	Código	Descripción	Tipo tablero	Altura de arista (m)	Distancia desde acera (m)	Ubicación		Tipo
						Izquierda	Derecha	
2+383	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria
2+438	R-15-10	Doble Vía	Rectangular	2.10	0.60	X		Reglamentaria
2+438	R-1-1	Alto	Octogonal	2.10	0.60	X		Reglamentaria

Fuente: Elaborado en base a estudio de campo por sustentantes

# **CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

Posterior al proceso de estudio investigativo del tramo en estudio en la recopilación de datos en base a los objetivos que nos hemos planteado desde el inicio hemos llegado a los siguientes parámetros

- Al analizar los datos estadísticos proporcionados por la Dirección de Tránsito Nacional de la Policía Nacional identificamos una media promedio de 185 accidentes graduales, con excepción del 2016, donde muestran un ligero aumento de 226 accidentes que representan el 22.16%, pero entre los años 2018 y 2019 los accidentes se reducen en un 15.68% lo que indica que el tramo en estudio ha mantenido un alto índice de accidentalidad.
- Determinamos cinco puntos críticos en el tramo, los cuales se ubican en el semáforo de los 1,000 metros (Barrio Francisco Salazar), Maxi Pali (Estación 0+734.3) Dirección de Operaciones Especiales Policiales (Estación 0+815), Embajada de España (Estación 1+347) y Segunda Entrada a Las Colinas (2+480). Los puntos ubicados Dirección de Operaciones Especiales Policiales (Estación 0+815) y Maxi Pali (Estación 0+734.3), fueron puntos críticos en los años 2018 y 2019 respectivamente, se dejaron dentro de la categoría para observar su comportamiento, los cuales muestran una marcada disminución.
- Las principales causas de accidentes en los puntos críticos son las colisiones entre vehículos, atropellados y colisiones con objetivos fijo. Estas tres causas de accidentes, podemos decir que estas son debido a la falta de educación vial que poseen los conductores y señalización de la zona de estudio.
- La clasificación de los accidentes por su cronología, podemos determinar que la mayoría de estos ocurren entre los meses de marzo, agosto y septiembre, en dichos meses ocurren el 60.78% de los accidentes.
- Los días con mayores ocurrencias son los lunes y el viernes, con el 35.39% de accidentes donde también se observan la mayor cantidad de lesionados y muertos.

- Al analizar el inventario vial se denota que el estado que representa la carretera son problemas de fisuras transversales, piel de cocodrilo siendo fisuras por desprendimiento y ahuellamiento, permanente en el pavimento y adoquín; esto se debe a la mala compactación de la carpeta y el desgaste prominente con el paso de los vehículos. El 76% de las señales verticales se encuentran en buen estado, el 16% están en estado regular, el 5% están rayadas y el 3% están en mal estado que fueron dañadas por vandalismo. Las señales horizontales no existen en este tramo.
- Al realizar el estudio de tránsito nos permitió conocer los volúmenes existentes que circulan en el tramo y los niveles de servicio del mismo; así mismo se ha analizado el aforo vehicular en cada punto de conteo donde concluimos, que el tipo de transporte de mayor presencia son los de transporte liviano encabezado por toritos o moto taxis, autos y pick up, en segundo plano los vehículos de carga como microbuses, camiones de carga ligera y camiones C2> 4 toneladas, siendo así una vía muy importante para la economía del distrito V de la capital.
- Para encontrar la hora de máxima demanda (hora pico), se utilizó el método de los volúmenes equivalentes con los tres puntos de conteo. Donde el semáforo intersección Avenida Isidro Centeno- Avenida Central la hora pico se presenta entre las 03:00 pm – 04:00 pm con 667 v/h, en la Avenida Central a Las Colinas (Estación 1+025) 08:00 am – 09:00 pm con 635 v/h y en la intersección Segunda Entrada a Las Colinas -Avenida Las Colinas (“Parque Las Colinas) entre las 03:00 pm- 04:00 pm con 669 v/h.
- El nivel de servicio se calculó para tres puntos del tramo en estudio presentando un nivel de servicio “C” para ambas direcciones, por lo que podemos apreciar que el tramo puede tener una circulación estable, pero condicionada.
- La señal de límite de velocidad que es menos atendida es la de 30 kph, en las cuales el 70% de los vehículos rebasa el límite.

- Con respecto a la hora, la mayor parte de los accidentes se registran entre las 07:00 am y las 08:00 am, donde ocurren el 20.26% de accidentes. Se observa que esto sucede en la hora de máxima demanda, lo que indica que la cantidad de vehículos que transitan en el tramo es un factor determinante en la accidentalidad.
- En el estudio de velocidad realizado de los 200 vehículos analizados, el 58% respeta el límite de velocidad y el 42% no lo respeta, siendo los mayores reincidentes los vehículos livianos como los autos y motos. Esto coincide con el aforo vehicular el cual nos indica que estos son los tipos de vehículos que circulan con mayor frecuencia en el tramo.

## RECOMENDACIONES

- Recomendamos a la Dirección de Tránsito Nacional en combinación con la Alcaldía de Managua como ente regulador del municipio de Managua y el Ministerio de Educación seguir promoviendo de manera permanente la educación vial en los centros escolares, docentes y padres de familia como peatones y los conductores de cooperativas de taxis y buses.
- El Ministerio de Transporte e Infraestructura en conjunto con la Alcaldía de Managua como ente regulador del municipio proponemos que incluya permanentemente el mantenimiento en la vía anualmente especialmente en temporada lluviosa, donde se deberá incluir: carpeta de rodamiento, drenajes pluviales, señales verticales y señalizaciones horizontales.
- La Alcaldía de Managua como ente regulador del municipio deberá hacer respetar lo decretado en la ley 431, en su artículo 29 donde se plasma que todo transeúnte tiene derecho a la libre circulación, por tanto, implementar acciones de restricción a quienes obstaculicen la libre circulación de andenes peatonales en el tramo de estudio para reducir los accidentes de tránsito por esta causa.
- Proponemos que la Alcaldía de Managua como ente regulador del municipio está en la facultad de organizar adecuadamente a los negocios formales e informales que permanecen en la vía. Así mismo deberá regular los negocios que utilizan la vía como parqueo para que esto no afecte la circulación de los vehículos y esto no genere embotellamiento en el tramo en estudio.

## BIBLIOGRAFIA

- Asamblea Nacional de Nicaragua. (2007, 20 marzo). LEY DE REFORMA A LA LEY NO. 524, LEY GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE. Publicada en La Gaceta No. 84.
- Asamblea Nacional Nicaragua y Policía Nacional de Nicaragua. (2005,13 junio). LEY DE REFORMAS Y ADICIONES A LA LEY N°. 431, “LEY PARA EL RÉGIMEN DE CIRCULACIÓN VEHICULAR E INFRACCIONES DE TRÁNSITO”.
- Boetto Cimadevilla, Leandro Santiago. Vías de Comunicación. Argentina: monografías.com, 2005.
- Cal y Mayor, Rafael; Cárdenas, James. Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones (7ma Edición). México: Editorial Alfa omega, 1994.
- Calvo Rojas, Bernardo. Apuntes del curso de Ingeniería de Tránsito, Managua, 2008.
- ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL SOBRE EL TRAMO DE LA CARRETERA TIPITAPA-MASAYA NIC-11A, (EMPALME PETRONIC KM 20+780 HASTA EL KM 24 CARRETERA TIPITAPA-MASAYA)
- Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). Informe Anual
- “Revista, Red Vial de Nicaragua 2019”. Dirección de Inventario Vial, abril 2020.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). Memoria Institucional del MTI 2020.
- Secretaría de Integración Económica Centroamericana, & Durán Ortiz, M.R. D. O. (2020, diciembre). Manual Centroamericano de Dispositivos de Control del Tránsito.
- Highway Capacity manual (2010), Transportation research board of the National Academies. Washington, DC, USA.
- SIECA & CEPREDENAC. (2019). Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carretera: Vol. III (Edición del 2019 ed.).
- <https://www.intel.es/content/www/es/es/transportation/smart-road/infrastructure.html>

**ANEXOS**