



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“DIAGNOSTICO VIAL EN UN TRAMO DE CARRETERA DE 1.5 KM DE
LONGITUD, DE LOS SEMÁFOROS DE LA SUBASTA A LOS SEMÁFOROS
DEL MAYOREO EN EL DEPARTAMENTO DE MANAGUA”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Elieth de Los Angeles Romero Espinoza

Br. Rigoberto José López Pérez

Br. Orlyng Camilo Canales Urbina

Tutor

Ing. José Antonio Hernández Hernández

Managua, 22 de mayo de 2023

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II.OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general.....	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
III. MARCO CONCEPTUAL	3
3.1 Tránsito.....	3
3.2 La composición del tránsito	3
3.3 Tipos de vehículos.....	3
3.4 Aforo vehicular.....	4
3.5 El tránsito promedio diario anual, TPDA.....	4
3.5.1 Estación de mayor cobertura (EMC).....	5
3.5.2 Dependencia de estaciones	6
3.5.3 Factores de ajustes	6
3.6 Las capacidades de las carreteras	7
3.6.1 Los niveles de servicio.....	8
3.6.2 Cálculo del nivel de servicio en carreteras de dos carriles	9
3.7 Inventario vial	11
3.7.1 Definición de ordenamiento vial.....	11
3.7.2 Clasificación funcional del sistema vial en Managua.....	12
3.7.3 Señalización	13
3.7.4 Topografía del sitio en estudio.....	14
3.7.5 Geometría de la vía	14
3.7.6 Carpeta de rodamiento	15
3.7.7 Sistema de drenaje.....	16
3.8 Estudio de accidentalidad.....	18
3.9 Estudio de velocidad.....	19
IV. Diseño metodológico	22
4.1 Tipo de investigación.....	22
4.2 Estudio de tránsito	22
4.3 Inventario vial	22
4.4 Estudio de accidentalidad.....	23

4.5 Estudio de velocidad.....	23
V. DESARROLLO METODOLÓGICO	24
5.1 Estudio de tránsito.....	24
5.1.1 Aforo vehicular.....	24
5.1.2 El tránsito promedio diario anual (TPDA)	25
5.1.3. Cálculo del nivel de servicio	29
5.2 Inventario vial	34
5.2.1 Clasificación de la red vial	34
5.2.2 Geometría de la vía	34
5.2.3 Estado de la carpeta de rodamiento	35
5.2.4 Topografía del sitio en estudio.....	38
5.2.5 Obras de drenaje	39
5.2.6 Señalización	40
5.2.7 Ordenamiento vial.....	44
5.2.8 Uso del suelo.....	45
5.3 Estudio de accidentalidad.....	46
5.3.1 Índices de accidentalidad morbilidad y mortalidad	46
5.3.2 Identificación de los sitios peligrosos en el tramo semáforos de la subasta a los semáforos del mayoreo.....	50
5.3.3 Descripción de las causas de los accidentes de tránsito del tramo en estudio.....	56
5.3.4 Frecuencia de accidentes.....	57
5.4 Estudio de velocidad.....	58
VI. Conclusiones.....	61
VII. Recomendaciones.....	63
VIII. Bibliografía	65
IX. Cronograma.....	66

I. INTRODUCCIÓN

Un diagnóstico de seguridad vial es importante para determinar la calidad de la vía y su influencia en el desarrollo económico de la zona en estudio, además de determinar su condición de operación.

Para llevar a cabo una correcta evaluación vial, es necesario contar con un exacto y actualizado inventario de todos los componentes físicos de la vía, los resultados que se obtienen del inventario vial constituyen el insumo que permitirá la identificación de la reparación y mantenimiento vial.

El inventario vial se puede definir como el proceso metodológico que permite conocer la condición del tramo que conforma la vía. En el estudio se abordarán las características geométricas de la vía, los dispositivos de señalización vertical y horizontal, lo mismo que el deterioro de la superficie de rodamiento, se verifica la condición de las estructuras del drenaje mayor y menor, transversal y longitudinal, lo que se deduce el estado de la infraestructura vial.

Se realizará un análisis del volumen de tránsito y nivel de servicio que presta el tramo en estudio, un análisis minucioso de las estadísticas de accidentes, suministrados por el departamento de Ingeniería de tránsito de la policía nacional; mediante los cuales se identifican las causas, frecuencia (años, días y horas), los índices con respecto a la población y los puntos críticos, donde se generan el mayor número de accidentes.

El diagnóstico se realizará de los semáforos de la subasta a los semáforos del mayoreo ubicados en el distrito VI, del municipio de Managua departamento de Managua.

II.OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Realizar un diagnóstico vial en un tramo de carretera de 1.5 km de longitud, de los semáforos de la Subasta a los semáforos del Mayoreo en el departamento de Managua.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar un aforo vehicular que permita la determinación de la composición vehicular y el TPDA utilizando factores de ajuste del anuario MTI.
- Determinar el nivel de servicio al que está operando el tramo en estudio aplicando el manual centroamericano de normas de diseño de carretera (SIECA 2004).
- Elaborar un inventario vial donde se obtenga el estado geométrico de la vía.
- Analizar los datos de accidentalidad proporcionado por la Policía Nacional de tránsito.

III. MARCO CONCEPTUAL

3.1 Tránsito

El tránsito es una de las variables más importante para el diseño de pavimento, su adecuada cuantificación y proyección es indispensable para lograr obtener un diseño basado en una acertada predicción de los volúmenes de tránsito, composición y evolución que estas variables puedan experimentar a lo largo de la vida útil de la vía.

La medición de volúmenes del flujo vehicular se obtiene normalmente y a veces de manera asistemática, por medios mecánicos y/o manuales, aforos volumétricos del tránsito en las propias carreteras. (SIECA, 2004).

3.2 La composición del tránsito

Dependiendo del tipo de servicio y la localización de una carretera, es indispensable tomar en debida cuenta que los tipos de vehículos como camiones, autobuses y otros pueden llegar a alcanzar una incidencia significativa en la composición del flujo vehicular, influenciando según su relevancia porcentual, en forma más o menos determinante. (SIECA, 2004).

3.3 Tipos de vehículos

Para el levantamiento de información en campo es necesario tener en cuenta las características de los vehículos, ya que difieren unos de otros. Actualmente en nuestro país hay gran variedad de vehículos. En total el ministerio de transporte e infraestructura (MTI) presenta una clasificación de 16 tipos de vehículos, por lo que es conveniente agruparlos en cuatro categorías que son tomadas del anuario de aforos de tráfico 2020 (MTI). (Ver anexo tabla N^o 31, página I).

- **Motocicletas**

Se incluyen todas las categorías de dos, tres y cuatro ruedas de vehículos motorizado, esta categoría incluye scooter, motonetas, motocarros, cuadro ciclos y otros triciclos a motor.

- Vehículos livianos

Son vehículos automotores de cuatro ruedas que incluyen, automóviles, jeep, camionetas y microbuses de uso personal.

- Vehículos pesados de pasajeros

Son vehículos destinados al transporte público de pasajeros de cuatro, seis y más ruedas, que incluyen los microbuses pequeños (Hasta de 15 pasajeros y microbuses medianos de 25 pasajeros y los buses medianos y grandes).

- Vehículos pesados de carga

Son los vehículos destinados al transporte pesado de carga mayores o iguales a tres toneladas y que tienen seis o más ruedas en 2,3,4,5 y más ejes, estos vehículos incluyen, los camiones de dos ejes (C2), camiones C3, C2R2 y los vehículos articulados de cinco y seis ejes de los tipos (T3S2) y (T3S3) y otros tipos de vehículos para la clasificación de vehículos especiales, tales como agrícolas y de construcción. (Anuario de aforo de tráfico 2020 MTI)

3.4 Aforo vehicular

El aforo se denomina al proceso de medir los volúmenes de tránsito para el período en el que se realiza y tiene como objeto cuantificar el número de vehículos que pasan por un punto, sección de un camino o una intersección.

La duración del aforo puede variar dependiendo de su propósito. Los contadores mecánicos pueden durar hasta 24 horas del día, mientras es conveniente que los contadores manuales que estén ubicados en el tramo en estudio lleven a cabo el aforo por un mínimo de 12 horas continuas por tres días. (SIECA, 2004).

3.5 El tránsito promedio diario anual, TPDA

Unos de los elementos primarios para el análisis de las carreteras es el volumen del tránsito promedio diaria anual (TPDA), que se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período de

tiempo determinado, que es mayor de un día, menor o igual a un año, dividido por el número de días comprendido en dicho periodo de medición.

Tratándose de un promedio simple, el TPDA no refleja las variaciones extremas que, por el límite superior, pueden llegar a duplicar los volúmenes promedio del tránsito en algunas carreteras, razón por la cual en las estaciones permanentes de registro de volúmenes se deben medir y analizar las fluctuaciones del tránsito a lo largo de los diferentes periodos del año, sean estos semanales o mensuales o estacionales el TPDA un indicador, muy valioso de la cantidad de vehículos de diferentes tipos (livianos y pesados) y funciones (transporte de personas y de mercancías), que se sirve de la carretera existente como su tránsito normal y que continuará haciendo uso de dicha nueva al entrar en servicio para los usuarios. (SIECA, 2004).

3.5.1 Estación de mayor cobertura (EMC)

Se definen como estaciones de conteos continuos en los 365 días al año con conteos clasificados en 24 horas por día, sin embargo, en los últimos años por razón de una mejor distribución en la logística se dividió el período en tres cuatrimestres, realizando conteos clasificados durante 3 veces al año, por 7 días consecutivos cada uno las 24 horas, lográndose obtener el tráfico promedio diario anual (TPDA) que no es más que el promedio de los períodos.

Estaciones de corta duración (ECD).

Se aplica a un conjunto de estaciones donde los flujos reportados son mayores de 300 TPDA.

Estación de conteo sumario (ECS).

Son las estaciones con volúmenes menores a 300 TPDA.

Tanto para las estaciones de corta duración y de conteo sumaria, se realizan conteos clasificados por 12 horas continuas (6:00 a.m. – 6:00 p.m.) por tres días consecutivos (martes, miércoles y jueves). (Anuario de aforo de tráfico 2020 MTI)

3.5.2 Dependencia de estaciones

La dependencia es identificar para una estación de conteo de corta duración o conteo sumaria cual es la estación de mayor cobertura correspondiente, partiendo del perfil de variación en el flujo vehicular que presente mayor grado de similitud posible. (Anuario de aforo de tráfico 2020 MTI)

3.5.3 Factores de ajustes

Para estimar el valor del TPDA correspondientes a los datos obtenidos de los conteos en las estaciones de corta duración o conteo sumaria, se aplicarán los factores correspondientes de los valores de volúmenes de tráfico encontrados en las estaciones de mayor cobertura, partiendo de la dependencia de las estaciones de corta duración o conteo sumaria. (Anuario de aforo de tráfico 2020 MTI)

Los factores para el cálculo del TPDA en las estaciones de corta duración (ECD) y estaciones conteo sumaria (ECS), dependiendo de los días que realicen los aforos se utiliza lo siguiente:

a) Factor día:

Corresponde expandir el tráfico diurno de 12 horas a tráfico diario de 24 horas se obtiene mediante los resultados correspondientes de las estaciones de mayor cobertura de 24 horas siendo la fórmula para calcular:

$$Factor\ día = 1 + \frac{Tráfico\ Nocturno}{Tráfico\ Diurno} \quad ECUACION\ 1$$

El valor de factor día a adoptar por defecto en las estaciones de mayor cobertura 1.0.

b) Factor semana:

El factor para expandir el resultado obtenido para un período corto de tres días de la semana (martes a jueves) a los promedios semanales 7 días (lunes a domingo), siendo la fórmula para calcular:

$$Factor\ semana = 1 + \frac{(Tlab * 5 + Tfs * 2)}{7 * Tlab} \quad ECUACION\ 2$$

Donde:

Tlab: Corresponde al tráfico levantado durante la semana de lunes a viernes.

Tfs: Corresponde al tráfico levantado durante el fin de semana sábado y domingo.

Los valores de factor semana en las estaciones de mayor cobertura por defecto será 1.0.

c) Factor fin de semana:

Es el factor para expandir un conteo realizado durante el fin de semana a los 7 días de la semana, siendo la fórmula para calcular:

$$Factor\ Laboral = \left(\frac{Tlab * 5 + Tfs * 2}{7 * Tlab} \right) \quad ECUACION\ 3$$

d) Factor de expansión:

Es el factor para expandir el tráfico diario semanal al tránsito promedio diario anual (TPDA) por tipo de vehículo, el que se obtiene del conteo realizado en la estación de mayor cobertura.

$$Factor\ Expansión = \left(\frac{TPS\ 1er.\ conteo\ EMC + TPS\ 2do.\ conteo\ EMC + TPS\ 3er.\ conteo\ EMC}{3 * TPS\ Trabajado} \right)$$

ECUACION 4

3.6 Las capacidades de las carreteras

El flujo máximo del tránsito en una carretera es su capacidad, que ocurre cuando se alcanza la densidad crítica, que se mide en vehículos por kilómetro, y el tránsito se mueve a la velocidad crítica. A medida que se alcanza la capacidad de una carreta, el flujo vehicular se torna menos estable, porque las brechas disponibles

para maniobrar en la corriente del tránsito se reducen. En estas condiciones, la operación se vuelve difícil de sostener por largos períodos, se forman largas colas y el flujo se torna forzado o se interrumpe.

La capacidad de una arteria o de una carreta urbana, por otra parte, está en función de la capacidad de sus intersecciones más críticas. (SIECA, 2004).

3.6.1 Los niveles de servicio

Es por estas simples consideraciones, que las carreras se diseñan para operar volúmenes horarios por debajo de la capacidad. El flujo vehicular de servicio para diseño es el máximo volumen horario de tránsito que una carretera puede acomodar, sin que el grado de congestión alcance los niveles preseleccionados por el diseñador, tras conciliar los intereses de los conductores, dispuestos quizás a tolerar un mínimo de congestión; los estándares de diseño vigentes, que predeterminarán algunos requerimientos básicos según la clasificación funcional de la vía; y los recursos disponibles para atender estas necesidades. Conviene aclarar que hablar de congestión en una carretera no es hablar de paralización de todo el movimiento. El congestión se inicia con la creciente interferencia o fricción entre los vehículos en la corriente del tránsito, que empieza a perder su calidad de flujo libre.

El conocido manual de capacidades de carreteras establece seis niveles de servicio, identificados subjetivamente por las letras desde la A hasta la F, donde al nivel de Servicio de A se logra un flujo vehicular totalmente libre, con una relación volumen/capacidad del orden de 0.35 para las autopistas, mientras que al nivel de servicio F se alcanza el flujo forzado que refleja condiciones de utilización a plena capacidad de la vía o de sus componentes esenciales, como decir las rampas y las secciones para entrecruzamientos.

Los diseñadores deben escoger, entre aquellos extremos, el nivel de servicio que mejor se adecue a la realidad del proyecto que se propone desarrollar. La escogencia de un determinado nivel de servicio conduce a la adopción de un flujo vehicular de servicio para diseño, que al ser excedido indica que las condiciones

operativas se han desmejorado con respecto a dicho nivel. Como criterio de análisis, se expresa que el flujo vehicular de servicio para diseño debe ser mayor que el flujo de tránsito durante el periodo de 15 minutos de mayor demanda durante la hora de diseño. La escogencia de un nivel de servicio dado, indica también que todos los elementos de la carretera deben diseñarse en correspondencia. (SIECA, 2004).

Las condiciones generales de operación para los niveles de servicio, se describen sumariamente de la siguiente manera:

Tabla No.1 Condiciones generales de operación para los niveles de servicio

Nivel de servicio	Descripción
A	Flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación.
B	Flujo libre razonable, pero la velocidad empieza a ser restringida por las condiciones del tránsito.
C	Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad.
D	Acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar.
E	Flujo inestable, suceden pequeños embotellamientos.
F	Flujo forzado, condiciones de “pare y siga”, congestión de tránsito.

Fuente: SIECA, 2004, página 2-16

3.6.2 Cálculo del nivel de servicio en carreteras de dos carriles

El procedimiento para el cálculo de las capacidades y niveles de servicio de las carreteras de dos carriles, se describe según la norma para el diseño geométrico de las carreteras regionales basado en la metodología establecida en el manual de capacidades de las carreteras. (SIECA, 2004)

Resumen de datos de los estudios de tránsito y de las características de la vía:

- Restricción de rebase la vía.

- Distribución direccional del tránsito.
- Ancho de carriles y hombros (metros). Dimensiones de alternativas del estudio.
- Composición de tránsito (porcentaje de vehículos livianos, autobuses, camiones y vehículos recreativos).
- Tipo de terreno, conocido por observación o resultados del estudio preliminar.

Las características de la sección longitudinal de una carretera pueden establecerse a través del porcentaje de dicha carretera con visibilidades menores de 450 metros.

- Volumen de tránsito en la hora pico (v , en vehículos por hora).
- Factor de hora pico (FHP).
- Volumen equivalente del tránsito.

- La distribución direccional de las corrientes de tránsito (D)

La intensidad del tránsito durante la hora pico en una de dos carriles, muestra el volumen del tránsito en el sentido de circulación, de ahí que resulte necesario afectarlo por un factor adicional, que refleje la desigual distribución a lo largo del día de las corrientes del tránsito en ambas direcciones, que a mayor desbalance hará mayor la necesidad de brindar la capacidad suficiente, incrementando el número de carriles necesarios. (SIECA, 2004)

- El tránsito de la hora pico o de punta

Siendo el TPDA una medida muy genérica de la intensidad del tránsito a lo largo de un día, se vuelve necesario tomar en debida cuenta las variaciones que registra el movimiento vehicular a lo largo de las 24 horas del día, para seleccionar las horas de máxima demanda como base más apropiada para el diseño geométrico de las carreteras. El tránsito de la hora pico, recoge la necesidad de referir el diseño no a la hora máxima que se registra en un año ni a la hora promedio, sino a una hora intermedia que admita cierto grado de tolerancia a la ocurrencia de demandas horarias extrema que podrían quedar insatisfechas o con menores niveles de comodidad para la conducción. (Cal y Mayor, 2018)

- El factor de hora pico, FHP

El factor de hora pico o FHP, se expresa como la relación que siempre será igual o menor que la unidad, entre la cuarta parte del volumen de tránsito durante la hora pico y el volumen mayor registrado durante el lapso de quince minutos dentro de dicha hora pico. O sea que, al afectar los volúmenes horarios de diseño por este factor, se están asumiendo las condiciones más exigentes de la demanda, a las cuales debe responder la propuesta de solución de reconstrucción, mejoramiento o ampliación de una carretera determinada. (SIECA, 2004)

3.7 Inventario vial

El inventario vial es un proceso que permite conocer las calles, avenidas, carreteras y caminos que componen una red vial de una determinada área, así como sus componentes y el estado de conservación de los mismos. (Características físico-geométricas, la superficie de rodamiento, drenaje, sitios peligrosos del tramo, el estado y ubicación de la señalización horizontal y vertical). (Reglamento del Sistema Vial para el Área del Municipio de Managua, 1984)

3.7.1 Definición de ordenamiento vial

Uno de los principales problemas viales, que enfrentan las ciudades, tanto en zonas urbanas como en rurales, es el rápido incremento en el volumen de vehículos y peatones, además el deterioro y falta de capacidad en la infraestructura vial. Un ordenamiento vial es una herramienta valiosa para solucionar los problemas generados en las vías públicas.

- Causas que provocan desorden vial

Dentro de las causas están las características del transporte urbano, la existencia de un número excesivo de vehículos, la condición de las vías y administración institucional inapropiada. Otro factor que afecta el orden vial son los parqueos vehiculares a orillas de calle, que afectan en gran magnitud cuando simplemente son mal estacionados los vehículos provocando atrasos y hasta accidentes poniendo en riesgo la vida de las personas. (Reglamento del Sistema Vial para el Área del Municipio de Managua, 1984)

3.7.2 Clasificación funcional del sistema vial en Managua

Atendiendo a la función que presta una vía dentro el sistema vial para el área del municipio de Managua, las vías se clasifican en:

a) Sistema de travesía: Es un sistema de vías compuesto por una calzada dividida por la mediana; de acceso totalmente controlado, de varios carriles, que presta servicios a grandes volúmenes de tráfico de vehículos interurbanos, los cuales viajan a velocidad relativamente alta y realizan viaje de considerable longitud.

b) Sistema distribuidor primario: Es un sistema de vías de calzadas separadas por los sentidos de circulación del tráfico, con un rango de derechos de vía entre 40 y 100 metros, de acceso controlado a las propiedades adyacentes a la vía, mediante calles marginales y a lo que establecen las normas estipuladas en el reglamento de estacionamiento de vehículo para el área del municipio de Managua. Presta servicio a grandes volúmenes de tráfico de vehículos que viajan a velocidad relativamente alta y realizan viajes de larga distancia a nivel urbano.

c) Sistema colector primario: Es un sistema de vías con calzadas separadas por los sentidos de circulación del tráfico con un rango de derecho de vía entre 27 y 39 metros, con acceso directo a las propiedades laterales a la vía. Presta servicio especialmente a las rutas de transporte urbano colectivo.

d) Sistema colector secundario: Es un sistema de vías de calzada única con un rango derecho de vía entre 18 y 26 metros con acceso directo a las propiedades adyacentes a la vía.

e) Sistema de calles: Es un sistema de vías con un rango de derecho de vía entre 14 y 17 metros, con acceso directo a las propiedades laterales a la vía. Su clasificación y equipamiento estará de acuerdo al reglamento de desarrollo urbano para el área del municipio de Managua.

f) Sistema de callejones: Es un sistema de vías con un rango de derecho de vía entre 12 y 13 metros, y que tienen como función permitir el acceso a las propiedades adyacentes al callejón, no teniendo continuidad a través del sistema. Se permitirá el

estacionamiento y circulación vehicular mínimo, que facilite las maniobras de estacionamiento y suministro de servicio. De acuerdo a la zonificación, habrá callejones en zonas de comercio y vivienda.

g) Sistema de vías recreacionales: Es un sistema de vías cuya finalidad primordial es la circulación de tránsito de tipo recreacional y turístico, con bahías especiales para miradores, diseñadas para velocidades moderadas de circulación y con frecuentes intersecciones. (Reglamento del Sistema Vial para el Área del Municipio de Managua, 1984)

3.7.3 Señalización

La señalización vial tiene el propósito de facilitar y garantizar el movimiento ordenado, y seguro de todos los usuarios de la vía a través de toda la red vial, ya sean estos flujos automotores, peatonales o de otra índole.

La misión de la señalización vial se define en 3 puntos:

- Advertir de la existencia de peligros potenciales.
- Informar de la vigencia de ciertas normas y reglamentaciones en un tramo determinado en la vía.
- Orientar al usuario mediante las oportunas indicaciones para que éste sepa en todo momento dónde está, hacia dónde va y qué dirección tomar para cambiar su destino.

La señalización se debe cumplir una serie de preceptos fundamentales, que son: claridad, sencillez, precisión y universalidad. Una correcta señalización mejorará las condiciones y seguridad de la vía, esto es importante porque un porcentaje de los accidentes se debe a la mala señalización en las vías.

En las vías se pueden diferenciar 2 tipos de señalizaciones:

- Señalización vertical

La señalización vertical es el conjunto de elementos destinados a advertir, reglamentar o informar al usuario de una determinada vía con la debida antelación de circunstancias o situaciones de la propia vía o de la circulación.

- Señales de tránsito horizontal

Se denomina señalización horizontal a los elementos situados en la superficie de la plataforma de una vía. Son un complemento a la señalización vertical y tienen como principal misión encauzar el tráfico.

3.7.4 Topografía del sitio en estudio

Este aspecto de las vías se refiere a la inclinación horizontal respecto al desarrollo longitudinal y transversal de estas, y se establecen tres clasificaciones según como prevalezca la pendiente de inclinación en el desarrollo longitudinal de estas.

De acuerdo a la topografía del terreno según SIECA, 2004 puede clasificar: plano, ondulado, montañoso.

3.7.5 Geometría de la vía

Las características geométricas de la vía están directamente relacionadas con la capacidad de la vía, con el tipo de vehículos que circularán por ella y con la velocidad de circulación, el ancho de los carriles, la altura libre existente en las estructuras bajo las que pasa la vía, así como otras características geométricas de la misma, limitan las dimensiones de los vehículos.

- Ancho de calzada

El ancho de calzada es el ancho de la superficie sobre la cual circula un cierto tránsito vehicular, permitiendo el desplazamiento cómodo y seguro del mismo.

- El carril

Es la unidad de medida transversal, para la circulación de una sola fila de vehículos, siendo el ancho de calzada la sumatoria del ancho de los carriles. Divididas o no, las carreteras pueden estar formadas por dos o más carriles de circulación por sentido.

- Hombros o espaldones

Los hombros o espaldones tienen lugar contiguo a los carriles de circulación, y que, en conjunto con estos, constituyen la corona o sección comprendida entre los

bordes de los taludes. Es importante que el hombro brinde una buena apariencia tal que inste a usarlo en situaciones de emergencia, en todas las condiciones del tiempo.

- Derecho de vía

Es el área o superficie del terreno propiedad del estado, destinado al uso de una carretera o camino, con zonas adyacentes utilizadas para las instalaciones y obras complementarias y delimitadas a ambos lados por los linderos de las propiedades colindantes. (García & Aburto, 2001)

3.7.6 Carpeta de rodamiento

La superficie de rodamiento es un elemento que forma parte tanto de la vía rural como la urbana. Es la superficie de la vía sobre la que transitan los vehículos y que se compone por uno o varios carriles.

- Fallas o deterioros

El deterioro superficial del pavimento provee una medida del daño causado por el tráfico, condiciones ambientales y envejecimiento de los materiales que constituyen la capa de rodadura.

- Ahuellamiento

El ahuellamiento consiste en una depresión de la zona localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos. Esta falla indica una insuficiencia estructural del pavimento o una deficiente estabilidad del sistema subrasante-pavimento. En algunos casos se hace más evidente cuando la mezcla asfáltica se desplaza formando un cordón a cada lado del área.

- Baches

Este tipo de falla consiste en la desintegración total de la superficie de rodadura que puede extenderse a otras capas del pavimento, formando una cavidad de bordes y profundidades irregulares.

- Parches

Este tipo de procedimiento consiste en remover y reemplazar el pavimento original con mezcla nueva de igual espesor y buena calidad.

En general las áreas parchadas tienen un comportamiento inferior al pavimento original y en muchos casos son el origen de una mayor rugosidad del pavimento o de nuevas fallas en el mismo o en el área adyacente, particularmente cuando su ejecución es defectuosa. Se destacan parches con nivel de severidad bajo, medio y alto a lo largo del tramo de la carretera en estudio y en algunos casos donde se realizó el reemplazo del pavimento, fue colocada mezcla asfáltica elaborada en frío.

- Desprendimiento de agregados y oquedades en la superficie

Consiste en la desintegración del pavimento en fragmentos pequeños y sueltos, o también en la disgregación de las partículas del agregado.

El desprendimiento es la disgregación progresiva de las partículas de agregado de un pavimento desde la superficie hacia abajo o desde los bordes hacia adentro. Usualmente el agregado fino se desprende primero y deja algunas marcas en el pavimento. A medida que aumenta la erosión, las partículas mayores se van rompiendo y el pavimento va adquiriendo un aspecto rugoso y áspero.

El deterioro de la capa de rodamiento afecta de manera directa la capacidad estructural del pavimento, ya que ésta soporta directamente las cargas impuestas por el tráfico y se encarga de transmitirla a las capas inferiores de menor resistencia que ella, exponiéndose a mayores solicitaciones de carga que afectan el comportamiento estructural del pavimento que provocan inconformidad en el usuario. (García & Aburto, 2001)

3.7.7 Sistema de drenaje

Las obras viales de drenaje se proveen para llevar el agua a través de la zona de camino y para desviar el agua de lluvia del camino mismo. (SIECA, 2004)

La principal función 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.

Además de proteger la estructura de la carretera, las obras de drenaje son fundamentales para garantizar la seguridad de la circulación de vehículos.

Un buen sistema de drenaje no solo permite una conducción más segura, también evita problemas de sedimentación de los elementos procedentes de los terrenos en desmonte. Cuando estos elementos son arrastrados por el agua de la lluvia o por la acción de la gravedad pueden provocar un efecto de erosión que deteriora el pavimento prematuramente. (García & Aburto, 2001)

- Cunetas

Se refiere a la zanja lateral paralela al eje del camino, construida entre el borde de la calzada y el pie de talud. Su sección transversal es variable, siendo común la de forma triangular, aunque se puede construir de forma trapezoidal o también cuadrada. Sirve de canal para evacuar el agua de lluvia proveniente de la calzada y superficies adyacentes, tales como andenes o aceras.

- Contracunetas

Son zanjas paralelas al eje de la carretera, construidas a una distancia mínima de 1.50 metros de la parte superior del talud de corte. Su sección transversal es variable, siendo común la de forma triangular o de forma cuadrada. Se acostumbra construirlas cuando el agua que llega al talud es mucha, y para taludes que sobrepasan los 4 metros de alto. Evitan que las aguas superficiales se desplacen por el talud, erosionando y recargando la capacidad de la cuneta.

- Alcantarillas

Son ductos que permiten el paso del agua de un lado a otro de la vía. Pueden tener forma cuadrada, rectangular, circular o elíptica. Los materiales de construcción pueden ser de concreto armado, tubos de PVC, planchas de hierro corrugado o de acero corrugado, entre otros.

- Cabezales

Son muros que se construyen a la entrada y salida de las alcantarillas. Sirven para evitar la erosión alrededor de las mismas, los movimientos horizontales y verticales de los taludes, guían la corriente y permiten un mayor ancho de vía.

- Canales de Salida

Son las estructuras hidráulicas encargadas de transportar el agua, recogida por las alcantarillas, cunetas y contracunetas, a su destino final. Son de diversos tipos y pueden estar revestidos o sin revestir.

- Canales transversales

Son obras utilizadas en los caminos, de balasto y tierra, de poco tránsito. Recogen las aguas superficiales de origen pluvial que escurren por la carretera en forma longitudinal. Pueden ser construidos a base de madera, metal o concreto, colocados en forma transversal sobre la vía, a una profundidad que no obstaculice el paso vehicular. A menudo se les provee de una rejilla para prevenir la obstrucción del cauce con piedras de la vía pública.

- Disipadores de energía

Son drenajes transversales dispuestos en intervalos cortos (cada 50 ó 100 metros) dependiendo de la naturaleza del suelo. Se usan, cuando las pendientes longitudinales son muy inclinadas, para disminuir la velocidad del agua y evitar arrastres y erosión en las cunetas

3.8 Estudio de accidentalidad

Los accidentes automovilísticos es una de las problemáticas más comunes en la actualidad por que los vehículos son el medio de transporte más utilizados e indispensables para trasladarse de un lugar a otro. La cultura vial de nuestro país es el fiel reflejo de las fallas que durante muchos años se han venido presentando en la formación de los jóvenes al no tener una educación vial desde su etapa escolar.

Los accidentes sobre las carreteras son los más severos o de gravedad, ya que provocan más personas fallecidas y lesionadas, además de vehículos totalmente destruidos, sobre las vías urbanas e interurbanas. El estudio de accidentalidad es uno de los más importantes de la ingeniería de tránsito. El análisis de las causas de los accidentes en los últimos años determina que el factor humano prevalece como responsable de los sucesos, esto se debe a la falta de conciencia de los conductores, violentando las leyes de tránsito y otras disposiciones de seguridad.

- Accidentalidad por causa y severidad

El análisis se realiza tomando en cuenta tanto las causas inmediatas como las causas mediatas de los accidentes ocurridos en el tramo de estudio. Las causas inmediatas son las que intervienen en el accidente de forma directa, mientras que las causas mediatas influyen de manera indirecta en la ocurrencia de los mismos.

- Accidentalidad por causa inmediata

La invasión de carril y el no guardar la distancia son las principales causas de los accidentes presentados en el tramo. Otras causas de menor impacto han sido la falta de pericia, la falta de precaución al retroceder y la imprudencia peatonal durante los 5 años que abarca el análisis. Esto indica que los conductores frecuentemente ignoran dos de las normas de seguridad vial más importantes, como lo son la distancia de frenado y el manejo defensivo.

- Índice de accidentalidad

Las dos consecuencias principales del problema del tránsito lo constituyen la accidentalidad y el congestionamiento. De ellos, el primero es de orden vital y por eso de gran importancia, ya que significa grandes bajas entre la población, por el resultado en muertos y heridos, además de la pérdida económica. (Cal y Mayor, 2018)

3.9 Estudio de velocidad

La velocidad en una carretera guarda directa relación de dependencia de cuatro factores, distintos a los que particularizan al conductor y su vehículo, que son las

características físicas de dicha carretera, las condiciones climáticas en su entorno, la presencia o interferencia de otros vehículos en la corriente del tránsito y los límites vigentes de velocidad, sean estos de carácter legal o relacionados con el empleo de los dispositivos usuales para el control del flujo vehicular.

- Velocidad de operación

La velocidad de operación es la máxima velocidad a la cual un conductor puede viajar por una carretera dada, bajo condiciones climáticas favorables y las condiciones prevalecientes del tránsito, sin que en ningún momento se excedan los límites de seguridad que determina la velocidad de diseño, sección por sección, de dicha carretera.

- Velocidad de diseño

La velocidad de diseño, también conocida como velocidad directriz, es la máxima velocidad, en condiciones de seguridad, puede ser mantenida en una determinada sección de una carretera, cuando las condiciones son tan favorables como para hacer prevalecer las características del diseño utilizado.

En principio, las carreteras deben diseñarse para las mayores velocidades que sean compatibles con los niveles deseados de seguridad vial, movilidad y eficiencia, tomando a la vez debida cuenta de las restricciones ambientales, económicas, estéticas y los impactos sociales y políticos de tales decisiones. La velocidad de diseño debe ser consistente con las velocidades que espera el conductor. En una carretera secundaria con condiciones topográficas favorables, por ejemplo, donde los conductores operan con velocidades relativamente altas dada su percepción de las condiciones físicas y operarias de la vía, es impropio aplicar una baja velocidad de diseño por los riesgos que acarrearía en materia de seguridad.

Para la AASHTO, una velocidad de diseño de 110 kilómetros por hora en autopistas, vías expresas y otras carreteras troncales, resulta apropiada para aplicar en la categoría superior de los sistemas de carreteras. Este es el límite superior recomendado para Centroamérica. Se admite en las categorías inferiores de la clasificación vial, con la debida consideración de las condiciones topográficas del

terreno, se reduzca en forma gradual las velocidades recomendadas para diseño, hasta límites prácticos y razonables. En las arterias urbanas reguladas por los conocidos dispositivos de control del tránsito, se acepta que las velocidades de ruedo sean limitadas a 30 kilómetros por hora y en determinadas circunstancias hasta de 25 kilómetros por hora, con que las menores velocidades de diseño pueden ubicarse en los 40 kilómetros por hora.

La velocidad de diseño determinada en aquellos componentes de una carretera como curvatura, sobreelevación y distancias de visibilidad, de los que depende la operación segura de los vehículos. Aunque otros elementos del diseño, como decir el ancho de la calzada, los hombros y las distancias a que deben estar los muros y restricciones laterales a la vía, no dependen directamente de la velocidad de diseño, se asume que a mayores velocidades de diseño tales elementos deben ser mejorados dentro de límites prácticos y compatibles con las mejoras que insinúa el cambio.

- Velocidad de punto

Los estudios de la velocidad de punto se conducen para estimar la distribución de velocidades de los vehículos en una corriente de tráfico, en una localización particular de la carretera. Se estima para determinar la velocidad de un punto sobre la vía en una sección transversal. (Cal y Mayor, 2018)

IV. Diseño metodológico

4.1 Tipo de investigación

El documento consta de una investigación del tipo cuantitativo, esto con el fin de determinar de forma real y objetiva el estado actual de la vía, así llevar a la práctica el conocimiento en seguridad vial, la investigación no será de grado experimental por lo que la información recolectada será real.

Con el fin de lograr cumplir los objetivos propuestos, se realizará una vinculación del trabajo de campo respecto al trabajo de gabinete, este proceso incluirá visita en el sitio de estudio.

4.2 Estudio de tránsito

En el estudio de tránsito se aplicará la metodología según anuario para las estaciones de corta duración y de conteo sumario, en el trabajo de campo se seleccionará un punto del tramo de carretera, donde se realizarán conteos clasificados por 12 horas continuas (6:00 a.m. – 6:00 p.m.), por tres días consecutivos (martes, miércoles y jueves). (Anuario de aforo de tráfico, MTI año 2020, pág. 8)

Con los datos de conteos del aforo y geometría del tramo del inventario vial se determinará el nivel de servicio a la que está operando la vía en estudio. (SIECA, 2004)

4.3 Inventario vial

Se ejecutará un inventario vial para conocer el estado actual en que se encuentra la vía en estudio.

Es importante señalar que el levantamiento de campo realizado está enfocado al análisis del estado de la señalización, los componentes físicos geométricos, pendientes de terreno, estado de la carpeta de rodamiento y obras de drenaje; para la localización de las distintas características de la vía; utilizaremos cinta métrica de tipo topográfica, tablas para llenar los formatos, lapiceros, entre otros además de equipos topográficos para la determinación de la pendiente.

4.4 Estudio de accidentalidad

Se realizará un resumen sobre el análisis de la accidentalidad proporcionados por la base de datos de la policía nacional (departamento de ingeniería de tránsito) luego un análisis de la misma en donde se abarcarán los distintos factores que producen los accidentes; posteriormente con las tablas estadísticas de la micro localización de los accidentes de tránsito, en un período de 5 años se determinará el número de accidentes, fallecidos y lesionados para conocer las causas, tipos, horas y lugar conociendo así el tramo crítico de la vía.

4.5 Estudio de velocidad

La velocidad se ha convertido de esta un indicador que permite medir la calidad con la que opera el transporte en determinado sector. La importancia de la velocidad recae al ser establecida como parámetro de cálculo en la mayoría de los elementos de un proyecto que pertenecen a un sistema vial.

Este estudio se realizará en el tramo, seleccionando dos puntos con una distancia de 100 metros tomando el tiempo que el vehículo recorrió esta distancia con un cronometro.

V. DESARROLLO METODOLÓGICO

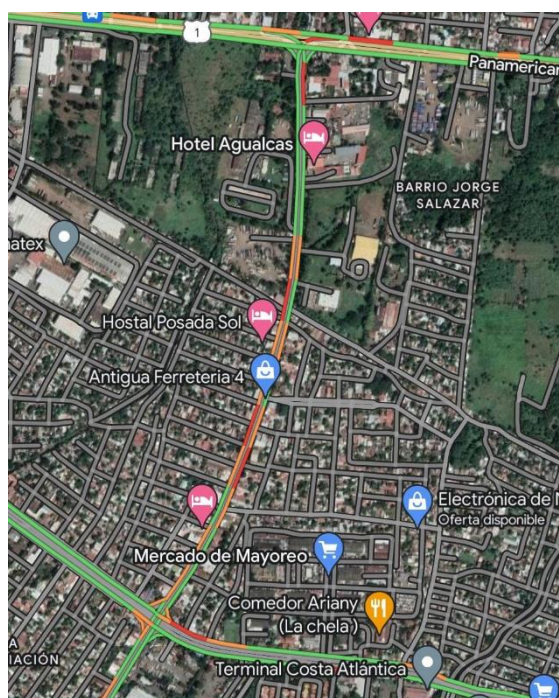
5.1 Estudio de tránsito

5.1.1 Aforo vehicular

Se realizó el aforo manual de observación directa del tramo, semáforo de la subasta al semáforo del mayoreo por cada sentido de la vía durante un período de tiempo equivalente a 12 horas diurnas durante 3 días consecutivos.

La siguiente figura muestra la ubicación donde se realizó el aforo vehicular.

Imagen.No 1: Microlocalización de la pista el mayoreo



Fuente: <https://earth.google.com/web/search/managua,+semafros+subasta>.

Los resultados obtenidos en campo proporcionan un porcentaje de los diferentes tipos de vehículos que circulan por el tramo de estudio, lo cual es de vital importancia para determinar la funcionalidad de la vía, en la tabla No.2 se presenta el resumen de los datos levantados durante los tres días del aforo (en las tablas No.32-37, páginas II-VII de anexo, se presentan los datos del levantamiento durante los tres días cada 15 minuto.)

Tabla N_o 2. Consolidado del volumen de tránsito diario de los tres días para diferentes tipos de vehículos identificados en el conteo vehicular

Ubicacuin :Estación 8+500								Fecha: Martes 17 al Jueves 19 de Enero del 2023.									
Tramo de estudio: Semáforos Subasta-Semáforos Mayoreo.								Ambos Sentido: Norte a Sur - Sur a Norte									
Días	Vehiculos de Pasajeros							Vehiculos de Carga							OTROS	Total veh/ 12hrs	
	Motos	Autos	Jeep	Camioneta	Microbus <15	Microbus 15-30	Bus 30+	Liviano 2-5t	C2 5+t	C3	T3-S	T3-S	T3-S	VC			VA
Martes 17	4307	5616	845	2310	382	135	843	517	667	154	8	290	73	5	2	294	16448
Miercoles 18	4131	5592	617	2277	307	303	836	827	386	114	0	238	61	7	0	300	15996
Jueves 19	4308	5782	826	2033	300	211	824	837	391	128	8	255	73	9	1	255	16241
Total/veh.	12746	16990	2288	6620	989	649	2503	2181	1444	396	16	783	207	21	3	849	48685
Total.	42785							5900								48685	
Veh/12hr,% por Tipo	26%	35%	5%	14%	2%	1%	5%	4%	3%	1%	0%	2%	0%	0%	0%	2%	100%
	83%							17%									
	% Vehiculos Livianos							%Vehiculos Pesados									

Fuente: Elaboración propia

5.1.2 El tránsito promedio diario anual (TPDA)

Para determinar el TPDA del tramo en estudio fue necesario el cálculo del tránsito promedio diario, y la determinacion de los factores de ajuste de anuario de aforo de tráfico 2020 (MTI) según la estación más cercana de correspondencia ó similitud del volumen de tránsito promedio diario.

- Tránsito promedio diario TP (D)

Con los datos resumen de la tabla N_o 2 se aplica la ecuación 5 para la determinación de TP(D) por cada tipo de vehículo.

$$TP(D) = \frac{\text{Acumulado de conteo vehicular por tipo de vehículo}}{\text{Cantidad de días del aforo}} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Fuente: (Cal y Mayor, 2018)

Cálculo para motos:

$$TP(D) = \frac{12746}{3} = 4249$$

Tabla N_o 3: Tránsito promedio diario por tipología

Ubicación :Estación 8+500								Fecha: Martes 17 al Jueves 19 de Enero del 2023.									
Tramo de Estudio : Semáforos de la Subasta- Semáforos del Mayoreo								Sentido: Semáforos de la Subasta -Semáforos del Mayoreo									
Descripción	Vehiculos de Pasajeros							Vehiculos de Carga							OTROS	Totales	
	Motos	Autos	Jeep	Camioneta	Microbus <15 pasajero	Microbus 15-30 Pasajeros	Bus 30+	Liviano 2-5t	C2 5+ t	C3	T3-S	T3-S	T3-S	VC			VA
Total Veh/12hrs	12746	16990	2288	6620	989	649	2503	2181	1444	396	16	783	207	21	3	849	48685
TP(D)	4249	5663	763	2206.6667	329.6667	216.3333	834.33	727	481	132	5.3	261	69	7	1	283	16228
%TP(D)	26%	35%	5%	14%	2%	1%	5%	4%	3%	1%	0%	2%	0%	0%	0%	2%	100%
	83%							17%									
	%Vehiculos Livianos							%Vehiculos Pesados									

Fuente: Elaboración propia

- Factores de ajustes.

Para la selección de los factores de ajustes de expansión del tráfico y cálculo del TPDA se selecciona primero el vector geográfico que corresponde al tramo en estudio según la ubicación geográfica (tabla N_o 4), posteriormente busca la estación de corta duración más cercana al tramo del aforo realizado fue el dancing-la subasta, la cual presenta porcentajes del 91% vehículos liviano- 9% vehículos pesados (anuario 2020); en el aforo se obtuvieron 83% vehículos liviano- 17% vehículos pesados (tabla N_o 3) lo que demuestra que no tienen similitud en porcentaje de volumen de tráfico; partiendo del perfil de la variación en el flujo vehicular se procede a la determinación de la estación de corta duración de mayor grado de similitud posible del anuario 2020, siendo aeropuerto – zona Franca con 87% vehículos livianos y 12% vehículos pesados (tabla N_o 5) esta corresponde a estación de mayor cobertura 401 Masaya - Granada (tabla N_o 6) y finalmente se toman los factores de ajustes correspondiente al primer caustrimestre (tabla N_o 7) debido a que el aforo vehicular se realizó en enero.

Tabla No. 4. Vector geográfico

No	Vector	Código	Nombre de región	Departamentos
1	R1	PS	Pacífico del sur	Masaya, Granada, Carazo, Rivas
2	R2	PN	Pacífico del norte	León, Chinandega, Managua
3	R3	CN	Central norte	Nueva Segovia, Madriz, Estelí, Jinotega, Matagalpa, Boaco, Chontales
4	R4	AS	Atlántico sur	Región Autónoma del Caribe Sur (RACS), Río San Juan
5	R5	AN	Atlántico norte	Región Autónoma del Caribe Norte (RACN)

Fuente: Anuario de aforo de tráfico 2020 (MTI). Página No.7

- **Dependencia de estaciones**

Tabla No.5. Estación de corta duración

Nº	CODIGO NIC	EST.	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO	Año	Motos	Autos	Jeep	Cmta.	McBus <15 pas.	MnBus 15-30 s.	Bus	Liv. 2-5 Ton	C2 5 + Ton	C3	Tx-Sx <= 4e	Tx-Sx >= 5e	Cx-Rx <= 4e	Cx-Rx >= 5e	V.A	V.C	Otros	TPDA
4	NIC-1	101A	ECD	Aeropuerto - Zona Franca	2020	5868	7747	1798	5189	1015	71	1958	930	1213	382	4	750	3		2	3	11	26.944
					2019	6966	10119	2131	6509	1187	107	2245	1957	929	341	2	838			6	2	43	33.382
					2015	5406	7814	1905	6281	1207	99	2129	1673	904	342	5	1180				1	54	29.000
					2012	2101	7154	1542	4708	621	114	1907	1285	754	336	11	667			3	2	14	21.219
					2010	2849	7078	1984	5242	537	147	2144	1753	1011	273	3	723			8	1	33	23.786
					2009	1.972	5.730	1.854	4.779	486	98	1.898	1.589	1.087	194	6	691			3	1	18	20.406
					2006	1.444	6.514	1.857	5.363	337	212	1.988	1.721	1.109	213	2	649		1			41	21.453
					2004	950	7037	1887	5051	435	404	2320	1472	1113	239	5	689	1		1	2	26	21.632
					2003	651	7377	1810	4479	733	263	2242	1347	1139	270	4	602	2	2	1	0	39	20.961
					2001	915	6680	1659	4809	279	358	2031	1178	977	160	3	462	3	1	1		54	19.569
					1999	542	4091	1512	4736	245	185	1857	1012	971	271	4	361		1	1		35	15.823
EMC: 401					2020	5868	7747	1798	5189	1015	71	1958	930	1213	382	4	750	3		2	3	11	26.944
Tasa Crecimiento: 3.01%					2020	5868	7747	1798	5189	1015	71	1958	930	1213	382	4	750	3		2	3	11	26.944
						Liv.			Pasaj.			Pesado			3298								
						76%			11%			12%											

Fuente: Anuario de aforo de tráfico 2020 (MTI). Página No. 348

Tabla No.6. Estación de mayor cobertura

ESTACIÓN DE MAYOR COBERTURA	NIC	Nº ESTACIÓN	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO
401 Masaya Granada	NIC-1	136	ECD	Portezuelo - El dancing
	NIC-1	136	ECD	El dancing - La subasta
	NIC-1	136	ECD	La subasta - Aeropuerto
	NIC-1	136	ECD	Aeropuerto - Zona franca
	NIC-2	136	ECD	Semaforos el 7 sur - Emp. Nejapa
	NIC-2	136	ECD	Emp. Nejapa - km. 10 1/2 carretera sur

Fuente: Anuario de aforo de tráfico 2020 (MTI). Página No. 47

Tabla No 7. Factores de ajustes



MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA
 DIVISION GENERAL DE PLANIFICACION
 DIVISION DE ADMINISTRACION VIAL
 OFICINA DE DIAGNOSTICO Y EVALUACION DE PAVIMENTOS



ESTACION DE MAYOR COBERTURA 401
MASAYA - GRANADA
FACTORES - 2020

Factores del primer cuatrimestre del año Enero - Abril

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx>5	Cx-Rx<4	Cx-Rx>5	V.A	V.C	Otros
Factor Día	1,33	1,34	1,23	1,35	1,33	1,30	1,25	1,27	1,41	1,39	1,00	1,52	1,00	1,00	1,00	1,00	1,43
Factor Semana	0,94	0,95	0,95	0,94	0,90	0,95	0,93	0,86	0,89	0,88	1,00	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88
Factor Fin de Semana	1,18	1,14	1,14	1,20	1,37	1,14	1,21	1,65	1,45	1,50	1,00	1,56	1,00	1,00	1,00	1,00	1,55
Factor Expansión a TPDA	0,98	1,06	1,14	0,99	1,05	1,02	1,05	0,96	0,89	1,05	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	0,62

Fuente: Anuario de aforo de tráfico 2020 (MTI). Página No 355

- Calculo tránsito promedio diario anual (TPDA)

Una vez obtenido el TP (D) y tomando los factores de ajustes correspondiente al primer cuatrimestre en concordancia con nuestro conteo se procede a realizar el cálculo del TPDA

$$TPDA = TP(D)_{12hrs} * Fd * Fs * Fe \quad \text{(Ecuación 6)}$$

Donde:

TP(D)_(12hrs) = Tránsito promedio diurno (12 horas)

Fd = Factor día.

Fs = Factor semana.

Fe = Factor expansión.

Cálculo para motos:

$$TPDA = 4249 * 1.33 * 0.94 * 0.98 = 5205 \text{ motos/día}$$

Tabla No 8. Tránsito promedio diario anual

Ubicación :Estación 8+500								Fecha: Martes 17 al Jueves 19 de Enero del 2023.									
Tramo de Estudio : Semáforos de la Subasta - Semáforos del Mayoreo								Sentido: Semáforos de la Subasta -Semáforos del Mayoreo									
Descripción	Vehículos de Pasajeros							Vehículos de Carga							OTROS	Totales	
	Motos	Autos	Jeep	Camioneta	Microbus <15 pasajero	Microbus 15-30 Pasajeros	Bus 30+	Liviano 2-5t	C2 5+ t	C3	T3-S1	T3-S2	T3-S3	VC			VA
TP(D)	4249	5663	763	2206.6667	329.667	216.3333	834.33	727	481	132	5.33	261	69	7	1	283	16,228
Factor Dia	1.33	1.34	1.23	1.35	1.3	1.33	1.25	1.27	1.41	1.4	1	1	1	1	1	1.43	
Factor Semana	0.94	0.95	0.95	0.94	0.95	0.9	0.93	0.86	1.45	1.5	1	1	1	1	1	0.88	
Factor Expansión	0.98	1.06	1.14	0.99	1.02	1.05	1.05	0.96	0.89	1.1	1	1	1	1	1	0.65	
TPDA Vpd	5205	7642	1016	2772.2574	415.281	271.8986	1018.4	762.27	876	289	5.33	261	69	7	1	231.48	20,843
%TPDA	25%	37%	5%	13%	2%	1%	5%	4%	4%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	1%	
	83%							17%								100%	
	% Vehiculos Livianos							% Vehiculos Pesados									

Fuente: Elaboración propia

5.1.3. Cálculo del nivel de servicio

- Convertir el flujo de la demanda horaria (v, en vph) en flujo equivalente:

$$V = VHMD / FHMD \quad \text{Ecuación 7}$$

VHMD: Volumen horario de máxima demanda según el aforo vehicular.

FHMD: Factor horario de máxima demanda según el aforo vehicular.

$$FHMD = \frac{VHDM}{4 * q_{max}} \quad \text{Ecuación 8}$$

q_{max} = flujo máximo de vehículos de 15 minutos

- El cálculo del flujo de servicio (Sfi) de las carreteras se realiza utilizando la metodología que especifica el SIECA 2004.

$$Sfi = 2800 * (v/c) * fd * fw * fhv \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

Sfi= Volumen de servicio para el nivel de servicio seleccionado.

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

v/c = Relación volumen/ capacidad del nivel de servicio.

fd =Factor de distribución direccional del tránsito.

fw= Factor para anchos de carril y hombros.

fhv= Factor de vehículos pesados.

Calcular el factor de vehículos pesados, fhv, para cada nivel de servicio, de la siguiente ecuación:

$$f_{hv} = 1/[1 + PT(ET - 1) + PB(EB - 1) + PR(ER - 1)] \quad \text{Ecuación 10}$$

Las equivalencias en automóviles para camiones pesados (ET), para autobuses (EB) y vehículos de recreaciones (ER), afectadas por el alineamiento horizontal son tomadas de las tablas del manual de capacidades. Los factores PT, PB y PR corresponden a la fracción decimal de la proporción de camiones, autobuses y vehículos recreacionales en el volumen de tránsito total.

- Cálculo del volumen equivalente

Del aforo vehicular se procedió a calcular el volumen para cada día y se determinó que el día miércoles fue el día con mayor flujo de vehículo.

La siguiente tabla muestra un resumen de la hora máxima seleccionada de las tablas N° 38 página VIII del conteo vehicular cada 15 minutos.

Tabla N°9. Volumen horario de máxima demanda y flujo máximo de 15 minutos

Ubicación: Estación 8+500 carretera norte: Semáforos de la Subasta - Semáforos el Mayoreo			
Día jueves 19 de enero 2023			
HORA	SUBASTA-MAYOREO (Veh. Mixt)	MAYOREO - SUBASTA (Veh. Mixt)	TOTAL
5:00-5:15p.m	201	213	414
5:15-5:30p.m	203	180	383
5:30-5:45p.m	234	209	443
5:45-6:00p.m	229	211	440
TOTAL	867	813	1680

Fuente: Elaboración propia

➤ Cálculo del factor máximo demanda

$$FHMD = \frac{1680}{4 * 443} = 0.95$$

➤ Volumen equivalente

$$V = \frac{VHMD}{FHMD} = \frac{1680}{0.95} = 1772 \text{ veh. } \frac{\text{mixt}}{\text{hr}}$$

- Factor de relación volumen/ capacidad del nivel de servicio

La pista funciona con un carril por sentido, no refleja líneas continuas o líneas discontinuas por ende se considera una restricción de rebase del 100%, a continuación tabla de los factores para cada nivel de servicio.

Tabla N_o 10. Nivel de servicio (V/C) para carretera de dos carriles

Nivel de Servicio (NS)	Terreno Plano						Terreno Ondulado						Terreno Montañoso					
	Restricción de paso, %						Restricción de paso, %						Restricción de paso, %					
	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100
A	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03	0.14	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01
B	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.26	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.25	0.20	0.16	0.13	0.12	0.10
C	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33	0.32	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.39	0.33	0.28	0.23	0.20	0.16
D	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57	0.62	0.57	0.52	0.48	0.46	0.43	0.58	0.50	0.45	0.40	0.37	0.33
E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.94	0.92	0.91	0.90	0.90	0.91	0.87	0.84	0.82	0.80	0.78

Fuente: Cuadro 2.5 SIECA 2da edición

- Factor de distribución direccional del tránsito

Del estudio de tránsito se determinó la distribución direccional por sentido 50/50 considerando el día más crítico del flujo vehicular (tabla N_o 40; anexo página IX), y con la tabla N_o 11 tomado del manual centroamericano SIECA 2004 capítulo 2 pag.2-19 se estima el factor direccional.

Tabla N_o 11. Factores de ajuste por distribución direccional del tránsito en carretera de dos carriles

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

Fuente: Cuadro 2.6 SIECA 2da edición

- Factor para anchos de carril y hombros

Con los datos del ancho de carril y hombro tomados del inventario vial (N_o 14) y haciendo uso de la tabla N_o 12 tomado del manual centroamericano SIECA 2004 capítulo 2 pág. 2-20 se estiman los factores de ajuste.

Tabla N_o12. Factores de ajuste por efecto combinado de carriles angostos y hombros restringidos, carretera de dos carriles

Hombro(m)	Carril de 3.65m		Carril de 3.35m		Carril de 3.05m		Carril de 2.75m	
	NS A-D	NS E	NS A-D	NS E	NS A-D	NS E	NS A-D	NS E
1.80	1.00	1.00	0.93	0.94	0.83	0.87	0.70	0.76
1.20	0.92	0.97	0.85	0.92	0.77	0.85	0.65	0.74
0.60	0.81	0.93	0.75	0.88	0.68	0.81	0.57	0.70
0.00	0.70	0.88	0.65	0.82	0.58	0.75	0.49	0.66

Fuente: Cuadro 2.8 SIECA 2da edición

- Cálculo factor de vehículos pesados

En las tablas N_o 3, se encuentran los valores PT, PB tomados del aforo vehicular los cuales resultan de 5% buses y 10 % camiones, y el cálculo de la pendiente el tramo que se clasificó como plano según tablas N_o 16 y 17 .

Tabla N^o13. Automóviles equivalentes por camiones y autobuses en función del tipo de terreno, carretera de dos carriles

Tipo de vehículo	NS	Tipo de Terreno		
		Plano	Ondulado	Montañoso
Camiones, Et	A	2.0	4.0	7.0
	B-C	2.2	5.0	10.0
	D-E	2.0	5.0	12.0
Buses, Eb	A	1.8	3.0	5.7
	B-C	2.0	3.4	6.0
	D-E	1.6	2.9	6.5

Fuente: SIECA 2da edición

$$fhv = \frac{1}{1 + \%C(Et - 1) + \%B(Eb - 1)}$$

$$fhv_A = \frac{1}{1 + 0.10(2 - 1) + 0.05(1.8 - 1)} = 0.8772$$

$$fhv_{B-C} = \frac{1}{1 + 0.10(2.2 - 1) + 0.05(2 - 1)} = 0.8547$$

$$fhv_{D-E} = \frac{1}{1 + 0.10(2 - 1) + 0.05(1.6 - 1)} = 0.8850$$

- Calcular los volúmenes del flujo de servicio para cada nivel, utilizando la fórmula presentada en la ecuación 9

Flujo de servicio

$$Sfi = 2800 \cdot (v/c) \cdot fd \cdot fw \cdot fhv$$

$$Sfi_A = 2800(0.04) \cdot 1 \cdot 0.92 \cdot 0.8772 = 90 \text{ veh. mixt/hr}$$

$$Sfi_B = 2800(0.16) \cdot 1 \cdot 0.92 \cdot 0.8547 = 352 \text{ veh. mixt/hr}$$

$$Sfi_C = 2800(0.32) \cdot 1 \cdot 0.92 \cdot 0.8547 = 704 \text{ veh. mixt/hr}$$

$$Sfi_D = 2800(0.57) \cdot 1 \cdot 0.92 \cdot 0.8850 = 1299 \text{ veh. mixt/hr}$$

$$Sfi_E = 2800(1) \cdot 1 \cdot 0.97 \cdot 0.8850 = 2403 \text{ veh. mixt/hr}$$

Comparación del volumen equivalente con el flujo de servicio

$$VE: 1,772 \text{ veh. } \frac{\text{mixt}}{\text{hr}} \text{ y } Sfi: 1299 \text{ veh. mixt/hrs}$$

De acuerdo a los cálculos del volumen de servicio y el volumen equivalente el valor más próximo que corresponde al nivel D; acercándose a un flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar.

5.2 Inventario vial

La realización del inventario vial consistió en el levantamiento de datos de la sección transversal y longitudinal de la vía, su ubicación, la existencia de drenajes, señales de tránsito verticales y horizontales, pendiente del terreno y el estado de la carpeta de rodamiento.

El equipo utilizado contó con cinta métrica de 8 metros, cinta métrica de 30 metros, GPS, marcadores, libreta y/o cuaderno, tabla para anotación, lapiceros, chalecos fluorescentes (para ayudar a los conductores a identificarnos mejor en la vía y evitar incidentes).

5.2.1 Clasificación de la red vial

De acuerdo al reglamento del sistema vial para el área del Municipio de Managua, plan regulador vigente, el sitio en estudio corresponde a un sistema colector primario, aunque no presenta todas las características físicas planteadas por la geometría, cumple con la característica principal de esta clasificación que permite la circulación del transporte colectivo urbano e interurbano, buses que vienen de la zona norte del país, así como también los vehículos de servicio y de transporte pesado.

5.2.2 Geometría de la vía

El levantamiento de los elementos de la sección transversal consistió en el ancho de calzada, ancho de carril y hombros, ancho de derecho de vía, en la tabla N° 14 de muestran los datos de las secciones donde existen variaciones de medidas.

Tabla N^o 14: Elementos geométricos de la vía



Geometria de la via							
Estacion	Hombro		Carril		Derecho de via		
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Total
8+500	1.2	1.2	3.65	3.65	6.25	6.25	12.5
8+590	1.2	1.2	3.65	3.65	11.15	9.55	20.7
8+700	1.2	1.2	3.65	3.65	11.85	6.25	18.1
8+850	1.2	1.2	3.65	3.65	12.05	10.45	22.5
9+050	1.2	1.2	3.65	3.65	11.75	6.25	18
9+100	1.2	1.2	3.65	3.65	9.85	10.85	20.7
9+300	1.2	1.2	3.65	3.65	7.85	6.85	14.7
9+400	1.2	1.2	3.65	3.65	7.85	6.85	14.7
9+600	1.2	1.2	3.65	3.65	6.85	5.85	12.7
9+700	1.2	1.2	3.65	3.65	6.85	5.85	12.7
9+800	1.2	1.2	3.65	3.65	6.85	6.35	13.2

Fuente: Elaboración propia

5.2.3 Estado de la carpeta de rodamiento

La carpeta de rodamiento es de adoquinado, la mayor parte de la vía presentando daños, en la tabla N^o15 se muestran los tramos en mal estado.

Tabla N^o 15. Estado de la carpeta de rodamiento

Estado de la carpeta de rodamiento		
Estación	Estado	Imagen
8+580	Se aprecia asfalto sobre la vía cubriendo daños en la carpeta de adoquinado.	
9+200	Se aprecia falla por desgaste superficial aislado en este tramo de la calzada.	

<p>9+350</p>	<p>Presencia de hundimiento en la carpeta de adoquín.</p>	
<p>9+600</p>	<p>Se aprecia asfalto sobre la vía cubriendo daños en la carpeta de adoquinado.</p>	
<p>9+700</p>	<p>Se aprecia asfalto sobre la vía cubriendo daños en la carpeta de adoquinado.</p>	
<p>9+800</p>	<p>Presencia de desgaste (media) en un área de expansión considerable y de forma continua, sola mente con pérdida de finos.</p>	

<p>9+890</p>	<p>Se aprecia falla por desgaste (Baja) superficial</p>	
<p>9+900</p>	<p>Presencia de fracturamiento (Alta) de adoquines en un área de expansión considerable y de forma continúa.</p>	
<p>9+940</p>	<p>Presencia de hundimiento en la carpeta de adoquín.</p>	
<p>9+990</p>	<p>Carpeta en regular estado.</p>	

Fuente: Elaboración Propia

5.2.4 Topografía del sitio en estudio

Para la determinación de la pendiente del tramo en estudio, se realizó un levantamiento topográfico tomando las elevaciones de puntos aproximadamente cada cien metros con una estación total marca Sokia IM50 y se aplicó la fórmula de pendiente (Ecuación 11).

Los datos recopilados en campos y cálculo de pendiente se muestran en la tabla No. 16.

$$P = \frac{\Delta H(m)}{D(m)} * 100 = \frac{cota_{final} - cota_{inicial}}{Distancia} * 100 \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde:

P: pendiente

ΔD (m): distancia en metros

ΔH (m): resultado de la resta de las elevaciones

100: Factor de porcentaje

$$P = \frac{72m - 71m}{100} \times 100 = 1.00\%$$

Siguiendo el mismo procedimiento, se obtuvieron las pendientes del tramo en estudio.

Tabla No. 16. Pendientes del tramo en estudio

Pto.	Estación	Longitud (m)	Coordenadas UTM		Elevación (m)	Descripción	Pendiente (%)
			Este	Norte			
1	8+500	-	587561.500	1342997.370	71	Lc	-
2	8+600	100	587561.290	1342897.590	72	Lc	1.00%
3	8+700	100	587562.190	1342796.030	72	Lc	0.00%
4	8+800	100	587563.030	1342691.170	72	Lc	0.00%
5	8+900	100	587558.090	1342595.760	73	Lc	1.00%
6	9+000	100	587549.720	1342495.640	73	Lc	0.00%
7	9+100	100	587533.460	1342397.510	74	Lc	1.00%
8	9+200	100	587513.560	1342295.890	76	Lc	2.00%
9	9+300	100	587487.310	1342198.420	78	Lc	2.00%
10	9+400	100	587458.000	1342100.000	80	Lc	2.00%
11	9+500	100	587424.720	1342005.140	82	Lc	2.00%
12	9+600	100	587387.030	1341911.100	83	Lc	1.00%
13	9+700	100	587346.840	1341820.530	84	Lc	1.00%
14	9+800	100	587299.510	1341730.720	85	Lc	1.00%
15	9+900	100	587246.180	1341645.020	87	Lc	2.00%
16	10+020	120	587198.050	1341572.040	88	Lc	0.83%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos la pendiente predominante es menor al 5%, por lo que según tabla No. 17 el tramo se clasifica como terreno plano.

Tabla No. 17: Rango topográfico por tipo de terreno

Tipo de terreno	Rango de pendiente
Llano o Plano	$p \leq 5$
Ondulado	$5 > p \leq 15$
Montañoso	$15 > p \geq 30$

Fuente: SIECA 2004 2^{da} Edición

5.2.5 Obras de drenaje

En el sitio (semáforo del mayoreo) se observa una obra de drenaje mayor, en la estación 9+960 el cual se encuentra paralelo de la pista que va hacia el mercado del mayoreo, esta obra de drenaje actualmente el cauce está descuidado por maleza, sedimentos y basura, lo cual puede afectar el funcionamiento y la vida útil del mismo.

Imagen 2: Drenaje del tramo en estudio












Fuente: Elaboración Propia





5.2.6 Señalización

En el tramo en estudio se observa deterioro en la señalización vertical y el estado de cada una de ellas las cuales presentan daños por falta de mantenimiento ya que se aprecian las leyendas borrosas, señales de que fueron utilizadas para otros fines como publicaciones; en la Tabla N^o18 detallan cada señal encontrada.

Tabla N^o 18: Señalización existente en el tramo de estudio

Estación	Tipo	Tipo de tablero	Ubicación		Observación
			Izquierda	Derecha	
8+520	Preventiva			x	Su estado es regular, manchas de pintura de aerosol y poca visibilidad por árboles.
8+530	Preventiva			x	Su estado es regular, manchas de pintura de aerosol y poca visibilidad por árboles.
8+530	Preventiva			x	Su estado es regular, manchas de pintura de aerosol.
8+560	Preventiva			x	Buen estado

8+590	Preventiva			x	Buen estado
8+630	Informativa			x	Buen estado
8+720	Restricción			x	Buen estado
9+100	Preventiva			x	Buen estado
9+150	Preventiva			x	Mal estado, daños en el soporte metálico en la base.

9+390	Informativa		x		Mal estado, prácticamente ilegible.
9+400	Preventiva		x		Buen estado
9+700	Preventiva		x		Regular estado, manchas de aerosol y doblado ligeramente el soporte metálico.
9+800	Restricción		x		Regular estado, manchas de aerosol y poca visibilidad por obstáculos de postes de rótulos comerciales.

Fuente: Elaboración Propia

5.2.7 Ordenamiento vial

En el tramo de estudio se observa un desorden vehicular, utilizan parte de la calle para estacionar sus unidades y las de los proveedores, donde se va creando inconveniente con los conductores que transitan por esta vía y así como los peatones, tomando en cuenta que en el sector no hay aceras para ellos, la falta de cultura que se encuentra con los conductores del sector colectivo al ignorar las deferentes leyes establecidas y la falta de cortesía.

Además, se puede apreciar que conforme avanza la mañana los comerciantes se ubican en los bordes de la calle, quedando casi en lo que es la calzada vehicular, obstruyendo así de alguna manera el flujo vehicular en los carriles.

Imagen N° 3. Desorden vial sobre la vía



Fuente: Elaboración Propia

En la imagen N° 4. se aprecia el hecho que hay sitios donde hay entrada y salida de camiones y no hay ningún tipo de señalización vertical que lo indique previendo un accidente.

Imagen N.º 4. Obstrucción del tráfico vehicular



Fuente: Elaboración Propia

5.2.8 Uso del suelo

El uso de suelo es un análisis importante para su correcta y necesaria señalización en la vía.

El tipo de uso de suelo en su mayoría es comercial, los negocios que sobre sale son ferretería de construcción, supermercado, farmacias entre otros (ver plano de uso de suelo) los cuales no tienen un parqueo definido y ordenado, esto ocasiona un congestionamiento en el tráfico vehicular donde hay más circulación de vehículos pesados, también hay circulación de transporte interurbano y urbano que pasa por esta vía.

5.3 Estudio de accidentalidad

En el tramo en estudio se analizará la información facilitada para la determinación de las causas del nivel de accidentalidad presente a través de los datos estadístico comprendido del 2018-2022 brindado por el departamento de ingeniería de tránsito de la policía nacional.

Se usará el historial de accidentes de tránsito ocurrido de los semáforos de la subasta a los Semáforos del Mayoreo y con la población del municipio de Managua departamento de Managua en el período 2018-2022, realizar el cálculo de índices de accidentalidad, morbilidad y mortalidad.

5.3.1 Índices de accidentalidad morbilidad y mortalidad

Tabla No. 19: Resumen de accidentalidad

Año	Accidentes	Lesionados	Fallecidos	Población
2018	112	5	0	1061355
2019	159	2	0	1064715
2020	165	2	0	1066313
2021	179	4	0	1069511
2022	158	2	0	1072719
Total	773	15	0	

Fuente: ManaguaMunicipio.xlsx (inide.gob.ni) y con datos de la policía nacional (departamento ingeniería de tránsito)

El gráfico 1 muestra la cantidad de accidentes de tránsito, lesionados ocurridos en el tramo en estudio de los semáforos de la subasta a los semáforos del mayoreo del período que comprende el año 2018 hasta el año 2022, acumulados en estos 5 años, 773 accidentes, 15 lesionados y ningún fallecido.

El valor promedio anual de las cifras de accidentes que ocurrieron en el período analizado:

- Accidentes: 155
- Lesionados: 3
- Fallecidos: 0

Gráfico N° 1. Historial de los accidentes, lesionados y fallecidos en los semáforos de la subasta a los semáforos del mayoreo.



Fuente: Elaboración propia con datos de la policía nacional (departamento ingeniería de tránsito)

Podemos observar en el gráfico anterior hay un crecimiento de accidentes anualmente del año 2018 al año 2021 con disminución significativa con respecto al año 2022, por otro lado el número de lesionados del año 2018 es el más alto con disminución a los años posteriores exceptuando el año 2021, los más importante de estos datos obtenidos es que no hay fallecidos en este tramo de los semáforos de la subasta a los semáforos del mayoreo pero su registro de accidentalidad es muy alto con 773 accidentes en los últimos 5 años en estudio.

- **Cálculo de factores de accidentalidad, morbilidad y mortalidad**

Índice de accidentalidad (Accidentes):

$$I_{a/p} = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes} * 100,000}{N^{\circ} \text{ de habitantes}} \quad \text{Ecuación 12}$$

Fuente:(Cal y Mayor, 2018) página N° 76

Índice de morbilidad (Heridos):

$$I_{morb/p} = \frac{N^{\circ} \text{ de lesionados} * 100,000}{N^{\circ} \text{ de habitantes}} \quad \text{Ecuación 13}$$

Fuente:(Cal y Mayor, 2018) página No 76

Índice de mortalidad (Muertos):

$$I_{mort/p} = \frac{N^{\circ} \text{ de muertos} * 100,000}{N^{\circ} \text{ de habitantes}} \quad \text{Ecuación 14}$$

Fuente:(Cal y Mayor, 2018) página No 76

Índice 2018:

$$I_{a/p} = \frac{112 * 100,000}{1061355} = 10.55$$

$$I_{morb/p} = \frac{5 * 100,000}{1061355} = 0.47$$

$$I_{mort/p} = \frac{0 * 100,000}{1061355} = 0$$

Índice 2019:

$$I_{a/p} = \frac{159 * 100,000}{1064715} = 14.93$$

$$I_{morb/p} = \frac{2 * 100,000}{1064715} = 0.19$$

$$I_{mort/p} = \frac{0 * 100,000}{1064715} = 0$$

Índice 2020:

$$I_{a/p} = \frac{165 * 100,000}{1066313} = 15.47$$

$$I_{morb/p} = \frac{2 * 100,000}{1066313} = 0.19$$

$$I_{mort/p} = \frac{0 * 100,000}{1066313} = 0$$

Índice 2021:

$$I_{a/p} = \frac{179 * 100,000}{1069511} = 16.73$$

$$I_{morb/p} = \frac{4 * 100,000}{1069511} = 0.37$$

$$I_{mort/p} = \frac{0 * 100,000}{1069511} = 0$$

Índice 2022:

$$I_{a/p} = \frac{158 * 100,000}{1072719} = 14.72$$

$$I_{morb/p} = \frac{2 * 100,000}{1072719} = 0.19$$

$$I_{mort/p} = \frac{0 * 100,000}{1072719} = 0$$

Los datos obtenidos mediante los cálculos presentados anteriormente que permitieron determinar los índices de accidentalidad en correspondencia con la población de la ciudad de Managua se muestran en la tabla N.º 20.

Tabla N.º 20: Índices con respecto a la población por cada 100,000 habitantes

Año	Índice de Accidentes	Índice de Morbilidad	Índice de Mortalidad
2018	10.55	0.47	-
2019	14.93	0.19	-
2020	15.47	0.19	-
2021	16.73	0.37	-
2022	14.72	0.19	-

Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Identificación de los sitios peligrosos en el tramo semáforos de la subasta a los semáforos del mayoreo

Es de suma importancia localizar los sitios peligrosos dentro de una vía, con el fin de proponer soluciones a dicha problemática, podemos determinar cómo sitio peligrosos aquellos lugares donde se registran 5 o más accidentes en el año, según la clasificación de la dirección de seguridad de tránsito de la policía nacional.

El tramo en estudio es una vía donde circulan una gran cantidad de vehículos por lo tanto analizar y detectar los sitios donde ocurren la mayor cantidad de accidentes es elemental también la causa de los factores que intervinieron, sean estos humanos, viales, mecánicos y ambientales.

En los 5 años de análisis se identificaron 15 ubicaciones donde hay más de 5 accidentes como se observan en el gráfico 2, donde se destaca que la mayor cantidad de accidentes se presenta en dos sitios, semáforos subasta con 143 accidentes y semáforos mayoreo con 120 accidentes, que equivale el 34% de accidentes de la vía.

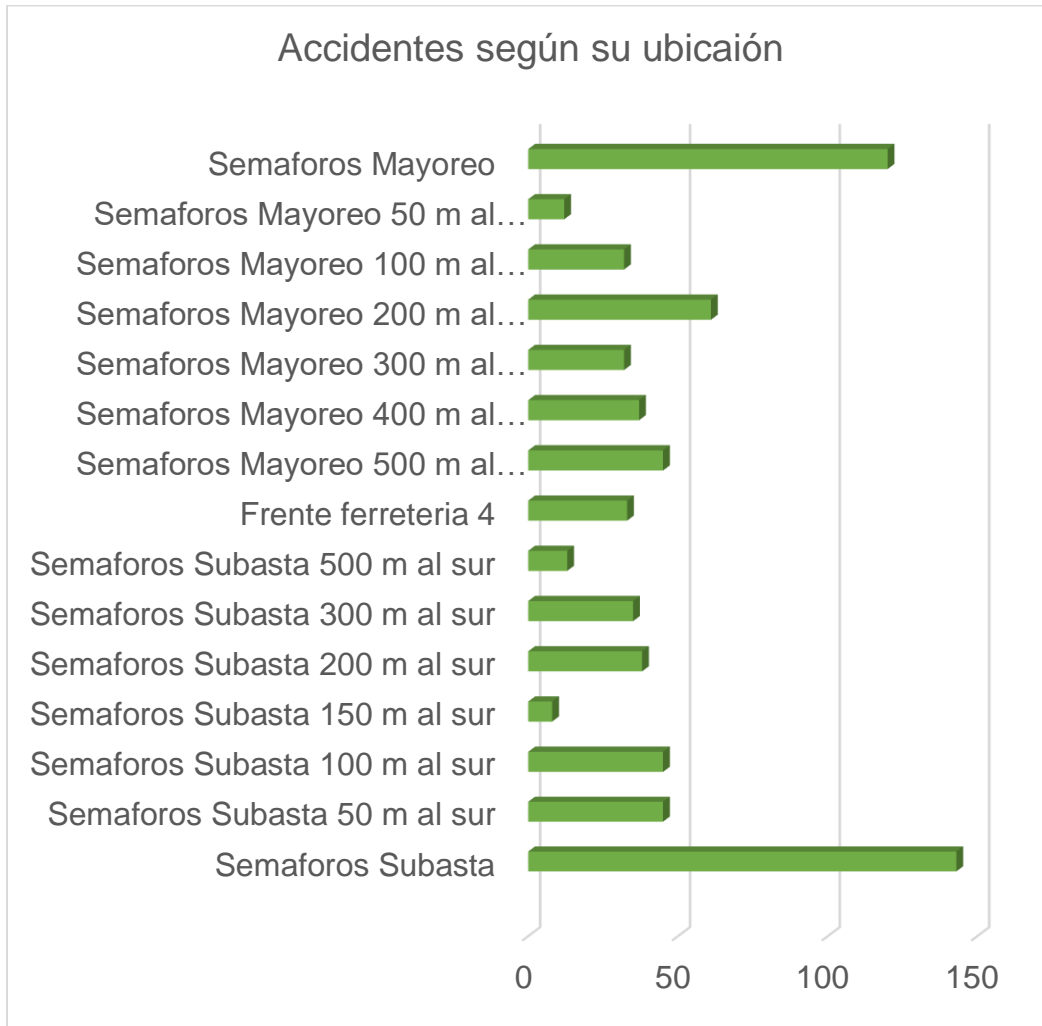
La tabla N^o 21 muestra cuales son los tramos de registros de accidentes y lesionados que tuvieron lugar en los sitios más peligrosos del tramo de carretera en estudio.

Tabla N_o21. Frecuencia anual de accidentes por dirección, semáforos subasta a semáforos mayoreo 2018-2022

Ubicación	2018			2019			2020			2021			2022			Consolidado		
	ACD.	LSD.	MTS.	ACD.	LSD.	MTS.	ACD.	LSD.	MTS.	ACD.	LSD.	MTS.	ACD.	LSD.	MTS.	ACD.	LSD.	MTS.
Semaforos Subasta	23	2	0	16	0	0	49	1	0	55	1	0	0	0	0	143	4	0
Semaforos Subasta 20 m al sur	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	4	0	0
Semaforos Subasta 30 m al sur	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Semaforos Subasta 50 m al sur	10	0	0	16	0	0	11	0	0	4	0	0	4	0	0	45	0	0
Semaforos Subasta 60 m al sur	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Semaforos Subasta 100 m al sur	4	0	0	11	0	0	9	0	0	15	0	0	6	0	0	45	0	0
Semaforos Subasta 150 m al sur	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0	8	0	0
Semaforos Subasta 200 m al sur	2	0	0	10	0	0	8	0	0	9	0	0	9	0	0	38	0	0
Semaforos Subasta 250 m al sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Semaforos Subasta 300 m al sur	5	0	0	5	0	0	4	0	0	11	0	0	10	0	0	35	0	0
Semaforos Subasta 350 m al sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0
Semaforos Subasta 400 m al sur	4	0	0	2	0	0	3	0	0	3	1	0	3	1	0	15	2	0
Semaforos Subasta 500 m al sur	2	0	0	5	0	0	1	0	0	3	0	0	2	0	0	13	0	0
Semaforos Subasta 600 m al sur	0	0	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	6	0	0
Semaforos Subasta 700 m al sur	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Semaforos Subasta 800 m al sur	1	0	0	2	0	0	3	0	0	4	0	0	1	0	0	11	0	0
Semaforos Subasta 900 m al sur	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	5	0	0
Frente ferreteria 4	8	0	0	8	0	0	6	0	0	4	0	0	7	0	0	33	0	0
Semaforos Mayoreo 600 m al norte	1	0	0	1	0	0	4	0	0	3	0	0	2	0	0	11	0	0
Semaforos Mayoreo 500 m al norte	8	0	0	13	0	0	7	0	0	11	0	0	6	0	0	45	0	0
Semaforos Mayoreo 400 m al norte	6	1	0	4	0	0	8	0	0	10	0	0	9	0	0	37	1	0
Semaforos Mayoreo 350 m al norte	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3	0	0
Semaforos Mayoreo 300 m al norte	3	0	0	6	0	0	6	0	0	10	0	0	7	0	0	32	0	0
Semaforos Mayoreo 250 m al norte	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Semaforos Mayoreo 200 m al norte	9	1	0	15	0	0	11	0	0	13	1	0	13	0	0	61	2	0
Semaforos Mayoreo 150 m al norte	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0
Semaforos Mayoreo 100 m al norte	3	0	0	5	0	0	10	1	0	9	1	0	5	0	0	32	2	0
Semaforos Mayoreo 60 m al norte	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Semaforos Mayoreo 50 m al norte	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9	1	0	12	1	0
Semaforos Mayoreo 40 m al norte	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Semaforos Mayoreo 30 m al norte	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0
Semaforos Mayoreo 20 m al norte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Semaforos Mayoreo 10 m al norte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0
Semaforos Mayoreo	16	0	0	33	2	0	16	0	0	2	0	0	53	0	0	120	2	0
Totales	112	5	0	159	2	0	165	2	0	179	4	0	158	2	0	773	15	0

Fuente: Elaboración propia con datos de la policía nacional (Departamento ingeniería de tránsito)

Gráfico N.º 2. Accidentes según su ubicación en la vía 2018-2022



Fuente: Elaboración propia con datos de la policía nacional (Departamento ingeniería de tránsito).

A pesar de los 773 accidentes registrados en los últimos 5 años solo hubieron 15 lesionados lo que equivale al 1.94% del tramo en estudio, sin embargo, el sitio donde más se registró lesionados fue en los semáforos de la subasta con 4 lesionados como se muestra en la grafico N.º 3.

Gráfico N° 3. Lesionados según su ubicación en la vía 2018-2022



Fuente: Elaboración propia con datos de la policía nacional (Departamento ingeniería de tránsito)

Tabla N_o 22. Causas de accidentes de los semáforos subasta - semáforos mayoreo 2018-2022

Ubicación	Principales causas de accidentes										
	Conducir c/la vía	Desatender señales	F. prec. al abrir la puerta	Falta de pericia	Falta d. prec. Al retroceder	Giro indebidos	Imprudencia peatonal	Interceptar el paso	Invadir carril	Mal estado mecánico	No guardar distancia
Semaforos Subasta	3	25	0	1	4	7	1	5	22	2	73
Semaforos Subasta 20 m al sur	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
Semaforos Subasta 30 m al sur	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Semaforos Subasta 50 m al sur	2	1	0	0	3	2	0	3	4	0	30
Semaforos Subasta 60 m al sur	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Semaforos Subasta 100 m al sur	4	3	0	0	4	4	0	9	5	1	15
Semaforos Subasta 150 m al sur	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	4
Semaforos Subasta 200 m al sur	7	1	1	0	2	3	0	11	1	0	12
Semaforos Subasta 250 m al sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Semaforos Subasta 300 m al sur	2	3	0	0	7	2	0	2	2	0	17
Semaforos Subasta 350 m al sur	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Semaforos Subasta 400 m al sur	2	1	0	0	2	1	0	3	2	0	4
Semaforos Subasta 500 m al sur	2	1	0	0	0	1	0	0	2	0	7
Semaforos Subasta 600 m al sur	0	1	0	0	2	0	0	1	0	1	1
Semaforos Subasta 700 m al sur	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Semaforos Subasta 800 m al sur	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	7
Semaforos Subasta 900 m al sur	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3
Frente ferreteria 4	4	3	1	2	4	4	0	4	6	0	5
Semaforos Mayoreo 600 m al norte	1	1	0	0	2	1	0	3	1	0	2
Semaforos Mayoreo 500 m al norte	6	7	0	1	7	4	0	5	2	1	12
Semaforos Mayoreo 400 m al norte	3	2	0	1	7	3	0	4	6	0	11
Semaforos Mayoreo 350 m al norte	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Semaforos Mayoreo 300 m al norte	3	1	1	1	9	1	0	4	4	0	8
Semaforos Mayoreo 250 m al norte	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Semaforos Mayoreo 200 m al norte	6	5	1	2	7	8	0	4	7	0	21
Semaforos Mayoreo 150 m al norte	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1
Semaforos Mayoreo 100 m al norte	1	1	0	1	6	3	0	5	7	0	8
Semaforos Mayoreo 60 m al norte	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semaforos Mayoreo 50 m al norte	1	1	0	0	1	1	0	2	1	0	5
Semaforos Mayoreo 40 m al norte	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semaforos Mayoreo 30 m al norte	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Semaforos Mayoreo 20 m al norte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Semaforos Mayoreo 10 m al norte	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Semaforos Mayoreo	1	28	0	0	7	5	0	6	15	0	58
Totales	51	88	7	9	80	57	1	75	89	5	311

Fuente: Elaboración propia con datos de la policía nacional (Departamento ingeniería de tránsito)

Tabla N^o 23. Accidentes donde resultaron lesionados 2018-2022

Ubicación	Resultado según sus causas					
	Conducir c/la vía	Desatender señales	Giro indebidos	Imprudencia peatonal	Interceptar el paso	Invadir carril
Semaforos Subasta	0	2	0	1	0	0
Semaforos Subasta 60 m al sur	0	0	0	0	0	1
Semaforos Subasta 400 m al sur	1	0	0	0	1	0
Semaforos Mayoreo 400 m al norte	0	0	0	0	0	1
Semaforos Mayoreo 200 m al norte	0	0	1	0	0	1
Semaforos Mayoreo 100 m al norte	0	0	1	0	1	0
Semaforos Mayoreo 50 m al norte	0	0	0	0	0	1
Semaforos Mayoreo	0	2	0	0	0	0
Totales	1	4	2	1	2	4

Fuente: Elaboración propia con datos de la policía nacional (Departamento ingeniería de tránsito)

Las causas de accidentes según su ubicación durante el período de análisis, en las que podemos destacar las 4 principales causas que generaron accidentes: No guardar la distancia 311, invasión de carril 89, desatender señales 88 y falta de precaución al retroceder 80.

Tabla N^o 24. Resumen de las principales causas 2018-2022

Totales	Desatender señales	Falta d. prec. Al retroceder	Invadir carril	No guardar distancia
Accidentes	88	80	89	311

Fuente: Elaboración propia con datos de la policía nacional (Departamento ingeniería de tránsito)

También podemos destacar las 2 principales causas que provocan lesiones durante el período estudiado que fueron: desatender señales de tránsito e invadir carril dieron como resultado 4 con lesionados también. Cada uno de los tramos críticos se puntualiza en la tabla N^o 23.

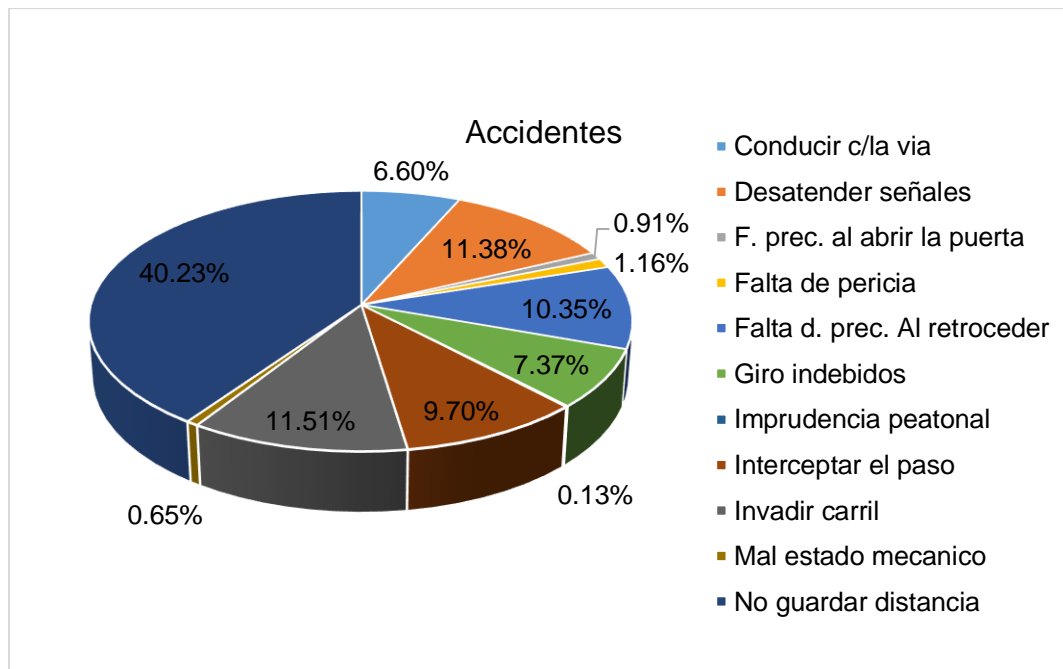
5.3.3 Descripción de las causas de los accidentes de tránsito del tramo en estudio.

Tabla N.º 25. Causas de accidentes y lesionados en semáforos subasta a semáforos mayoreo de los años 2018-2022

Causas	Accidentes	Lesionados
Conducir c/la vía	51	1
Desatender señales	88	4
F. prec. al abrir la puerta	7	0
Falta de pericia	9	0
Falta d. prec. Al retroceder	80	0
Giro indebidos	57	2
Imprudencia peatonal	1	1
Interceptar el paso	75	2
Invadir carril	89	4
Mal estado mecanico	5	0
No guardar distancia	311	1
Total	773	15

Fuente: Elaboración propia con datos de la policía nacional (Departamento ingeniería de tránsito)

Gráfico N.º 4. Causas de accidentes ocurridos en el tramo semáforos subasta a semáforos mayoreo.



Fuente: Elaboración propia con datos de la policía nacional (Departamento ingeniería de tránsito)

5.3.4 Frecuencia de accidentes

Los datos sobre la frecuencia de accidentes, lesionados y muertos son de gran importancia, esto permite conocer los días de mayores acontecimientos de los mismos. Esta información se tomará como base para plantearse un juicio de la continuidad de accidentes sobre la pista y proponer medidas a dicha problemática.

Tabla No. 26. Accidentes, lesionados y muertos en los semáforos subasta a semáforos mayoreo durante el periodo 2018-2022 por día.

Dias	Accidentes	Lesionados	Fallecidos
Lunes	115	1	-
Martes	120	1	-
Miercoles	128	1	-
Jueves	97	5	-
Viernes	136	5	-
Sabado	136	1	-
Domingo	41	1	-
total	773	15	-

Fuente: Elaboración propia con datos de la policía nacional de tránsito (Departamento ingeniería de tránsito)

Según el análisis con los datos proporcionados por el departamento de Ingeniería de tránsito de la policía nacional, se logra identificar en la tabla, que en los años en estudio del 2018-2022, hay dos días que registraron más accidentes viernes y sábados con 136 accidentes cada día con respecto a los días con más lesionados son los días jueves y viernes con 5 lesionados por día.

5.4 Estudio de velocidad

El estudio de velocidad es un análisis de suma importancia con el fin de estimar la velocidad de circulación vehicular promedio en un determinado tramo de la carretera, el dato obtenido es básico para el proyecto vial y así constatar si los conductores de automotores están respetando los límites de velocidad establecidos por las autoridades, con el fin de generar un buen servicio y que ofrezca seguridad, eficiencia y confort para la población, por ende las velocidades deben ser estudiadas, reguladas y normadas con el propósito de que el usuario, los vehículos y la vía tengan un funcionamiento óptimo.

La velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, es decir su relación de movimiento expresado en kilómetro por hora (Km/h).

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde:

V = Velocidad (kilómetro por hora).

d = Distancia recorrida (kilometro).

t = tiempo recorrido (horas).

Tabla N_o 27. Datos del número y tipo de vehículos que se tomó como muestra para el cálculo de estudio de velocidad en el punto de conteo, semáforos de la subasta 350 m al sur

S. Mayoreo a S. Subasta		S. Subasta a S. Mayoreo	
Vehiculo	Numero	Vehiculo	Numero
Moto	182	Moto	187
Automovil	234	Automovil	249
Camioneta	137	Camioneta	146
Jeep	33	Jeep	27
Mini bus	16	Mini bus	20
Microbus	33	Microbus	41
Bus	119	Bus	101
Liviano 5 Ton.	74	Liviano 5 Ton.	68
C2	69	C2	64
C3	1	C3	0
T3-S2	38	T3-S2	38
T3-S3	14	T3-S3	16
Total	950	Total	957
Total de ambos sentidos			1907

Fuente: Elaboración propia

El método utilizado fue la velocidad de punto que conlleva a registrar la velocidad de un vehículo en un punto determinado y se comparó con la velocidad de diseño del tramo en estudio ($V_{m\acute{a}x.} = 30 \text{ Km/h}$).

Para la recolección de datos se utilizó un formato de campo, donde se especifica el tipo de vehículo, la velocidad con que circula y la estación donde se obtuvo el levantamiento. Los datos y resultados se presentan en tablas 42 – 60 páginas XIV,

Tabla N_o 28. Velocidad mínima, promedio y máxima vehicular en el punto de estudio.

Velocidades	Km/h	vehiculo
V. minima	19	Varios
V. promedio	42	Varios
V. maxima	90	Moto

Fuente: Elaboración propia

La tabla N.º 28 presenta los diferentes resultados de las velocidades obtenidos con una velocidad promedio de 42 kph, velocidad mínima de 19 kph y su máxima de 90 kph.

Tabla N.º 29. Porcentaje vehicular que respetan los límites de velocidad

Cumplimiento de Velocidad de diseño 30 Kph		
Cumplen velocidad	204	11%
No Cumplen velocidad	1703	89%

Fuente: Elaboración propia

El 11% del dato obtenido en el levantamiento cumplen con respetar los límites de velocidad establecidos en la señalización vial con 30 kph, mientras que el 89% no cumplen.

Tabla N.º 30. Principales tipos de vehículos que no respetan los límites establecidos

Principales Vehiculos que no respetan los 30 kph		
Automovil	422	25%
Moto	335	20%
Camioneta	263	15%

Fuente: Elaboración propia

VI. Conclusiones

- Del estudio de tránsito se obtuvo un volumen de 16,228 vehículo promedio diario para doce horas; utilizando los factores de ajustes del anuario de aforo de tránsito 2020 se determinó un volumen de tránsito promedio diario anual de 20843vehículos por día, con una distribución del 50% en cada dirección.
- El volumen horario de máxima demanda es de 1,680 y el factor horario de máxima demanda 443 vehículos mixtos a cada 15 min, determinando que el nivel de servicio al que está operando la vía es nivel D lo que indica un flujo inestable, donde los conductores tienen poca libertad para maniobrar.
- En el estudio del inventario vial se logró observar que no existe la línea franja divisoria de los carriles y hombros; las señalizaciones en un estado regular con manchas de pinturas y con una obstrucción en su visibilidad, a lo largo de la vía existen cuatro paradas de buses que no cuentan con señal informativa de tránsito, casetas, bahía, se logra apreciar un desordenamiento vial.
- En su carpeta de rodamiento se encuentra, hundimientos, ahuellamiento, baches; la vía es de concreto semirrígido con abultamiento de mezcla asfálticas en puntos donde se trató de corregir la carpeta por deterioro; la pendiente predominante son menor que el 5% por lo cual se consideró según manual SIECA 2004 como terreno plano, se encontró un drenaje mayor con deterioro, maleza, sedimento y basura.
- En el estudio de velocidad se determinó una velocidad promedio de 42 Kph, en el caso de motos transitan en 90 Kph, comparando estos datos con la velocidad de diseño vial del tramo es de 30 Kph, el 11% respetan los límites de velocidad, el tipo de transporte que no respeta este límite de velocidad son vehículos con 25%, motos con 20% y camionetas 15%.

- Los accidentes en el tramo tienen un aumento ascendente en el 2018 con 112 accidentes al 2021 con 179, a diferencia del año 2022 que tuvo una disminución a 158 accidente, pocos lesionados y ningún muerto, los índices de accidentalidad, Morbilidad y mortalidad resultaron 14.72, 0.19 y 0 respectivamente para el año 2022.
- Se destacan dos puntos que presentan la mayoría de accidentes, semáforos subasta con 143 accidentes y semáforos mayoreo con 120 respectivamente, lo cual equivale el 34% de accidentes del tramo en estudio, las principales causas de accidentes en la vía con respecto a los años analizados podemos destacar: No guardar distancia 40%, invadir carril 11%, desatender señales 11% y falta de precaución 10%.

VII. Recomendaciones

Se proponen soluciones técnicas y administrativas en el tramo de carretera para mejorar la seguridad vial y el funcionamiento de la misma.

- **Construcción de andenes**

Se recomienda construcción de andenes en tramos donde hay concurrencia de peatones, comenzando del maxi pali hacia los semáforos del mayoreo.

- **Construcción de cuneta con bordillo**

La vía de estudio carece de obras de drenaje menor que encauce las aguas de la carpeta de rodamiento, por lo que se propone la construcción de una cuneta con bordillo a lo largo de la vía a excepción de tramos donde el uso de suelo no es adecuado.

- **Construcción de casetas para paradas de autobuses**

Debido a que nuestro sitio de estudio corresponde a una colectara primaria, la afluencia y la operatividad de buses urbanos e interurbano así como vehículos de servicios se propone la construcción una caseta en la estación 8+500 en el sentido sur a norte.

- **Reparación de la carpeta de rodamiento**

Realizar reparaciones donde la carpeta presenta daños tales como hundimiento, baches, fractura miento, erosión y perdidas de sello de arena en las juntas de estructuras de los adoquines.

- **Propuestas de señalización**

Se propone de nuevos dispositivos de señalización vertical y horizontal que correspondan tales como informativa, restricción y preventiva, también líneas amarillas que definan el buen funcionamiento de este tramo, que garantice la circulación del usuario en la zona ya sea este de índole automotor o peatón. También la sustitución de dispositivos en mal estado a lo largo de la vía.

- **Accidentalidad**

De la mano de la policía nacional como principal entidad para coordinar soluciones prácticas de la accidentalidad se propone la concientización de la población con el fin de desarrollar y fortalecer comportamientos y actitudes a la comunidad esto se deberá hacer mediante campañas de charlas en centro escolares, por otra parte instalación de rótulos publicitarios para concientizar a los conductores y los peatones, desarrollando de este modo una conciencia ciudadana en la comunidad permitiendo el respeto por los demás y la seguridad vial en los espacios públicos.

- **Ordenamiento vial.**

Se propone a las autoridades competente (CONMEMA y Alcaldía de Mangua), a realizar un ordenamiento en conjunto con los dueños de establecimientos comerciales aledaños a la vía con la finalidad de agilizar el tráfico vehicular.

VIII. Bibliografía

- Anexo del Acuerdo Centroamericano sobre Las Señales Viales Uniformes. (2014). Manual de dispositivos uniformes para el Control del Tránsito.
- Cal y Mayor Reyes Rafael, Cárdenas G. James. 9na Edición (2018). Ingeniería de Tránsito, Fundamento y Aplicaciones.
- García & Aburto. (2001). “Manual Elemental del Servicio de Rehabilitación y Mantenimiento de Calles y Caminos”.
- Higuera Sandoval Carlos Hernando, Pacheco Merchán Oscar Fabián. (2010). Patología de pavimentos articulados. Medellín, Colombia.
- MTI. (2021). Anuario de aforo de tráfico 2020. Managua.
- Policía Nacional de Tránsito (Departamento Ingeniería de Transito) Managua, Nicaragua.
- Reglamento del Sistema Vial para el Área del Municipio de Managua, Plan Regulador vigente (30 de agosto 1980).

IX. Cronograma

Cronograma de la elaboración del trabajo monográfico.											
Actividades 09 enero- 31 de marzo 2023	Enero			Febrero				Marzo			
Semanas	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Definir tema de estudio y realización de objetivos.	■										
Aprobación del tema por el decano: “Diagnóstico vial en un tramo de carretera de 1.5 KM de longitud de los semáforos de la subasta a los semáforos del mayoreo departamento de Managua”.	■										
Investigación y desarrollo del marco conceptual.	■	■									
Elaboración del diseño metodológico.		■									
Realizar un aforo vehicular, para obtención del volumen de tránsito y su clasificación vehicular.		■									
Ejecutar un inventario vial, que brinde información detallada del estado actual de la infraestructura del tramo en estudio y sus características geométricas.			■								
Solicitud de las estadísticas de accidentes de los últimos 5 años proporcionados por la policía nacional (departamento de ingeniería de tránsito).			■	■							
Efectuar un estudio de velocidad, que permita conocer la velocidad con la cual circulan los vehículos en el tramo en estudio.				■							
Desarrollo metodológico:					■	■	■	■	■	■	
Proceso, análisis de la información de aforo vehicular.					■	■					
Proceso, análisis de la información del inventario vial.							■	■			
Proceso, análisis de la información de accidentalidad y velocidad.									■	■	
Elaboración de conclusiones, recomendaciones, propuesta, anexos y planos.											■

Fuente: Elaboración propia