



*Facultad de Ciencias Técnicas  
Departamento de Construcciones*

# **PROCEDIMIENTO PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA ZONA PRIORIZADA PARA LA CONSERVACIÓN DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE MATANZAS**

**Trabajo de Diploma en Ingeniería Civil**

**Autor: Richard Dayán de Armas Peñate**

**Tutores: Ing. Orlando Santos Pérez**

**Ing. Homero Morciego Esquivel**

**Consultantes: Dr.C Ing. Maylín Marqués León**

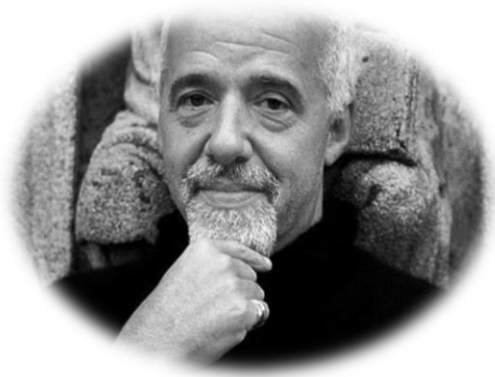
**Dr.C Ing. Dianelys Nogueira Rivera**

*Matanzas, 2018*

## **DECLARACIÓN DE AUTORIDAD**

Por medio de la presente declaro que yo, Richard Dayán de Armas Peñate, soy el único autor de este trabajo de diploma y, en calidad de tal, autorizo a la Universidad de Matanzas a darle el uso que estime más conveniente.

## PENSAMIENTO



*“Existen derrotas, pero nadie está a salvo de ellas. Por eso es mejor perder algunos combates en la lucha por nuestros sueños que ser derrotados sin siquiera saber por qué se está luchando...cuando más se aproxima uno al sueño, más se va convirtiendo la leyenda personal en la verdadera razón de vivir.”*

---

*Paulo Coelho*

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Miembros del Tribunal:

---

Presidente

---

Secretario

---

Vocal

## DEDICATORIA

*A mi madre Irma Peñate Hernández, porque en ella reconozco el sacrificio y el amor incondicional, las palabras de aliento aún en los momentos más difíciles y el motor con el que día a día salgo andar sin que nadie me frene.*

*Mamá gracias por todo y muchísimo más.*

## **AGRADECIMIENTOS**

- A mis padres Irma Peñate y Daniel de Armas por significar un apoyo incondicional en todos mis planes y ser mi mayor inspiración en la vida.
- A mis abuelos Ondina Hernández y Vivencio Peñate por ser una parte significativa de lo que soy hoy en día y por enseñarme tantos valores que agradezco a sobre manera.
- A mis tíos Juan Carlos Peñate y Maylín Pino porque sin dudar me han dado la confianza de quererlos como si fueran mis padres y es que en realidad me han hecho sentir como tal.
- A mi prima Yamilín Peñate porque a la ausencia de un hermano(a), más que una prima, ella ha llenado ese sentimiento en mi corazón y ha logrado que yo la vea como si lo fuese.
- A todos mis familiares en general porque es imposible agradecerles a algunos en específicos, pero no puede pasar por alto que claramente si hubiese un premio a la mejor familia la mía compite entre las primeras.
- A mis tutores Orlando Santos y Homero Morciego porque han logrado mi superación y concretar la finalización de mis estudios universitarios satisfactoriamente con esta tesis de diploma, además, me siento muy agradecido por la paciencia y la confianza que han tenido conmigo y con la realización de la misma.
- A mis compañeros y amigos que de alguna manera u otra han incidido directamente en este logro que hoy se ve concretando gracias al apoyo que he recibido de ellos en las buenas y en las malas. Para mencionar algunos, gracias a: Zaylí, Osmel, José, Beatriz, Xiomara, Yasiel “El Tío”, Wendy, Yenier “El Peque”, Manuel “Troya”, Tayro, entre otros.
- A todos los profesores que de una forma u otra han influido en la realización de este logro y en mi formación como profesional de la ingeniería civil.

## RESUMEN

La presente investigación titulada: “Procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en la Zona Priorizada para la Conservación del Centro Histórico de la ciudad de Matanzas”, tiene como propósito principal desarrollar un procedimiento que contribuya a la mejor gestión de dicho componente del sistema vial urbano a través de su planificación y control. Entre los métodos científicos empleados se encuentra la revisión bibliográfica, entrevistas a trabajadores y directivos de entidades afines al tema de la investigación, observación directa y medición; además, se emplean metodologías de normativas nacionales e internacionales, apoyadas por herramientas informáticas como el EndNote X7 y Microsoft Office Excel, que permiten dar una clara visión científica a la investigación, así como una mejor determinación, procesamiento y corrección de los datos que se introducen como resultado del diagnóstico realizado. Entre los principales resultados de la investigación se encuentran el desarrollo de un procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en centros históricos y su aplicación en la Zona Priorizada para la Conservación del Centro Histórico de la Ciudad de Matanzas, de interés para la Oficina del Conservador de la Ciudad, el Centro Provincial de Ingeniería de Tránsito, el Instituto de Planificación Física y demás entidades involucradas en la gestión vial de los centros históricos, por constituir una valiosa herramienta de apoyo a la toma de decisiones.

**Palabras claves:** procedimiento; planificación; control; infraestructura vial; accesibilidad; movilidad.

## **ABSTRACT**

The present investigation titled: "Procedure for the planning and control of the road infrastructure in the Prioritized Zone for the Conservation of the Historic Center of the City of Matanzas", has as main purpose to develop a procedure that contributes to the better management of said component of the urban road system through its planning and control. Among the scientific methods used are the literature review, interviews with workers and managers of entities related to the subject of research, direct observation and measurement; In addition, methodologies of national and international regulations are used, supported by computer tools such as the EndNote X7 and Microsoft Office Excel, which allow to give a clear scientific vision to the research, as well as a better determination, processing and correction of the data that is introduced. as a result of the diagnosis made. Among the main results of the investigation are the development of a procedure for the planning and control of the road infrastructure in historic centers and its application in the Prioritized Zone for the Conservation of the Historical Center of the City of Matanzas, of interest to the Office of the Curator of the City, the Provincial Center of Traffic Engineering, the Institute of Physical Planning and other entities involved in the management of the historic centers, for constituting a valuable tool to support decision-making.

**Keywords:** procedure; planning; control; road infrastructure; accessibility; mobility.



## TABLA DE CONTENIDO

Introducción .....	1
Capítulo 1. Estado del arte y la práctica relacionado con la gestión de infraestructura vial en centros históricos a nivel nacional e internacional.....	7
1.1- Infraestructura vial. Definiciones de redes viales. ....	7
1.2- Vías urbanas. ....	8
1.2.1- Secciones típicas (por tipos de vías urbanas).....	8
1.2.2- Clasificación funcional y categorización técnica.....	9
1.2.3- Parámetros que caracterizan a las vías urbanas. ....	10
1.2.4- Normativas cubanas. ....	12
1.3- Elementos que conforman la infraestructura vial urbana.....	13
1.3.1- Estructura de pavimento. ....	13
1.3.2- Aceras y parterres. ....	14
1.3.3- Dispositivos de control. (Semáforos y señalización).....	14
1.3.4- Redes técnicas. (Drenaje pluvial, alumbrado público, transmisión eléctrica, transmisión telefónica, conductoras de agua, alcantarillado) .....	17
1.3.5- Estacionamientos sobre la vía pública. ....	18
1.4- Relación demanda de accesibilidad-movilidad y oferta vial.....	19
1.4.1- Demanda de accesibilidad-movilidad. ....	19
1.4.2- Oferta vial. Capacidad vial y niveles de servicio en vías urbanas. ....	21
1.4.2.1- Relación entre capacidad vial, niveles de servicio y demanda de movilidad-accesibilidad. ....	21
1.4.3- Planeamiento Vial Urbano.....	22
1.5- Estudios de infraestructura vial. ....	22
1.5.1- Estudios Oferta y Demanda de infraestructura vial .....	22
1.5.2- Inventarios viales para estimar la Oferta vial. ....	24
1.5.2.1- Tipos de estudios de campo. ....	24
1.5.2.2- Procesamiento de datos. ....	25
1.5.2.3- Expedientes de los Inventarios viales.....	26
1.5.3- Estudios de Capacidad vial y niveles de servicio en vías urbanas.....	26
1.5.3.1- Tipos de estudios de campo. ....	28
1.5.3.2- Procesamiento de datos. ....	28
1.5.4- Estudios de volúmenes de tránsito en sistemas de vías urbanas. ....	29
1.5.4.1- Estudios de origen y destino. Objetivos. Tipos. ....	29
1.5.4.1.1- Procedimientos para la ejecución. ....	29
1.5.4.1.2- Procesamiento de los datos y expansión de los resultados.....	30
1.6- Fundamentos de los modelos de gestión de la infraestructura vial.....	31
1.6.1- Enfoque integral.....	31
1.6.2- Enfoque estratégico.....	32
1.7- Gestión de la infraestructura vial en centros urbanos. ....	33
1.7.1- La planificación y el control como fases de la gestión de infraestructura vial. ....	33
1.7.2- Modelos de gestión de la infraestructura vial en centros urbanos. ....	33
1.7.3- Necesidad de un procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en el contexto de la ciudad de Matanzas. ....	34

1.7.4- Impacto de la infraestructura vial en la accesibilidad y movilidad urbana.	36
Conclusiones Parciales.....	37
Capítulo 2 Materiales y métodos .....	38
2.1- Descripción del procedimiento para la planificación y el control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. ....	38
Fase 1: Diagnóstico del estado actual de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. ....	39
Etapa 1: Diagnóstico del estado actual de la Oferta. ....	40
Paso 1: Diseño de los estudios de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. ....	40
Paso 2: Diseño de los modelos de campo y de gabinete.....	40
Preparación del personal. ....	41
Paso 3: Determinación de la Oferta de infraestructura vial. ....	42
Levantamiento de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas... ..	42
Determinación de la capacidad vial y niveles de servicio. ....	43
Etapa 2: Diagnóstico del estado actual de la Demanda. ....	45
Paso 1: Diseño de los modelos de campo y de gabinete.....	45
Preparación del personal. ....	46
Elección del momento de ejecución del estudio. ....	46
Paso 2: Realización del inventario de vehículos que circulan por la vía pública. ....	46
Paso 3: Determinación de la demanda de accesibilidad-movilidad.....	47
Fase 2: Planificación de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. ....	47
Etapa 1: Análisis de la refuncionalización de las vías dentro de la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. ....	47
Paso 1. Propuestas de intervención ingeniera a la infraestructura vial. ....	48
Etapa 2. Análisis del redimensionamiento de los parámetros de las vías. ....	48
Fase 3: Fase de control de la gestión de la infraestructura vial. ....	48
Etapa 1: Análisis de indicadores para el control de la gestión de la infraestructura vial. ....	48
Etapa 2. Propuesta de intervenciones ingenieras para la conservación y el mantenimiento.....	53
Conclusiones Parciales.....	54
Capítulo 3 Análisis de los Resultados.....	55
Fase 1: Diagnóstico del estado actual de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. ....	55
Etapa 1: Diagnóstico del estado actual de la Oferta. ....	55
Paso 1: Diseño de los estudios de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. ....	55
Paso 2: Diseño de los modelos de campo y de gabinete.....	55
Preparación del personal. ....	55
Paso 3: Determinación de la Oferta de infraestructura vial. ....	58
Levantamiento de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas... ..	58
Determinación de la capacidad vial y niveles de servicio. ....	58
Etapa 2: Diagnóstico del estado actual de la Demanda. ....	59
Paso 1: Diseño de los modelos de campo y de gabinete.....	60
Preparación del personal. ....	60

Elección del momento de ejecución del estudio. ....	60
Paso 2: Realización del inventario de vehículos que circulan por la vía pública. ....	61
Paso 3: Determinación de la demanda de accesibilidad-movilidad.....	61
Fase 2: Planificación de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. 65	
Etapa 1: Análisis de la refuncionalización de las vías dentro de la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. ....	65
Paso 1. Propuestas de intervención ingeniera a la infraestructura vial. ....	65
Etapa 2. Análisis del redimensionamiento de los parámetros de las vías. ....	66
Fase 3: Fase de control de la gestión de la infraestructura vial. ....	66
Etapa 1: Análisis de indicadores para el control de la gestión de la infraestructura vial. ....	66
Etapa 2. Propuesta de intervenciones ingenieras para la conservación y el mantenimiento.....	72
Conclusiones.....	75
Recomendaciones .....	76
Referencias Bibliográficas .....	77
Anexos .....	82

## INTRODUCCIÓN

La ciudad es un espacio en donde todo está por hacerse, es un proceso inacabado en construcción permanente que jamás se termina. Sus habitantes siempre están transformando el entorno, el medio ambiente, los edificios se vuelven viejos, se restauran y se empieza de nuevo (Carrión, 2009; Mutal, 2003). La red vial en el caso de las ciudades patrimoniales por lo general debe ser refuncionalizada, por la atención que se le otorga a las edificaciones que en consecuencia son consideradas como patrimonio cultural.

Al finalizar la segunda guerra mundial según (Vásquez, 2015) se dio paso a grandes inversiones en la infraestructura vial, sobre todo en aquellos países devastados por este evento bélico. Un efecto positivo de la inversión en este subsistema se encuentra en el desarrollo regional que se produce, pues la construcción de carreteras, puentes y caminos vecinales impulsa la creación de centros urbanos (Sahady Villanueva and Gallardo Gastelo, 2009; Vergara Durán, 2009). A comienzos del siglo XX se dio prioridad a la planeación, diseño y construcción de la infraestructura para vehículos sobre la peatonal, por lo que este último es el más perjudicado y a mediados del mismo siglo los grandes espacios de las urbanizaciones modernas fueron perdiendo el espíritu equivalente entre ambos elementos en las ciudades históricas. (González Biffis, 2012)

La infraestructura vial es susceptible de ser evaluada para saber qué tan buen servicio presenta, por lo que se debe acentuar la alta demanda en una vía que provoca que se generen grandes demoras (Oficina del Conservador de la Ciudad de Matanzas, 2016). La gestión de la infraestructura vial es uno de los pilares de crecimiento y desarrollo sostenible del país dentro del sistema de transporte urbano. Pese a su importancia económica y social, presenta altos niveles de atrasos; se identifica la falta e inadecuada planeación como una de las razones de rezago en el sector vial.(Alcaldía Distrital de Barranquilla, 2017)

La vialidad se encuentra afectada por diferentes problemas que requieren de atención inmediata. En Cuba los centros históricos se modernizan por más que se quiera conservar el patrimonio histórico y cultural, que a simple vista muestra la idiosincrasia del sitio, sin embargo según (Oficina del Conservador de la Ciudad de Matanzas, 2016), una de las ciudades más bellas del país, Matanzas, presenta un déficit en la planeación de su

infraestructura vial. La incomodidad y el bajo nivel de circulación en las vías principales del centro histórico matancero, es uno de los problemas que se han de atender, persiguiendo como tarea principal el de refuncionalizar las vías y no su ampliación constructiva, poniendo a disposición otras alternativas de movilidad, en tramos o distancias más cortas con recorridos más lineales (Oficina del Conservador de la Ciudad de Matanzas, 2016).

Por todo lo antes expuesto se evidencia como **Situación Problemática** la insuficiente gestión de la infraestructura vial en la Zona Priorizada para la Conservación del Centro Histórico (ZPCCH) de la ciudad de Matanzas y sus zonas aledañas, provocado por la ausencia de mecanismos que permitan su adecuada planificación y control. Además de llegar a la siguiente interrogante como **Problema científico**: ¿Cómo contribuir a la mejora de la gestión de la infraestructura vial a través de una adecuada planificación y control de la misma en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas?

El **objeto de estudio** presente será la accesibilidad y movilidad urbana en centros históricos y su **campo de acción** es la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas.

**Objetivo general:** Desarrollar un procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas que contribuya a una mejor gestión de la misma.

**Hipótesis:** Si se desarrolla un procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial, se contribuirá a una mejor gestión de la misma en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas.

**Operacionalización de las variables relevantes:**

La **variable independiente** es el procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas y la **variable dependiente** la mejora en la gestión de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas.

**Objetivos específicos:**

- Analizar el estado del arte y la práctica relacionado con la gestión de la infraestructura vial contextualizado en los centros históricos tanto a nivel internacional como nacional.

- Diseñar un procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, que contribuya a una mejor gestión de la misma.
- Implementar el procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, contribuyendo a una mejor gestión de la misma.

#### **Tareas principales de la investigación:**

- Análisis del estado del arte y la práctica relacionado con la gestión de la infraestructura vial contextualizado en los Centros Históricos tanto a nivel internacional como nacional.
- Diseño de un procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, contribuyendo a una mejor gestión de la misma.
- Implementación del procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, contribuyendo a una mejor gestión de la misma.

#### **Métodos Científicos:**

Para desarrollar la presente investigación se emplearán diferentes **métodos teóricos**, entre los que figuran:

- Análisis-síntesis. Planteado el objetivo general y las tareas en las que se enfocará la investigación, se empezará a adquirir la información acerca del tema, estableciendo las semejanzas y diferencias entre la presente investigación y los enfoques anteriores al propio tema. Al encontrar la información en diferentes fuentes bibliográficas, se efectuará el fichaje para su posterior procesamiento, de forma tal que se posibilite el logro de los objetivos y el cumplimiento satisfactorio de las tareas de investigación.
- Histórico-lógico: Como resultado de una revisión bibliográfica exhaustiva, se procederá a confeccionar una reseña con la descripción de los antecedentes de la gestión de la infraestructura vial, tanto en el ámbito nacional como en el internacional.

- Inducción-deducción: Tomando como referente los resultados de investigaciones precedentes, se inducirá el comportamiento de parámetros inherentes a las corrientes o volúmenes de tránsito, utilizando un proceso en el análisis matemático y probabilístico que permitirá identificar patrones de variaciones a corto, mediano y largo plazo, y referir el impacto de tales cambios en el funcionamiento del sistema de transporte dentro de la ciudad.
- Inferencia de datos: Partiendo de informes publicados de forma oficial y emitidos por las autoridades gestoras de la ciudad de Matanzas y su Centro Histórico en particular, se construirán escenarios bajo las pautas previstas para el desarrollo de la actividad social y económica en los principales sitios de la ZPCCH, teniendo en cuenta la accesibilidad y movilidad en el entorno urbano.

Por otra parte, se emplearán **métodos empíricos**, entre los que se encuentran:

- Observación: La observación será externa y directa, pues la recogida de información se efectuará por observadores especializados, que percibirán las manifestaciones externas del objeto de estudio mediante el contacto inmediato con vistas a ofrecer una interpretación o explicación de su naturaleza interna. Será además una observación de equipo y estructurada.
- Medición: Se reflejará la demanda mediante la cuantificación de los peatones y vehículos que circulan en el área como de los que provienen de otros lugares fuera de la zona de emplazamiento en estudio, así como, los elementos básicos de la infraestructura vial, que pudieran establecer puntos de comparación ente la oferta y la demanda vial en la zona de estudio.
- Entrevista: Se realizarán entrevistas informativas estructuradas de carácter abierto, para facilitar al entrevistado dar cualquier respuesta que considere apropiada sobre el caso de estudio. Las mismas serán de tipo directiva centrada, pues tienen el objetivo de conocer las opiniones de diferentes personas con respecto al tema objeto de la investigación.
- Encuesta: Se aplicarán encuestas de tipo mixta-estructurada, con el objetivo de conocer el grado de satisfacción de los usuarios de la infraestructura vial de la ZPCCH de la ciudad de Matanzas con respecto a la seguridad en la interacción de los flujos vehiculares con los peatonales, y la comodidad en la circulación.

Los **valores** que destacan de la investigación son:

- **Económico:** Al analizar los flujos peatonales y vehiculares, así como las características que distinguen su correcto funcionamiento y planeamiento vial, se logrará mejorar la movilidad y por tanto se aminorará el congestionamiento en la infraestructura vial, la incomodidad de circulación y las demoras innecesarias, a la vez que se aumente la seguridad de circulación por la zona. Además se espera una disminución en consumo de combustible.
- **Social:** la población residente en el área se beneficiará, puesto que los desplazamientos a efectuar, ofrecen evidentes ventajas en relación a la calidad del aire, el ruido, el consumo de recursos renovables. Existirá una correcta refuncionalización de las vías en cuanto a distribución de viajes y recorridos, que aumentará el confort y seguridad de circulación vehicular y peatonal.
- **Práctico:** Los organismos implicados en la renovación y restauración de la ZPCCH de la ciudad de Matanzas contarán con una herramienta que les permitirá tomar medidas en pos de la realización de tareas encausadas al logro de un mejoramiento de la infraestructura vial. A partir de un estudio de origen y destino de viajes, se podrán obtener rutas que optimicen los recorridos y mejoren la accesibilidad al centro histórico y su movilidad interna.
- **Metodológico:** La investigación define un procedimiento para la gestión de la infraestructura vial, particularizando en centros históricos. Esta puede constituir una herramienta a emplear por las autoridades pertinentes a los efectos en ciudades de configuración similar a Matanzas que presenten rasgos parecidos en el desarrollo de la vialidad y la actividad comercial. Este procedimiento puede ser empleado en universidades como base para nuevas investigaciones.

El Trabajo de Diploma se estructura de la siguiente forma:

- Resumen / Abstract.
- Índice.
- Introducción.

En ella se define la Situación Problemática y se formula el protocolo de la investigación, en el cual se precisan el problema científico, objetivo general, los objetivos específicos y la hipótesis, así como los métodos utilizados en la investigación.



- Capítulo I: Estado del arte y la práctica relacionado con la gestión de la infraestructura vial contextualizado en los Centros Históricos tanto a nivel internacional como nacional.

Mediante la conceptualización de referentes teóricos afines al tema de la investigación, se realiza una panorámica del estado del arte y la práctica actual del objeto de estudio, sus antecedentes y evolución. Se explica además la influencia sobre el caso en cuestión de los estudios de Ingeniería de Tránsito, lo que permite dar una descripción del desenvolvimiento del tráfico peatonal y vehicular en las infraestructuras que forman parte de la trama urbana de la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, así como su relación con el centro histórico en general. De esta forma, se analiza la necesidad de reordenamiento de los flujos para mejorar las condiciones de circulación en el área, las demandas que debe solventar y las disponibilidades reales de oferta para hacerlo.

- Capítulo II: Materiales y métodos.

Se estructura el procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, a partir de las etapas que resultan de la revisión bibliográfica, exponiendo los métodos para obtener la información que refleja la realidad del fenómeno en estudio y su procesamiento. Se definen indicadores básicos para el control de gestión de la infraestructura vial, los cuales definen los valores que aseguran tener bajo control los parámetros que la caracterizan en la zona de estudio.

- Capítulo III: Análisis de los resultados.

Se implementa el procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, siguiendo la estructura propuesta en el capítulo anterior, dando como resultado un reflejo puntual del fenómeno en estudio, cuya documentación servirá como punto de partida en la construcción de una serie histórica de gran utilidad para investigaciones posteriores.

- Conclusiones.
- Recomendaciones.
- Bibliografía.
- Anexos.

# **CAPÍTULO 1. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA RELACIONADO CON LA GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN CENTROS HISTÓRICOS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL.**

En el presente capítulo se realizará una panorámica del estado del arte y la práctica actual del objeto de estudio, sus antecedentes y evolución, atendiendo a la conceptualización de referentes teóricos afines al tema de la investigación. Se dará una descripción del desenvolvimiento del tráfico peatonal y vehicular en las infraestructuras (principalmente la vial), que forman parte de la trama urbana de la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, así como su relación con el centro histórico en general. Presentará como uno de los objetivos principales el análisis de la necesidad de reordenamiento de los flujos para mejorar las condiciones de circulación en el área, las demandas que debe solventar y las disponibilidades reales de oferta para hacerlo.

## **1.1- Infraestructura vial. Definiciones de redes viales.**

Las vías son un componente necesario de la infraestructura urbana. La inadecuada capacidad vial existente para llevar el tránsito actual da como resultado congestión, deterioro de la economía de la ciudad, aumento del impacto ambiental (Archivos de Proyectos del Banco Mundial, 2000). En las más grandes ciudades ya establecidas, sin embargo, puede no ser social o económicamente aceptable balancear la oferta y la demanda únicamente por medio del aumento de la capacidad vial. Por consiguiente, una estrategia vial debe incluir la gestión del tránsito y la gestión de la demanda, así como la provisión y mantenimiento de infraestructura vial.(Archivos de Proyectos del Banco Mundial, 2000; Valdez Mariscal, 2000; Valenzuela Freraut, 2005)

Según (Ministerio de Obras Públicas de Chile, 2015) el aumento de la población, la densificación de las ciudades y el aumento del parque automotriz hacen que los proyectos de infraestructura vial urbana sean desafíos permanentes. El objetivo es mejorar la conectividad a través del fortalecimiento de ejes estructurantes en las grandes ciudades, con estándares de calidad que garanticen seguridad y fluidez en las rutas. Con esto se busca mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

La **red vial** está constituida por aquellos espacios de la vía pública dedicados a la circulación de personas y vehículos y al estacionamiento de estos últimos, así como sus elementos funcionales.(Rolón, 2006; Vassallo Magro and Izquierdo de Bartolomé, 2010) De acuerdo con su relación con la movilidad (Rolón, 2006), distingue las siguientes clases de vías:

I. *Red vial principal*: aquella que por su condición funcional, sus características de diseño, su intensidad circulatoria o sus actividades asociadas sirve para posibilitar la movilidad y accesibilidad (Rolón, 2006). Se consideran los siguientes tipos:

- Red vial de Autopistas y Semiautopistas
- Red vial Multicarril
- Red vial Primaria Municipal

II. *Red vial secundaria*: aquella que tiene un carácter marcadamente local. Está compuesta por el resto de los elementos viales y su función primordial es el acceso a los usos situados en sus márgenes. Con Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) aproximadamente de 2.000 veh/día (Rolón, 2006). Se consideran los siguientes tipos:

- Vías locales colectoras
- Vías locales de acceso

Los valores de TMDA según la (NC 853, 2012) se readaptan a un período de diseño de 20 años (Ver Tabla 1.1).

## **1.2- Vías urbanas.**

En términos generales y por razones netamente prácticas se ha decidido utilizar la clasificación de vías urbanas que define la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, puesto que según (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009) además de cumplir con los principios básicos de cualquier clasificación por la que se pudiera haber optado, es la que obligatoriamente debe utilizarse en la confección de los Instrumentos de Planificación Territorial y por ende a través de la cual se efectúa las interpretaciones o exigencias reglamentarias.

### **1.2.1- Secciones típicas (por tipos de vías urbanas).**

*Tabla 1.1: Clasificación vial, velocidad de diseño y Promedio Anual de Intensidad Diaria de Tránsito (PAIDT).*

<b>Categoría Técnica</b>	<b>Velocidad de Diseño (Km/h)</b>			<b>Clasificación Funcional</b>	<b>PAIDT (veh/día)</b>
	LL	O	M		
I	100	80	60	Carretera principal	8000-4000
II	80	60	50	Arteria menor	4000-2000
III	60	50	40	Colectora	2000-750
IV	50	40	30	Locales	<750

*Fuente: (NC 853, 2012).*

LL: Terreno Llano

O: Terreno Ondulado

M: Terreno Montañoso

**Tabla 1.2:** Características geométricas de las secciones típicas fundamentales.

<b>Categoría</b>	<b>UM</b>	<b>Tipo I</b>			<b>Tipo II</b>			<b>Tipo III</b>			<b>Tipo IV</b>		
Tipo de terreno		LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Ancho de carril	m	3,75	3,50	3,50	3,25	3,25	3,25	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00(2,75)
Ancho de calzada	m	7,50	7,00	7,00	6,50	6,50	6,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00(5,50)
Ancho de paseos	m	3,00	2,50	2,00	2,50	2,00	1,50	1,50	1,50	1,00	1,50	1,00	1,00(0,75)
Ancho de corona	m	13,50	12,00	11,00	11,50	10,50	9,50	9,00	9,00	8,00	9,00	8,00	8,00(7,50)

*Fuente: (NC 853, 2012).*

### 1.2.2- Clasificación funcional y categorización técnica.

Atendiendo a su función principal, sus condiciones fundamentales y estándares de diseño, las vías urbanas de usos públicos intercomunales y comunales destinadas a la circulación vehicular, se clasifican según (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009) en: expresa, troncal, colectora, de servicio y local. (Ramírez and Sánchez, 2014)

Pueden clasificarse las vías legalmente en cada país atendiendo a su carácter socioeconómico y subordinación a la autoridad administrativa, según (Ministerio de Justicia, 2010) se dividen en:

- Vías de Interés Nacional
- Vías de Interés Provincial
- Vías de Interés Municipal

#### -Vías de Interés Específico

- Nacionales, aquellas que tienen un interés nacional, con independencia de su ubicación geográfica;
- Provinciales, las que tienen un interés para la provincia en que estén enmarcadas, salvo que hayan sido clasificadas como nacionales;
- Municipales, las que tienen un interés para el municipio en que estén enmarcadas, y no estén clasificadas como nacionales o provinciales; y
- De interés específico, aquellas requeridas por órganos y organismos del Estado y Gobierno, empresas y otras entidades para el desarrollo de su labor.

La autoridad administrativa es el órgano, organismo o entidad que atiende las vías, de acuerdo con la clasificación basada en su interés socioeconómico, por lo que corresponde:

- Al Ministerio del Transporte, las vías nacionales;
- Al Consejo de la Administración Provincial del Poder Popular, las vías provincia;
- Al Consejo de la Administración Municipal del Poder Popular, las vías municipales;
- A la entidad determinada, las vías de interés específico.

La categorización técnica de las carreteras se realiza en función de estudios técnicos-económicos, que comprende intensidad de tránsito, tipo de terreno y destino funcional según la (NC 853, 2012) en función de la intensidad de tránsito las carreteras se dividen en las siguientes categorías técnicas identificados con números romanos: I, II, III y IV. (Ver Tabla 1.1)

#### **1.2.3- Parámetros que caracterizan a las vías urbanas.**

Según (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009) las principales características de los diferentes tipos de vías urbanas son:

##### **a. Vía expresa:**

Su rol principal es establecer las relaciones intercomunales entre las diferentes áreas urbanas a nivel regional. Sus calzadas permiten desplazamientos a grandes distancias, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor de 8 Km. Velocidad de Diseño entre 80 y 100 Km/h. Tiene muy alta capacidad de desplazamiento de flujos vehiculares, en ambos sentidos. Flujo predominante de automóviles, con presencia de

locomoción colectiva y vehículos de carga. Prohibición de circulación para vehículos de tracción animal y humana. Sus cruces con otras vías o con circulaciones peatonales preferentemente deberán ser a distintos niveles. Paradas de buses sólo en lugares especialmente diseñados y habilitados. Prohibición absoluta y permanente del estacionamiento y la detención de cualquier tipo de vehículo, sobre la calzada de circulación.

**b. Vía troncal:**

Su rol principal es establecer la conexión entre las diferentes zonas urbanas de una intercomuna. Sus calzadas permiten desplazamientos a grandes distancias, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor de 6 Km. Velocidad de Diseño entre 50 y 80 Km/h. Tiene alta capacidad de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando ambos sentidos. Flujo predominantemente de locomoción colectiva y automóviles, con prohibición para vehículos de tracción animal y humana. Sus cruces con otras vías o circulaciones peatonales pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sobre las demás, salvo que se trate de cruces con vías expresas. Prohibición absoluta y permanente del estacionamiento y la detención de cualquier tipo de vehículo en su calzada. Deberán existir aceras a ambos costados, cada una de ellas de 3,5 m de ancho mínimo, en su condición más desfavorable.

**c. Vía colectora:**

Su rol principal es de corredor de distribución entre la residencia y los centros de empleo y de servicios. Sus calzadas atienden desplazamientos a distancia media, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor de 3 Km. Velocidad de Diseño entre 40 y 50 Km/h. Tiene capacidad media-alta de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando ambos sentidos. Flujo predominante de automóviles. Restricciones para vehículos de tracción animal. Sus cruces con otras vías o circulaciones peatonales pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sobre las demás, salvo que se trate de cruces con vías expresas o troncales. No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías. Puede prohibirse el estacionamiento de cualquier tipo de vehículos en ella. Deberán existir aceras a ambos costados, cada una de ellas de 3 m de ancho mínimo.

**d. Vía de servicio:**

Vía central de centros o subcentros urbanos que tienen como rol permitir la accesibilidad a los servicios y al comercio emplazado en sus márgenes. Su calzada atiende desplazamientos a distancia media, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor de 1 Km. Velocidad de Diseño entre 30 y 40 Km/h. Tiene capacidad media de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando toda su calzada. Flujo predominante de locomoción colectiva. Restricción para vehículos de tracción animal. Sus cruces pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sólo respecto a las vías locales y pasajes, los cuales podrán ser controlados. No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías. La separación entre paraderos de locomoción colectiva preferentemente será mayor de 300 m. Permite estacionamiento de vehículos, para lo cual deberá contar con banda especial, la que tendrá un ancho consistente con la disposición de los vehículos que se adopte. Deberán existir aceras a ambos costados, cada una de ellas de 2,5 m de ancho mínimo, en su condición más desfavorable.

**e. Vía local:**

Su rol es establecer las relaciones entre las vías troncales, colectoras y de servicios y de acceso a la vivienda. Su calzada atiende desplazamientos a cortas distancias. Ausencia de continuidad funcional para servicios de transporte. Velocidad de Diseño entre 20 y 30 Km/h. Tiene capacidad media o baja de desplazamientos de flujos vehiculares. Sus cruces pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sólo respecto a los pasajes. No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías. Presenta alto grado de accesibilidad con su entorno. Permite estacionamiento de vehículos en su calzada. Deberán existir aceras a ambos costados, cada una de ellas de 2 m de ancho mínimo.

**1.2.4- Normativas cubanas.**

La normativa cubana utilizada para la clasificación, categorización técnica y la determinación de las características geométricas principales para cada una de los diferentes tipos de vías urbanas es la NC 853: 2012 “Carreteras rurales – Categorización técnica y características geométricas para el trazado directo.”

Según la (NC 853, 2012) esta Norma Cubana establece la categorización técnica de las carreteras rurales de la Red Nacional, así como las características geométricas del trazado directo de las mismas. Se aplicará a los proyectos de nuevas carreteras, así como la reconstrucción general de las existentes, comprendidas dentro de las categorías I, II, III y IV que se establecen en esta norma. No se aplicará a los proyectos de autopistas, autovías y caminos.

Expresa la (NC 853, 2012) en el punto **0.1** de la **Introducción** que el desarrollo de la red de carreteras exige que la concepción de su trazado tanto en planta como en perfil se adecue al parque vehicular de última generación, los que al ser más potentes y veloces requieren de carreteras que proporcionen una calidad de servicio acorde a sus características, o sea carreteras más seguras, funcionales y cómodas o confortables, este es el objetivo perseguido en esta norma, adecuado a las condiciones de nuestro país.

### **1.3- Elementos que conforman la infraestructura vial urbana.**

#### **1.3.1- Estructura de pavimento.**

La (NC 334, 2004) define la estructura del pavimento como el conjunto de capas que conforman el pavimento, dispuestas en orden creciente de calidad hacia la superficie, denominadas subbase, base y superficie.

La **subrasante o explanación** según la (NC 334, 2004) se define como el nivel de interfase pavimento-explanación, que puede ser natural o compactada. Es el suelo portante inmediatamente debajo del pavimento que le sirve de cimentación y que puede influir por su resistencia, en el comportamiento del pavimento.

La anterior NC define los espesores mínimos de las capas de un pavimento flexible de la siguiente forma:

**Espesor mínimo de superficie (TS):** Se colocará un espesor mínimo de superficie de hormigón asfáltico para evitar que las deformaciones horizontales admisibles en las fibras inferiores de la capa, sean superadas.

**Espesor mínimo de base (TB):** El espesor mínimo de base (TB), expresado como equivalente de base de 500MPa, será de 15cm cuando el tráfico de proyecto es inferior a  $5,1 \times 10^5$  ejes, en tráficos superiores deberá incrementarse a 20cm.



**Espesor mínimo de subbase (TSB):** El espesor mínimo de subbase (TSB) se halla restando los espesores mínimos de superficie y base al espesor total, expresados todos en equivalentes de base de 500Mpa.

Los pavimentos rígidos o de hormigón según (Instituto de Cemento Portland Argentino, 2009) presentan una estructura diferente por la ausencia de subbase y la colocación de losas de hormigón en lugar de una superficie asfáltica.

### **1.3.2- Aceras y parterres.**

**Las aceras** según (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009) son superficies elevadas con respecto a la calzada que discurren entre ésta y la línea de cierre. La línea de separación entre acera y calzada, donde se produce la discontinuidad altimétrica, corresponde a la cara libre de la solera.

El ancho de las mismas será variable en función de los volúmenes peatonales, de las características de la actividad urbana que las flanquea y de los distintos elementos de ornato, servicio o protección que deban existir en ellas, todo lo cual queda controlado por las disponibilidades espaciales y económicas presentes en el proyecto.(Burga Villanueva, 2014)

Las aceras según (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009; NC 391-2, 2013) son, consideradas en su conjunto, las zonas peatonales de mayor trascendencia dentro de la plataforma vial, por representar ellas las máximas superficies dentro del total correspondiente a dichas zonas y por concentrarse en éstas una parte significativa de las actividades ciudadanas, entendiéndose por tales actividades todos los quehaceres que se realizan en ella por su sola condición de espacios urbanos (sociales, comerciales, de esparcimiento) y los que se derivan de su condición de medio para el transporte peatonal. Se denomina **paseos** según (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009) a franjas verdes que pueden estar ubicadas entre calzadas principales, si es el caso de sentidos de flujos separados, o entre éstas y calles laterales de servicio.

### **1.3.3- Dispositivos de control. (Semáforos y señalización)**

El (Ministerio de Justicia, 2010), define en el Capítulo III de la señalización en el Artículo 58.- Los dispositivos de señalización se clasifican en señales:

1. Mediante luces: Conjunto de dispositivos eléctricos a colores empleados fundamentalmente en las intersecciones urbanas para otorgar de forma alternativa el derecho de paso de vehículos y peatones;
2. Verticales: Placas y dispositivos de diferentes formas geométricas y colores;
3. Horizontales: Marcas hechas con pintura en el pavimento;
4. Sonoras: Sonidos emitidos por vehículos en circulación y en pasos a nivel que indican cambios en la conducta a seguir en la vía.

### **Señalización vertical.**

El señalamiento vertical según (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2014; Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016) es el conjunto de señales en tableros con leyendas y pictogramas fijados en postes, marcos y otras estructuras. Según su propósito estas señales verticales se deben clasificar en: señales restrictivas, señales preventivas, señales informativas, señales turísticas y de servicios y señales de mensaje cambiante.

El (Ministerio de Justicia, 2010) define en el Capítulo VI de la Sección Segunda de las señales verticales en el Artículo 156 las señales verticales se denominan al conjunto compuesto por elementos de sustentación, placa y símbolo o leyenda específica inscritos en ella.

Esas señales persiguen los objetivos siguientes:

1. La seguridad de la circulación.
2. La eficiencia de la circulación.
3. La comodidad de la circulación.

Para ello advierte los posibles peligros, ordena la circulación de acuerdo con las circunstancias locales, recuerda algunas prescripciones del Código y proporciona al usuario una información conveniente.

### **Señalización horizontal.**

El señalamiento horizontal según (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2014) es el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

El (Ministerio de Justicia, 2010) define en el Capítulo VI de la Sección Tercera de las señales horizontales en el Artículo 175 se denominan las señales horizontales a aquellas marcas viales que se hacen sobre el pavimento y se emplean para regular o encauzar la circulación, advertir e informar a los usuarios de la vía.

En el Artículo 176. El empleo de las señales horizontales se rige por las normas generales siguientes:

1. Se utilizan solas o con otros medios de señalización, a fin de reafirmar o precisar las indicaciones.
2. Son amarillas o blancas, pero su color no indica la regulación, sino el diseño de su trazado en el pavimento.
3. Deben cumplir con los parámetros técnicos adecuados de visibilidad diurna, retro reflexión y resistencia al deslizamiento y a la intemperie.

### **Semáforos.**

Los semáforos según (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2014) son dispositivos electrónicos que sirven para ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones en calles y carreteras por medio de luces generalmente de color rojo, ámbar y verde, operados por una unidad de control.

El (Ministerio de Justicia, 2010) define en el capítulo VI de la señales viales, en la Sección Primera de las señales mediante luces en su Artículo 149, denominan las señales mediante luces para regular la circulación vial, se realizan por semáforos, divididos generalmente en tres secciones, distribuidas vertical u horizontalmente. Las luces están situadas, de arriba abajo o de izquierda a derecha en el orden siguiente: roja, amarilla y verde.

El Artículo 153 plantea: Los semáforos de ocupación de carril constan de uno o más lentes, se ubican encima de los carriles de circulación en vías de dos o más carriles y regulan exclusivamente a los vehículos que circulen sobre el que están situados o en el que se indique en el panel de señalización variable, y son:

**Luz roja:** Determina la prohibición a los vehículos de ocupar el carril sobre el que está encendida. Los conductores de los vehículos que circulen por un carril sobre el que se encienda esta luz deberán abandonarlo lo antes posible;

**Luz verde:** Indica que está permitido circular por el carril sobre el que está encendida. El uso de este carril no exime de la obligación de detenerse ante la luz roja del semáforo o de obedecer cualquier otra señal o marca vial que obligue a detener o ceder el paso o, en su ausencia, a cumplir las normas de prioridad de paso;

**Luz blanca o amarilla intermitente:** No incorporada a una señal de orientación y colocada encima de un carril apuntando hacia abajo de forma oblicua, indica la necesidad de incorporarse en condiciones de seguridad, hacia el carril señalado, ya que aquel por el que circula va a quedar cerrado a la circulación en ese sentido, en corto tiempo.

#### **1.3.4- Redes técnicas. (Drenaje pluvial, alumbrado público, transmisión eléctrica, transmisión telefónica, conductoras de agua, alcantarillado)**

Al conjunto de sistema de acueducto, alcantarillado, drenaje, electricidad, sistema de telecomunicaciones, gas, y otros, de que dispone un asentamiento urbano a los efectos de brindar servicios, tanto a la población como a la producción se la conoce como infraestructura técnica.(NC 770, 2010; NC 27, 2012; Barceló and González, 2016)

#### **Requisitos generales a tener en cuenta en el análisis del drenaje pluvial urbano según la (NC 770, 2010):**

1. Solo se incorporarán a los sistemas de drenaje pluvial urbano las aguas generadas por las precipitaciones pluviales y las aportadas por labores de higienización de las vías de la ciudad. En forma recíproca, ningún agua de origen pluvial será conducida a las redes fecales.
2. La vida útil del diseño será de 30 años como mínimo.
3. No se podrá utilizar ninguna interconexión directa entre las viviendas de 5 plantas de altura o menos a los conductos de drenajes. En estos casos, los conductos que recogen las aguas provenientes de las cubiertas o patios interiores, descargarán libremente a las cunetillas de recolección y nunca sobre las aceras o parterres.
4. En casos de edificios de más de 5 plantas, el vertimiento de los techos podrá hacerse de forma directa, siempre sobre zonas protegidas contra la erosión por el flujo de las aguas.

El **sistema de alcantarillado** según la (NC 27, 2012) es el conjunto de tuberías y obras destinadas a recoger los residuales líquidos y las aguas pluviales, conduciéndolas a un

lugar apropiado donde se lleva a cabo el tratamiento o la disposición final al cuerpo receptor.

Por otro lado la red de alcantarillado según la (NC 27, 2012) parte del sistema que colecta y conduce los residuales líquidos en un sistema de alcantarillado separativo.

Según (Rodríguez Marcano, 2007) en el transcurso del nuevo siglo se introdujeron en la Cuba mejoras importantes en **el sistema eléctrico** y a partir de 1906 se decidió soterrar los cables eléctricos e instalar a gran escala los cables primarios y secundarios, estos últimos directamente soterrados. A finales de 1957 se había duplicado la generación de energía eléctrica instalada.

Uno de los sistemas que utiliza como suministrador el Centro Histórico de La Habana es el Automático Network que de acuerdo con (Rodríguez Marcano, 2007) es muy costoso y actualmente no se construye en el mundo. Para dar soluciones a esta situación se creó un Grupo de Desarrollo Integral de Proyecto para el estudio actual y prospectivo de este sistema.

### **1.3.5- Estacionamientos sobre la vía pública.**

El controlar y el cobrar por estacionar son las medidas de gestión de la demanda más comúnmente aplicadas en ciudades en países desarrollados o en desarrollo. En su expresión más básica, la política de estacionamiento en muchas ciudades en desarrollo se limita según (Archivos de Proyectos del Banco Mundial, 2000) al control del estacionamiento sobre la vía (usualmente prohibiciones simples en las vías principales) para evitar la obstrucción del tránsito en movimiento. Pero también puede tener un potencial de restricción mayor. (Velásquez M., 2015)

El estacionamiento es uno de los elementos esenciales del transporte urbano. Hay dos tipos generales de estacionamiento según la (Secretaría de Desarrollo Social, 2010); éstos son:

1. Estacionamiento ofrecido por propietarios en viviendas, negocios, oficinas, etcétera. Dentro de esta categoría se incluye el estacionamiento sobre la vía pública que no es controlado por parquímetros o algún otro tipo de control.
2. Estacionamiento comercial, que incluye lotes privados o estacionamientos donde se paga por uso. También incluye estacionamiento de pago sobre la vía y estacionamientos públicos privados.

Los estudios de estacionamientos tienen dos objetivos fundamentales:

- Establecer requerimientos de estacionamiento (para zonas o desarrollos específicos).
- Revisar las necesidades físicas para evaluar o incrementar la oferta de estacionamiento.

El estacionamiento sobre la vía pública es el causante de problemas en muchas áreas urbanas, como por ejemplo accidentes, congestión, reducción de la capacidad vial, etcétera.(Finnish Transport Agency, 2010)

De acuerdo a (Ministerio de Justicia, 2010) Capítulo IV: Del estacionamiento, Artículo 137: El estacionamiento o parqueo de vehículos en lugares no prohibidos de la vía debe efectuarse:

- Paralelo a la dirección de la circulación y junto a la acera o borde derecho de la calzada en vías de dos sentidos de circulación;
- Paralelo a la dirección de la circulación y junto a la acera o borde izquierdo de la calzada y en el sentido del tránsito en vías de un solo sentido de circulación; excepto en vías secundarias de poco tránsito, en zonas residenciales y con el ancho suficiente para acomodar tres hileras de vehículos, donde puede estacionarse a ambos lados de la calzada;
- Con las ruedas del vehículo a una distancia no mayor que 10 centímetros del contén de la acera o borde de la calzada;
- A una distancia no menor que 50 centímetros de otro vehículo; en la forma que se indica en la zona de la vía donde existen marca, señales y contén, y;
- Dentro de la valla de parqueo, sin sobresalir sus límites, en estacionamientos paralelos o no a la circulación.

#### **1.4- Relación demanda de accesibilidad-movilidad y oferta vial.**

##### **1.4.1- Demanda de accesibilidad-movilidad.**

Para el término **accesibilidad** se ofrecen según la (NC 391-1, 2010) las definiciones siguientes:

Una característica del entorno construido cuya cualidad es dependiente de la utilización de los medios de acceso a, dentro de, adentro o saliendo desde el mismo y que puede ser

determinada por las mediciones u otros medios acordados. (Según 2do Anteproyecto ISO/DIS 21542)

Cualidad del medio físico cuyas condiciones facilitan acceso, desplazamiento y utilización del mismo de manera autónoma por todas las personas o grupo de personas con independencia de sus capacidades motoras, sensoriales o mentales; garantizando salud, bienestar y seguridad durante el curso de las tareas que realiza en dicho medio físico. (Según NC 391-1:2004)

La accesibilidad (en forma genérica) es la condición que cumple un ambiente, objeto o instrumento para que pueda ser utilizado por todas las personas en forma segura y de la manera más equitativa, autónoma y cómoda posible. (Según Guía operativa de accesibilidad para proyectos de desarrollo urbano del BID)

La **Movilidad** según la (NC 391-1, 2010) es capacidad de desplazamiento en el medio que rodea al individuo; resulta imprescindible para tener autonomía siendo un componente esencial en el hombre; es un indicador del nivel de salud y calidad de vida y determina su grado de independencia; depende de la interacción entre factores propios de cada individuo, como las habilidades y destrezas motoras, la capacidad cognoscitiva y sensorio-perceptiva, el grado de salud y autoconfianza y los recursos ambientales y personales externos (los meramente físicos o arquitectónicos y los vinculados a actitudes familiares y cuidadores).

Según (Litman and Victoria Transport Policy Institute, 2011; Duranton and Guerra, 2016) el planeamiento urbanístico tiene una gran responsabilidad en la gestación de la demanda urbana de movilidad y condiciona de forma importante las posibles respuestas a la misma, en la medida en que define los modelos territoriales y urbanos, la densidad, la distribución espacial de los usos, se localiza y diseña los espacios públicos y la red viaria, favoreciendo a unos u otros medios de transporte; regula la cantidad y disposición de las plazas de aparcamiento. De ahí que, en la perspectiva de promover medios de transporte alternativos al vehículo privado, sea cada día más urgente introducir en la práctica de la planificación urbanística la reflexión sobre las consecuencias que las decisiones urbanísticas tienen en el ámbito de la movilidad y, por tanto, en el uso del automóvil y sus impactos.

#### **1.4.2- Oferta vial. Capacidad vial y niveles de servicio en vías urbanas.**

La definición más simple de **capacidad de un elemento vial** según (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009; Cal y Mayor Reyes Spíndola and Cárdenas Grisales, 2010; NC 53-118, 1984) es la máxima cantidad de vehículos o personas que puede pasar por unidad de tiempo por una o más secciones de un elemento de infraestructura vial bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y del elemento. Este máximo no puede ser superado si no se modifican dichas condiciones prevalecientes, entre las que se cuentan, dejando de lado el caso peatonal, el tipo de elemento (si son pistas unidireccionales, bidireccionales, ramales, corredores de intersección, tramos de trenzado, veredas, etcétera), la velocidad de diseño, el ancho del pavimento, las luces libres laterales, el porcentaje de vehículos pesados (el tipo de maniobra si se trata de una intersección), y en general el estado y características geométricas del diseño.

Según (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009) los **niveles de servicio** se definen para varios tipos de vías. Entre ellas distingue una categoría aplicable a calles con semáforos de categoría equivalente a las que en nuestro país han sido designadas como vías expresas y troncales, y aplicables incluso a las colectoras si no existe demasiada integración de la vía al entorno comunitario. Estos niveles de servicio suponen una descripción subjetiva de las características generales del flujo (libre, estable, inestable y forzado) y de las demoras, y una definición de ciertas variables de tránsito.

##### **1.4.2.1- Relación entre capacidad vial, niveles de servicio y demanda de movilidad-accesibilidad.**

Según (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009; Cal y Mayor Reyes Spíndola and Cárdenas Grisales, 2010; Bonett Peña and Yatto Grados, 2017) cuando el volumen de tránsito se acerca al máximo posible, las condiciones de operación son malas, aunque el elemento y su tránsito presentan condiciones ideales. Por esto es que normalmente se habla de capacidad de diseño, que corresponde a la demanda máxima que permite una cierta calidad o nivel de servicio a esa demanda o volumen de servicio. Los niveles de servicio son definidos para los distintos elementos que lo permiten, asociándose a ellos algunas condiciones de operación de los flujos en dichos elementos.

Según (Cal y Mayor Reyes Spíndola and Cárdenas Grisales, 2010) la medida en que brindar un servicio de transporte sea relevante, el factor capacidad se hace rector, cada



vez más exclusivo, del diseño geométrico de un elemento de vialidad urbana. En el caso extremo, la evaluación económica manejará sólo los beneficios derivados de los mejoramientos de la función transporte y los costos de los recursos para proveer determinada capacidad y nivel de servicio.

### **1.4.3- Planeamiento Vial Urbano.**

El **planeamiento vial** según (Ramírez Díaz, 2006; Castro Perdomo, 2015) comprende el conjunto de acciones y decisiones que se toman por instituciones autorizadas, con el fin de prever la vialidad necesaria para satisfacer los requerimientos económicos, sociales y de la defensa de un territorio (urbano o rural). Estas acciones y decisiones tienen como restricción las posibilidades financieras materiales del país o región.

Como resultado de la labor de planeamiento vial se obtiene un esquema o red vial que puede ser urbano o rural y a diferentes escalas y plazos. Este esquema será una red incluyendo inversiones y medidas necesarias a ejecutar en un cierto territorio o nación.

La labor del planeamiento es un problema complejo y amplio que no solo involucra aspectos viales sino también económicos, sociales, etcétera. Esta labor la conforma una secuencia de pasos a aplicar en la ejecución del planeamiento vial.

#### **Secuencia de pasos en el planeamiento vial según (Ramírez Díaz, 2006):**

1. Definición del problema.
2. Generación de la soluciones.
3. Análisis de las soluciones.
4. Evaluación y selección.
5. Estrategia e implementación.

### **1.5- Estudios de infraestructura vial.**

#### **1.5.1- Estudios Oferta y Demanda de infraestructura vial**

Los factores que configuran la **demanda** según (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009) generalmente lleva a errores sustanciales, los cuales se pueden evitar si se emplean una serie de técnicas profusamente desarrolladas para tales efectos.

**Intensidad del Flujo:** La cantidad de vehículos que ha de circular por un dispositivo depende de numerosos factores. Si la infraestructura es completamente nueva, la predicción de dicho flujo se debe hacer utilizando modelos de generación de tránsito que

relacionen la demanda posible con una serie de variables de tipo socio-económico y urbanístico.

**Composición del Flujo:** Las dimensiones, peso y movilidad de los distintos tipos de vehículos que existen en el parque motorizado del país varían enormemente. También son variables en las proporciones en que cada tipo se encuentra en las corrientes de tránsito.

**Velocidades:** Este es uno de los factores que más influye en la demanda, puesto que el ciudadano es muy sensible a las variaciones del tiempo empleado en sus desplazamientos. Tanto es así, que los beneficios de las obras de mejoras del tránsito se miden principalmente en términos del valor monetario del tiempo ahorrado como resultado del aumento de velocidad que supondrá dicha mejora.

Conocida o estimada la demanda que actuará sobre un dispositivo, sus características particulares, corresponde satisfacerla con un dispositivo al cual habrá que conferirle unas características geométricas y materiales que aseguren un desplazamiento eficiente y seguro a los volúmenes de diseño considerados. Así se realizará la **oferta vial** la cual presenta entre sus factores principales:

**Velocidad de Diseño:** Esta es la velocidad máxima a la cual un vehículo puede recorrer un tramo de vía en circunstancias tan favorables que dicho máximo queda determinado exclusivamente por las características geométricas del tramo.

**Capacidad:** Para mejorar el análisis de la capacidad vial anteriormente definida se considerarán los siguientes elementos en las características de oferta del (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009): bandas continuas para peatones, vías continuas, intersecciones, ramales y tramos de trenzados (Ver epígrafe 1.5.3).

**Visibilidad:** Este factor constituye uno de los dos controles básicos del diseño de los elementos de infraestructura vial urbana, conjuntamente con la velocidad de diseño. La provisión de una adecuada visibilidad a los conductores de los vehículos motorizados es, dada la importancia decisiva que tiene el uso del sentido de la visión en el funcionamiento de la vialidad, la primera y más importante contribución al principio fundamental que rige el diseño vial urbano.

### **1.5.2- Inventarios viales para estimar la Oferta vial.**

La identificación de las condiciones geométricas y el estado o condición de una vía o conjunto de vías según (Ministerio de Transporte, 2014) es importante puesto que de ellas dependen el tipo de intervención a realizar y su costo de construcción o reconstrucción y mantenimiento, así como también los costos de operación vehicular. Es por demás sustancial resaltar la influencia directa que existe entre uno y otro, es decir, la condición de la vía y los costos de operación vehicular.

#### **1.5.2.1- Tipos de estudios de campo.**

Todo sistema de gestión según (Fundora Ayuso, 2014) requiere de datos de inventario, al menos de forma rudimentaria. En su más amplia acepción, estos contienen información acerca de la extensión de la red vial, tipos de pavimentos, su geometría, niveles de tráfico, condiciones ambientales, etcétera. Los pasos básicos en un inventario vial incluyen la selección de los datos que serán comprendidos por la definición y referencia de las secciones de control, geometría, estructura del pavimento, condiciones ambientales y drenaje, costos y tráfico.

El equipamiento que se utiliza para la recopilación de información en carreteras según (Fundora Ayuso, 2014) puede dividirse en cinco grupos principales de acuerdo con las características que pretendan evaluarse. Así, existe el equipamiento para medir: localización, geometría, servicialidad, seguridad y capacidad estructural. Cada grupo se puede subdividir a su vez, en tipos de equipos de acuerdo con la exactitud que posean y el tipo de información a recopilar. En dependencia de las posibilidades de las entidades asociadas a la gestión y conservación de las carreteras, así será la tecnología empleada para registrar los datos de interés, la que puede ir desde equipos elementales, de bajo rendimiento, hasta aquellos más modernos y de alto rendimiento.

Los datos sobre la geometría, tanto para conformar la alineación vertical como horizontal así como la sección transversal, pueden obtenerse utilizando sistema de referencia espacial (GPS) complementados con sistemas inerciales.

Los datos de tráfico por otra parte se recopilan generalmente a través de un conjunto de estaciones permanentes dispuestas en la región o país empleando contadores automáticos, complementados con conteos cortos (de 7 días en el caso de registro de volúmenes) en otras localizaciones. La información sobre frecuencia y magnitud de carga de tráfico

puede apreciarse mediante pesas móviles, que llegan a tomar el peso de la rueda con el vehículo en movimiento.

En varios países subdesarrollados se emplean a diario las técnicas de conteos de tráfico, siendo el procedimiento manual el más utilizado según (Fundora Ayuso, 2014).

#### **1.5.2.2- Procesamiento de datos.**

La descripción de la red vial es de carácter cualitativo y cuantitativo. La información según (Ministerio de Transporte, 2014) se resume en tablas, describiendo las vías por categoría, superficie de rodadura, longitud en km, áreas de desarrollo, centros poblados que articula. Se desarrollan con mayor detalle las características de articulación y tránsito por la red vial secundaria. La descripción de las vías departamentales y/o municipales se enfocará a los tramos que articulan áreas de desarrollo y/o que integran ejes viales. Adicionalmente, se presentarán los mapas de infraestructura vial municipal distinguiendo las categorías y los nodos municipales y extra municipales más importantes que tienen una relación estrecha con otros municipios. Se presentará un diagnóstico general de los niveles de intervención de las vías municipales por áreas geográficas. Para ello, se toma como base la información recabada de los inventarios viales en función de las características técnicas observadas en cada uno de los tramos inventariados. Los detalles de la intervención requerida por cada vía se trabajarán en el programa de inversión. Se elabora el diagrama de la infraestructura vial básica del municipio diferenciando la categoría de cada vía, superficie de rodadura, conexiones con los puntos intermodales (puertos, aeropuertos, estaciones ferrocarril).

Es fundamental el proceso de recolección de información y el procesamiento por cuanto la misma repercutirá como soporte del diagnóstico que se elabore, donde el señalamiento de las dificultades y limitaciones darán base para la estructuración de una acción remediadora. En consecuencia deberá contarse con el conocimiento de los kilómetros de vía pavimentada, no pavimentada, en afirmado o en subrasante natural, así como de las proporciones de las condiciones, es decir, en Muy Buen, Bueno, Regular, Malo y Muy Mal estado, de forma que sea posible diagnosticar sobre el tipo de intervenciones que deben adelantarse.

### **1.5.2.3- Expedientes de los Inventarios viales.**

Según (Fundora Ayuso, 2014) los datos geométricos que generalmente se recopilan son: longitud y localización de las secciones, clasificación funcional, número y ancho de carriles, tipo y ancho de paseos, pendiente longitudinal y transversal, curvatura, y presencia y dimensiones de contenes.

Los datos sobre la estructura del pavimento aprecian: tipo de pavimento, espesores de capa, materiales constituyentes, y resistencia de dichas capas y de la subrasante.

El inventario de drenaje y condiciones ambientales muchas veces se basa en la calificación cualitativa del drenaje: bueno, regular, malo; pero bien pueden apreciarse valoraciones cuantitativas sobre forma, constitución, y dimensiones de cunetas, alcantarillas y puentes.

El inventario de costos incluye datos de mantenimiento, rehabilitación y construcción, que deben ser actualizados anualmente, además de los costos de operación vehicular y tiempo de viajes.

El inventario de tráfico comprende el registro del promedio diario, la composición por tipo y cantidad de ejes tipo que circulan. Debe incluirse la razón de crecimiento del tráfico promedio diario y de los ejes equivalentes, así como la información sobre la accidentalidad, la que debe ser actualizada anualmente.

### **1.5.3- Estudios de Capacidad vial y niveles de servicio en vías urbanas.**

**Capacidad de Bandas Peatonales:** El volumen de un flujo peatonal ( $F$ ) que ocupa una banda continua depende del ancho de dicha banda ( $l$ ), de la densidad del flujo ( $d$ ) y de la velocidad ( $v$ ), según la expresión:

$$F = d * l * v \quad (1.1)$$

**Capacidad en vías continuas:** El máximo volumen de tráfico que puede ser atendido por una calle está frecuentemente limitado a aquél que pueda fluir por una intersección aislada. El análisis de la capacidad de tramos de vías que incluyen intersecciones se realiza básicamente en dos etapas: Identificación de intersecciones cuello de botella y cálculo de sus capacidades y la determinación de la capacidad del tramo en conjunto.

Para la determinación del nivel de servicio se expuso en el epígrafe 1.4.2 según el (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009) su definición y características principales.

Los niveles de servicio en cuestión son los siguientes:

Nivel A: Velocidad promedio de 48 Km/h o más.

Nivel B: Velocidad promedio disminuye a 40 Km/h o más, debido a demoras razonables en intersecciones.

Nivel C: Velocidad promedio de aproximadamente 32 Km/h.

Nivel D: Velocidad promedio se reduce a 24 Km/h. El flujo se acerca a la inestabilidad.

Nivel E: Velocidad promedio variable, pero del orden de los 24 Km/h. Flujo inestable. Se forman colas en los accesos a las intersecciones.

Nivel F: Flujo forzado con velocidades promedio bajo 24 Km/h. Todas las intersecciones congestionadas y colas que se extienden incluso hasta la intersección semaforizada anterior.

**Capacidad de Intersecciones:** Si se desea afinar el cálculo de la capacidad de una intersección, más allá de lo que arrojan los ábacos, se puede recurrir a numerosos métodos. Se aceptan los criterios contenidos en el capítulo 6 del Highway Capacity Manual. Existe también modelos computacionales que simulan el funcionamiento de intersecciones señalizadas con PARE o con CEDA EL PASO, pero por lo general estos casos no suelen ser los que condicionan la oferta si los criterios empleados para decidir tales controles son acertados

**Capacidad de Ramales:** Entendiendo por ramal a aquellas calzadas que permiten pasar de una vía a otra, se tiene que la capacidad de los mismos, salvo circunstancias excepcionales, está limitada por el funcionamiento de sus terminales o empalmes con las vías principales. El volumen máximo que puede ser atendido sin producir un grado excesivo de congestión debe permanecer como objeto de una decisión subjetiva.

El nivel de servicio de un ramal es definido de otra manera que el de una vía. Es útil conocer estos criterios para ayudar a la decisión subjetiva anteriormente expresada. La descripción de los seis niveles se encuentran tabulados en el (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009).

**Capacidad en tramos de trenzado:** Los tramos de trenzado son una suerte de intersección, en la cual flujos que circulan en una misma dirección se entrecruzan, en un tramo de calzada común y unidireccional, debido a que dichos volúmenes provienen indistintamente de dos calzadas que han confluído y a que pueden salir, también indistintamente, por cualquiera de las dos ramas en que el tramo en cuestión se bifurca.

El cruce así producido tiene la peculiaridad de realizarse en forma continua, sin detención de los vehículos, salvo en el caso de producirse congestión.

Los niveles de servicio en tramos de trenzado se encuentran definidos por un método que implica determinar la calidad de la circulación en estos tramos, la cual se divide en cinco grados del I al V.

#### **1.5.3.1- Tipos de estudios de campo.**

Los estudios realizados como parte de la consultoría según (Consultoría en Tránsito y Transporte, 2013) se estructuraron y formularon de manera integral a partir de las necesidades de la información requerida para la caracterización de los componentes del sistema de movilidad. Los análisis previos definen la aplicación de los siguientes estudios:

1. Conteos de Flujo.
2. Frecuencia y Ocupación Visual.
3. Encuestas de Origen / Destino.
4. Velocidades y Tiempos de Recorrido.
5. Levantamiento de Itinerarios.
6. Ascensos de Pasajeros.
7. Caracterización de Peatones.

#### **1.5.3.2- Procesamiento de datos.**

Entendiendo como Gestión Vial todas aquellas acciones de Planeación, Programación, Ejecución de proyectos y conservación de vías, que aplicadas en el tiempo mantienen un nivel de servicio adecuado, tanto en lo funcional como en lo estructural, según (Ministerio de Transporte, 2014), es importante orientar el análisis hacia los aspectos institucionales de la entidad responsable de la gestión de la red vial, y determinar la capacidad técnica institucional y de recursos con que cuenta el municipio en particular para cumplir con sus competencias con respecto a la Gestión Vial. Asimismo, se hace conveniente referenciar los proyectos y obras viales en marcha dentro del municipio, para tomarlos en consideración en la elaboración del plan de intervención.

Se considerará las coordinaciones de acciones comunes con otras entidades que actúan sobre la infraestructura vial, y las relaciones de cooperación en la gestión vial. También

es necesario un análisis de los recursos financieros, humanos y físicos disponibles para la Gestión Vial, y los resultados obtenidos.

#### **1.5.4- Estudios de volúmenes de tránsito en sistemas de vías urbanas.**

**Volúmenes de Tránsito:** Es el número de vehículos que pasa un punto determinado durante un periodo específico de tiempo (Secretaría de Desarrollo Social, 2010). La información sobre volúmenes de tránsito es de gran utilidad en la planeación del transporte, diseño vial, operación del tránsito e investigación.

##### **1.5.4.1- Estudios de origen y destino. Objetivos. Tipos.**

Según (Ramírez Díaz, 2006) los estudios de origen y destino son estudios de campo que se utilizan para conocer información actualizada del movimiento vehicular de la carga y de pasajeros. Hay diferentes tipos de estudios origen-destino, según la precisión y objetivos que quieran alcanzarse; pero todos se basan en el registro de las características de una muestra de viajes vehiculares, personales, cuyos resultados se expanden apropiadamente.

Entre las características a recopilar están: origen y destino del viaje, hora del día en que se realiza, duración del mismo, vehículo utilizado, ruta realizada, propósito, etcétera.

##### **1.5.4.1.1- Procedimientos para la ejecución.**

El origen de los viajes, sus objetivos, el nivel de utilización de los vehículos y sus destinos y por lo tanto las longitudes del trayecto según (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2009; Victoria Transport Policy Institute, 2015), son aspectos cuyo conocimiento amplio permite tener una perspectiva clara de la demanda.

Para obtener estos datos se realizan encuestas, a partir de procedimientos de muestreo, de una de las formas siguientes:

- En la calle, deteniendo a la totalidad de los vehículos o a una muestra.
- Mediante tarjetas que se entregan directamente o por correo.
- A domicilio, por entrevista.
- En lugares o a personas específicas (estacionamientos, centros de atracción, locomoción pública, etcétera).



En cada caso se obtiene la información requerida, que puede ser distinta según el tipo de estudio en marcha, acerca de viajes de personas y/o vehículos.

#### **1.5.4.1.2- Procesamiento de los datos y expansión de los resultados.**

A continuación se mencionan las modalidades más comúnmente usadas para aforos de tránsito según (Secretaría de Desarrollo Social, 2010).

##### **Aforos Manuales:**

Se usan por lo general para contabilizar volúmenes de giro y volúmenes clasificados. La duración del aforo varía con el propósito del aforo. Algunos aforos clasificados pueden durar hasta 24 horas. El equipo usado es variado; desde hojas de papel marcando cada vehículo hasta contadores electrónicos con teclados. Ambos métodos son manuales. Durante períodos de tránsito alto, es necesaria más de una persona para efectuar los aforos. La exactitud y confiabilidad de los aforos depende del tipo y cantidad del personal, instrucciones, supervisión y la cantidad de información a ser obtenida por cada persona.

##### **Contadores Mecánicos:**

Contadores permanentes son usados para aforar el tránsito continuamente. Es usado a menudo para estudios de tendencias. Pueden ser actuados por células fotoeléctricas, detectores magnéticos y detectores de lazo.

##### **Contadores Portátiles:**

Toman nota de los volúmenes aforados cada hora y 15 minutos, dependiendo del modelo. Pueden ser tubos neumáticos u otro tipo de detector portátil. Entre sus ventajas se cuentan: una sola persona puede mantener varios contadores y, además, proveen aforos permanentes de todas las variaciones del tránsito durante el periodo del aforo. Entre sus desventajas se cuentan: no permiten clasificar los volúmenes por tipo de vehículo y movimientos de giro y muchas veces se necesitan aforos manuales ya que muchos contadores (en particular los de tubo neumático) cuentan más de un vehículo cuando son accionados por vehículos de más de un eje o por vehículos que viajen a velocidades bajas.

##### **Aforos de Cordón**

Se entiende por este tipo de aforos a la contabilización de todos los vehículos y las personas que entran o salen de una zona (área acordonada) durante un día típico. Este tipo de estudio se usa para:

- Apoyar el desarrollo de estacionamientos adecuados
- Proveer las bases para la evaluación y la introducción de técnicas operacionales de tránsito (dispositivos de control, reglamentos, etcétera).
- Como apoyo a las compañías de transporte público, para que estas ajusten sus servicios a las necesidades del área.
- Como apoyo a la policía de tránsito, en planificar actividades selectivas de vigilancia.
- Obtención de datos para estudios de tendencias, etcétera.

Para resumir los resultados de los aforos de cordón, se usan curvas de acumulación. Este tipo de curvas indican la acumulación de vehículos y/o pasajeros dentro de un área acordonada. También indican los movimientos hacia adentro y hacia afuera del área y el modo de viaje en diversos periodos de tiempo.

## **1.6- Fundamentos de los modelos de gestión de la infraestructura vial.**

**Gestión de Infraestructura Vial:** Es la administración de la infraestructura vial, la que comprende las funciones de planificar, organizar, dirigir, coordinar, ejecutar, y controlar la infraestructura vial terrestre. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006a)

### **1.6.1- Enfoque integral.**

Según (Carrión, 2009) el enfoque integral de la gestión de la infraestructura vial viene dado como que ésta se compone de un conjunto de elementos, cada uno de los cuales cumple una función específica, que tienen como propósito asegurar un tránsito confortable y seguro de los usuarios (peatones y vehículos). Los pavimentos son considerados el elemento básico de la infraestructura vial, y por lo tanto el de mayor importancia; entorno a ellos se desarrolla los demás elementos complementarios: puentes, drenajes, señales y dispositivos de seguridad y aceras. La gestión de infraestructura vial debe contemplar todos estos elementos, asegurando que se encuentre en buenas condiciones, y presten un servicio adecuado a los usuarios.

El Sistema de Gestión de la Infraestructura Vial (SGIV) consiste en una serie de procesos conducentes a hacer más eficiente la labor de Provías Nacional (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006b), estableciendo los procedimientos para planificar la inversión en Carreteras, Puentes, Infraestructura de Seguridad Vial y Emergencias Viales, controlar el avance en la ejecución y, en función de los resultados obtenidos, eventualmente reformular la planificación.

El SGIV permitirá mejorar la planificación del desarrollo de la infraestructura de transporte por carretera, a mediano y largo plazo, brindando información sobre la evolución esperada de la condición de la Red en distintos escenarios de objetivos, políticas y disponibilidad financiera.

La propuesta de Sistema de Gestión de la Infraestructura Vial establece una serie de procesos que permiten cumplir con los objetivos de gestionar en forma eficiente la infraestructura vial, de acuerdo a (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006b) son:

- Definición de objetivos para la Red Vial Nacional
- Predicción de la demanda
- Análisis y diagnóstico de la infraestructura de la Red Vial Nacional
- Definir objetivos del plan de obras
- Generar y evaluar alternativas
- Definir y evaluar, aprobar y supervisar obras
- Registro de Inversiones

#### **1.6.2- Enfoque estratégico.**

Según (Carrión, 2009) el enfoque estratégico de la gestión de la infraestructura vial viene dado como que esta es construida para servir de forma duradera a los usuarios, representa una importante inversión de recursos públicos, y su conservación requiere de un esfuerzo sostenido a lo largo de los años. Estas características hacen que su gestión se convierta en una actividad de carácter estratégico, que debe responder a una visión de largo plazo, orientada al logro de objetivos y metas, y la prestación de un servicio eficiente y de calidad para el transporte.

El Plan Estratégico según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006a) es el instrumento orientador de gestión y sus programas de construcción, rehabilitación y

mejoramiento de la infraestructura vial serán coordinados con los distintos sectores. Asimismo en (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006a) se plantea que identificará las principales necesidades de vías de comunicación por ejecutar y la implementación de proyectos de desarrollo con connotación productiva y de turismo.

## **1.7- Gestión de la infraestructura vial en centros urbanos.**

### **1.7.1- La planificación y el control como fases de la gestión de infraestructura vial.**

Dentro de la planificación según la (Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas, 2016) se identifican los procesos esenciales para el sistema integrado de gestión, y la disponibilidad de recursos necesarios para su eficaz operación y control. La planificación de los cambios que determine la entidad que está implementando el sistema integrado de gestión, se desarrollan por medio del procedimiento de gestión del cambio, y se divulgan al interior de la entidad para la sostenibilidad y mejora del sistema, por medio de los canales internos de comunicación.

La entidad en cuestión planifica la provisión y el mantenimiento de la infraestructura vial para cumplir los requisitos del cliente, de los procesos a ejecutar y de los servicios prestados.

Para la prestación del servicio se presenta un modelo de operación en donde se definen los procesos misionales y estratégicos, los cuales están estructurados, documentados y controlados mediante indicadores de gestión.

### **1.7.2- Modelos de gestión de la infraestructura vial en centros urbanos.**

La gestión vial según (Ministerio de Transporte, 2014; Machaca Ninacansaya, 2016; López, 2017), responde a la concepción de un sistema a través del cual se alcanzan objetivos generales y específicos, orientados éstos a la satisfacción de una demanda por infraestructura vial que asegure mayor y mejor conexión vial entre centros poblados, centros de producción y canales de distribución. La gestión vial debe propender por obtener los propósitos de conexión segura y permanente mediante la minimización de costos de transporte, es decir, menores costos para los usuarios del sistema vial y de la institución responsable de su construcción y mantenimiento. Consiste en la descripción, evaluación y análisis de la situación actual y la trayectoria histórica de la gestión vial

municipal. Por lo tanto, implica un conocimiento cuantitativo y cualitativo de la realidad existente, y una apreciación de las posibles tendencias en el corto, mediano y largo plazo. La metodología diseñada para elaborar las propuestas de solución que se planteen, estará orientada según (Ministerio de Transporte, 2014) a otorgarle la funcionalidad que requiere la red vial municipal, buscando obtener un nivel adecuado de articulación del territorio, a partir de los objetivos de desarrollo económico y territorial que plantea el Programa Plan Vial Municipal.

Tras publicar el plan de acción, el Banco Interamericano de desarrollo (BID) según (Gaitán Miranda, 2017) colaboró con el desarrollo de centros históricos, el cual surge de la necesidad latente de integrar el centro histórico y de incorporar un modelo base para orientar su desarrollo igualitario, proponiendo la creación de espacios públicos, redes viales, gestión de estacionamientos y un sistema de transporte en una línea de tiempo definida. El enfoque en la movilidad busca, por un lado, asegurar mejor conexión en la ciudad de Panamá, y por otro, revitalizar el centro a partir del establecimiento de lo propuesto anteriormente.

Para lograr la articulación territorial e integración con los ejes de desarrollo económico deseados, de acuerdo con la capacidad financiera y los recursos disponibles de los municipios asociados, se propondrá una estrategia según (Ministerio de Transporte, 2014) que permita establecer en forma ordenada la prioridad de intervención de cada vía según la importancia que posee en el plan de integración territorial y económica, a fin de que la red vial pueda operar en un nivel de servicio en cumplimiento de los objetivos propuestos.

### **1.7.3- Necesidad de un procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en el contexto de la ciudad de Matanzas.**

Según (Ministerio de Transporte, 2014) lo largo de los años la urbanización y el desarrollo económico de las zonas urbanas conlleva crecimientos tanto de la demanda por mejora de infraestructura como aumento del tránsito vial. Este tipo de situaciones han propiciado, en numerosos núcleos poblacionales, la saturación de su red vial, la aparición de centros poblacionales en declive y las redes deficitarias para el tránsito y el transporte, demostrando con ello que sin un plan adecuado las ciudades o poblaciones menores están quedando expuestas a una inevitable degradación en la calidad de vida de sus pobladores.

Degradación debido al deterioro en la calidad ambiental, a los aumentos progresivos en los tiempos de viaje y en las consecuencias producidas por la lenta movilidad, sometidos a problemas de orden acústico, accidentes, contaminación, etcétera.

Por tal razón, es pertinente implementar medidas destinadas a mejorar el desplazamiento de todas las personas en toda el área, sea ésta urbana o rural, a través de un conjunto de medidas coherentes y coordinadas, que puedan ser medidas y más fáciles de implementar y con un menor costo la mayoría de las veces, con un visible mejoramiento de la circulación de las personas y que ayude en el logro de los objetivos generales de la gestión, entre los que se puede mencionar:

- Optimizar la capacidad y el funcionamiento de la infraestructura vial urbana existente (vías, inter-secciones, terminales);
- Asegurar una adecuada accesibilidad a las actividades urbanas por parte de todos los grupos urbanos (peatones, pasajeros, conductores).
- Proteger al medio ambiente urbano y a todos sus habitantes de los efectos negativos derivados del tránsito (accidentes, ruido, contaminación, segregación, impactos estéticos).

Por lo tanto, tomando la idea de una necesidad de procedimiento y control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, según (Ministerio de Transporte, 2014) si se desea entonces satisfacer las necesidades futuras de transporte especialmente en el área urbana del municipio, se deberá realizar un proceso organizado que permita prepararse para afrontarlas. Partiendo del conocimiento de las necesidades actuales y haciendo pronósticos de una situación futura, asociadas a expectativas de desarrollo y disponibilidad de recursos que por ser escasos, justifican con mayor razón la organización del desarrollo municipal en lo económico y en la movilidad de su entorno.

Está comprobado que la infraestructura vial es de importancia suprema para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones, porque a través de ellas se estructura la economía del municipio, y por lo tanto, una buena planeación genera en el municipio estándares de competitividad, económica y social lo cual influye directamente en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

#### **1.7.4- Impacto de la infraestructura vial en la accesibilidad y movilidad urbana.**

La movilidad según (Velásquez, 2015) es la suma de desplazamiento que hacen los ciudadanos para acceder a los servicios necesarios para el quehacer diario. Este desplazamiento es realizado a través de diferentes medios que presentan unas condiciones de uso, que los caracterizan socialmente. Así, los medios no motorizados tienen un carácter universal; los transporte de uso colectivo, democráticos y los transportes privados. Esta movilidad es medida, a través de una investigación de origen y destino por un número medio de viajes que los pasajeros realizan en un día típico, en cualquier modo de transporte y por cualquier motivo.

Está condicionada por los niveles socioeconómicos de la población. Por lo tanto, la limitación de la movilidad de una ciudad puede inferir en su condición de acceso a los bienes y a los servicios urbanos, de forma tal que disminuye su calidad de vida. En este contexto, es preciso crear condiciones adecuadas para la movilidad. El planeamiento de transporte debe ser dirigido por la movilidad de sus ciudades, una vez que la movilidad de torna con requisito esencial para el funcionamiento de su ciudad moderna.

Según (Velásquez, 2015) el fenómeno de la motorización ha crecido a un ritmo acelerado, incrementando los niveles de inseguridad vial, principalmente en los países latinoamericanos. Esta situación ha generado que, las principales ciudades tomen decisiones importantes individuales y colectivas, tratando de abarcar simultáneamente dos fenómenos concurrentes:

1. La ampliación de la capacidad para la movilidad de automóviles particulares, a través de la contribución de autopistas urbanas,
2. La expansión de la geometría de calles o avenidas para albergar una cantidad de vehículos.

#### **Óptima accesibilidad y movilidad**

Según (Litman and Victoria Transport Policy Institute, 2015; Tsiotas *et al.*, 2017) es interesante considerar los niveles de accesibilidad y movilidad más óptimos, y cómo esto es afectado por los métodos de la evaluación usados comúnmente. El transporte planeando a menudo asume que cualquier aumento en la movilidad es beneficioso y deseable, pero hay que tener claro, la variedad de costos económicos, sociales y

medioambientales. La movilidad aumentada es económicamente excesiva y dañosa a la sociedad.

### **Conclusiones Parciales**

- 1- El planeamiento vial es un elemento importante a tener en cuenta en la gestión de la infraestructura vial.
- 2- Aunque la gestión de la infraestructura vial constituye el centro de atención de los planes urbanos a nivel nacional e internacional, estos carecen de un enfoque integrador que tenga en cuenta tanto el desarrollo como la conservación a nivel estratégico.
- 3- La ciudad de Matanzas y en particular su ZPCCH, carece de un mecanismo que propicie la gestión de la infraestructura vial independientemente de su categoría, clasificación y subordinación.



## **CAPÍTULO 2 MATERIALES Y MÉTODOS**

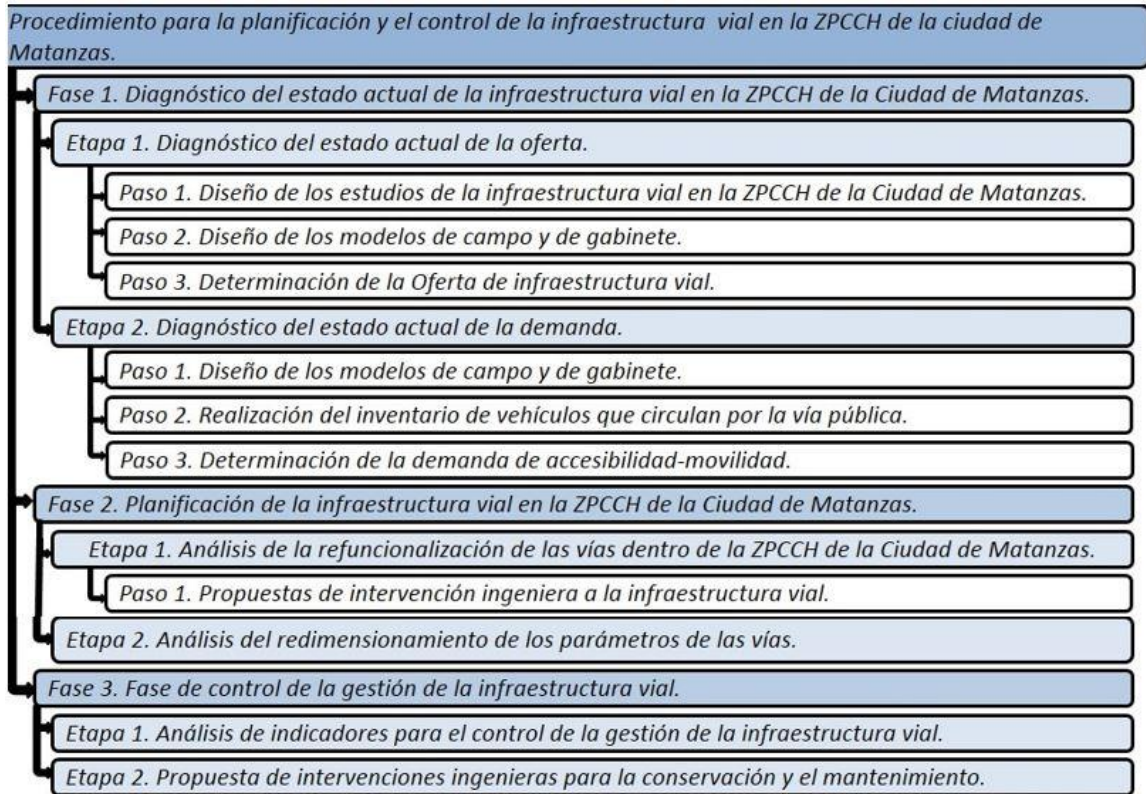
En el presente capítulo se estructura el procedimiento para la planificación y el control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, a partir de las etapas necesarias que resultan de la revisión bibliográfica; se exponen los métodos y modelos para obtener la información que refleje la realidad del fenómeno en estudio y su procesamiento. Se definen indicadores básicos para la planificación y el control de la infraestructura vial y los valores que aseguran tener bajo control el comportamiento de los parámetros que la caracterizan en la zona de estudio.

### **2.1- Descripción del procedimiento para la planificación y el control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas.**

En esta investigación se describe el proceder para la planificación y control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. El procedimiento estará conformado por fases estructuradas de una manera lógica y con el desarrollo secuencial de etapas y pasos que facilitarán su comprensión y aplicabilidad.

Entre las tareas que se perseguirán en el siguiente procedimiento en aproximación al (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006b) se encuentran:

- Realizar un diagnóstico de la situación actual desde el punto de vista de la condición de la infraestructura y el servicio a los usuarios, utilizando indicadores universales, claros;
- Predecir las necesidades actuales y futuras de la red vial nacional existente, con un grado de detalle adecuado para un análisis a nivel de red, en mediano y largo plazo;
- Plantear distintos escenarios de grado de inversión en cada área;
- Predecir la situación de la red vial nacional para cada área y en cada escenario, en el mediano y largo plazo;
- Seleccionar, evaluar y programar las obras resultantes del escenario que se haya decidido seguir, en el plazo de los próximos 5 años (programa de obras), y
- Hacer el seguimiento y ajuste permanente del programa de obras.



**Figura 2.1:** Procedimiento para la planificación y el control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas.

*Fuente:* Elaboración propia.

### **FASE 1: DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA ZPCCH DE LA CIUDAD DE MATANZAS.**

Con la realización del diagnóstico de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, puede evaluarse el desarrollo que ha ido teniendo la misma con el paso del tiempo, y con ello el estado actual en que se encuentra. Por eso, el análisis de agentes como la oferta y la demanda juegan un papel fundamental para poder entender su comportamiento. A través de esta medida se puede detectar el momento en que demanda igualará o superará a la oferta, el cual marcará el límite de la aplicación del procedimiento.

El diagnóstico se realiza mediante el reconocimiento, análisis y evaluación de la infraestructura vial para determinar sus tendencias, solucionar su problema o remediar su mal. El diagnóstico ayuda a determinar mediante el análisis de datos e informaciones, qué

es lo que está pasando con la infraestructura vial y cómo puede arreglarse, mejorar o corregir esta situación.

### **Etapas 1: Diagnóstico del estado actual de la Oferta.**

La realización del diagnóstico de la oferta en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas es muy importante ya que el mismo permite conocer su estado actual, además de brindar información sobre el número de vías disponibles para la circulación de los vehículos y peatones.

### **Paso 1: Diseño de los estudios de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas.**

Con el aumento del flujo vehicular se hace más crítica la salida del centro de la ciudad, en algunos casos, por lo angosto de sus vías y calles. Se crea un déficit alarmante en la circulación por las vías, al aumentar la densificación y a su vez la necesidad imperante de refuncionalizar las mismas, sobre todo en el centro y en la zona comercial de la ciudad.

La demanda de la infraestructura vial debido al crecimiento de la afluencia de consumidores, trae como consecuencia un proyecto de refuncionamiento del sistema vial urbano para responder a la misma.

Para el conteo se contemplan días correspondientes a una semana laborable, así se representará la demanda diaria por vía e implícitamente la demanda total. Sin embargo, debido al tamaño de la zona de estudio, se realiza un análisis categorizado escogiendo un día que no sea lunes ni viernes debido a que el tráfico se ve acentuado, además de prever que en los días escogidos no se produzcan actividades diferentes a las que rutinariamente se llevan a cabo.

El levantamiento de la información se realiza en la ciudad de Matanzas, particularmente en el centro histórico de la misma, para ello se consideran todas las vías principales y cada una de sus entrecalles, lo que brinda una mayor seguridad y confiabilidad en los resultados que se obtienen tanto en el trabajo de campo como en el de gabinete.

### **Paso 2: Diseño de los modelos de campo y de gabinete.**

Una vez identificados con exactitud los resultados que se esperan obtener del estudio, se define y construye el modelo con el cual se obtendrán los resultados deseados. En la

formulación del modelo es necesario definir todas las variables que forman parte de él y sus relaciones lógicas que describan en forma completa el modelo.

Es importante que se definan con claridad y exactitud los datos que el modelo va a requerir para producir los resultados deseados (Ver Anexo 1).

Entre los elementos que se distinguen en el modelo de campo se identifican datos del diseño geométrico y estructural de las vías de acuerdo a las definiciones de (NC 391-2, 2013; NC 391-1, 2010) como son:

- Calles: Se presentan en dirección longitudinal tanto en un análisis N-S (Norte-Sur) como E-O (Este-Oeste).
- Entrecalles: Se presentan en dirección transversal al análisis y representan el inicio y final de la sección de calle.
- Longitud: Distancia entre las entrecalles.
- Ancho de la acera: Distancia entre la fachada de las edificaciones y el contén de la acera.
- Radio de giro: Distancia medida de la esquina de fachada de las edificaciones y el contén de la acera en el punto medio entre la transición de calle-entrecalle y viceversa.
- Calzada: Área destinada a la circulación de vehículos medida entre las cunetillas.
- Ancho de las cunetillas: distancia medida entre el extremo de la calzada y el contén correspondiente. La cunetilla está destinada por su menor nivel a la conducción de aguas pluviales.
- Corona: Distancia entre las fachadas de las edificaciones.

Se analizan las características de las señalizaciones, de forma tal, que en la casilla destinada a los dispositivos de control se colocan los datos de longitudes entre las señales que se encuentran en la calle por ambas aceras constituyendo obstáculos en las mismas.

Este proceder se le aplicará también al alumbrado público, transmisión eléctrica y telefónica y los registros de alcantarillas.

### **Preparación del personal.**

Luego de realizado el modelo para el levantamiento de la oferta en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, se procedió a la previa preparación del personal que fue seleccionado para llevar a cabo la ejecución del estudio. Partiendo de que se quiere lograr

recoger lo más detallado y mejor posible todos los lugares donde se pueda crear o mejorar la oferta de infraestructura vial, se procede a seleccionar la cantidad de personas en función del volumen de trabajo a realizar en el estudio. Durante la capacitación se debe lograr que el equipo de trabajo adquiera los conocimientos indispensables para llevar a cabo de forma correcta el estudio, para esto se realizará un ciclo de conferencias y talleres a cargo del investigador, el cual se puede auxiliar de expertos en el tema. Además, se deben realizar talleres interactivos para desarrollar los procedimientos de cálculo a emplear durante el procesamiento de los datos recopilados.

### **Paso 3: Determinación de la Oferta de infraestructura vial.**

En la determinación de la oferta de infraestructura vial se debe arrojar el dato de la capacidad vial que existe y su disponibilidad a la circulación vehicular y peatonal, con el fin de analizar su comportamiento actual y poder proyectarlo luego de todas las transformaciones que se efectuarán en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, y así lograr una adecuada planificación y control de la oferta de infraestructura vial.

Se lleva a cabo para generar y evaluar alternativas de acción para brindar el estándar de servicio requerido en las carreteras. Dentro de esta área el criterio para establecer prioridades es exclusivamente económico. Esta propuesta se fundamenta en que este tipo de obras son las que tienen mayor influencia sobre la economía del transporte, son las que requieren más recursos financieros, y son usualmente financiadas mediante préstamos organismos internacionales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006b). Con este resultado de oferta y el que se obtiene del estudio de la demanda se procede al análisis de la brecha existente entre estos dos parámetros, su comportamiento actual y poder proyectarlo luego de todas las transformaciones que se efectuarán en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas.

### **Levantamiento de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas.**

Para llevar a cabo el correcto levantamiento de la infraestructura vial es necesario hacer una localización de las vías que conforman la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. Para ello el personal disponible luego de su capacitación debe recorrer toda la zona anotando en los modelos la información requerida.

### **Determinación de la capacidad vial y niveles de servicio.**

Los estudios de capacidad vial y niveles de servicio se basan en múltiples criterios y su realización es necesaria ante la actuación de diferentes factores como los que presenta la ZPCCH de la ciudad, entre los que se distinguen la generación de viajes durante la hora de máxima demanda o durante el día y los problemas de congestión, siempre teniendo en cuenta que para acometer estos estudios es necesario conocer las características geométricas de la vía, así como, los parámetros funcionales de la misma. El procedimiento a realizar será a través de la (NC 53-118, 1984), que no representa las características propias de la zona de estudio por ser para el análisis de vías con flujo ininterrumpido, pero servirá de comparación con el procedimiento que utiliza la (NC 53-148, 1985) implementada por (Martínez Escobedo, 2017) en su investigación.

#### **Capacidad real en vías de dos carriles según (NC 53-118, 1984):**

$$C = 2000 Wc * Tc * Bc \quad (2.1)$$

Donde:

C: Capacidad real (vehículos por hora)

Wc: Factor de corrección que toma en cuenta de anchura de carril y distancia a obstáculos laterales, (Ver Tabla 2, Anexo C de (NC 53-118, 1984)).

Tc: Factor de corrección que toma en cuenta el por ciento de camiones en la corriente de vehículos, obtenido por medio de:

$$Tc = \frac{100}{(100 - Pt + Et * Pt)} \quad (2.2)$$

Donde:

Pt: Por ciento de camiones.

Et: Carros equivalentes de pasajeros para camiones, según se analice la vía en toda su longitud o en una pequeña sección de ella, (Ver Tablas 3 y 4, Anexo C de (NC 53-118, 1984)).

Bc: Factor de corrección que toma en cuenta el porcentaje de ómnibus en la corriente de vehículos, obtenido por medio de:

$$Bc = \frac{100}{(100 - Pb + Eb * Pb)} \quad (2.3)$$

Donde:

Pb: Por ciento de ómnibus.

Eb: Carros equivalentes de pasajeros para ómnibus, según se analice la vía en toda su longitud o en una pequeña sección de ella, (Ver Tablas 3 y 5, Anexo C de (NC 53-118, 1984)).

**Volúmenes de servicio en vías de dos carriles según la (NC 53-118, 1984):**

$$VS = 2000 V/C * W1 * T1 * B1 \quad (2.4)$$

Donde:

VS: Volumen de servicio del nivel que se quiere brindar Km/h total para ambos sentidos.

V/C: Relación volumen-capacidad real, (Ver Tabla 1, Anexo C de (NC 53-118, 1984)).

Posterior a determinar la oferta de la infraestructura vial de la ZPCCH se compararan los datos obtenidos de los estudios de campo realizados por (Martínez Escobedo, 2017). En este estudio se determinó, con el apoyo de expertos, cual es la velocidad real de circulación de los vehículos por las calzadas, para determinar la capacidad de las vías, ya que como existen elementos que afectan la circulación por la misma (los parqueos en la calzada los cuales disminuyen el ancho de circulación de los vehículos por las calles, deterioros que obligan a los conductores a disminuir la velocidad de circulación) fluctúan por debajo de su velocidad de diseño. Para realizar el estudio de volumen de servicio se utilizó el método propuesto en la (NC 53-148, 1985) a través de la siguiente expresión:

$$VS = Z * F1 * F2 * F3 * F4 * F5 * F6 * \frac{V}{C} \quad (2.5)$$

Donde:

VS: volumen de servicio

Z: vehículos por hora de luz verde. Este valor se obtiene con la anchura del acceso y el nivel de servicio fijado, el cual responde a un factor de carga dado.

F1: factor de ajuste que toma en cuenta el factor de hora pico y el tamaño de la población.

F2: factor que toma en cuenta la zona donde está ubicada la parada.

F3: factor que toma en cuenta el porcentaje de los camiones y ómnibus que no realizan parada en el acceso analizado.

F4: factor que toma en cuenta el porcentaje de los giros a la derecha.

F5: factor que toma en cuenta el porcentaje de los giros a la izquierda.

F6: factor que toma en cuenta el efecto de los ómnibus que realizan paradas en el acceso analizado.

V: tiempo de verde del acceso analizado.

C: duración del ciclo semafórico.

Nota: se utilizará el tiempo de verde de 60 segundos y la duración del ciclo semafórico de 60 segundos para igualar a las condiciones reales existentes en nuestras intersecciones.

## **Etapa 2: Diagnóstico del estado actual de la Demanda.**

La realización de un diagnóstico de la demanda en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas constituye también un paso muy importante ya que el mismo permite contar con una metodología para la predicción del tráfico en los años futuros y con herramientas de predicción complementarias que según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006b) son:

- Variación de la demanda debida a la evolución de la actividad económica general.
- Variación de la demanda debido a la evolución de sectores específicos.
- Variación de la demanda debido a la ocurrencia de eventos específicos que impliquen una demanda agregada o una reasignación de la demanda.

El resultado práctico de la predicción de la demanda será de acuerdo al (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006b) mediante mapas de tráfico de la red para los años siguientes, cubriendo un plazo que abarcará al menos 15 años desde el año en que se realice la predicción. Los datos de tráfico a considerar serán: Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) y composición por tipo de vehículo, distribuciones por carril, variación estacional, factor de hora pico, etcétera.

La realización del diagnóstico de la infraestructura vial, permitirá tomando tanto el estudio de la oferta como el de la demanda evaluar el desarrollo que tuvo la misma y el estado actual en que se encuentran las vías. El inventario de vehículos y peatones representa la Demanda Real, se realiza en toda la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. La información recogida sirve de guía para conocer en qué medida se necesita lograr una adecuada refuncionalización de las vías.

### **Paso 1: Diseño de los modelos de campo y de gabinete.**

Una vez identificados con exactitud los resultados que se esperan obtener del estudio, se define y construye el modelo con el cual se obtendrán los resultados deseados. En la



formulación del modelo es necesario definir todas las variables que forman parte de él y sus relaciones lógicas que describan en forma completa el modelo.

Estos modelos resumen la cantidad de vehículos que circulan cada media hora, por los nudos viales, antes establecidos por el personal que se encarga de preparar la investigación. Es importante que se definan con claridad y exactitud los datos que el modelo requiere para producir los resultados deseados. Los mismos facilitaran el entendimiento de la información que en ellos se recogen y el trabajo que se llevará a cabo por parte del investigador (Ver Anexos 2 y 3).

### **Preparación del personal.**

De igual forma que en el estudio de la oferta, luego de realizado el modelo para el levantamiento de la demanda en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, se procedió a la previa preparación por parte del investigador en jefe del personal que fue seleccionado para llevar a cabo la ejecución del estudio.

Se distribuye el personal por todas y cada una de estas vías principales, al menos dos personas por cuadra y ellos mismos serán quienes atiendan las entrecalles hacia la izquierda, cubriendo así toda el área en cuestión.

### **Elección del momento de ejecución del estudio.**

El estudio para el diagnóstico del estado actual de la demanda de la infraestructura vial en la ZPCCH se lleva a cabo escogiendo un día que no sea lunes ni viernes debido a que el tráfico se ve acentuado por el arribo y la partida respectivamente de estudiantes y trabajadores internos, por el fuerte movimiento vehicular que atrae una cabecera provincial como lo es la ciudad de Matanzas, además de prever que en los días escogidos no se produzcan actividades diferentes a las que rutinariamente se llevan a cabo para que la información a recoger no sufra ninguna alteración.

### **Paso 2: Realización del inventario de vehículos que circulan por la vía pública.**

El inventario de vehículos y peatones circulando por la vía pública se realiza en toda la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, la información recogida sirve de guía para conocer en qué medida se va a necesitar ir elevando la oferta de infraestructura vial y de esta forma evitar que se rompa el equilibrio que debe existir entre esta variable y la demanda.

### **Paso 3: Determinación de la demanda de accesibilidad-movilidad.**

La infraestructura vial debe estar diseñada para que los vehículos y peatones accedan de un punto a otro sin dificultad. El análisis de movilidad debe realizarse en función de que la infraestructura vial sea eficiente, segura para todo tipo de vehículos, que se puedan trasladar sin obstáculos, que la infraestructura llegue hasta todos los servicios y que esté en buen estado técnico y funcional.

La infraestructura vial tiene que presentar la capacidad de enlace o de existencia de conexión con el entorno, deben existir los suficientes conectores para acceder de manera segura y eficiente a la ZPCCH de la ciudad de Matanzas para satisfacer la demanda de vehículos y peatones que arriban a la zona.

### **FASE 2: PLANIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA ZPCCH DE LA CIUDAD DE MATANZAS.**

Se requiere de una adecuada planificación de cada uno de los elementos que constituyen la planta física de la ciudad para que la accesibilidad y movilidad dentro de la misma no se convierta en un problema a resolver de inmediato. Por ello debe llevarse a cabo la planificación de la infraestructura vial dentro de la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, esto requiere de un grupo de estudios e inventarios expuestos y explicados anteriormente. El inventario de vehículos y peatones que circulan por la vía pública se realiza en toda la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. La información recogida sirve de guía para conocer en qué medida se necesita lograr una adecuada refuncionalización de las vías y desahogar la capacidad vial que presenta la zona y mejorar a su vez el servicio a ofrecer.

#### **Etapas 1: Análisis de la refuncionalización de las vías dentro de la ZPCCH de la ciudad de Matanzas.**

Luego de que se aplique este procedimiento para gestionar la planificación y control de la infraestructura vial en la ZPCCH, la reasignación de nuevas funciones para la vía pública va a constituir el objetivo principal dentro del mejoramiento de la gestión de la infraestructura vial en su conjunto, además de contribuir a la mayor organización y mejor desarrollo de la accesibilidad y movilidad de la ciudad. A partir de la definición y caracterización de las condiciones de operación de la infraestructura vial existente, se proponen acciones de mejora que consisten en un nuevo diseño de sus parámetros físicos.

### **Paso 1. Propuestas de intervención ingeniera a la infraestructura vial.**

Las propuestas de intervención ingeniera a la infraestructura vial se van a realizar de acuerdo a todas las deficiencias detectadas en el diagnóstico realizado, con el objetivo de elevar las prestaciones de la infraestructura en vistas a cubrir la demanda. Para cada tipo de infraestructura, de acuerdo al nivel de funcionalidad y deterioro físico, se propondrán medidas tomando como referente el estado de la práctica nacional e internacional, adaptándolas a las condiciones y características de la zona en estudio.

### **Etapas 2. Análisis del redimensionamiento de los parámetros de las vías.**

Posterior al análisis de los parámetros que caracterizan las vías, el redimensionamiento de estos, va a constituir uno de los objetivos principales dentro del mejoramiento de la gestión de la infraestructura vial en su conjunto, además de contribuir a la mayor concepción de la capacidad vial y con esto a un mejor balance entre la oferta y la demanda.

## **FASE 3: FASE DE CONTROL DE LA GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL.**

### **Etapas 1: Análisis de indicadores para el control de la gestión de la infraestructura vial.**

Una refuncionalización según (NC 997, 2014; Secretaria de Seguridad Pública, 2017) implica el cambio de uso, aprovechando la estructura física existente con mínima intervención. Algunas de las definiciones a entender ante los parámetros analizados en la presente etapa pueden ser:

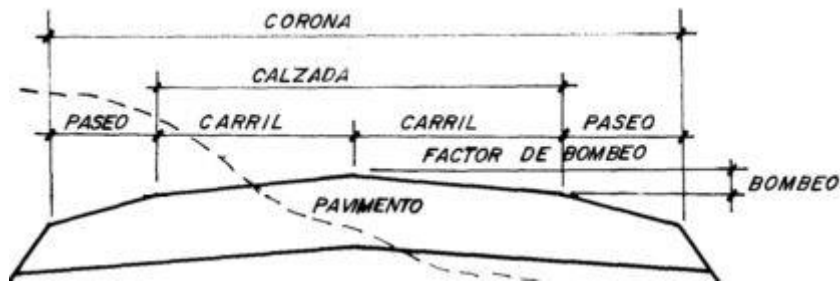
**Promedio Anual de Intensidad Diaria de Transito (PAIDT):** Número de vehículos que circulan por día en una sección de la vía como promedio anual (NC 334, 2004).

**Transito inicial (PAIDT<sub>0</sub>):** Promedio Anual de Intensidad Diaria de Tránsito en el año inicial. Volumen total de vehículos que se espera que circulen como promedio diario, durante el primer año de puesta en explotación de la vía (NC 334, 2004).

**Período de diseño (n):** En general se establece el período de diseño en 20 años, salvo en vías urbanas, donde para las arterias principales y secundarias, así como en calles y avenidas colectoras, puede extenderse hasta 30 años (NC 334, 2004).

Específicamente los indicadores a controlar en la infraestructura vial según (Ramírez Díaz, 2006) son:

- Calzada: Zona de la carretera destinada al tránsito rodado, que comprende un número entero de vías de circulación.
- Vías de circulación: Cada una de las fajas elementales en que se considera dividida la calzada a efectos de capacidad de tráfico. También se le llama senda o carril de circulación.
- Paseo: Parte de la vía que se encuentra a ambos extremos de la calzada; cuyo objetivo es servir de aparcamiento a los vehículos cuando sufren algún tipo de contratiempo, de forma tal que no obstruya el tránsito por la vía de circulación.
- Corona: Es el ancho completo de la vía; incluyen las vías de circulación y los paseos.
- Bombeo: Diferencia de nivel entre el extremo de la calzada y su eje en tramo recto.



**Figura 2.2:** Elementos de la sección transversal de una vía.

**Fuente:** (Ramírez Díaz, 2006).

**Tabla 2.1:** Indicadores para el control de la gestión de la infraestructura vial.

<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fórmula de cálculo</b>	<b>Valores propósitos</b>
Clasificación de vías	La categorización técnica de las carreteras se realiza en función de estudios técnicos-económicos, comprende intensidad de tráfico, tipo de terreno y destino funcional.	Se define la clasificación de acuerdo a la (NC 853, 2012)	(Ver Tabla 1.1), aquí se determina la categorización técnica de las vías.

Capacidad vial	El número máximo de vehículos que pueden pasar por una sección de vía en un tiempo determinado. Tomando en cuenta las condiciones prevalecientes del tránsito y la vía.	$C = 2000 * Wc * Tc * Bc$	El valor ideal depende del tipo de vías y el volumen de tráfico servido, y se rige por lo establecido en la (NC 53-118, 1984)
Volumen de servicio	Número máximo de vehículos que suelen circular por una sección de vía en un tiempo determinado (generalmente una hora), tomando en cuenta las condiciones de operación correspondiente a un seleccionado nivel de servicio. El volumen de servicio máximo equivale a la capacidad de la vía.	$VS = 2000 * \frac{V}{C} * Wc * Tc * Bc$	Se rige por lo establecido en la (NC 53-118, 1984)
Nivel de servicio	Cualquiera de las posibles combinaciones de operación que pueden ocurrir sobre una carretera, cuando ésta acomoda determinados volúmenes de tránsito.	Se procede de acuerdo a la (NC 53-118, 1984)	El valor propósito para la determinación del nivel de servicio es de acuerdo a la (NC 53-118, 1984)
Ancho de	Representa la	Se define este parámetro en la	(Ver Tabla 1.2),

carril	franja de la calzada destinada al tránsito de los vehículos por sentido de circulación.	(NC 853, 2012)	donde se muestran los valores límites de ancho de carril dados en la (NC 853, 2012) para las distintas categorías y velocidades solo deben ser utilizados en casos extremos, siempre que sea posible deben de utilizarse valores mayores.
Dispositivos de drenaje	Colocados a ambos lados de la corona donde sean necesarios, están destinados a la evacuación de las aguas, tanto superficiales, como subterráneas, mediante drenes que desembocan en los mismos.	Se definen para este indicador varios de sus parámetros en las (NC 853, 2012; NC 770, 2010; NC 27, 2012)	La invertida de las cunetas nunca estará a menos de 0,30 por debajo de la línea de la subrasante en su intersección con la línea del talud de la misma.
Ancho de paseo	Son las franjas laterales en ambos lados de la calzada destinados a servir como carril de emergencia y para la detención de los vehículos proporcionando seguridad al tránsito.	Se define este parámetro en la (NC 853, 2012)	(Ver Tabla 1.2), donde se muestran los valores límites de ancho de paseo dados en la (NC 853, 2012) para las distintas categorías y velocidades solo deben ser utilizados en casos extremos,

			siempre que sea posible deben de utilizarse valores mayores.
Espaciamiento	Espacio libre lateral por vehículo (C)	$Ec = 2(U + C) + Fa + Z$ $U = u + R - \sqrt{R^2 - L^2}$ $Fa = \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R$ $Z = 0,1 \frac{Vd}{\sqrt{R}}$ <p>Donde:</p> <p>Ec: Ancho total de la calzada de una carretera de dos carriles en curva (m)</p> <p>U: Ancho de la trayectoria del vehículo (m)</p> <p>C: Espacio libre lateral por vehículo (m)</p> <p>Fa: Ancho del voladizo frontal del vehículo de diseño (m)</p> <p>Z: Tolerancia en el ancho lateral para dificultades de conducción en curvas (m)</p> <p>L: Distancia entre ejes del vehículo de diseño (m)</p> <p>Vd: Velocidad de diseño (km/h)</p> <p>R: Radio horizontal de la curva por el eje de la calzada para dos carriles (m)</p> <p>u: Ancho del vehículo de diseño (m)</p> <p>A: Voladizo frontal del vehículo de diseño (m)</p>	(Ver Tabla 3.11) de acuerdo a la (NC 853, 2012)
% crecimiento anual	Representa el incremento anual de tránsito, expresado en por ciento, tomando como base el tránsito del año anterior.		

Pendiente longitudinal	Los elementos principales del perfil longitudinal son las rectas de la rasante (tangentes): ascendentes (rampa) y descendentes (pendientes) y las curvas verticales.	Se define este parámetro en la (NC 853, 2012)	(Ver Tabla 3.9), donde se muestran los valores de máxima pendiente longitudinal dados en la (NC 853, 2012)
Bombeo	Se proyectan de forma tal de garantizar una rápida evacuación de las aguas superficiales y que sean seguras para el tránsito.	$Fb = \sqrt{B^2 + b^2}$ Donde: Fb: Factor de bombeo (m). B: Bombeo (m). b: Ancho de carril (m).	La zona pavimentada de la corona de la carretera que incluye la calzada y las bandas de seguridad se proyectan para una pendiente con bombeo del 2% en pavimentos asfálticos y del 1,5 % en pavimentos de hormigón hidráulico.

*Fuente: Elaboración propia.*

## **Etapas 2. Propuesta de intervenciones ingenieras para la conservación y el mantenimiento.**

Tomando como base el estado del arte y la práctica de la gestión de infraestructura vial, se recopilan de acuerdo al tipo de infraestructura, y enfocado a los indicadores propuestos, las medidas correctivas para asegurar la funcionalidad e integridad física de la misma y que, como consecuencia, los indicadores se encuentren bajo control.



## **Conclusiones Parciales**

1. El procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas queda estructurado en 3 fases: Diagnóstico, planificación y diseño, y control de gestión, las cuales dan la organización y simplicidad necesaria al proceso de gestión.
2. Se aplican métodos y técnicas de la administración a la solución de un problema de la Ingeniería Civil, el cual tiene una repercusión directa en la accesibilidad y movilidad de la zona en estudio.

## **CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

En el presente capítulo se implementa el procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, siguiendo la estructura propuesta en el capítulo anterior, dando como resultado un reflejo puntual del fenómeno en estudio, cuya documentación servirá como punto de partida en la construcción de una serie histórica de gran utilidad para investigaciones posteriores.

### **FASE 1: DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA ZPCCH DE LA CIUDAD DE MATANZAS.**

#### **Etapas 1: Diagnóstico del estado actual de la Oferta.**

##### **Paso 1: Diseño de los estudios de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas.**

Se diseñaron los estudios necesarios para el análisis de la oferta (infraestructura vial) y la demanda (los vehículos que circulan dentro y hacia la ZPCCH de la ciudad de Matanzas). Para el estudio de la demanda se contemplaron días correspondientes a una semana laborable, se decidió según (González García, 2017) escoger el día martes 11 de abril del 2017, previendo que no se produzcan actividades diferentes a las que rutinariamente se llevan a cabo.

El levantamiento de la información correspondiente a la oferta vial se realizó en toda la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, considerando todas las vías principales y cada una de sus entrecalles, para lograr como se especificó en el procedimiento una mayor seguridad y confiabilidad en los resultados que se obtuvieron tanto en el trabajo de campo como en el de gabinete.

##### **Paso 2: Diseño de los modelos de campo y de gabinete.**

Se diseñaron los modelos de campo y gabinete según el tipo de infraestructura (vial) correspondiente a la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. (Ver Anexo 1)

##### **Preparación del personal.**

El personal seleccionado para el levantamiento de la información está formado por estudiantes y profesores de la carrera Ingeniería Civil (Grupo Científico Estudiantil Ingeniería ConCIENCIA). En la tabla 3.1 se observa al personal seleccionado para la

realización del diagnóstico y en la tabla 3.2 la relación de personal por calles. El diagnóstico se realizó en la semana comprendida entre el 19 y el 23 de marzo del 2018.

**Tabla 3.1:** Personal seleccionado para la realización del diagnóstico.

<b>Nº</b>	<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Responsabilidad</b>
1	Ing. Homero Morciego Esquivel	Coordinador GCE Ingeniería ConCIENCIA
2	Ing. Orlando Santos Pérez	Coordinador GCE Ingeniería ConCIENCIA
3	Sandra Alfonso Álvarez	Diplomante GCE Ingeniería ConCIENCIA
4	Julio Abel Canito Alfonso	Diplomante GCE Ingeniería ConCIENCIA
5	Richard Dayán de Armas Peñate	Diplomante GCE Ingeniería ConCIENCIA
6	Libeisy Sánchez Bello	Diplomante GCE Ingeniería ConCIENCIA
7	Karla Álvarez López	Investigador GCE Ingeniería ConCIENCIA
8	Alejandro Corrales Morillas	Investigador GCE Ingeniería ConCIENCIA
9	Dariel Díaz Mondéjar	Investigador GCE Ingeniería ConCIENCIA
10	Alejandro Moreno González	Investigador GCE Ingeniería ConCIENCIA
11	Miguel Ricardo Álvarez Acosta	Investigador GCE Ingeniería ConCIENCIA
12	Frank Manuel Dávila Gómez	Investigador GCE Ingeniería ConCIENCIA
13	Tiani Gazmuri Vázquez	Investigador GCE Ingeniería ConCIENCIA
14	Frank David Gómez Yanes	Investigador GCE Ingeniería ConCIENCIA
15	Yailén González Hector	Investigador GCE Ingeniería ConCIENCIA
16	Yailene González Hector	Investigador GCE Ingeniería ConCIENCIA
17	Lilian Landa Marrero	Investigador GCE Ingeniería ConCIENCIA
18	Emily Verdecia Márquez	Investigador GCE Ingeniería ConCIENCIA
19	Hansel Alexis Ramos Díaz	Investigador GCE Ingeniería ConCIENCIA
20	Maylon David Romero Morales	Investigador GCE Ingeniería ConCIENCIA

**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 3.2.** Personal seleccionado para cada calle de inventario.

<b>Calles</b>	<b>Personal</b>
Manzano	(1)Sandra, Libeisy y Richard D.
Contreras	(2)Sandra y Orlando
Milanés	(2)Sandra y Orlando
Medio	(3)Miguel Ricardo, Tiani y Richard D.

Río	(4)Sandra, Frank M. y Dariel
Callejón de San Severino	(5)Sandra y Richard D.
Cuba	(5)Sandra y Richard D.
Narváez	(5)Sandra y Richard D.
Ayllón	(6)Lilian, Emily, Frank y Richard D.
Magdalena	(6)Lilian, Emily, Frank y Richard D.
Camilo Cienfuegos	(6)Lilian, Emily, Frank y Richard D.
Callejón de Madan	(6)Lilian, Emily, Frank y Richard D.
Callejón del Ángel	(6)Lilian, Emily, Frank y Richard D.
Matanzas	(7)Julio A., Alejandro M. y Alejandro C.
Jovellanos	(7)Julio A., Alejandro M. y Alejandro C.
Callejón de la Sacristía	(7)Julio A., Alejandro M. y Alejandro C.
Ayuntamiento	(8)Yailén, Yailene, Karla y Richard D.
Santa Teresa	(8)Yailén, Yailene, Karla y Richard D.
Zaragoza	(9)Sandra, Hanser y Maylon
Manzaneda	(9)Sandra, Hanser y Maylon
Dos de Mayo	(5)Sandra y Richard D.

*Fuente: Elaboración propia.*



**Figura 3.1:** Distribución del personal para la ejecución de los trabajos destinados a la determinación de la oferta vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas.

*Fuente: Elaboración propia.*

**Paso 3: Determinación de la Oferta de infraestructura vial.**

**Levantamiento de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas.**

El personal recorrió toda la zona anotando en los modelos de campo y gabinete la información necesaria para la confección del inventario.

En la Figura 3.1 se observa la ZPCCH de la ciudad de Matanzas y la distribución por calles del personal. Posterior a la determinación de la oferta inicia un análisis exhaustivo de la capacidad y el nivel de servicio que brindan sus vías.

**Determinación de la capacidad vial y niveles de servicio.**

Para la determinación de la capacidad vial y el nivel de servicio que presentan las vías se utilizó el procedimiento de la (NC 53-118, 1984):

*Tabla 3.3: Datos de las vías Contreras y Ayuntamiento.*

<i>Datos/Calles</i>	<i>Contreras</i>	<i>Ayuntamiento</i>
No. de carriles	1(Por carril de estacionamiento)	
Ancho de carril	3,00m	2,25m
Ancho de paseo	1,20m	1,00m
Velocidad de operación real	34Km/h	38Km/h
Tipo de terreno	Llano	
Pt	4,5%	2%
Pb	9,5%	3%

*Fuente: Elaboración propia.*

Proveniente de Contreras:

$$\frac{V}{C} = 1,00$$

$$Wc = 0,76$$

$$Tc = \frac{100}{[100 - Pt + Et * Pt]}$$

$$Tc = \frac{100}{[100 - 4,5 + 2 * 4,5]}$$

$$Tc = 0,96$$

$$Bc = \frac{100}{[100 - Pb + Eb * Pb]}$$

$$Bc = \frac{100}{[100 - 9,5 + 2 * 9,5]}$$

Proveniente de Ayuntamiento:

$$\frac{V}{C} = 1,00$$

$$Wc = 0,71$$

$$Tc = \frac{100}{[100 - Pt + Et * Pt]}$$

$$Tc = \frac{100}{[100 - 2 + 2 * 2]}$$

$$Tc = 0,98$$

$$Bc = \frac{100}{[100 - Pb + Eb * Pb]}$$

$$Bc = \frac{100}{[100 - 3 + 2 * 3]}$$

$$Bc = 0,91$$

$$C = VSe = 2000 * \frac{V}{C} * Wc * Tc * Bc$$

$$VSe = 2000 * 1,00 * 0,76 * 0,96 * 0,91$$

$$VSe = 1328veh/h$$

$$Bc = 0,97$$

$$VSe = 2000 * \frac{V}{C} * Wc * Tc * Bc$$

$$VSe = 2000 * 1,00 * 0,71 * 0,98 * 0,97$$

$$VSe = 1350veh/h$$

El volumen de servicio del nivel E se comprobó directamente porque según el (Ministerio de Justicia, 2010) la velocidad de operación en la zona de estudio es de 50Km/h, además se realizó un estudio de velocidad de operación real en los puntos críticos de las calles con mayor influencia (Contreras, Milanés, Río y Dos de Mayo) y no se supera en ningún caso este máximo, por lo que la velocidad de operación requerida para los demás niveles de servicio no se pueden alcanzar, aún para bajos volúmenes según (NC 53-118, 1984).

<b>VOLUMEN DE SERVICIO</b>									
<b>Estación: <u>Contreras y Ayuntamiento</u></b>									
<b>Año</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>	<b>F<sub>6</sub></b>	<b>V/C</b>	<b>VS (veh/h)</b>	<b>Z</b>
<b>2017</b>	1,01	1,00	0,97	1,04	1,00	0,97	1,00	<b>1032</b>	1050,00
<b>2020</b>	1,01	1,00	0,97	1,04	1,00	0,97	1,00	<b>1033</b>	1050,00
<b>2025</b>	1,01	1,00	0,97	1,04	1,00	0,97	1,00	<b>1037</b>	1050,00
<b>2030</b>	1,01	1,00	0,97	1,04	1,00	0,97	1,00	<b>1040</b>	1050,00

**Figura 3.2:** Cálculo de VS para el nudo 4.

**Fuente:** (Martínez Escobedo, 2017).

En la Figura 3.2 se muestra el cálculo del volumen de servicio determinado por (Martínez Escobedo, 2017) el cual comparándose con el volumen de servicio determinado en la presente investigación es menor apreciablemente, a pesar de que el análisis está realizado para el nudo, no para las secciones de las calles involucradas. (Ver Anexo 6)

## **Etapa 2: Diagnóstico del estado actual de la Demanda.**

Para la realización de esta etapa se efectuó la ejecución del diagnóstico del estado actual y a mediano plazo de los flujos vehiculares en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. Según (González García, 2017) se consideraron los nudos de mayor concurrencia de los autos en los ejes principales de la ciudad que son Dos de Mayo, Milanés y Contreras en

ellos se organizó el estudio del aforo vehicular. Se seleccionó como nudos de mayor concurrencia:

**Estación # 1:** Localizada en la convergencia de las calles Río y Magdalena;

**Estación # 2:** Localizada en el cruce de las calles Matanzas y Contreras;

**Estación # 3:** Localizada en el cruce de las calles Milanés y Jovellanos;

**Estación # 4:** Localizada en el cruce de las calles Contreras y Ayuntamiento;

**Estación # 5:** Localizada en la convergencia de las calles Contreras y Santa Teresa;

**Estación # 6:** Localizada en el cruce de las calles Milanés y Ayuntamiento;

**Estación # 7:** Localizada en el cruce de las calles Milanés y Santa Teresa;

**Estación # 8:** Localizada en el cruce de las calles Milanés y Dos de Mayo;

**Estación # 9:** Localizada en la convergencia de las calles Río y Dos de Mayo;

**Estación # 10:** Localizada en el cruce de las calles Contreras y América.

### **Paso 1: Diseño de los modelos de campo y de gabinete.**

Se diseñaron los modelos de campo y gabinete de acuerdo al estudio de Aforo de Tráfico realizado por (González García, 2017) en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas. (Ver Anexos 2 y 3).

### **Preparación del personal.**

El personal empleado en las investigaciones de campo, fue el Grupo Científico Estudiantil “Vías de Comunicación” compuesto por estudiantes de tercero y cuarto año de la carrera ingeniería civil, fue coordinado por (González García, 2017), al no disponer de equipamiento necesario para aforos automáticos, puesto que estos tienen una preparación y dominio del tema al recibir la asignatura de Ingeniería de Tránsito. Además se realizaron talleres en los cuales se explicó cómo proceder para que la información obtenida del estudio logre un mínimo 85 o hasta un máximo 95 por ciento de confiabilidad y tener la mayor certeza del conteo en cuestión.

### **Elección del momento de ejecución del estudio.**

El Aforo de Tráfico realizado por (González García, 2017) en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas se efectuó en el mes de abril del año 2017, se eligió el día martes 11, pues se infiere que la rutina de la población sea constante, no presentan eventos que alteren el patrón de la movilidad de la ciudad, es un período de seca, no hay intervención de la

lluvia por tanto no hay acumulación de agua en el pavimento que afecte o complejice la movilidad en la zona y otros elementos más que fueron tomados en cuenta.

Para distribuir el personal se tuvo en cuenta que este estuviese 5 horas en el terreno, en los nudos con mayor flujo vehicular se emplazó 2 aforadores y en los de menor flujo considerado, 1 aforador.

**Tabla 3.4:** Personal empleado en el aforo vehicular.

<i>Estación</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Personal asignado</i>
1	Río y Calle 272	Nobel F. Martínez León
2	Matanzas y Contreras	Yailén Santana Rodríguez
3	Milanés y Jovellanos	Sandra Alfonso Alvares y Julio H. Canito
4	Contreras y Ayuntamiento	Andy W. Reyes Ríos y Yanay Martínez Rizo
5	Contreras y Santa Teresa	Laura González Hernández y Esthel Casas Pulido
6	Milanés y Ayuntamiento	Yanet Monagas Quintana y Ariel Díaz Mondejar
7	Milanés y Santa Teresa	Luis D. Céspedes y Lianet Quintero
8	Milanés y Dos de Mayo	José L. Morales Figueroa y Duniesky Valdés Puig
9	Río y Dos de Mayo	Chabely González García
10	Contreras y América	Cynthia Cepero Márquez y Beatriz Ramírez Echeverría

*Fuente:* (González García, 2017).

### **Paso 2: Realización del inventario de vehículos que circulan por la vía pública.**

Se realizó el inventario de vehículos y peatones en los puntos anteriormente señalados de la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, esta información se recogió en hojas de cálculo del Microsoft Office Excel 2013 y se describen parámetros como el conteo vehicular, el flujograma, los vehículos estacionados sobre la vía pública, entre otros.

### **Paso 3: Determinación de la demanda de accesibilidad-movilidad.**

Se distribuyó el flujo de vehículos estimado en el conteo realizado en los aforos de tráfico. La movilidad en la ZPCCH de la ciudad se ve acentuado en los puntos seleccionados como estaciones y la accesibilidad quedó reflejada por las corrientes



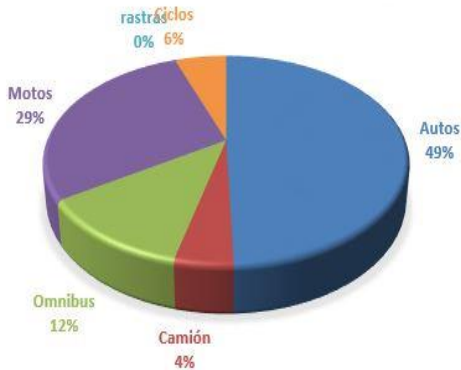
vehiculares que provienen desde el resto de la ciudad y hacia esta, desde la zona de estudio.

**Tabla 3.5:** Distribución de los flujos vehiculares en el nudo entre las calles Contreras y Ayuntamiento.

<i>Hora</i>	<i>Provenientes de Contreras</i>		<i>Provenientes de Ayuntamiento</i>	
	<i>Derecha</i>	<i>Recto</i>	<i>Izquierda</i>	<i>Recto</i>
07:00-08:00	35	530	56	47
08:00-09:00	32	801	85	45
09:00-10:00	24	915	153	32
<b>Total</b>	<b>91</b>	<b>2246</b>	<b>294</b>	<b>124</b>

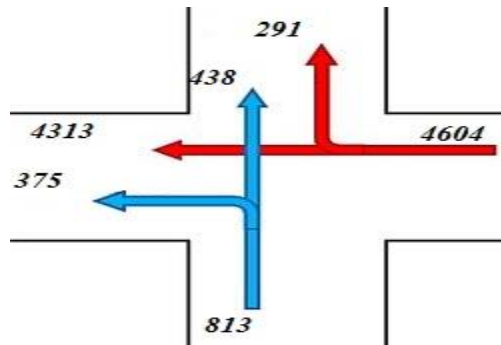
*Fuente:* (González García, 2017).

**DERECHA CONTRERAS-AYUNTAMIENTO**



**Figura 3.3:** Composición vehicular de la Estación 4 en la dirección derecha desde Contreras hacia Ayuntamiento.

*Fuente:* (González García, 2017).



**Figura 3.4:** Distribución del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) proveniente de las calles Contreras y Ayuntamiento en la estación 4.

*Fuente:* (González García, 2017).

$$VHMD = TPDA * K * D \quad (3.1)$$

Donde:

VHMD: Volumen Horario de Máxima Demanda (veh/h).

TPDA: Tránsito Promedio Diario Anual (veh/día).

K: relación entre el VHD y el TPDA. Para el caso en estudio, al ser una vía sub-urbana, se emplea  $K = 0.12$ .

D: factor de distribución por sentido. Se estima midiendo el reparto por sentido en la vía que interese o en otra similar. Como el flujo vehicular circula en un mismo sentido  $D=1$ .

Proveniente de Contreras:

$$VHMD = TPDA * K * D$$

$$VHMD = 4604 * 0,12 * 1$$

$$VHMD = 553veh/h$$

Proveniente de Ayuntamiento:

$$VHMD = TPDA * K * D$$

$$VHMD = 813 * 0,12 * 1$$

$$VHMD = 98veh/h$$

$$VHMD_n = VHMD_o(1 + r)^{n-1} \quad (3.2)$$

Donde:

VHMD<sub>n</sub>: Volumen Horario de Máxima Demanda estimado en futuro (veh/h).

VHMD<sub>o</sub>: Volumen Horario de Máxima Demanda actual (veh/h).

r: Razón de crecimiento (%).

n: Período de diseño (años).

**Tabla 3.6:** Datos ajustados para la fórmula de VHMD<sub>n</sub>.

Años	r (%)	r (Ajustado)	(1+r)^(n-1)
2017	2,0	0,000	
2018	2,3	0,003	1,000
2023	3,8	0,018	1,093

2028	5,2	0,032	1,370
2033	6,2	0,042	1,854
2038	6,8	0,048	2,554
2043	7,0	0,050	3,386
2048	7,0	0,050	4,322

*Fuente: (González García, 2017).*

**Tabla 3.7: VHMDn para un período de diseño de 30años.**

<b>4</b>	<b>Contreras</b>	553	605	758	1026	1413	1873	2391
	<b>Ayuntamiento</b>	98	108	135	182	251	332	424
	<b>VHMD</b>	2018	2023	2028	2033	2038	2043	2048

*Fuente: (González García, 2017).*

Comparando  $VS_E$  con  $VHMD_{2018}$  y  $VHMD_{2048}$  en las calles del nudo 4.

Contreras

$$1328\text{veh/h} > 553\text{veh/h} \quad VS_E > VHMD_{2018}$$

$$1328\text{veh/h} < 2391\text{veh/h} \quad VS_E < VHMD_{2048}$$

Ayuntamiento

$$1350\text{veh/h} > 98\text{veh/h} \quad VS_E > VHMD_{2018}$$

$$1350\text{veh/h} < 424\text{veh/h} \quad VS_E < VHMD_{2048}$$

En el nudo el volumen de servicio supera el volumen horario de máxima demanda actual en ambas calles, por lo que en el presente se puede afirmar que la vía opera en dicho rango, pero al finalizar el período de análisis ya el volumen horario de máxima demanda futura en la calle Contreras, habrá excedido a sobremanera el volumen de servicio, por lo que es preciso una intervención en la misma.

Siguiendo el procedimiento anterior, a partir de los datos de las restantes vías, se ha calculado la capacidad vial, cuyo resultado se muestra en los (Anexos 4 y 5), las cuales han sido programadas en Microsoft Office Excel.

## **FASE 2: PLANIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA ZPCCH DE LA CIUDAD DE MATANZAS.**

### **Etapa 1: Análisis de la refuncionalización de las vías dentro de la ZPCCH de la ciudad de Matanzas.**

Ante los resultados del análisis del levantamiento de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas y anteriores investigaciones pertinentes se debe concluir que la estructura de tráfico presente y las condiciones en las que se encuentra la infraestructura vial como planta física es compleja, este resultado no es compatible con un centro de ciudad que de acuerdo con (González García, 2017) se producen tráficos con una gran cantidad de vehículos comerciales que penetran a la zona central, detectando vehículos de gran pesaje (15 y 20 toneladas), dificultando la funcionalidad del centro histórico. Es muy visible el aumento paulatino de peatones que se produce en la zona de estudio, en cuanto a servicios oficiales de tramitación y actividades recreativas propias de un centro histórico, generando un nivel de tráfico que a medida que se peatonalice afectará la efectividad y seguridad de estos. La presencia de estacionamientos sobre la vía pública es uno de los problemas más acentuados del centro histórico pues está obstaculizando la circulación que además en todas las vías es en un solo sentido.

#### **Paso 1. Propuestas de intervención ingeniera a la infraestructura vial.**

Las soluciones que se recomiendan son la reasignación de las rutas de transporte urbano (ómnibus locales) para que estos realicen el recorrido por las calles Contreras y Río, la primera acogiendo de acuerdo a su sentido de circulación las rutas que entran a la zona de estudio y la segunda, las rutas de transporte urbano provenientes de Milanés, y por consiguiente las que salen de la zona anteriormente mencionada; además que podría distribuirse los viajes de otros vehículos por Daoiz y Manzano lo que necesitaría facilidades adicionales e intervenciones ingenieras por ser puntos de conflicto que afectarían en gran medida a los peatones; la organización y colocación de las señales que regulan la velocidad en las vías de Milanés y Contreras es otra de las soluciones a tomar en cuenta; así como, restringir los parqueos en la vía pública que dificultan una adecuada y satisfactoria movilidad variable en el tiempo, esto obstaculiza la circulación de los vehículos tomando en cuenta que son vías de un solo sentido.

## **Etapla 2. Análisis del redimensionamiento de los parámetros de las vías.**

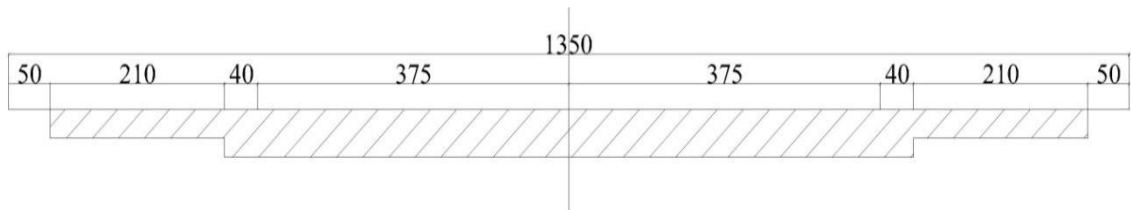
Los parámetros que más influyen en el deterioro de las vías públicas son el ancho insuficiente de los carriles, el ancho de las aceras, la mala ubicación de las redes técnicas que imposibilitan la circulación confortable de los peatones por las aceras y el radio de giro de los vehículos y peatones respectivamente.

Todos estos parámetros que inciden directamente en el la gestión de la infraestructura vial en la zona de estudio son desde el punto de vista de redimensionamiento prácticamente imposibles, solo en casos aislados, porque las edificaciones que están incluidas en el centro histórico no pueden ser por claros motivos, vistas ajenas a una reconstrucción de las vías. Lo más idóneo para un mejoramiento de la gestión de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas es otorgar a las vías nuevas funciones de circulación donde el objetivo más próximo no sería una reconstrucción de dichas vías sino la conservación y el mantenimiento de las mismas.

## **FASE 3: FASE DE CONTROL DE LA GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL.**

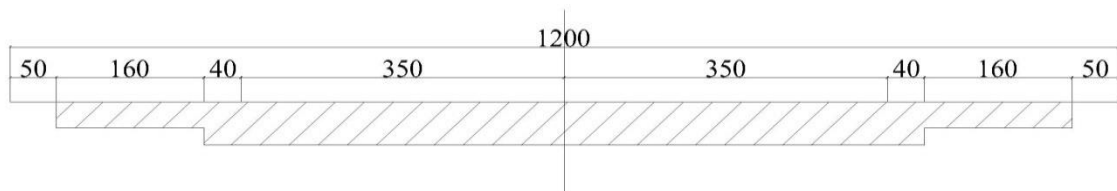
### **Etapla 1: Análisis de indicadores para el control de la gestión de la infraestructura vial.**

Para la Categoría I según la (NC 853, 2012) las secciones típicas son las siguientes:



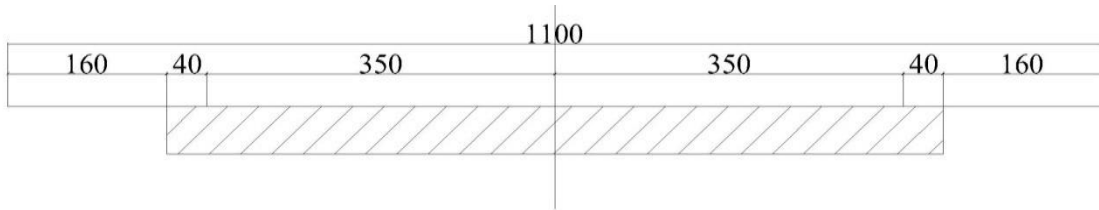
*Figura 3.5: Sección típica para terreno llano en la categoría I.*

*Fuente: (NC 853, 2012).*



*Figura 3.6: Sección típica para terreno ondulado en la categoría I.*

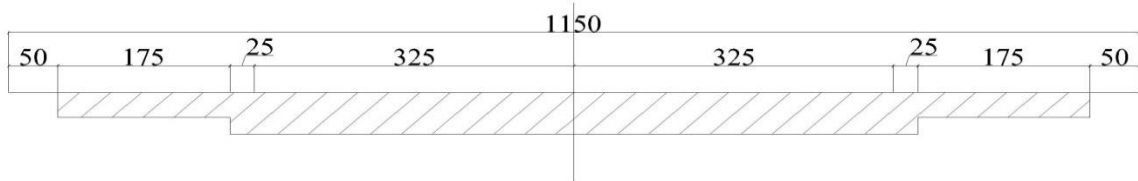
*Fuente: (NC 853, 2012).*



**Figura 3.7:** Sección típica para terreno montañoso en la categoría I.

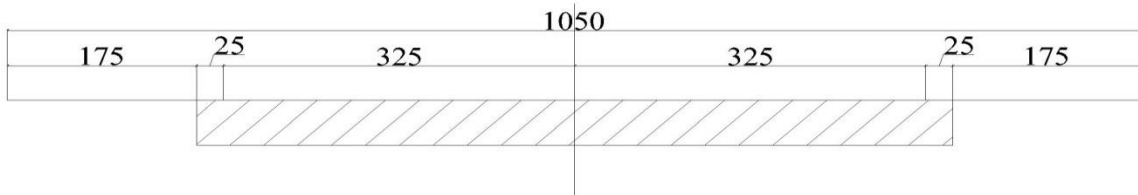
**Fuente:** (NC 853, 2012).

Para la Categoría II según la (NC 853, 2012) las secciones típicas son las siguientes:



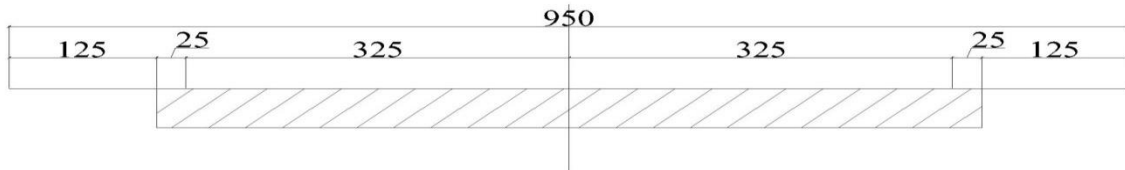
**Figura 3.8:** Sección típica para terreno llano en la categoría II.

**Fuente:** (NC 853, 2012).



**Figura 3.9:** Sección típica para terreno ondulado en la categoría II.

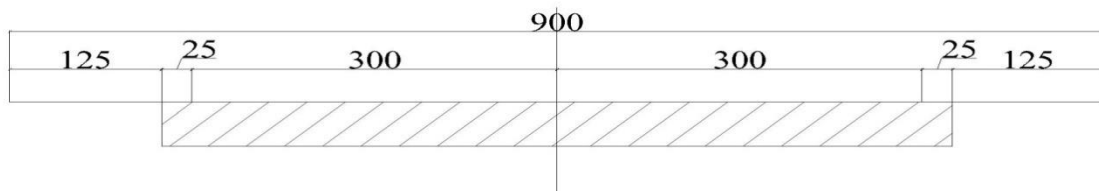
**Fuente:** (NC 853, 2012).



**Figura 3.10:** Sección típica para terreno montañoso en la categoría II.

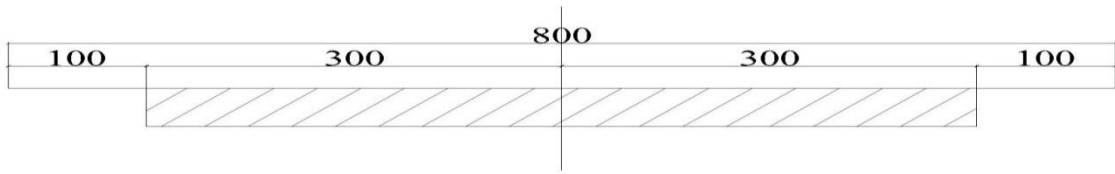
**Fuente:** (NC 853, 2012).

Para la Categoría III según la (NC 853, 2012) las secciones típicas son las siguientes:



**Figura 3.11:** Sección típica para terrenos llanos y ondulados en la categoría III.

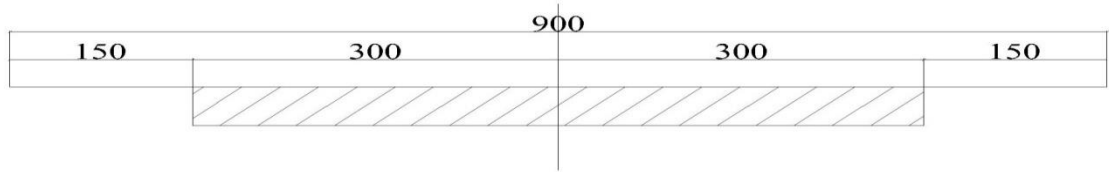
**Fuente:** (NC 853, 2012).



**Figura 3.12:** Sección típica para terreno montañoso en la categoría III.

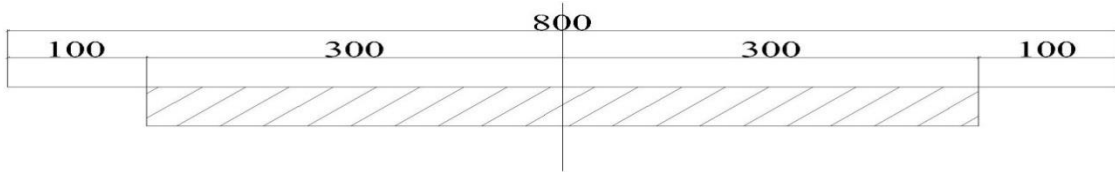
**Fuente:** (NC 853, 2012).

Para la Categoría IV según la (NC 853, 2012) las secciones típicas son las siguientes:



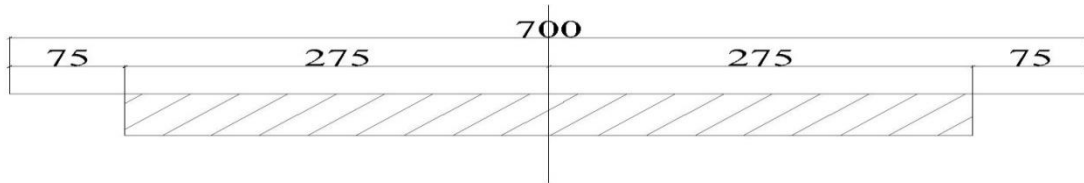
**Figura 3.13:** Sección típica para terreno llano en la categoría IV.

**Fuente:** (NC 853, 2012).



**Figura 3.14:** Sección típica para terreno ondulado en la categoría IV.

**Fuente:** (NC 853, 2012).



**Figura 3.15:** Sección típica para terreno montañoso en la categoría IV.

**Fuente:** (NC 853, 2012).

- Pendientes:

Se establecen las siguientes pendientes máximas:

**Tabla 3.8:** Pendientes máximas.

<b>Pendientes máximas (%)</b>		
Tipos de vías	Velocidad directriz (Km/h)	Pendiente máxima (%)
	100	6

Autopistas y semiautopistas	80	6 < 3000m 7 < 600m 8 < 300m
Vías multicarriles con colectoras	60	6 < 3000m 7 < 600m 8 < 300m
Vías multicarriles sin colectoras y primarias municipales	60	10
Vías locales colectoras y de acceso		8 12*

*Fuente: (Rolón, 2006).*

\* Con construcción de sendas peatonales independientes, de pendiente inferior al 8%; y que permitan el acceso de vehículos de bomberos que requieren pendientes <10% para acceder en buenas condiciones de servicio.

**Tabla 3.9: Pendientes longitudinales máximas.**

<i>Tipo de terreno</i>	<i>Pendiente Longitudinal P<sub>máx</sub> (%)</i>					
	<i>Velocidad de diseño</i>					
	30	40	50	60	80	100
<i>Llano</i>			6	5	4	3
<i>Ondulado</i>		8	7	6	5	
<i>Montañoso</i>	12	10	9	8		

*Fuente: (NC 853, 2012).*

- Badenes y elevaciones de la calzada:

Según (Rolón, 2006) consisten en elevaciones puntuales de la calzada, que animan a mantener velocidades reducidas a los conductores, si quieren evitar la incomodidad del escalón que suponen o, incluso, el daño que pueden causar en el automóvil.

Para los badenes de sección trapezoidal se recomiendan los siguientes parámetros:

Pendiente de la rampa: 4% para una velocidad de 50 Km/h; 10% para una velocidad de 30 Km/h; 14% para una velocidad de 20 km/h.

Elevación: De 75 a 100 mm

Longitud: 4-5 m

Ancho: de la calzada.



Para los badenes y almohadas de sección circular se recomienda las dimensiones de la sección siguientes:

**Tabla 3.10:** Dimensiones de badenes y almohadas de sección circular.

<b>Dimensiones de badenes y almohadas de sección circular</b>			
Velocidad de diseño (Km/h)	Cuerda d (m)	Radio r (m)	Altura h (m)
50	9,5	120	9,5
30	5	25	12,5
20	3	11	10,5

**Fuente:** (Rolón, 2006).

**Tabla 3.11:** Espacio libre lateral por vehículo (C).

<b>Ancho de la calzada (m)</b>	<b>Valor de C (m)</b>
5,50	0,45
6,00	0,60
6,50	0,75
7,00	0,90

**Fuente:** (NC 853, 2012).

En la (NC 391-2, 2013) se observan parámetros como:

- Aceras

Dentro de la acera se distinguen tres zonas ideales:

- Banda de acceso: la más próxima a los paramentos verticales.
- Banda libre o peatonal: parte central libre de obstáculos, salientes o mobiliario urbano.
- Banda externa: la más próxima a la calzada y en la cual se instalarán los elementos de iluminación, señalización vertical, mobiliario urbano y jardinería.

**Requisitos:**

Deben considerarse con una longitud, que incorpore, una banda libre o peatonal de 1400mm (mínimo), una pendiente longitudinal que no rebase el 6% y la pendiente transversal máxima es de 2%;

La banda de acceso tiene 100mm mínimo de ancho;

La banda externa podrá tener la anchura que permita la vía de la que forma parte, contando con un mínimo de 500mm. En esta banda están situados los elementos verticales de iluminación y señalización, mobiliario urbano, jardinería y arbolado;

En zonas de centros de ciudades las aceras y sendas peatonales tendrán una anchura mínima de 1800mm. De existir vidrieras a nivel de aceras en edificios públicos o estacionamientos de vehículos contra la acera y no laterales a la misma, dicha anchura se ampliará como mínimo en 500mm;

Las aceras estarán provistas de pequeñas rampas o bordes rebajados en zonas próximas a parqueos, edificios públicos y cruces de calles;

Las aceras deben estar siempre exentas de objetos, vehículos y obstáculos que dificulten el tránsito peatonal;

De ser posible, las señalizaciones se ubicarán en las paredes en franjas protegidas para evitar tropiezos con los postes u otros elementos del mobiliario urbano;

La altura de colocación de señalizaciones, anuncios de todo tipo, toldos, u otros elementos ubicados en aceras y sendas, o que se proyecten sobre estas, será no menor que 2200mm;

Se recomienda el cambio de textura en la superficie de la acera cercana a las rampas;

En cuanto a la altura de la acera en relación con la calzada y los tipos de bordillo más adecuados, es conveniente o ideal que tales no superen los 100mm de lado pudiendo utilizarse bordillos biselados. En otros casos en que la calzada y la acera no tengan diferencias de nivel, como se aconseja urbanizar en calles estrechas con aceras de menos de 1500mm de ancho pueden instalarse unos hitos verticales, generalmente de hierro llamados bolardos o bien unos bordillos discontinuos con el fin de separar la zona peatonal de la zona destinada a los vehículos.

- Escaleras y rampas exteriores

**Rampas:** Cuando en la vía pública existan escaleras o un solo escalón de más de 30mm debe de existir una rampa como alternativa para aquellas personas que no pueden utilizarlas.

La rampa tiene una pendiente máxima del 6%.

La pendiente transversal de las rampas laterales tendrá 2%.

La anchura mínima entre pasamanos será de 900mm en rampas de un solo tramo y de 1 800mm en rampas de más de un tramo.

Las barandillas de protección a ambos lados, con dos pasamanos continuos, situados a 900mm  $\pm$  20mm y 700  $\pm$  20mm respectivamente del suelo y de sección circular de 50mm como máximo.

Las rampas deben estar dotadas de un zócalo perimetral en sus laterales de 150mm de altura o una pletina metálica de 100mm, situada a 50mm del suelo que impida que una silla de ruedas pueda salirse accidentalmente.

Dispone de una banda de aviso al principio y al término, de pavimento especial señalizador de la misma anchura que la rampa, del tipo advertencia.

La iluminación es continua de 200 luxes, sin zonas oscuras ni elementos que puedan producir deslumbramientos.

Las rampas con más de un tramo deben cumplir los requisitos siguientes:

Longitud máxima de desarrollo: 30000mm

Longitud máxima del tramo: 6000mm

Pendiente máxima: 6%

Longitud del descanso: 1200mm

### **Escaleras:**

Las escaleras también deben estar dotadas con una doble barandilla a una altura de 950mm y 700mm respectivamente situada longitudinalmente al menos en uno de sus laterales, siendo conveniente su instalación en ambos lados e incluso en su parte central cuando exista un ancho superior a 200mm, debiendo prolongarse en todos los casos 300mm más sobre el comienzo y al final de los escalones aconsejándose que la altura de cada escalón no supere los 170mm y el ancho o huella no sea inferior a 290mm, debiendo ser todos iguales.

## **Etapa 2. Propuesta de intervenciones ingenieras para la conservación y el mantenimiento.**

El pavimento constituye según (Fundora Ayuso, 2014) el elemento de mayor aporte a la capacidad estructural y funcional de las carreteras y es un elemento clave en las operaciones vehiculares que se desarrollan. Constituye también el componente más importante en el patrimonio vial, al representar casi la mitad de los egresos (sumados los

de construcción y mantenimiento) que tienen lugar en carreteras y calles. (Zietlow and Bull, 2003; Marín, 2009)

Las actividades a cumplimentar serán de vialidad, de defensa de la carretera y sus zonas de influencia, de conservación y de desarrollo hasta un punto porque esta última presenta entre sus trabajos los de mejorar las características geométricas, pero por lo insuficiente de las dimensiones de la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, solo incluirá aquellos trabajos dirigidos a incrementar la capacidad de la vía (Anguix *et al.*, 2016). La Tabla 3.12 expone las actividades u operaciones posibles para cada uno de los tipos de trabajos de mantenimiento y conservación.

**Tabla 3.12:** Tipos de trabajos considerados en el sistema HDM-4.

<b>Categoría de los trabajos</b>	<b>Clases de trabajo</b>	<b>Tipos de trabajo</b>	<b>Actividades u operaciones posibles</b>
Conservación	Mantenimiento de rutina	De rutina sobre el pavimento (trabajos para deterioros menores causados por el tráfico y el medioambiente)	Bacheo, reparación del borde, sellado de grietas, reparación de paseos, reparación de carriles para el tráfico no motorizado
		Drenaje	Reparación de cunetas, limpieza de cunetas y otros elementos de drenaje, entre otros
		De rutina varios (el resto que no son modelados por el HDM)	Control de la vegetación, señalización, etcétera
	Mantenimiento periódico	Tratamiento preventivo (adición de una capa fina para mejorar la integridad de la superficie y su impermeabilización, pero no aumenta la resistencia del pavimento)	Riego en negro, rejuvenecimiento, ajuste de pasadores, sellado de juntas
		Restauración de la superficie (capa fina con similar efecto al tipo anterior y/o con el objetivo de mejorar la resistencia al deslizamiento)	Lechada asfáltica, capa de sellado, tratamiento superficial, remplazo de losa, reparación de la losa en profundidad

		Rehabilitación o refuerzo (para mejorar la integridad estructural y resistencia del pavimento)	Capa gruesa, fresado y reemplazo de la capa, refuerzo adherente o no en pavimento de concreto
		Reconstrucción	Reconstrucción parcial o total del pavimento
	Especial	Emergencias	Despejar la vía de obstrucciones accidentales

***Fuente:*** (Fundora Ayuso, 2014).

Según (Fundora Ayuso, 2014) la clase de trabajos de mantenimientos de rutina que aparecen en la Tabla 3.12 comprende actividades que pueden resultar necesarias cada años; mientras que el mantenimiento periódico abarca aquellas actividades de conservación que se planifican para ser desarrolladas en intervalos de algunos años y la especial comprende aquellas cuya frecuencia no puede estimarse con certeza.

## CONCLUSIONES

1. El análisis del estado del arte y la práctica de la gestión de la infraestructura vial en centros históricos permitió definir a este elemento del sistema vial urbano como una estructura de vital importancia para el correcto funcionamiento de las vías que representan la oferta vial ante la demanda de accesibilidad-movilidad que se refleja en la gran mayoría de las ciudades y sus centros históricos.
2. El diseño del procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas constituye un aporte significativo a la gestión de accesibilidad, movilidad y conectividad en los entornos urbanos de las ciudades patrimoniales cubanas, a partir de la correspondiente adecuación del mismo.
3. La implementación del procedimiento para la planificación y control de la infraestructura vial en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas, posibilitó la caracterización técnica y funcional de este tipo de infraestructura en la zona de estudio, la definición de parámetros técnicos y propuestas de intervenciones ingenieras para la refuncionalización y redimensionamiento de los elementos de la infraestructura vial, y la planificación de indicadores para el control de la gestión.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Universidad de Matanzas y a las entidades rectoras responsables y conectoras del desarrollo de las infraestructuras urbanas de la ciudad, continuar con los estudios que se desarrollaron en la revisión bibliográfica, ya que por lo engorroso de la realización de los estudios del tránsito en su conjunto, no se efectuaron, ni se planificaron en la presente investigación, tales como los estudios de origen y destino a través de varias entrevistas a la población en los lugares específicos que fueron nombrados como puntos críticos en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas.
2. Proponer elementos que enriquezcan la investigación, de forma tal que sea más completa e integre todos los parámetros técnicos que se involucran en la mejora de la gestión de la infraestructura vial no solo en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas y su centro histórico sino en un modelo general para el resto de las ciudades del país.
3. Realizar una presentación en la Comisión Provincial de Seguridad Vial, con el objetivo de que conozcan la situación de la infraestructura vial a partir de las experiencias y criterios obtenidos en la presente investigación, para que se fomenten las ideas de mejora para la ciudad y por ende a la solución de los problemas de la zona de estudio.
4. Completar el sistema de indicadores para el control de la gestión de la infraestructura vial a partir de los criterios de diferentes expertos y entidades rectoras afines al tema, lo que contribuirá a la mejora paulatina de la oferta vial que se necesita para recibir la demanda en ascenso en la ZPCCH de la ciudad de Matanzas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alcaldía Distrital de Barranquilla, «*Gestión de Infraestructura Vial y cierre de vías.*». 2017, [fecha de consulta: Disponible en: [atencionalciudadano@barranquilla.gov.co](mailto:atencionalciudadano@barranquilla.gov.co), [www.barranquilla.gov.co/transito/](http://www.barranquilla.gov.co/transito/)]
2. Anguix, Álvaro [et al.]. «*Gestión integral del mantenimiento y conservación de carreteras utilizando software con información cartográfica integrada.*» 2016,
3. Archivos de Proyectos del Banco Mundial. «*Ciudades en movimiento: Revisión de la estrategia de transporte urbano del banco mundial.*» 2000, 112,
4. Barceló, C and González, Y. «*Situación del agua y el saneamiento a nivel mundial*», Editorial Científico-Técnica, *Vivienda saludables. Medio Ambiente. Salud*, 2016, 168-169,
5. Bonett Peña, Palmira and Yatto Grados, Eiko Hiromi, «*Análisis de la capacidad vial y nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas en comparación con una intersección a desnivel aplicando la metodología del HCM 2010 y Softwares de Simulación.*», 2017.
6. Burga Villanueva, Cynthia Y., «*Características geométricas y condiciones espaciales de la infraestructura peatonal del Centro Histórico de la Ciudad de Cajamarca*», Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2014.
7. Cal y Mayor Reyes Spíndola, Rafael and Cárdenas Grisales, James. «*Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones.*», (Ediciones Alfaomega), 7ma. Edición, México, D.F, 2010, ISBN 970-12-1003-4.
8. Carrión, Fernando. *La gestión urbana: Estrategias, dilemas y retos.*, 2009. 23
9. Castro Perdomo, Nelson A., «*Modelo de ordenamiento de las actividades de interfaces para la gestión integrada de la ciencia, tecnología, innovación y medioambiente a nivel territorial.*», [Doctoral], Cienfuegos, Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, Ciencias Técnicas, 2015.
10. Comité Estatal de Normalización. Norma Cubana. *Vías con flujo interrumpido. Métodos de cálculo de las capacidades, volúmenes y niveles de servicio.*, Habana Vieja, 1984.



11. Comité Estatal de Normalización. *Vías con flujo interrumpido.*, Egido No. 610 e/ Gloria y Apodaca. Habana Vieja., 1985.
12. Consultoría en Tránsito y Transporte. «*Plan de movilidad Palmira. Informe de estudios de campo.*» 2013, 155,
13. Duranton, Gilles and Guerra, Erick. «*Urban accessibility: Balancing land use and transportation.*» 2016, 53,
14. Finnish Transport Agency. «*Road Traffic Management Strategy.*» Finnish Transport Agency Helsinki 2010, 2010, 20, ISSN 1798-8268, ISBN 978-952-255-549-6.
15. Fundora Ayuso, Gonzalo. «*Conservación de carreteras.*», Ing. Carmen T. Navarro Ponce, La Habana, 2014, ISBN 978-959-07-1623-2, 13.
16. Gaitán Miranda, Nerys, «*Movilidad urbana: La clave para la recuperación del Centro Histórico de Panamá.*». 2017, [fecha de consulta: Disponible en: <http://plandelcentro.com/>, <http://blogs.iadb.org/ciudadessostenibles/2017/04/05/centro-historico-de-panama/>,
17. González Biffis, Alejandra. «*Los centros históricos latinoamericanos: Estrategias de intervención, renovación y gestión. Periodo: 1980–2010.*» 2012, 13,
18. González García, Chabely, «*Procedimiento para la planificación y control de flujos vehiculares en la Zona Priorizada para la Conservación del Centro Histórico de la ciudad de Matanzas.*», [Trabajo de Diploma en Ingeniería Civil], Matanzas, Cuba, Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Departamento de Construcciones, 2017.
19. Instituto de Cemento Portland Argentino. «*Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón.*» Construcciones, 2009, 72,
20. Litman, Todd and Victoria Transport Policy Institute. «*Evaluating accessibility for transportation planning. Measuring people’s ability to reach desired goods and activities.*» 2015,
21. Litman, Todd and Victoria Transport Policy Institute. «*Measuring Transportation. Traffic, Mobility and Accessibility.*» 2011, 17,
22. López, Pablo, «*Hacia un nuevo modelo de gestión urbana en América Latina.*». 2017, [fecha de consulta: Disponible en:

23. Machaca Ninacansaya, Arnold R., «*Análisis y diseño de un sistema de control de tráfico vehicular utilizando semáforos inteligentes con tecnología Arduino.*», Universidad Nacional del Altiplano Puno, Facultad de ingeniería mecánica eléctrica, electrónica y sistemas, 2016.
24. *Manual del sistema integrado de gestión.*, 2016.
25. Marín, F., «*Fuentes para el financiamiento de la vialidad en Cuba.*», [Tesis de Maestría en Ingeniería Civil], La Habana, CUJAE, Facultad de Ingeniería Civil, 2009.
26. Martínez Escobedo, Nobel F., «*Procedimiento para el diagnóstico de la infraestructura vial en la Zona Priorizada para la Conservación del Centro Histórico de la ciudad de Matanzas.*», [Trabajo de Diploma en Ingeniería Civil], Matanzas, Universidad de Matanzas, Departamento de Construcciones, 2017.
27. Ministerio de Justicia. «*Ley No. 109/10*» Gaceta Oficial de la República de Cuba, 2010, 40, 49, 1682-7511.
28. Ministerio de Obras Públicas de Chile. «*Infraestructura vial urbana e interurbana.*» 2015, 42,
29. Ministerio de Transporte. «*Metodología para la elaboración de planes viales municipales.*», 2014, ISBN 978-958-98682-5-6.
30. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. «*Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras*», Perú, 2016.
31. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. «*Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial*» El Peruano, 2006a, 12,
32. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. «*Modelo del sistema de gestión de infraestructura vial de provias nacional.*» 2006b, 28,
33. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. «*Manual de vialidad urbana. Recomendaciones para el diseño de elementos de infraestructura vial urbana.*» 2009, 331,
34. Mutal, Sylvio. «*Ciudades y centros históricos de América Latina y el Caribe. Algunas consideraciones: El futuro de las ciudades históricas.*» 2003, 33,
35. Oficina del Conservador de la Ciudad de Matanzas. «*Propuesta para transformar la Plaza de la Vigía en un área peatonal.*» La Nueva Aurora, 2016,

36. Oficina Nacional de Normalización (NC). 1. *Carreteras rurales. Categorización técnica y características geométricas del trazado directo.*, Calle E No. 261 El Vedado, La Habana. Cuba, 2012.
37. Oficina Nacional de Normalización (NC). 1. *Carreteras -pavimentos flexibles- Método de cálculo.* , Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana, 2004.
38. Oficina Nacional de Normalización (NC). *Accesibilidad y utilización del entorno construido por las personas. Parte 2: Urbanismo.*, Calle E No. 261 El Vedado, La Habana. Cuba, 2013.
39. Oficina Nacional de Normalización (NC). *Edificaciones. Requisitos de diseño del sistema de drenaje pluvial urbano.*, Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Cuba, 2010.
40. Oficina Nacional de Normalización (NC). *Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones.*, Calle E No. 261 El Vedado, La Habana. Cuba, 2012.
41. Oficina Nacional de Normalización (NC). *Accesibilidad y utilización del entorno construido por las personas. Parte 1: Elementos generales.*, Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Cuba, 2010.
42. Oficina Nacional de Normalización (NC). *Infraestructura social urbana - Servicios en zonas para el desarrollo del hábitat - Equipamiento, parámetros e indicadores.*, Calle E No. 261 El Vedado, La Habana. Cuba., 2014.
43. Ramírez, Leonardo and Sánchez, Jeisson. «*Elementos para el modelamiento de Tráfico Vehicular en América Latina*» 2014, 8,
44. Ramírez Díaz, Joel, «*Texto de Diseño Geométrico de Carreteras en Formato Digital*», [Trabajo de Diploma], La Habana, CUJAE, Facultad de Ingeniería Civil, 2006.
45. Rodríguez Marcano, Yamira, «*Las luces de La Habana*». 2007, [fecha de consulta: Disponible en: <http://www.habanaradio.cu/singlefile/>]
46. Rolón, Rocío, «*Diseño geométrico de vías urbanas.*», Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, 2006.
47. Sahady Villanueva, Antonio and Gallardo Gastelo, Felipe. «*Centros Históricos: El auténtico ADN de las ciudades.*» Revista INVI, 2009, 19 (51), 0718-8358.

48. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. «*Manual de señalización vial y dispositivos de seguridad 2014.*», Sexta, 2014, ISBN 987-607-95879-2-5.
49. Secretaría de Desarrollo Social. «*Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito*» Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas., 2010, VII, 231,
50. Secretaria de Seguridad Pública. «*Indicadores de gestión para evaluar el desempeño de los cuerpos de seguridad pública.*» 2017, 2,
51. Tsiotas, Dimitrios K. [et al.]. «*Accessibility assessment of urban mobility: The case of Volos, Greece.*» 2017, 499, j.trpro.2017.05.089.
52. Valdez Mariscal, Carlos. «*Proyecto de vialidad y transporte urbano para ciudades medias*» 2000,
53. Valenzuela Freraut, Eduardo. "Diseño Vial Urbano". 2005) [fecha de consulta: Disponible en:
54. Vásquez, Franklin, «*Importancia de la infraestructura vial.*». El Dinero, 2015, [fecha de consulta: Disponible en: <http://eldinero.com.do/importancia-de-la-infraestructura-vial/>
55. Vassallo Magro, José M. and Izquierdo de Bartolomé, Rafael. «*Infraestructura Pública y Participación Privada Conceptos y experiencias en América y España*», 2010, ISBN 978-980-6810-47-1.
56. Velásquez, Carmen V. «*Espacio público y movilidad urbana. Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM).*» 2015, 101,
57. Velásquez M., Carmen V., «*Espacio público y movilidad urbana.*», 2015.
58. Vergara Durán, Ricardo Adrián. «*Centros Históricos: El patrimonio como herramienta del desarrollo social.*» 2009, 11, 1794-8886.
59. Victoria Transport Policy Institute. «*Evaluating Accessibility for Transportation Planning Measuring People's Ability to Reach Desired Goods and Activities.*» 2015,
60. Zietlow, G. and Bull, A. "Los fondos de conservación vial en América Latina.". En: *Primer Congreso Regional de Fondos Viales* 2003).

## ANEXOS

*Anexo 1: Modelo de campo y gabinete para la determinación de la oferta vial.*

Calle	Cuadra		Longitud (m)	Corona (m)	Calzada (m)	Acera izquierda (m)	Acera derecha (m)	Radio de giro (m)	Cuneta		Dispositivos de control	Redes técnicas					
	Entre calle 1	Entre calle 2							Pendiente transversal %	Pendiente Longitudinal %		Alumbrado público (m)	Transmisión eléctrica (m)	Transmisión telefónica (m)	Alcantarillado transversal (m)	Alcantarillado longitudinal(m)	
																	Dren. pluvial
Manzano	Pavia	Ayllón	40	8,2	5	1,1	1,1	1,1	0,5				no/60	0/35;60	0/60	3/ no	30
	Ayllón	Magdalena	40	8,8	5	1,1	1,1	1,7	0,5						2;22;60/no		
	Magdalena	Callejón de Madan	80	8,4	5	1,2	1,2	1,2	0,5	no/0		no/0; 30	55/0;30;65	15;55;63;8 0/0;30;65	2/ 1	70/80	
	Callejón de Madan	Callejón del Ángel	90	8,4	5	1,2	1,2	1,2	0,5	no/71		no/0; 41	33;71/0;41	15;33;71/4 1			
	Callejón del Ángel	Matanzas	15	9,2	5	2	1,2	1,4	0,5	no/18		no/0; 18	no/18	no/0			
	Matanzas	Jovellanos	115	8,4	5	1,2	1,2	1,2	0,5	6/no		no/41; 96	0/3;41;66	16;31;46;6 0;81;96/41			

*Fuente: Elaboración propia.*

**Observación:** Se delimita en el llenado del modelo *izquierda/derecha*. La izquierda representa los elementos que se encuentran en la acera o con respecto a la fachada izquierda y la derecha lo representativo a ese lado.

*Anexo 2: Modelo de campo para la determinación de la demanda.*

<i>Vehículos/ Movimientos direccionales</i>	<i>Recto</i>	<i>Izquierda</i>	<i>Recto</i>	<i>Derecha</i>
<i>Autos</i>				
<i>Camiones</i>				
<i>Ómnibus</i>				
<i>Motos</i>				
<i>Rastras</i>				
<i>Ciclos</i>				

<i>Observaciones</i>	
Estado del tiempo	
Espacio ocupado por depósitos de basura o escombros	
Estado de pavimento	
Inundaciones	
Interferencia en la zona del nudo (Caravanas, regulaciones operativas )	

*Fuente: (González García, 2017).*

*Anexo 3: Modelo de gabinete para la determinación de la demanda.*

<i>Hora/Veh.</i>	<i>Recto Contreras</i>					<i>Derecha desde Contreras hacia Ayuntamiento</i>					<i>Recto Ayuntamiento</i>					<i>Izquierda desde Ayuntamiento hacia Contreras</i>										
	<i>Autos</i>	<i>Camiones</i>	<i>Ómnibus</i>	<i>Motos</i>	<i>Rastras</i>	<i>Ciclos</i>	<i>Autos</i>	<i>Camiones</i>	<i>Ómnibus</i>	<i>Motos</i>	<i>Rastras</i>	<i>Ciclos</i>	<i>Autos</i>	<i>Camiones</i>	<i>Ómnibus</i>	<i>Motos</i>	<i>Rastras</i>	<i>Ciclos</i>	<i>Autos</i>	<i>Camiones</i>	<i>Ómnibus</i>	<i>Motos</i>	<i>Rastras</i>	<i>Ciclos</i>		
7:00/ 7:30						8	0	3	2	0	1															
7:30/ 8:00						6	2	5	6	0	2															
8:00/ 8:30						9	0	0	3	0	0															
8:30/ 9:00						9	1	0	9	0	1															
9:00/ 9:30						6	0	0	3	0	1															
9:30/ 10:00						7	1	3	3	0	0															
<b>Total</b>						<b>45</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>5</b>															
<b>%</b>						<b>49</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>6</b>															

*Fuente: (González García, 2017).*

**Anexo 4: Volúmenes Horarios de Máxima Demanda futuros.**

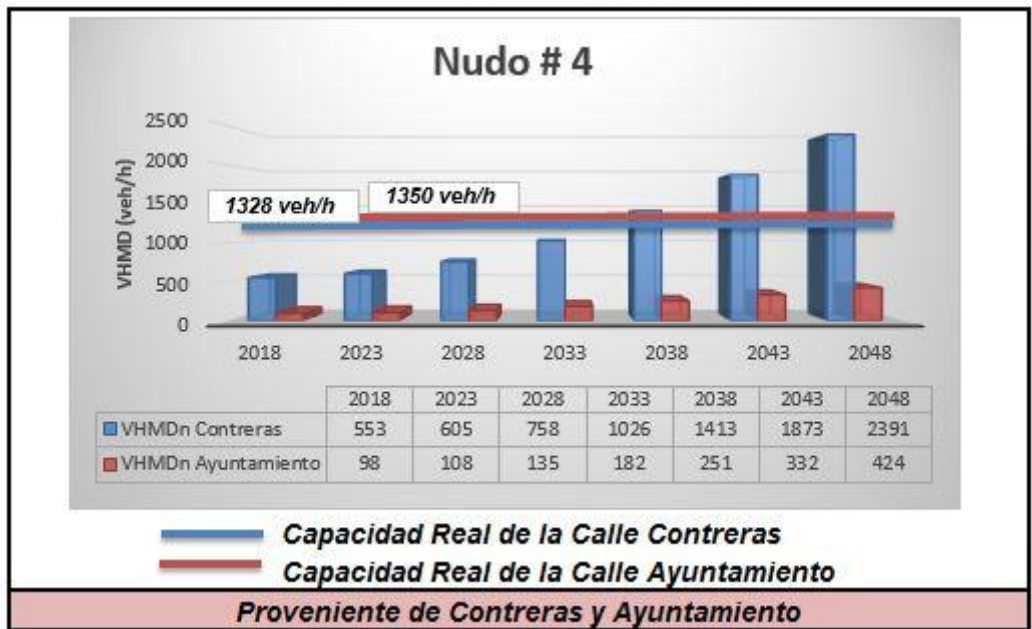
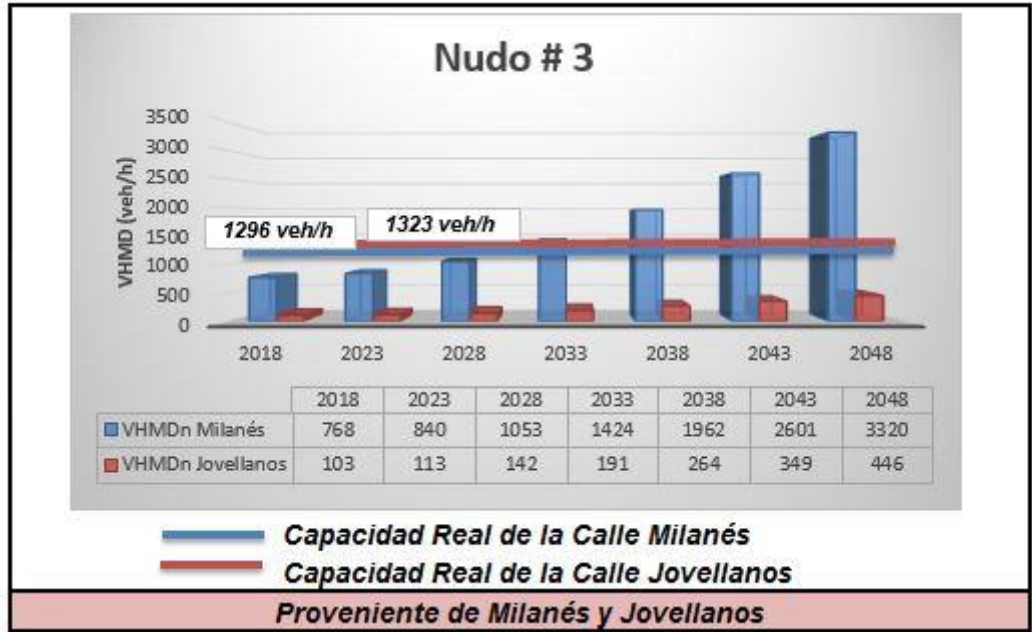
<b>Nudo</b>	<b>Calle</b>	<b>VHMD<sub>0</sub></b>	<b>2023</b>	<b>2028</b>	<b>2033</b>	<b>2038</b>	<b>2043</b>	<b>2048</b>
1	Río	240	263	329	445	613	813	1038
2	Matanzas	68	75	94	127	174	231	294
	Contreras	603	660	827	1118	1541	2042	2607
3	Milanés	768	840	1053	1424	1962	2601	3320
	Jovellanos	103	113	142	191	264	349	446
4	Contreras	553	605	758	1026	1413	1873	2391
	Ayuntamiento	98	108	135	182	251	332	424
5	Contreras	563	616	772	1044	1438	1907	2434
	Santa Teresa	73	80	101	136	187	248	316
6	Milanés	808	884	1107	1499	2064	2736	3493
	Ayuntamiento	58	64	80	108	149	197	251
7	Milanés	786	860	1077	1458	2008	2662	3398
	Santa Teresa	161	176	221	299	412	546	696
8	Milanés	701	767	961	1300	1791	2374	3030
	Dos de Mayo	362	396	496	672	925	1226	1565
9	Río	261	286	358	484	667	884	1129
	Dos de Mayo	441	483	605	818	1127	1494	1907
10	Contreras	569	622	780	1055	1454	1927	2460
	América	98	108	135	182	251	332	424

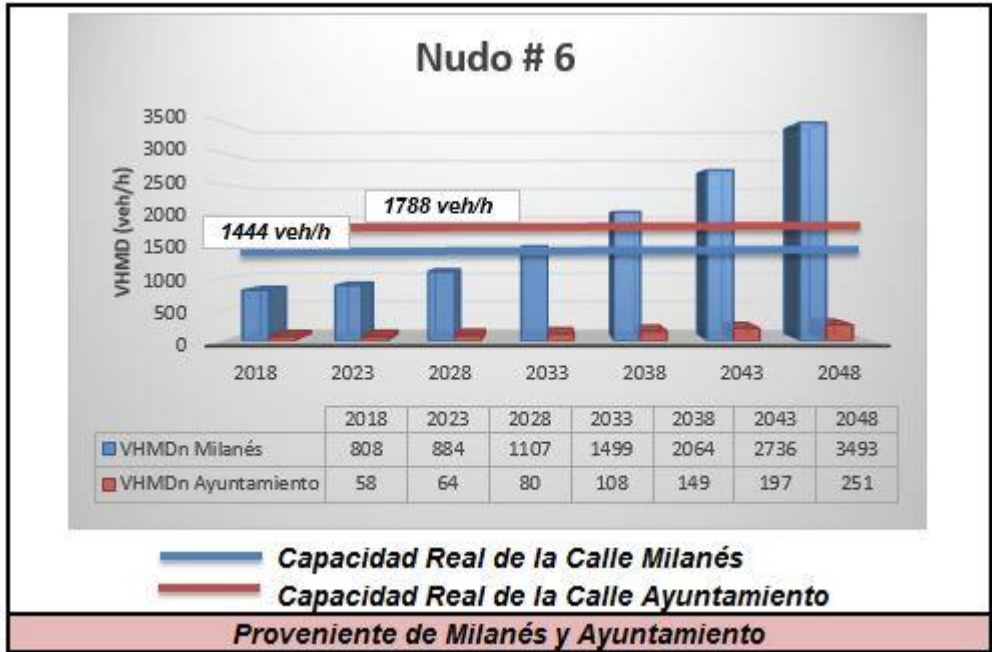
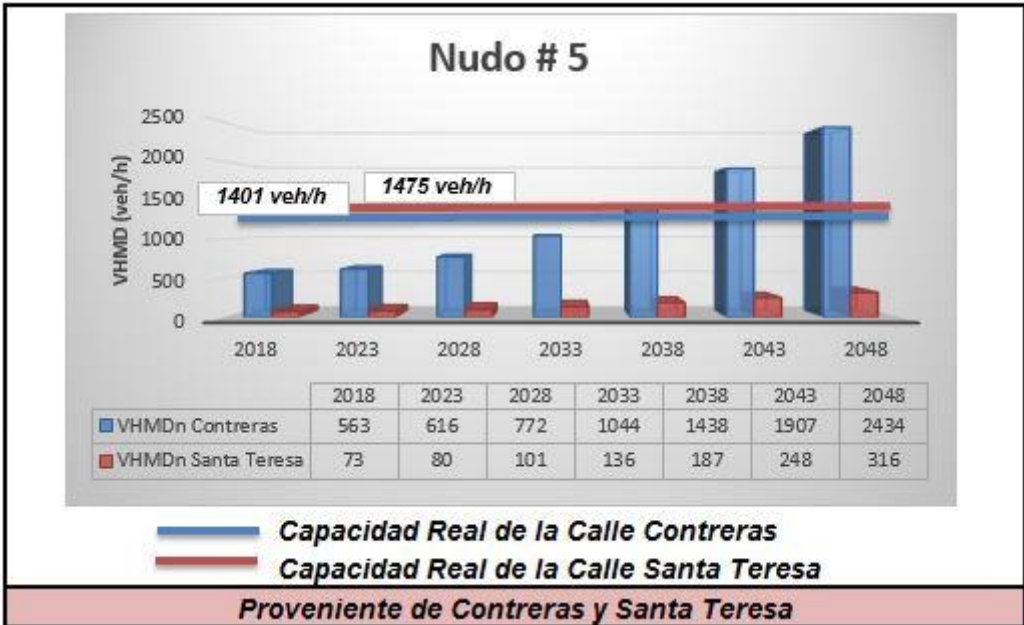
**Fuente:** *Elaboración propia con datos de (González García, 2017).*

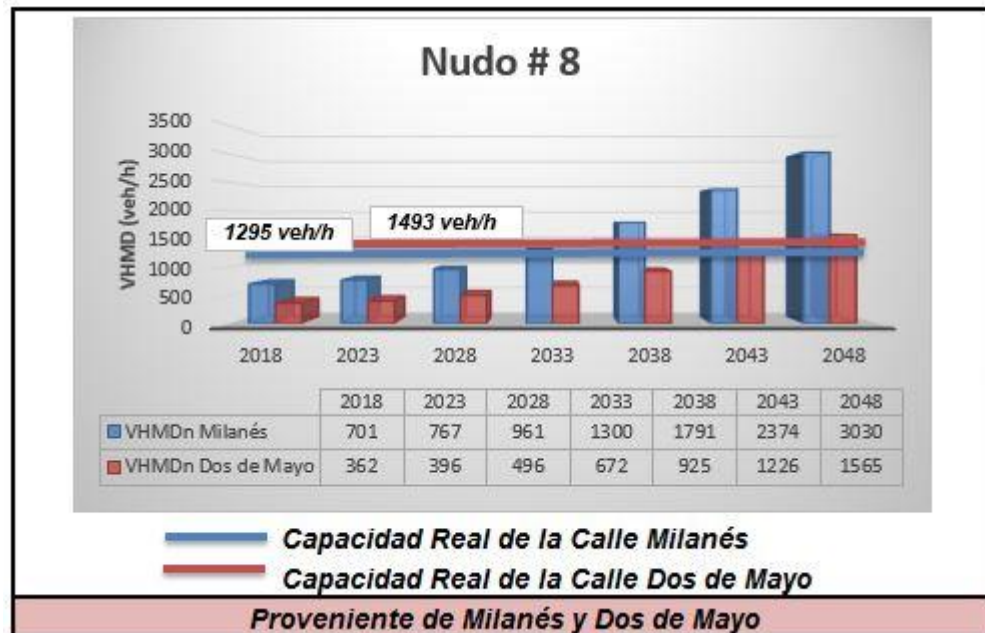
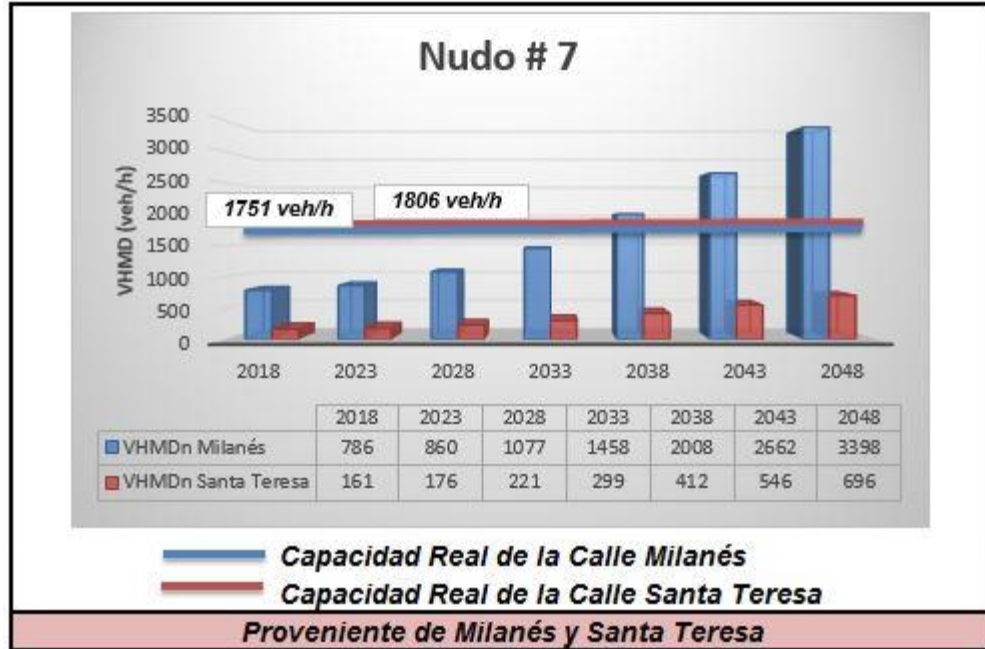


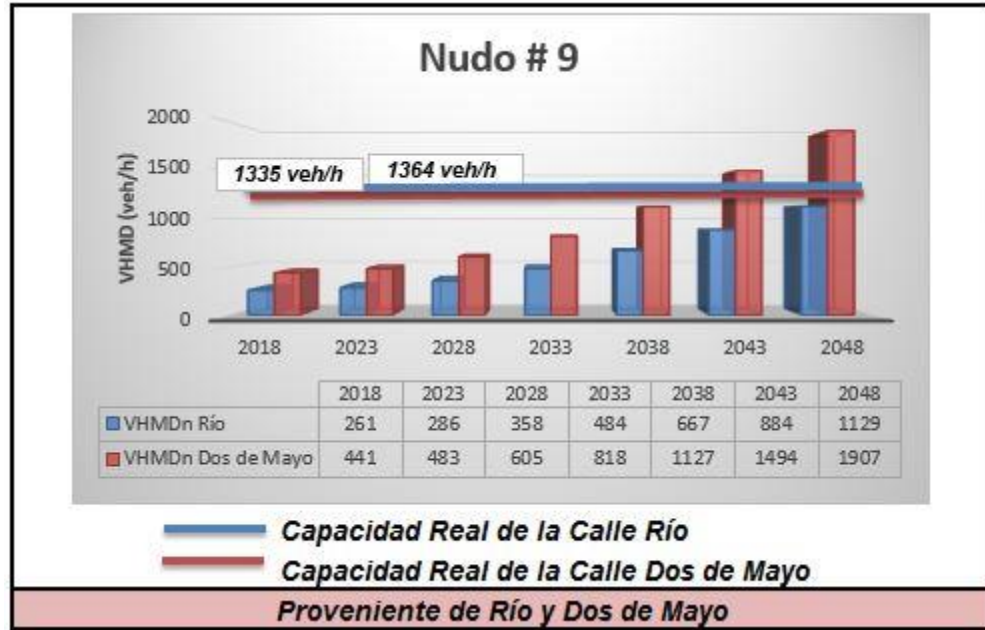
Anexo 5: Capacidad vial por cada una de las estaciones de la investigación.











*Fuente: Elaboración propia.*

**Anexo 6: Volúmenes de Servicio determinados según la (NC 53-148, 1985) para vías con flujos interrumpidos.**

<b>VOLUMEN DE SERVICIO</b>									
<b>Estación: Contreras y Callejón de Madam</b>									
<b>Año</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>	<b>F<sub>6</sub></b>	<b>V/C</b>	<b>VS (veh/h)</b>	<b>Z (veh/h)</b>
<b>2017</b>	1,03	1,00	1,01	1,00	1,05	0,99	1,00	<b>1189</b>	<b>1100,00</b>
<b>2020</b>	1,03	1,00	1,01	1,00	1,05	0,99	1,00	<b>1192</b>	<b>1100,00</b>
<b>2025</b>	1,04	1,00	1,01	1,00	1,05	0,99	1,00	<b>1198</b>	<b>1100,00</b>
<b>2030</b>	1,04	1,00	1,01	1,00	1,05	0,99	1,00	<b>1204</b>	<b>1100,00</b>

<b>VOLUMEN DE SERVICIO</b>									
<b>Estación: Contreras y Ayuntamiento</b>									
<b>Año</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>	<b>F<sub>6</sub></b>	<b>V/C</b>	<b>VS (veh/h)</b>	<b>Z</b>
<b>2017</b>	1,01	1,00	0,97	1,04	1,00	0,97	1,00	<b>1032</b>	1050,00
<b>2020</b>	1,01	1,00	0,97	1,04	1,00	0,97	1,00	<b>1033</b>	1050,00
<b>2025</b>	1,01	1,00	0,97	1,04	1,00	0,97	1,00	<b>1037</b>	1050,00
<b>2030</b>	1,01	1,00	0,97	1,04	1,00	0,97	1,00	<b>1040</b>	1050,00

<b>VOLUMEN DE SERVICIO</b>									
<b>Estación: Contreras y 2 de Mayo</b>									
<b>Año</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>	<b>F<sub>6</sub></b>	<b>V/C</b>	<b>VS (veh/h)</b>	<b>Z</b>
<b>2017</b>	1,08	1,00	1,01	0,9	1	1,00	1,00	<b>1030,25</b>	1050,00
<b>2020</b>	1,08	1,00	1,01	0,9	1	1,00	1,00	<b>1033,04</b>	1050,00
<b>2025</b>	1,09	1,00	1,01	0,9	1	1,00	1,00	<b>1037,93</b>	1050,00
<b>2030</b>	1,09	1,00	1,01	0,9	1	1,00	1,00	<b>1043,15</b>	1050,00

**VOLUMEN DE SERVICIO****Estación:** milanes y dos de mayo

<b>Año</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>	<b>F<sub>6</sub></b>	<b>V/C</b>	<b>VS (veh/h)</b>	<b>Z</b>
<b>2017</b>	1,03	1,00	1,02	1,01	1,00	0,91	1,00	<b>1063,67</b>	1100,00
<b>2020</b>	1,03	1,00	1,02	1,01	1,00	0,91	1,00	<b>1066,69</b>	1100,00
<b>2025</b>	1,04	1,00	1,02	1,01	1,00	0,91	1,00	<b>1071,99</b>	1100,00
<b>2030</b>	1,04	1,00	1,02	1,01	1,00	0,91	1,00	<b>1077,63</b>	1100,00

**VOLUMEN DE SERVICIO****Estación:** milanes y Sta teresa

<b>Año</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>	<b>F<sub>6</sub></b>	<b>V/C</b>	<b>VS (veh/h)</b>	<b>Z</b>
<b>2017</b>	1,08	1,00	0,97	1,013	1	0,99	1,00	<b>1155,05</b>	1100,00
<b>2020</b>	1,08	1,00	0,97	1,013	1	0,99	1,00	<b>1158,17</b>	1100,00
<b>2025</b>	1,09	1,00	0,97	1,013	1	0,99	1,00	<b>1163,66</b>	1100,00
<b>2030</b>	1,09	1,00	0,97	1,013	1	0,99	1,00	<b>1169,51</b>	1100,00

**VOLUMEN DE SERVICIO****Estación:** Milanés y Jovellanos

<b>Año</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>	<b>F<sub>6</sub></b>	<b>V/C</b>	<b>VS (veh/h)</b>	<b>Z</b>
<b>2017</b>	1,08	1,00	1,01	1,02	1,00	0,89	1,00	<b>1088,67</b>	1100,00
<b>2020</b>	1,08	1,00	1,01	1,02	1,00	0,89	1,00	<b>1091,61</b>	1100,00
<b>2025</b>	1,09	1,00	1,01	1,02	1,00	0,89	1,00	<b>1096,78</b>	1100,00
<b>2030</b>	1,09	1,00	1,01	1,02	1,00	0,89	1,00	<b>1102,29</b>	1100,00

**VOLUMEN DE SERVICIO****Estación:** Río y Dos de Mayo

<b>Año</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>	<b>F<sub>6</sub></b>	<b>V/C</b>	<b>VS (veh/h)</b>	<b>Z</b>
<b>2017</b>	0,92	1,00	0,9893	0,9	1	1,00	1,00	<b>842,74</b>	1025,00
<b>2020</b>	0,93	1,00	0,9893	0,9	1	1,00	1,00	<b>845,41</b>	1025,00
<b>2025</b>	0,93	1,00	0,9893	0,9	1	1,00	1,00	<b>850,08</b>	1025,00
<b>2030</b>	0,94	1,00	0,9893	0,9	1	1,00	1,00	<b>855,07</b>	1025,00

**VOLUMEN DE SERVICIO****Estación:** Río y Magdalena

<b>Año</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>	<b>F<sub>6</sub></b>	<b>V/C</b>	<b>VS (veh/h)</b>	<b>Z</b>
<b>2017</b>	1,08	1,00	0,98	0,90	0,90	1,35	1,00	<b>1216,92</b>	1050,00
<b>2020</b>	1,09	1,00	0,98	0,90	0,90	1,35	1,00	<b>1220,19</b>	1050,00
<b>2025</b>	1,09	1,00	0,98	0,90	0,90	1,35	1,00	<b>1225,94</b>	1050,00
<b>2030</b>	1,10	1,00	0,98	0,90	0,90	1,35	1,00	<b>1232,07</b>	1050,00

**VOLUMEN DE SERVICIO****Estación:** Dos de Mayo y Contreras

<b>Año</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>	<b>F<sub>6</sub></b>	<b>V/C</b>	<b>VS (veh/h)</b>	<b>Z</b>
<b>2017</b>	0,44	1,00	1,01	0,966	1	1,17	1,00	<b>522,12</b>	1050,00
<b>2020</b>	0,48	1,00	1,01	0,966	1	1,17	1,00	<b>577,73</b>	1050,00
<b>2025</b>	0,56	1,00	1,01	0,966	1	1,17	1,00	<b>675,31</b>	1050,00
<b>2030</b>	0,65	1,00	1,01	0,966	1	1,17	1,00	<b>779,37</b>	1050,00



<b>VOLUMEN DE SERVICIO</b>									
<b>Estación:</b> <u>Dos de Mayo y Milanés</u>									
<b>Año</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>	<b>F<sub>6</sub></b>	<b>V/C</b>	<b>VS (veh/h)</b>	<b>Z</b>
<b>2017</b>	0,44	1,00	0,976	0,90	1,00	1,00	1,00	<b>429,30</b>	1100,00
<b>2020</b>	0,49	1,00	0,976	0,90	1,00	1,00	1,00	<b>475,03</b>	1100,00
<b>2025</b>	0,57	1,00	0,976	0,90	1,00	1,00	1,00	<b>555,26</b>	1100,00
<b>2030</b>	0,66	1,00	0,976	0,90	1,00	1,00	1,00	<b>640,83</b>	1100,00

<b>VOLUMEN DE SERVICIO</b>									
<b>Estación:</b> <u>Dos de Mayo y Río</u>									
<b>Año</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>	<b>F<sub>6</sub></b>	<b>V/C</b>	<b>VS (veh/h)</b>	<b>Z</b>
<b>2017</b>	1,09	1,00	1,01	0,9	1	1,35	1,00	<b>1365,27</b>	1025,00
<b>2020</b>	1,09	1,00	1,01	0,9	1	1,35	1,00	<b>1368,95</b>	1025,00
<b>2025</b>	1,09	1,00	1,01	0,9	1	1,35	1,00	<b>1375,39</b>	1025,00
<b>2030</b>	1,10	1,00	1,01	0,9	1	1,35	1,00	<b>1382,27</b>	1025,00

**Fuente:** (Martínez Escobedo, 2017).

