



*Facultad de Ciencias Empresariales
Departamento Industrial*

CONTRIBUCIÓN AL ANÁLISIS INTEGRAL DE ACCESIBILIDAD Y MOVILIDAD EN EL CENTRO HISTÓRICO

Trabajo de Diploma en Ingeniería Industrial

Autor: Mariam Martin Cañizares

Tutores: Dr.C. Ing. Orlando Santos Pérez

Matanzas, 2021

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yo, Mariam Martin Cañizares, declaro ser el único autor del presente Trabajo de Diploma, y autorizo a la Universidad de Matanzas, Sede “Camilo Cienfuegos”, a hacer uso del mismo con la finalidad que estimen pertinente, orientada a fines pedagógicos e investigativos.

Y para que así conste, firmo el presente a los _____ días del mes de _____ de 2021.

Mariam Martin Cañizares

Autor

NOTA DE ACEPTACIÓN

Miembro del tribunal

Miembro del tribunal

Presidente del tribunal

AGRADECIMIENTOS

Agradecer en primer lugar a mi tutor **Dr.C. Ing. Orlando Santos Pérez** por aceptar ayudarme en la culminación de mi proceso universitario, por brindarme sus conocimientos. Por tenerme paciencia y ayudarme tanto, por su dedicación y su exigencia. A mis amigas Leidys Martínez, Claudia Jiménez, Mónica Martínez y Ailec Miguel por estar junto a mí en todos los momentos ya sean buenos o malos brindándome su cariño y sus consejos.

A toda mi familia que han estado pendiente de mí en estos 5 años, en especial a mi bisabuela Kika, a mi abuela China y a mi tía Miriam por estar siempre apoyándome espiritualmente en todos mis exámenes.

A mi papá por haber estado a mi lado en cada tarea a pesar de no conocer nada del tema y estudiar junto conmigo. Por regañarme cada vez q hacia algo mal y enseñarme a hacerlo bien.

A mi sobrina por ser la luz de mis ojos y sacarme una sonrisa en los momentos más difíciles, por decirme tantas veces tía en el día y no cansarse.

A mi mamá, hermana y a Yoandy por estar siempre que los necesité.

A mi vecino Iván Daniel por haberme ayudado tanto con mis problemas computacionales y haberme ayudado en la traducción de libros para la realización de esta tesis.

A todas aquellas personas q de alguna manera u otra me ayudaron en la confección de este trabajo.

RESUMEN

La gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos constituye una prioridad en la formulación actual de políticas públicas, dada la importancia del subsistema vial en el desarrollo de la actividad económica y social. La misma presenta deficiencias en la toma de decisiones a nivel gubernamental, dada la escasez y poca calidad de la información inherente al funcionamiento del subsistema vial. La presente investigación se propone como objetivo general desarrollar un procedimiento para el análisis integral de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos. Se emplean métodos de nivel teórico como el analítico-sintético, el histórico-lógico, el inductivo-deductivo y la modelación; y métodos de nivel empírico como la revisión bibliográfica, la observación participativa, directa e interna, la entrevista, la encuesta, el estudio de fuentes documentales, y el criterio de expertos, apoyados por herramientas informáticas como Excel y EndNote X7. Entre los principales resultados se encuentra la descripción de los métodos de diagnóstico y procesamiento de información en estudios de Ingeniería de Tránsito, que conforman una caja de herramientas para el análisis integral de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos. Esto contribuye a elevar la calidad en la información de entrada de la toma de decisiones a nivel gubernamental respecto a la aprobación de inversiones en el subsistema vial urbano.

Palabras claves: accesibilidad, movilidad, análisis integral, toma de decisiones.

ABSTRACT

The management of accessibility and mobility in Cuban historical centers constitutes a priority in the current formulation of public policies, given the importance of the road subsystem in the development of economic and social activity. It presents deficiencies in decision-making at the government level, given the scarcity and poor quality of the information inherent to the operation of the road subsystem. The present research aims to develop a procedure for the comprehensive analysis of accessibility and mobility in Cuban historical centers. Theoretical level methods such as analytical-synthetic, historical-logical, inductive-deductive and modeling are used; and empirical-level methods such as bibliographic review, participatory, direct and internal observation, interview, survey, study of documentary sources, and expert judgment, supported by computer tools such as Excel and EndNote X7. Among the main results is the description of the diagnostic and information processing methods in Traffic Engineering studies, which make up a toolbox for the comprehensive analysis of accessibility and mobility in Cuban historical centers. This contributes to raising the quality of input information for government decision-making regarding the approval of investments in the urban road subsystem.

Keywords: accessibility, mobility, comprehensive analysis, decision making.

ÍNDICE

Introducción	1
Capítulo I. estado del arte y la práctica en el análisis integral de accesibilidad y movilidad en centros históricos	7
1.1. La gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos.....	7
1.2. La gestión de accesibilidad y movilidad con enfoque estratégico y de procesos.....	11
1.3. Parámetros característicos de los componentes del subsistema vial	14
1.5. Métodos de diagnóstico	17
1.5.1. Caracterización de métodos de diagnóstico	17
1.5.2. Métodos de procesamiento de información	19
1.5.2.1. Caracterización de métodos de procesamiento de información	20
Conclusiones parciales	22
Capítulo II. Descripción del procedimiento para la propuesta de mejoras al subsistema vial	23
2.1. Procedimiento para la propuesta de mejoras al subsistema vial.....	23
2.2. Caracterización de métodos de diagnóstico.....	25
2.2.1. Flujos vehiculares.....	25
2.2.2. Flujos peatonales	26
2.2.3. Infraestructura vial	28
2.2.4. Infraestructura peatonal	29
2.2.5. Dispositivos de control	30
2.3. Métodos de procesamiento de información proveniente del diagnóstico.....	33
2.3.1. Flujos vehiculares	33
2.3.2. Flujos peatonales:	35
2.3.3. Infraestructura vial	36
2.3.4. Infraestructura peatonal	43
2.3.5. Dispositivos de control	47
2.3.6. Estacionamientos	48
Conclusiones	55
Recomendaciones.....	55
Bibliografía.....	56
Anexos.....	56

INTRODUCCIÓN

La realidad urbana ha tenido un aumento considerable en los últimos años de la población por tanto se dificulta la articulación en los espacios urbanos, lo que provoca que las poblaciones más desfavorecidas encuentren cada vez más problemas para acceder a los servicios básicos. Esto convierte el tema de la accesibilidad y movilidad como el principal problema a resolver en diversas regiones (Benevenuto, 2020; Chia, 2020; Leo, 2017; Monzón de Cáceres, 2015; Rabbi Ashik, 2016), en áreas de marcada centralidad dentro de las ciudades como son los centros históricos.

Garantizar el bienestar social de la población urbana constituye un deber del gobierno, a partir de la aplicación de preceptos de la gestión pública. Esta práctica incluye la articulación de un conjunto de procesos dirigidos a hacer producir, funcionar y mantener la ciudad, a partir de la satisfacción de las necesidades de la población en el orden económico, político y social.

La accesibilidad, vista como la característica que condiciona el grado de facilidad con que se puede acceder a un lugar concreto, y la movilidad como el conjunto de capacidades propio de las personas que determina el grado de facilidad para desplazarse de un origen a un destino, constituyen atributos de las ciudades que impactan en el desarrollo de la vialidad.

Los conceptos de accesibilidad y movilidad han sido reenfocados (Cheng, 2019), desde la óptica de que los individuos o usuarios del subsistema vial urbano no son solo personas que se desplazan, sino personas que manifiestan necesidades de desplazamiento (Suárez Falcón, 2016; Tsiotas, 2017), sean estas individuales o colectivas (Kamruzzaman, 2020; Parra Arias, 2014; Vasconcelos, 2016; Velásquez, 2015).

Entre los elementos conformantes de la ciudad, se encuentra el subsistema vial, considerado uno de los pilares de crecimiento económico más importantes desde los inicios de la sociedad (Ordoñez Díaz, 2015), por permitir la conectividad entre diferentes regiones de un territorio y el intercambio comercial y cultural. El desarrollo vial es una de las bases fundamentales para el crecimiento de las economías en todo el mundo, ya que contribuye al producto interno bruto (Cabrera Quito and Anastacio Ynga, 2017).

La influencia ejercida por el subsistema vial en la accesibilidad y movilidad, condicionan la percepción de los usuarios en cuanto a seguridad y confort. Este análisis debe partir de la

identificación de los parámetros característicos de cada componente, así como de los factores que inciden en su funcionamiento. Con base en la bibliografía internacional, Santos Pérez, Morciego Esquivel et al. (Santos Pérez) identifican como componentes del subsistema vial urbano a los flujos vehiculares (Liu, 2019; Yanchao, 2019), los flujos peatonales (Krasnopolskii, 2018; Lavrov, 2018), la infraestructura vial (Marovic, 2018; Song, 2020), la infraestructura peatonal (Kyrhyzbaieva, 2019; Rifaat et al., 2019), los estacionamientos (Cely & Corredor, 2019; Orduña & Dzib, 2020), y los dispositivos de control de tráfico (Pande, 2016; Vedavas, 2020).

En estos mecanismos la definición, diagnóstico y análisis de variables enfocadas en las redes de comunicación vehicular, los estudios de agilización de la movilidad vehicular para disminuir congestionamientos, el mejoramiento de vías para facilitar el transporte de mercancías y personas hacia las zonas alejadas, el comportamiento de indicadores para visualizar la situación actual y crear las bases para los modelos de actuación pertinentes en cada caso, la inclusión de la calidad y seguridad como variables clave para la construcción de corredores económicos, los estudios de accesibilidad a puentes peatonales de personas con movilidad reducida, la accesibilidad y movilidad urbana en establecimientos que no obedecen a criterios de planeación urbana y que su posicionamiento incide de modo negativo en la movilidad, y la reducción del congestionamiento vehicular.

En Cuba, como en otros países de América Latina, los centros históricos generan un notable movimiento de visitantes tanto nacionales como foráneos. En este caso se encuentran La Habana, Matanzas, Camagüey y Santiago de Cuba, entre otras urbes en las que la práctica del turismo de ciudad deviene resorte de la economía local.

Los centros históricos constituyen zonas de especial interés para los gestores públicos, dada su marcada centralidad geográfica y socioeconómica, además de ser espacios llenos de historia, testimonios vivos del tiempo y de la acción del hombre, que forman parte de la identidad de un pueblo y son constante recordatorio de sus raíces. Estos dan cohesión al tejido social que los contiene, a la vez que conforman estructuras ambientales y un patrimonio cultural de riqueza invaluable. Donde se tiende a prestar más atención a la reconstrucción y conservación del patrimonio edificado (Rodríguez Alomá, 2009), por su importancia para la cultura e historia de la urbe, y dada la atracción de turistas que genera.

De ahí la necesidad de vincular estas zonas a funciones que permitan fortalecer la centralidad geográfica y social dentro de la trama urbana en general (Krasnopolskii, 2018; Orduña González, 2020), para contribuir al desarrollo sostenible de las ciudades y sus pobladores (Layrov, 2018; Mazur T´Korol, 2018; González Hernández, 2019). Por tanto, se debe simplificar la gestión, así como priorizar, reorganizar y potenciar los esfuerzos y la cooperación entre las instituciones y los agentes implicados (Grupo de Ciudades Patrimonio de la Humanidad de España, 2015).

En este sentido, Santos Pérez (Santos Pérez) propone un modelo de gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos, que complementa la aplicación de herramientas de la gestión empresarial y la administración pública al marco institucional implicado en el proceso, con la propuesta de mejoras al subsistema vial para contribuir a la seguridad y confort de sus usuarios. Su implementación parte del análisis integral del funcionamiento de los componentes del subsistema vial urbano de centros históricos. De esta forma, identifica un grupo de problemas funcionales para los componentes de infraestructura vial y peatonal, flujos vehiculares y peatonales, dispositivos de control y estacionamientos.

A partir de este análisis, se realizó una caracterización de la vialidad del centro histórico. En esta se evidenció la existencia de problemas como la falta de condiciones necesarias en cuanto a geometría de la infraestructura vial, para solventar la demanda de tráfico. La infraestructura peatonal no presenta los elementos geométricos y el estado de conservación requeridos, lo que provoca la invasión de la infraestructura vial por los peatones. La escasez de espacios para estacionamientos fuera de la vía pública disponibles, condiciona la realización de viajes al centro histórico. La coexistencia entre flujos vehiculares y peatonales condiciona la generación de puntos de conflicto en los que se potencia la probabilidad de ocurrencia de accidentes de tránsito. Los dispositivos de control de tráfico existentes presentan un buen estado de conservación en la mayoría de los casos. Además del descontrol de puntos de conflicto en los que se potencia la probabilidad de ocurrencia de accidentes de tránsito, impide regular de forma segura la coexistencia entre flujos vehiculares y peatonales. Estos resaltan la necesidad de identificar los factores de mayor incidencia en el funcionamiento del subsistema vial del centro histórico. Además, se hace necesario caracterizar las relaciones de influencia entre los componentes del subsistema vial, para conciliar las medidas a implementar en aras de mitigar los efectos negativos de los factores identificados, y que estas no provoquen

desequilibrio en el sistema. Es necesario ordenar y priorizar las estrategias a corto, mediano y largo plazo.

Sin embargo, este análisis se realizó a partir de la experiencia del autor y los expertos seleccionados para la implementación del modelo, por lo que el procedimiento específico para la propuesta de mejoras al subsistema vial, adolece de una secuencia lógica y coherente de los estudios a realizar para el análisis integral de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos. Constituye entonces un reto para la presente investigación, la articulación de una caja de herramientas en complemento al procedimiento propuesto por Santos Pérez (Santos Pérez), para contribuir de esta forma al análisis integral como parte de la gestión de accesibilidad y movilidad.

Problema científico:

La necesidad de mejorar el procedimiento para la propuesta de mejoras al subsistema vial, enfocado en el análisis integral de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos.

Objetivo General:

Desarrollar una caja de herramientas para el análisis integral de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos.

Objetivos Específicos:

- Analizar el estado del arte y la práctica en el análisis de accesibilidad y movilidad en centros históricos.
- Describir los métodos para la conformación de una caja de herramientas destinada al análisis integral de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos.

Métodos:

Métodos de nivel teórico:

- Analítico-sintético: Se establece la relación recíproca entre el análisis y la síntesis en el análisis integral de accesibilidad y movilidad en centros históricos, a partir del análisis de las características e influencias de los elementos componentes del sistema vial en el funcionamiento del centro histórico.
- Histórico-lógico: Se estudia la trayectoria histórica de la realización de estudios en vialidades urbanas, sus tendencias, las etapas más significativas de su desarrollo, y sus conexiones históricas fundamentales de forma cronológica y lógica, lo que conduce a la comprensión de sus leyes de desarrollo y funcionamiento internas, y su causalidad.

- Inductivo-deductivo: Se realiza la transición del funcionamiento aislado de cada componente del sistema vial, hacia la necesidad de un enfoque integral con base en las relaciones de influencia y dependencia que se establecen entre ellos.
- Modelación: El sistema vial es modelado a una escala icónica, con el objetivo de representar sus componentes, estructuras, relaciones funcionales y jerarquías, como rasgos esenciales del objeto real.

Métodos de nivel empírico:

- Observación participativa, directa e interna: Se realiza un análisis del estado actual de la realización de estudios de accesibilidad y movilidad a nivel nacional mediante la percepción y registro consciente, planificado, sistemático y objetivo del comportamiento de esta actividad en el centro histórico.
- Entrevista: Se realiza a funcionarios de organismos encargados de dar seguimiento a la actividad de la vialidad en el centro histórico, con el objetivo de conocer sus criterios y puntos de vista sobre la necesidad de realización de estudios de accesibilidad y movilidad con enfoque integral de los componentes del sistema vial.
- Encuesta: Se emplea para validar métodos provenientes de la revisión bibliográfica, así como su contextualización a las condiciones cubanas.
- Estudio de fuentes documentales: Se realiza un estudio de documentos rectores para el análisis de accesibilidad y movilidad en Cuba, perteneciente al Ministerio de Transporte y el Centro Nacional de Ingeniería de Tránsito.
- Criterio de expertos: Se emplea durante la validación del sistema de métodos a emplear para la realización de estudios de accesibilidad y movilidad en el centro histórico, lo que permite cuantificar los niveles de significación de los resultados alcanzados en el proceso investigativo.

Para el cumplimiento a los objetivos anteriores, la tesis fue estructurada de la manera siguiente:

- Introducción, donde se fundamenta la situación problemática, el problema científico, el sistema de objetivos y los métodos empleados.
- Capítulo I, en el que se analizan los referentes teórico-metodológicos relacionados con el análisis integral en la gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos a nivel nacional e internacional.

- Capítulo II, donde se describen los métodos para la conformación de una caja de herramientas destinada al análisis integral de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.
- Bibliografía.
- Anexos.

CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA EN EL ANÁLISIS INTEGRAL DE ACCESIBILIDAD Y MOVILIDAD EN CENTROS HISTÓRICOS

En el presente capítulo se precisan aspectos teóricos relacionados con la gestión de accesibilidad y movilidad en los centros históricos cubanos, los componentes del subsistema vial urbano en centros históricos, además, se caracterizan los estudios de ingeniería de tránsito. Para el logro de lo anterior se ha realizado una amplia revisión bibliográfica con el objetivo de examinar, analizar y sintetizar, en tablas, los criterios de diferentes autores. En la figura 1.1 se puede observar el hilo conductor del capítulo.

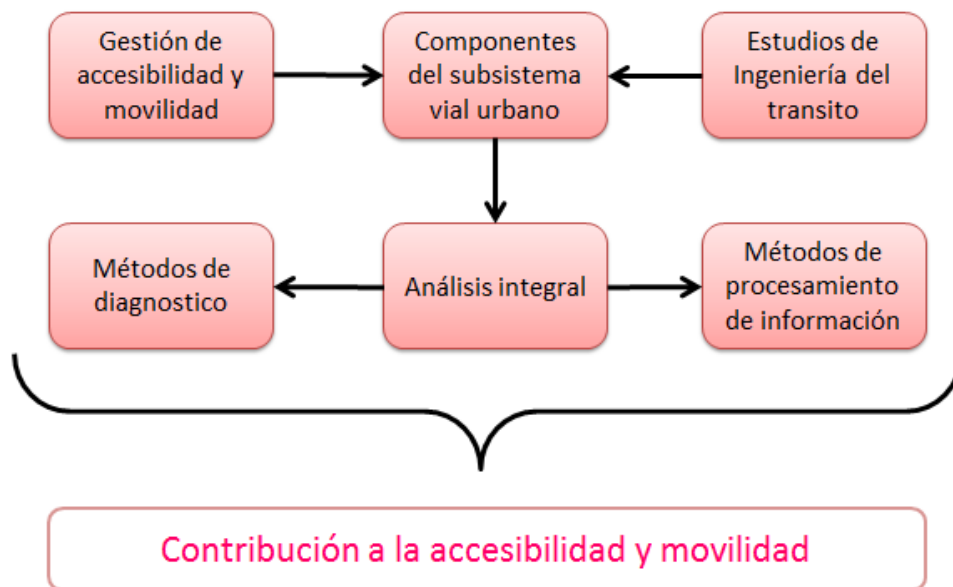


Figura 1.1. Hilo conductor del marco teórico referencial de la investigación.

Fuente: elaboración propia.

1.1. La gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos

En las últimas décadas, las formas de vida y de aprovechamiento del entorno por las poblaciones han experimentado cambios drásticos acelerado, a escala internacional, el nivel del crecimiento de la población y su aglomeración en puntos específicos de la geografía, que provoca que las partes más desfavorecidas de la población encuentren problemas para acceder a los servicios básicos, o para aprovechar las fuentes de trabajo (Calonge Reillo, 2016). Es por ello que los términos accesibilidad y movilidad se convierten en la actualidad en uno de los puntos principales a abordar cuando se habla de

vialidad urbana (Páez, 2020; Rabbi Ashik, 2016), ya que constituyen el principal problema a resolver en diversas regiones (Kamargianni, 2016; Kilian-Yasin, 2016; Merlin, 2018).

El enfoque de accesibilidad intenta descubrir las condiciones para que las poblaciones materialicen las distintas oportunidades espaciales (Calonge Reillo, 2016; Garretón, 2011; Monzón de Cáceres, 2015; Salazar Botero, 2012) para evaluar la calidad y la extensión de las relaciones entre el desarrollo espacial de un área determinada (Cheng, 2019) y su sistema de transporte (Chia & Lee, 2020; Liu, et al., 2020). Sin embargo, los individuos o usuarios del subsistema vial urbano son considerados no solo como personas que se desplazan (Parra Arias, 2014; Velásquez, 2015), sino como usuarios que manifiestan necesidades de desplazamiento, sean estas individuales o colectivas (Kamruzzaman, 2020; Suárez Falcón, 2016; Tsiotas, 2017; Vasconcelos, 2016).

Asimismo, resulta interesante pensar la movilidad como una categoría que cobra diferentes significados y sentidos según las realidades de cada individuo (Business, 2001; Costa, 2017; Leo, 2017; Salas Rondón, 2009) y las posibilidades de relación e integración con la ciudad (Cheba & Saniuk, 2016; de Stasio et al., 2016; Aón et al., 2017; Kamruzzaman et al., 2020). Los recorridos, cada vez más largos, el uso intensivo de transportes motorizados, el aumento del número de viajes y la mayor diversidad de motivos de desplazamiento crean una situación poco sostenible, tanto a nivel social (Benevenuto, 2020; Handley, 2019; Song, 2020; Stepniak, 2019) como ambiental (Céspedes Álvarez, 2016; de Stasio, 2016; Lindenau, 2014; Tafidis, 2017).

Los centros históricos no están preparados para absorber el volumen actual de tráfico al ser construidos para la movilidad a pie o por tracción animal, de ahí la morfología urbana serpenteante y las calles estrechas (Pazos Otón, 2013) que, acompañadas por una topografía desigual, infligen grandes dificultades para la circulación y estacionamiento de los medios de transporte y, por ende, afectan la movilidad interurbana.

Para la gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos, es necesario el empleo de herramientas de gestión empresarial y filosofías del control de gestión para fortalecer las funciones de planificación y control, con el propósito de garantizar una acertada toma de decisiones y, de esta forma, ser más efectivos y eficaces en lo que se pretende lograr.

El control y la planificación son funciones de la gestión empresarial vinculadas ya que la base del control está relacionada con la propia existencia de los planes. El control comienza con la planificación (Espino Valdés, 2014), cuando se fijan los objetivos o se

definen las estrategias, en cuyo proceso se deben hacer partícipes a todos los miembros de la organización al aplicarse este estilo de dirección (Nogueira Rivera, 2002). El control de gestión es un proceso que sirve para guiar la gestión hacia los objetivos de la organización (Hernández Torres, 1998), así como un instrumento para evaluarla, conformado por un conjunto de métodos y procedimientos.

El control es la forma de estar seguro de que las reglas e instrucciones que se dan son cumplidas y, en una etapa superior, se vincula a diferentes actividades que se realizan en una organización (Alonso Becerra, 2013). Entre ellas se puede mencionar la formulación de objetivos, programas de acciones, medición de resultados (Sacasas López, 2013), y mejoras a partir de las desviaciones analizadas según los resultados obtenidos (Espino Valdés, 2015).

La relación entre el control de gestión y el desarrollo de estrategias constituyó un salto superior en el ámbito de la gestión empresarial (González Bermúdez, 2010; Nogueira Rivera, 2002; Villa González del Pino, 2006) donde se incluye la realización de un diagnóstico permanente (Comas Rodríguez, 2013). Con la finalidad de cumplir los objetivos estratégicos (Nogueira Rivera, 2002), incorpora la dinámica de la mejora continua y el carácter participativo de la dirección, aprovecha las potencialidades de los individuos (Pérez Mayo, 2015) y procede, de forma preventiva, al buscar las vías y métodos de la eficiencia.

Chávarry Marín & Vásquez Cabanillas (Chávarry Marín) lo definen como un medio para desplegar la estrategia, gestionar el cambio, movilizar el talento y la energía del colectivo hacia el logro de los objetivos de la organización. Sirve para evaluar el desempeño, entendida como la medición y análisis de los resultados, desde múltiples ángulos o criterios, para decidir qué acción tomar a partir de los recursos disponibles (Amat Salas, 2016), con una orientación hacia la mejora. Es uno de los procesos para juzgar y evaluar el desempeño general de todas las áreas de interés de la empresa, en forma permanente (Betancourt López, 2015).

Dado el carácter multiempresarial del proceso de gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos, y las implicaciones que conlleva la interacción del sector empresarial que gestiona los subprocesos de gestión con los órganos de gestión pública, se hace necesaria la concepción de una herramienta capaz de aglutinar los esfuerzos y aprovechar los recursos destinados al desarrollo y conservación del subsistema vial urbano de las ciudades patrimoniales cubanas (Santos Pérez, 2020c).

Se presenta el análisis de 22 procederes de análisis de accesibilidad y movilidad, en el que se identifican los elementos principales de la vialidad urbana tratados. Para el análisis se construye una matriz binaria que muestra la presencia o no de los elementos de la vialidad en los procederes estudiados. Se realiza el análisis con el apoyo del software Ucinet, Versión 6.698 (Figura 1.2).

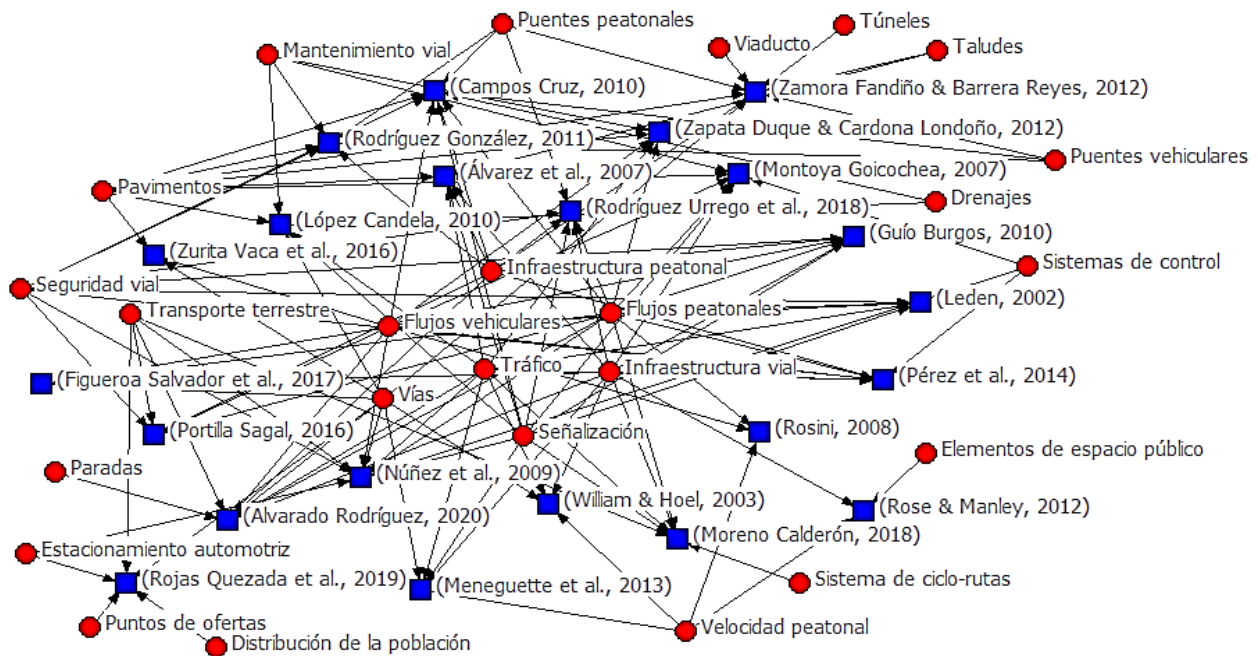


Figura 1.2: Presencia de elementos de la vialidad urbana en procederes analizados.

Fuente: elaboración propia.

Los componentes más abordados son los flujos vehiculares (incluido el tráfico), los flujos peatonales, la infraestructura peatonal, la infraestructura vial (incluidas las vías), y la señalización. Los procederes con mayor presencia de los elementos de la vialidad identificados son los de Núñez *et al.* (Núñez) y Campos Cruz (Campos Cruz), Zamora Fandiño & Barrera Reyes (Zamora Fandiño) y Alvarado Rodríguez (Alvarado Rodríguez). El resto presenta sendos elementos, lo que demuestra una brecha notable en el consenso de la comunidad científica en cuanto a los elementos de la vialidad urbana a gestionar, y evidencia la inexistencia de un proceder de gestión vial que aborde al subsistema vial urbano con un enfoque holístico.

Los estudios de gestión vial a nivel internacional incluyen análisis aislados de los componentes del subsistema vial y sus expresiones funcionales. Desde una visión básica de flujos peatonales, señalización y tráfico vehicular (Leden, 2002), hasta la inclusión de la capacidad del sistema físico, la velocidad peatonal, el estado de la infraestructura y la

ocupación de sendas (Williams, 2003), los análisis en materia de gestión vial, preparan el tránsito al despliegue de un nuevo enfoque denominado inteligente. Vislumbra la planificación como herramienta primordial, al posibilitar el surgimiento de modelos de organización de mantenimiento de redes, con el objetivo de determinar condiciones de las vías, evaluar indicadores e incluir el análisis y diagnóstico a partir de sistemas integrados de gestión, con la inclusión de variables y procesos como: pavimentación de las vías, taludes, preservación de viales y seguridad de los usuarios (Álvarez, 2007). El sistema de transporte puede ser analizado a partir de tres elementos: las vías, los vehículos o equipos y las operaciones (Montoya Goicochea, 2007), la relación y control de cada uno de ellos garantiza el buen funcionamiento del sistema como tal. Además de la infraestructura vial, también existen avances con respecto a los estudios peatonales, materializados en aspectos como flujos peatonales y velocidad de caminata, así como índices para la medición de su comportamiento (Rosini, 2008).

En los últimos años, los estudios se han basado en variables de perfeccionamiento a grandes, medianas y bajas escalas: redes de comunicación vehicular (Meneguet, 2013 2013), estudios de agilización de la movilidad vehicular para disminuir congestionamientos, en estos cobra especial importancia la medición de accidentes viales y la contaminación (Pérez, 2014), mejoramiento de vías troncales para facilitar el transporte de mercancías y personas hacia las zonas alejadas (Zurita Vaca, 2016 2016), comportamiento de indicadores para visualizar la situación actual y crear las bases para los modelos de actuación pertinentes en cada caso (Portilla Sagal, 2016), inclusión de la calidad y seguridad como variables claves para la construcción de corredores económicos, indica la necesidad de emplear de forma adecuada los recursos y preservar el medio ambiente (Figueroa Salvador, 2017), estudios de accesibilidad a puentes peatonales de personas con movilidad reducida (Rodríguez Urrego, 2018 2018), análisis de accesibilidad y movilidad urbana en establecimientos que no obedecían a criterios de planeación urbana y que su posicionamiento incide de modo negativo en la movilidad, congestionamiento y acceso (Alvarado Rodríguez, 2020) y el análisis de las relaciones de los diferentes niveles de accesibilidad en la distribución de equipamientos y servicios para cada valor de uso (Rojas Quezada, 2019).

1.2. La gestión de accesibilidad y movilidad con enfoque estratégico y de procesos

La forma de gestionar toda la organización con base en los procesos es la gestión por procesos, definiéndose estos como una secuencia de actividades orientadas a generar un

valor añadido sobre una entrada para conseguir un resultado, salida que a su vez satisfaga los requerimientos del cliente (Ruiz Fuentes, 2014). Los modelos contemporáneos de gestión empresarial sitúan a los procesos como la base operativa y estructural de las organizaciones. La eficiencia y eficacia en su gestión condicionan el éxito de las organizaciones ya sean de producción de bienes o servicios, incluso sin fines de lucro (Sánchez Vignau, 2018) como es el caso de las entidades gubernamentales encargadas de los procesos de gestión pública.

Los procesos, como categoría que implica transformación, muestran características de vital comprensión como premisa para su gestión (Hernández Nariño, 2013; Medina León, 2012; Nogueira Rivera, 2003; Núñez Pilligua, 2017), aplicables a la gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos.

Existen disímiles técnicas para el estudio y análisis de estas variaciones con vistas a lograr su control. Indica que, cada vez que se repite un proceso, hay ligeras variaciones en las distintas actividades, por lo que, nunca dos outputs son iguales. En este sentido, el modelo estará previsto de una adecuación a las condiciones morfológicas y funcionales de los centros históricos en que se aplique, para garantizar una caracterización fidedigna del funcionamiento del subsistema vial que permita el despliegue de acciones contextualizadas a cada caso de estudio.

Los procesos son siempre susceptibles de ser mejorados, ya que se encuentra algún detalle o secuencia que aumenta su rendimiento en aspectos de la productividad de las operaciones y de disminución de defectos, en vistas de optimizar su resultado. Además, los procesos deben evolucionar para adaptarse a los requisitos cambiantes de mercados, clientes y nuevas tecnologías. El procedimiento general de apoyo al modelo, contará con una fase de retroalimentación y mejora continua encaminada a garantizar la sustentabilidad del proceso de gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos. La mejora continua de los procesos (Agudelo Tobón, 2004; Ferrándiz Santos, 2004; Medina León, 2010) sustentado en la importancia que se le asocia a cada uno de ellos, y el empleo de las características de los procesos como herramientas para la mejora, garantizan a las empresas que sus procesos claves mejorados, se encuentren alineados y ajustados. En este sentido, se prevé la organización y automatización del sistema de información generado a partir del seguimiento de los indicadores para el control de gestión.

Los procesos son caracterizados por el rebase de estructuras funcionales, por no tener fronteras claras como las que tienen los departamentos de una organización y con frecuencia cruzan los límites funcionales. Ello hace que en ocasiones fuercen la cooperación entre las distintas estructuras organizativas de la organización, que propicia el desarrollo de una cultura organizacional más abierta y menos jerárquica, que puede contribuir a obtener mejores resultados. El proceso de gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos posee un soporte multiempresarial, que presupone un trabajo previo para alinear las estrategias de las organizaciones implicadas.

La clasificación general de procesos (Medina León, 2019b) reconoce como grupos a los procesos estratégicos, clave, de apoyo y transversales. Recién se ha incorporado un cuarto criterio de clasificación de procesos, a los que se les ha denominado transversales (Medina León, 2019a; Ortiz Pérez, 2014). Tienen como características que, aunque se gestionan como procesos independientes, sus subprocesos y actividades forman parte de otros procesos y sus resultados se manifiestan en procesos estratégicos, clave y de apoyo. Los procesos transversales posibilitan la coordinación y ejecución en los procesos en que tienen presencia, proveen los canales para el establecimiento de la cohesión entre los procesos y se ponen en función del mejor desempeño de los procesos restantes.

Esta acordado en considerarla como la forma de gestión empresarial enfocada a los procesos, en sustitución de la gestión tradicional basada en las funciones (Hernández Nariño, 2013; Maldonado Navarro, 2011), que garantiza la alineación de estos procesos con la estrategia, misión y objetivos de la organización (Medina León, 2019a; Medina León, 2017; Sánchez Vignau, 2018). Esto indica que, al clasificar dichos procesos, puede observarse que un proceso calificado como clave en una organización puede ser considerado de apoyo en otra, sin descartar su rol principal o destino de incrementar la satisfacción del cliente, la aportación de valor agregado y la capacidad de respuesta al cambio.

La forma más aplicada de gestionar las organizaciones es la dirección estratégica, por su carácter abarcador, que integra en un solo pensamiento estratégico todos los sistemas. En el momento de desplegar la estrategia diseñada o gestionar sus procesos, las organizaciones suelen fracasar porque carecen de un sistema de gestión capaz de integrar y alinear ambos elementos (Comas Rodríguez, 2015). La integración de los diversos sistemas de gestión permite a los directivos realizar mejores análisis de los objetivos estratégicos de la organización, lo que evita la duplicidad de documentos y el

desaprovechamiento del tiempo en la realización separada de las actividades derivadas de las acciones de planificación, ejecución, revisión y control (Núñez Pilligua, 2017).

En la empresa se ha convertido en una necesidad establecer la gestión para responder a los requerimientos del cliente interno y externo (Higuera Gutiérrez, 2019). Para lograrlo es imprescindible optimizar el sistema de procesos vinculado a su objeto social y lograr el reconocimiento de la organización como un todo, obtener beneficios con la aplicación consecuente de la gestión por procesos, tales como el incremento del nivel de coherencia del sistema para alcanzar los objetivos planificados (Llanes Font, 2017).

En lo específico de las zonas patrimoniales, y el subsistema vial de centros urbanos, requiere de un enfoque holístico en la gestión de sus componentes, así como del análisis de la influencia de estos sobre la accesibilidad y movilidad. Los conceptos de accesibilidad y movilidad están vinculados con el entorno urbanístico y la funcionalidad del mismo en servicio del traslado. Con base en el análisis de la bibliografía nacional e internacional, Santos Pérez (Santos Pérez) define las categorías de accesibilidad y movilidad inherentes al subsistema vial urbano, a partir de un análisis basado en la co-ocurrencia de términos claves en los conceptos considerados.

Este concluye que la accesibilidad es la propiedad del medio físico constituido por las infraestructuras vial y peatonal, que permite el acercamiento, acceso y desplazamiento, en el tiempo de viaje más corto posible, a los usuarios del subsistema vial urbano, con garantía de seguridad y confort en la circulación, para unir el origen y el destino de un viaje. De su adecuada gestión se logran solventar las necesidades de desplazamiento tanto en cantidad de viajes como en distancia y tiempo de recorrido de los mismos, con independencia del empleo de medios de transporte motorizados.

Con base en el análisis de la bibliografía nacional e internacional, Santos Pérez, Morciego Esquivel et al. (Santos Pérez) reconocen como componentes del subsistema vial urbano a los flujos vehiculares, los flujos peatonales, la infraestructura vial, la infraestructura peatonal, los estacionamientos y los dispositivos de control de tráfico. De esta forma, definen los componentes del subsistema vial urbano, a partir de un análisis basado en los conceptos considerados.

1.3. Parámetros característicos de los componentes del subsistema vial

Los flujos peatonales (Lavrov, 2018), la señalización y el tráfico vehicular (Leden, 2002), desde una visión básica hasta la inclusión de la capacidad del sistema físico, la velocidad peatonal, el estado de la infraestructura y la ocupación de sendas (Williams, 2003), los

análisis en materia de accesibilidad y movilidad, preparan la transición al despliegue de un nuevo enfoque denominado inteligente. Este da a la planificación un papel preponderante, y la sitúa como la piedra angular en la formulación de políticas públicas y planes de acción (Álvarez, 2007), con base en la evaluación exhaustiva de los parámetros característicos del funcionamiento de los componentes del subsistema vial urbano.

Montoya Goicochea (Montoya Goicochea) plantea que el subsistema vial puede ser analizado a partir de las vías, los vehículos y las operaciones, y que su relación y control garantiza el buen funcionamiento del sistema. Sin embargo, no tiene en cuenta la incidencia de componentes como los dispositivos de control y estacionamientos en el desenvolvimiento de la vialidad. Por su parte, Allen Monge (Allen Monge) expone una lista de chequeo que permite el análisis de variables asociadas al funcionamiento del subsistema vial, y la evaluación sistemática de las mismas.

En el último quinquenio, destaca la inclusión de la calidad del servicio y la seguridad vial como objetivos clave de las acciones implementadas en materia de vialidad urbana (Figuroa Salvador, 2017). Constituyen ejemplos de esfuerzos para su materialización los estudios de accesibilidad a puentes peatonales de personas con movilidad reducida (Rodríguez Urrego, 2018), el análisis de accesibilidad y movilidad urbana en establecimientos que no obedecen a criterios de planeamiento urbano (Alvarado Rodríguez, 2020) y el análisis de las relaciones de los niveles de accesibilidad en la distribución de equipamientos y servicios según su valor de uso (Rojas Quezada, 2019).

Con base en la bibliografía se definen los parámetros característicos de cada componente, según la frecuencia con que se tratan por los autores (tabla 1.1).

Tabla 1.1. Parámetros característicos por componentes del subsistema vial urbano.

Componentes	Parámetros característicos	Autores
Flujos vehiculares	Intervalo, brecha, paso, espaciamiento, separación, longitud, volumen vehicular, velocidad de operación, densidad vehicular, tiempo de recorrido, demoras, composición de corrientes, distribución de corrientes, atracción de tráfico, origen de viajes, destino de viajes, porcentaje de tráfico de paso, porcentaje de transporte público.	Boils (2018), Apaza (2017), Cerna (2020), Ravelo, <u>et al.</u> (2019), Arias (2012), Burga (2018), Escobar, <u>et al.</u> (2020), Cal, <u>et al.</u> (1994), Ramírez (2019), Hallasi, <u>et al.</u> (2018), Portal & Ruiz (2020), Moreno, <u>et al.</u> (2014), Montealegre, <u>et al.</u> (2020), Cruz & Jhon (2019), Barbosa (2018), Sánchez (2021), y Ogoño & Orozco (2020).
Flujos peatonales	Velocidad de caminata, intensidad peatonal, densidad peatonal, volumen de peatones, confort de circulación, composición de las corrientes, distribución de las corrientes, origen del viaje, destino del viaje, motivo del viaje.	Boils (2018), Morales <u>et al.</u> (2014), Burgos & Alberto (2010), Rodríguez & Zamora (2020), Cerna (2020), Díaz & Montero (2013), Jaramillo (2019), Chong (2020), Pastén (2019), Arismendi & Herrera (2019), Portal, <u>et al.</u> (2020), Arismendi (2018), Barbosa (2018), y Vasquez & Ochoa (2021)
Infraestructura vial	Clasificación de vías, capacidad vial, volumen de servicio, nivel de servicio, ancho de carril, dispositivos de drenaje, ancho de paseo, estado del pavimento, espaciamiento, porcentaje vial del sistema, porcentaje completamiento, porcentaje crecimiento anual, pendiente longitudinal, bombeo.	Casas, <u>et al.</u> (2020), Dominguez (2020), Huacho, <u>et al.</u> (2018), Gallardo, <u>et al.</u> (2021), Ravelo, <u>et al.</u> (2019), Arias (2012), Burga (2018), Sinaluisa (2019), Cal, <u>et al.</u> (1994), Pérez (2000), Hallasi, <u>et al.</u> (2018), Cruz & Jhon (2019), y Huancho & Mallma (2020).
Infraestructura peatonal	Ancho de corredor, capacidad de corredor, volumen de servicios, nivel de servicio, estado de infraestructura, porcentaje del subsistema vial, porcentaje crecimiento anual, mobiliario urbano, áreas de sombra.	Burgos & Alberto (2010), Díaz & Montero (2013), Santos Pérez <u>et al.</u> (2019) y Jaramillo (2019).
Dispositivos de control	Necesidad, ubicación, fijación, visibilidad, legibilidad, color, retrorreflectividad, uniformidad, integridad física, estado de conservación, tiempos de ciclo y fases de semáforos.	Blanco, <u>et al.</u> (1996), Astorquiza (2020) Paredes, <u>et al.</u> (2018), Ravelo, <u>et al.</u> (2019), Burga (2018), Katz, <u>et al.</u> (2018), Sinaluisa (2019), Cal, <u>et al.</u> (1994), Montealegre, <u>et al.</u> (2020), Cruz & Jhon (2019), Coves (2019), y Ticona (2021).
Estacionamientos	Capacidad por cuadra, capacidad por sub-zona, capacidad por eje vial, densidad por cuadra, densidad por sub-zona, densidad por eje vial, motivo del viaje, duración de estacionamiento, rotación de vallas, distancia de caminata, precio del servicio.	Arias & Pinto (2017), Casana, <u>et al.</u> (2017), Huamán (2019), González (2019); Hallasi & Rosales (2018), Santana (2017), Sánchez (2019), Morales & Prieto (2019), Sánchez (2021), y Arizabal (2020).

Fuente: elaboración propia.

1.5. Métodos de diagnóstico

Luego de un análisis de métodos de diagnóstico en estudios de Ingeniería de Tránsito, (Santos Pérez, Morciego Esquivel, Moll Martínez *et al.*, 2020) definen los de mayor aplicabilidad a las condiciones cubanas (tabla 1.2).

Tabla 1.2. Métodos de diagnóstico en estudios de Ingeniería de Tránsito.

Componente	Métodos
Flujos vehiculares	<ul style="list-style-type: none">• Aforos manuales.• Estudios de origen-destino.• Estudios de velocidad.• Entrevistas a conductores.
Flujos peatonales	<ul style="list-style-type: none">• Aforos manuales.• Estudios de velocidad.• Entrevistas a peatones.• Localización de puntos de atracción de viajes peatonales.
Infraestructura vial	<ul style="list-style-type: none">• Levantamiento manual.• Inspección visual.• Revisión documental.• Estudios de visibilidad.
Infraestructura peatonal	<ul style="list-style-type: none">• Levantamiento manual.• Inspección visual.• Revisión documental.
Dispositivos de control	<ul style="list-style-type: none">• (Para señalización)• Inspección visual.
	<ul style="list-style-type: none">• (Para semáforos)• Estudio de ciclos semafóricos.
Estacionamientos	<ul style="list-style-type: none">• Estudio de ocupación, duración y rotación de estacionamientos.• Entrevistas a conductores.• Levantamiento manual de la oferta.

Fuente: Santos Pérez, Morciego Esquivel, Moll Martínez *et al.* (2020).

1.5.1. Caracterización de métodos de diagnóstico

Aforos manuales: son conteos de vehículos y peatones que pasan por determinados puntos identificados a priori. Resulta conveniente que los aforos manuales en intersecciones, se lleven a cabo por un mínimo de 12 horas, e incluye en este intervalo de tiempo las horas de mayor demanda. Este tipo de estudios se emplean para contabilizar volúmenes de giro y volúmenes clasificados. La duración del aforo varía con su propósito (Martínez Villamizar, 2020). La forma de ejecución es variada, desde modelos de registro de cada vehículo o peatón, hasta contadores electrónicos con láser integrado. Ambos métodos son manuales y logran caracterizar de una manera más real y detallada el tráfico circulante por la estación de estudio.

Estudios de velocidad: constituye una técnica para realizar análisis de tránsito a través de los perfiles de velocidad, estos perfiles se construyen mediante modelos de velocidad en curvas, modelo de velocidad en rectas o velocidad deseada y modelos de aceleración y desaceleración entre la recta y la curva. La mayoría de estos modelos relacionan las

velocidades de operación con la geometría de la carretera (Delgado Martínez, 2021). Una de las posibles fuentes de variación en la velocidad de operación es la recolección de datos a través de equipos puntuales como pistolas de radar, láser, sensores piezométricos o equipos continuos como el GPS (García Ramírez, 2017).

Entrevistas a conductores y peatones: técnica de indagación cualitativa que permite obtener considerable información sobre el tema en cuestión, en poco tiempo y a un costo bajo (Pereira Machado, 2021). Son utilizadas como medio de recolección de sus datos para analizar las causas y efectos de la contaminación visual publicitaria en la vía pública.

Localización de puntos de atracción de viajes peatonales: es a través de estudios de demanda y, según Chang Ramírez (2020), constituye un paso que permitirá mejorar la movilidad urbana a partir de la disminución del tiempo promedio de desplazamiento de las personas.

Para la planificación de áreas públicas con elementos de accesibilidad, seguridad, confort y atracción, los estudios de localización de puntos de atracción de viajes peatonales contribuyen a la mejora continua (Larios Gómez, 2017).

Levantamiento manual: constituye un elemento fundamental en el proceso de levantamiento de deterioros de la infraestructura tanto vial como peatonal. Según Núñez Gamboa (2019), no requiere del empleo de equipo especializado, solo del uso de un odómetro manual para llevar el registro de la longitud, cinta métrica y otros instrumentos de medición para contabilizar la extensión y profundidad de los deterioros según lo indican las normativas vigentes en cada país.

El levantamiento manual en intercepciones se utiliza como método de apoyo con el objetivo de llegar a alternativas que permitan en un futuro cercano solucionar los problemas de accidentabilidad y conflicto vehicular que tienen las intersecciones.

Inspección visual: permite evidenciar el estado de la infraestructura vial y peatonal, así como de los dispositivos de control. Garantiza determinar el porcentaje de área afectada en la vía, al establecer el tipo de daños que se presenta, su extensión y severidad, factores que ayudan a interpretar las posibles causas de los deterioros, y así establecer las alternativas de reparación más adecuadas y contrarrestar los factores que los generan (Núñez-Gamboa, 2019).

Revisión documental: instrumento cualitativo utilizado para explorar los problemas que se deseen investigar, encaminado al análisis de los documentos regulatorios de un proceso o actividad (Santos Pérez, 2020b).

Estudio de ciclos semafóricos: la identificación de los ciclos y repartos de tiempos del sistema semafórico constituye un elemento clave para disminuir la congestión vehicular que afecta a la red vial. Los estudios realizados a los sistemas semafóricos posibilitan evaluar su incidencia en la longitud de la fila en espera (Verdezoto, 2020) mediante el empleo de la teoría de colas para el análisis de los tiempos de espera y la distribución de las maniobras en intersecciones semaforizadas.

Estudio de ocupación, duración y rotación de estacionamientos: Permite la elaboración de una visión estratégica a largo plazo del desarrollo de una ciudad y, en consecuencia, plantea la necesidad de un sistema que regule la entrada y salida de vehículos de subzonas contiguas en ciudades. Para ello, realiza la estimación de la oferta de estacionamientos y el cálculo de parámetros como el índice de rotación, el índice de rotación promedio, la demanda media o absoluta, la capacidad de un estacionamiento y la cotización mínima y máxima de acuerdo con el valor del suelo por subzonas.

En el análisis de la oferta y demanda de estacionamientos públicos, la capacidad vial, el flujo vehicular, y la demanda futura proyectada constituyen aspectos primordiales. Para ello, es necesario definir la disponibilidad de plazas libres para estacionar en horas de alta demanda, basado en la medición de flujos vehiculares, y el análisis de la oferta de estacionamientos (Santos Pérez, 2020a).

1.5.2. Métodos de procesamiento de información

Una fase necesaria, consiguiente al diagnóstico, es el procesamiento de la información obtenida, con el fin de describir el comportamiento de los parámetros característicos de cada elemento estudiado. La consolidación de la información se realiza para que los datos sean de mayor comprensión y aumente su utilidad como información de entrada del proceso de cálculo y diseño de los componentes del subsistema vial urbano. Luego de un análisis de métodos de procesamiento de datos en estudios de Ingeniería de Tránsito, Santos Pérez, Morciego Esquivel, Moll Martínez et al. (2020) definen los de mayor aplicabilidad en Cuba (tabla 1.3).

Tabla 1.3. Métodos de procesamiento de información proveniente del diagnóstico.

Componente	Métodos
Flujos vehiculares	<ul style="list-style-type: none"> • Flujogramas o diagramas de distribución de volúmenes. • Gráficos de composición de corrientes vehiculares. • Gráficos de dispersión de velocidades de operación. • Gráficos de tiempos de recorrido de viajes.
Flujos peatonales	<ul style="list-style-type: none"> • Flujogramas o diagramas de distribución de volúmenes. • Gráficos de composición de corrientes peatonales. • Gráficos de dispersión de velocidades de caminata.
Infraestructura vial	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de capacidad vial y niveles de servicio. • Método de la NC 2002/1990: Diseño geométrico de vías urbanas. Especificaciones de proyecto.
Infraestructura peatonal	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de capacidad peatonal y niveles de servicio. • Revisión de parámetros geométricos.
Dispositivos de control	<ul style="list-style-type: none"> • (Para señalización horizontal y vertical) • Ficha técnica de dispositivo de control. • Clasificación de estado de parámetros analizados.
Estacionamientos	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de la oferta y demanda de estacionamientos.

Fuente: Santos Pérez, Morciego Esquivel et al. (2020).

1.5.2.1. Caracterización de métodos de procesamiento de información

Flujogramas o diagramas de distribución de volúmenes vehiculares: el flujo del tránsito se enfoca en el desarrollo de relaciones matemáticas entre los elementos primarios que conforman un flujo vehicular, como volumen, densidad y velocidad (Rodríguez Bonilla, 2021). El flujo de vehículos también hace referencia a la magnitud de los movimientos existentes y los tipos de vehículos motorizados que circulan. Los volúmenes de tránsito se expresan respecto al tiempo, cuyos datos posibilitan el desarrollo de estimaciones del servicio que presta la infraestructura vial.

Gráficos de composición de corrientes vehiculares: el calcula es en forma porcentual y se distingue de acuerdo con el tipo de vehículo que circula en la corriente vehicular en estudio (Rodríguez Bonilla, 2021). Por lo general, se contabiliza y consolida la composición de las corrientes vehiculares para períodos de una hora, lo que permite identificar la variabilidad y estacionalidad de los tipos de vehículos predominantes en dependencia del momento del día.

Gráficos de dispersión de velocidades de operación: permite identificar problemas locales a partir la representación de la velocidad de operación a lo largo de un eje vial, de modo que facilita los estudios en cada tramo (Pérez, 2011). La velocidad de operación constituye un parámetro vital para comprender la eficacia de las medidas implementadas

en materia de accesibilidad y movilidad. Si esta difiere por defecto en gran medida con la velocidad de diseño para cada tramo de la vía, se puede afirmar que el subsistema vial no opera de forma eficiente, lo que se traduce en falta de confort en la circulación vehicular.

Gráficos de tiempos de recorrido de viajes: se utilizan para las rutas más probables al unir un origen y un destino específicos. Son aplicados en la determinación de la eficiencia de una ruta para mover tránsito, la identificación de localidades congestionadas, la definición de la congestión acorde a la localidad, la identificación del tipo de demora, la duración y la frecuencia de la fricción de tránsito, la evaluación de las mejoras al tránsito mediante el uso de estudios de antes y después, el establecimiento de las tendencias de las velocidades de viaje mediante el muestreo de rutas principales, el cálculo de volúmenes de servicio y capacidades para tránsito discontinuo, y el establecimiento de velocidades o tiempos de viaje a lo largo de segmentos para la aplicación de modelos de distribución de viajes y/o asignación de viajes en planeación de transporte (Santos Pérez, 2020a).

Flujogramas o diagramas de distribución de volúmenes peatonales: permite conocer el comportamiento de parámetros como la intensidad de los flujos peatonales ya que los diagramas van orientados a los volúmenes peatonales, y se relaciona el número de peatones que pasan por un punto de una infraestructura durante un periodo de tiempo determinado. Se razona de esta forma parámetros espaciales como la densidad peatonal, de gran importancia en la determinación de los niveles de servicio de la infraestructura peatonal (Santos Pérez, 2020b).

Gráficos de dispersión de velocidades de caminata: representan la relación entre la distancia caminada por un peatón y el tiempo que este emplea en hacerlo. Según Santos Amado & Velandia Acevedo (2018), la velocidad de caminata es la variable más importante del flujo peatonal, ya que permite prever condiciones operativas de la infraestructura.

Estudio de capacidad vial: Los estudios de capacidad vial están encaminados al análisis la máxima cantidad de vehículos que pasa por unidad de tiempo, por una o más secciones de una infraestructura vial, que considera las condiciones de tránsito y características de la vía (Santos Pérez, 2020a).

Estudio de niveles de servicio: Se expresa como medida cualitativa que describe las condiciones en las que opera el flujo vehicular, en relación a la velocidad y tiempo de

recorrido, libertad de maniobras, comodidad y conveniencia a los requerimientos de usuarios, sin descuidar la seguridad vial (Santos Pérez, 2020b).

Método de la NC 2002/1990: Diseño geométrico de vías urbanas. Especificaciones de proyecto: representa el diseño geométrico de vías de acuerdo con los parámetros necesarios para asegurar la circulación de vehículos automotores y rangos de valores a cumplir por los parámetros del diseño en planta de vías y zonas adyacentes, y del diseño en perfil (Santos Pérez, 2020a).

Estudio de capacidad peatonal y niveles de servicio: los niveles de servicio (NS) peatonal, proporcionan un medio útil para evaluar la capacidad y comodidad de un espacio peatonal activo. Es un método mediante el que se valora el rendimiento de la infraestructura peatonal en un subsistema vial determinado. Los rangos de NS peatonales se basan en la libertad de seleccionar las velocidades de marcha deseadas, y la capacidad de evitar o sobrepasar a los peatones con movimiento más lento (Santos Pérez, 2020b).

Ficha técnica de dispositivo de control: se realiza para documentar información inherente a cada dispositivo de control. Santos Pérez, León Reyes *et al.* (2020) definen las variables internas y externas a tener en cuenta en la caracterización del estado de conservación y funcionalidad de dispositivos de control de tráfico, las que constituyen la base del análisis prospectivo para determinar los posibles escenarios futuros de su desarrollo.

Determinación de la oferta y demanda de estacionamientos: para cuantificarla, se lleva a cabo un inventario físico de los espacios de estacionamiento disponibles. Para estacionamiento en la vía pública, se realiza un inventario de los espacios existentes y de las restricciones que existen para estacionarse. Esta información se obtiene mediante la ubicación de observadores en varios puntos de la zona en estudio (Santos Pérez, 2020b).

Conclusiones parciales

1. Los atributos de accesibilidad y movilidad de centros históricos, dependen de la eficacia en la gestión vial de los componentes del subsistema vial urbano.
2. Los elementos que abordan el análisis de accesibilidad y movilidad son la infraestructura peatonal, los flujos vehiculares, los flujos peatonales, la infraestructura vial, los dispositivos de control y estacionamientos.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA PROPUESTA DE MEJORAS AL SUBSISTEMA VIAL

A partir del marco teórico referenciado, según el problema científico planteado, en el presente capítulo se realiza una descripción del procedimiento para la propuesta de mejoras al subsistema vial. En este queda demostrada la necesidad de un análisis integral de accesibilidad y movilidad que sirva como premisa a su aplicación. Para ello se caracterizan los métodos de diagnóstico y de procesamiento de información.

2.1. Procedimiento para la propuesta de mejoras al subsistema vial

La figura 2.1 muestra el procedimiento específico para la propuesta de mejoras al subsistema vial urbano, compuesto por dos (2) etapas y nueve (9) pasos, como se describe a continuación.

La caja de herramientas propuesta en la presente investigación, sirve de base y premisa a la implementación de este procedimiento, por lo que a continuación se describe el mismo, con el objetivo de establecer los nexos entre este y los métodos de diagnóstico y procesamiento de información en estudios de ingeniería de tránsito.

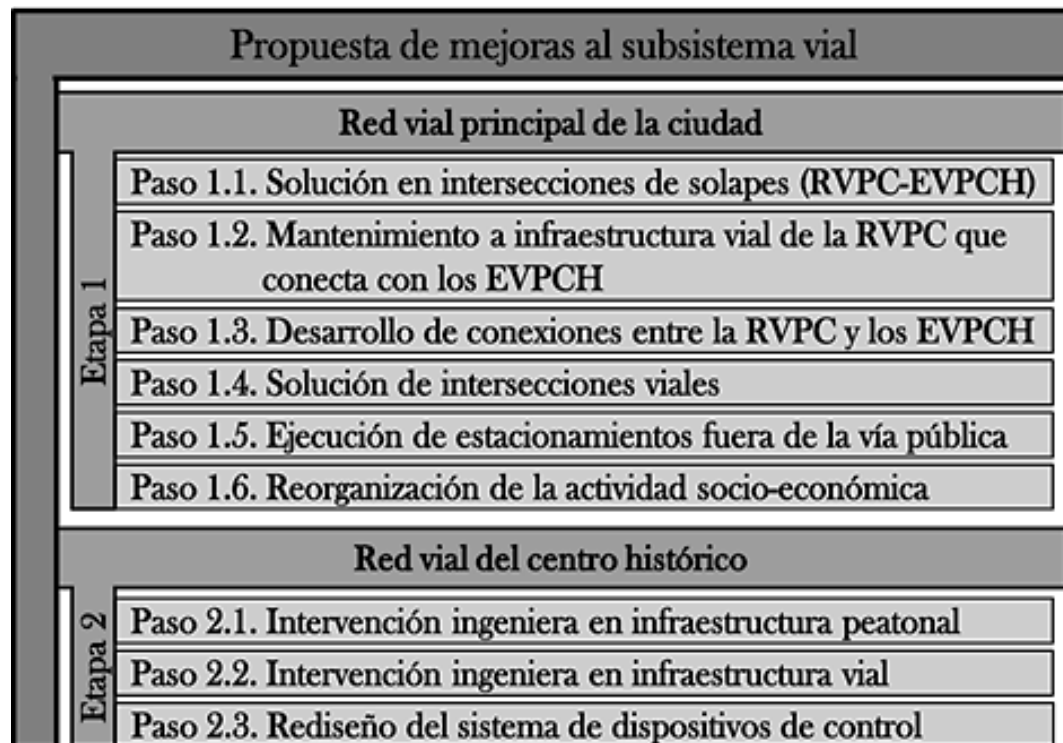


Figura 2.1. Procedimiento para la propuesta de mejoras al subsistema vial urbano.

Fuente: Santos Pérez (2020).

Etapa 1. Red vial principal de la ciudad

Paso 1.1 Solución en intersecciones de solapes (RVPC-EVPCH)

Los OACE responsables del subproceso de gestión de infraestructura vial deben acometer un proceso inversionista según lo establecido en el Decreto 327:2015. Reglamento del Proceso Inversionista, en las intersecciones viales donde confluyen la RVPC y los EVPCH, para elevar la capacidad de alojamiento de tráfico en estos puntos críticos de la red vial.

Paso 1.2. Mantenimiento a infraestructura vial de la RVPC que conecta con los EVPCH

Con base en el diagnóstico de la infraestructura vial, de acuerdo con el nivel de deterioro presentado en los ejes de la RVPC se acomete la reparación correspondiente. El mantenimiento debe ser planificado y cíclico, en intervalos definidos según el régimen de explotación de las vías.

Paso 1.3. Desarrollo de conexiones entre la RVPC y los EVPCH

En caso de reestructuración de la RVPC, se deben desarrollar accesos entre esta y los EVPCH. Esto comprende accesos viales, puentes y otras facilidades viales necesarias.

Paso 1.4. Solución de intersecciones viales

Al igual que en el paso 1, se debe dar solución a las nuevas intersecciones viales generadas por la conexión entre la RVPC y los EVPCH.

Paso 1.5. Ejecución de estacionamientos fuera de la vía pública

Con base en el diagnóstico de estacionamientos, se acomete por parte de los OACE responsables de dicho subproceso, un proceso inversionista en las áreas potenciales para este uso.

Paso 1.6. Reorganización de la actividad socio-económica

Se procede por parte del gobierno local a la reubicación de organismos situados en el centro histórico que presuponen usos incompatibles de los locales que ocupan.

Etapas 2. Red vial del centro histórico

Paso 2.1. Intervención ingeniera en infraestructura peatonal

Se comienza con una intervención en el sistema de infraestructuras técnicas (electricidad, telefonía, gas licuado, alcantarillado) que comprometen el espacio físico de la infraestructura peatonal asociada a la infraestructura vial. Luego se realiza una reparación capital a la infraestructura peatonal, incluida la asociada a nuevos accesos y tramos viales peatonalizados.

Paso 2.2. Intervención ingeniera en infraestructura vial

Una vez definidos los tramos viales a peatonalizar y concluida la reparación capital a la infraestructura peatonal asociada a los ejes que mantienen la circulación vehicular, se acomete una reparación según el nivel de deterioro de la infraestructura vial.

Paso 2.3. Rediseño del sistema de dispositivos de control.

Ante las variaciones introducidas en el funcionamiento del subsistema vial urbano del centro histórico y sus alrededores, se hace necesaria la reubicación de dispositivos de control de tráfico según su tipo y familia.

2.2. Caracterización de métodos de diagnóstico

2.2.1. Flujos vehiculares.

❖ Estudios de Origen-destino.

Procedimiento:

1. El conteo debe realizarse durante el día domingo y en un día entre semana, en dos intervalos de tiempo diferentes durante horas pico y valle.

Intervalos de conteo sugeridos:

- 7 AM – 9 AM (Intervalo que coincide con hora pico)
- 10 AM – 12 M (intervalo que no coincide con hora pico)

1. Familiarizar al personal con su tarea asignada: Determinar cuál es la clase de vehículo que debe contar, y cuáles vehículos se incluyen en ésta. Todo vehículo debe ser incluido en el conteo. Las personas encargadas del conteo deben situarse en un punto de intersección. Cada uno debe situarse a un lado de la vía, de manera que se pueda contar de forma clara los vehículos que pasan en el primer y en el segundo carril.
2. Escoger un punto de referencia en la sección de la avenida filmada: Se cuenta cada vehículo al pasar por este punto de referencia. El uso del mismo punto de referencia para todas las clases de vehículos, hace que los conteos por duplicado sean más exactos y eventos como trancones o vehículos detenidos no afecten el conteo.
3. Realizar una pequeña prueba: Esto con el objetivo de familiarizar al personal con el trabajo que debe realizar, y de solucionar dudas o preguntas.
4. La toma de datos se realiza en el formato que se muestra en el anexo 2.1
5. Repetir el conteo: Cada conteo se realiza por duplicado y por personas diferentes (Martínez Villamizar, 2020).

❖ Estudios de velocidad.

Método de determinación de la velocidad en un punto con la pistola radar.

Para realizar el estudio, el personal se divide en parejas, el radista (el que apunta con el radar y mide la velocidad) y el otro compañero anota la velocidad en el modelo. Las especificaciones y precauciones para este estudio se muestran a continuación:

1. En este estudio se mide la velocidad a un total de 120 vehículos. Si al cabo de dos horas de iniciado el estudio no se llega a esa cifra, se finaliza el estudio y se trasladan al otro lado de la vía para realizar el estudio en sentido contrario.
2. Se deben tomar precauciones al realizar el estudio. El que tiene el radar debe estar próximo a la vía, pero no encima de ella. El anotador puede estar sentado pero próximo al compañero del radar. No deben vestir ropa verde olivo o que parezca militar (Delgado Martínez, 2021).

❖ **Entrevistas a conductores.**

Se realizarán entrevistas informativas estructuradas de carácter abierto, para facilitar al entrevistado dar cualquier respuesta que considere apropiada sobre hechos, situaciones, acontecimientos, opiniones y actitudes que involucren al 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, directivos de los organismos incidentes en la gestión de la infraestructura vial (Pereira Machado, 2021).

2.2.2. Flujos peatonales

❖ **Aforos manuales.**

1. El conteo debe realizarse durante el día en los momentos de mayor flujo peatonal, en dos intervalos de tiempo diferentes durante horas pico.
2. Familiarizar al personal con su tarea asignada: deben saber identificar algunas características del peatón, por ejemplo su volumen, edad, género, fitness. Las personas encargadas del conteo deben situarse en un punto de intersección. Cada uno debe situarse a un lado de la vía, de manera que se pueda contar de forma clara los peatones que pasan en el primer y en el segundo.
3. Escoger un punto de referencia en la sección de la avenida filmada: Se cuenta cada peatón al pasar por este punto de referencia. El uso del mismo punto de referencia para todas las clases de peatón, hace que los conteos por duplicado sean más exactos.
4. Realizar una pequeña prueba: Esto con el objetivo de familiarizar al personal con el trabajo que debe realizar, y de solucionar dudas o preguntas que puedan surgir.

5. Repetir el conteo: Cada conteo se realiza por duplicado y por personas diferentes (Martínez Villamizar, 2020).

❖ **Estudios de velocidad.**

1. La velocidad al caminar se ve afectada por número de factores, las características de los peatones (volumen, edad, género, fitness), el camino (pendiente y ancho) y el tráfico (velocidad y distancia).
2. El estudio debe ser realizado en el lugar de interés bajo las condiciones de interés.
3. Uno o más observadores puede utilizarse, en función de cuánto varían las condiciones con el tiempo y el número de clases de datos deseados.
4. Los observadores deben ubicarse donde tengan un campo de visión despejado y no distraiga a los peatones que pasan.
5. Los observadores deben marcar una distancia medida a lo largo del camino viajado por los peatones y luego cronometra a los peatones individuales a través de la trampa de velocidad.
6. En general, una muestra de 100 observaciones es adecuada (Delgado Martínez, 2021).

❖ **Entrevistas a peatones.**

Se aplicarán encuestas de tipo mixta-estructurada, con el objetivo de conocer el grado de satisfacción de los usuarios de la infraestructura peatonal con respecto a la seguridad percibida en la interacción con los flujos vehiculares, y la comodidad en la circulación, para ello se toma como base las características geométricas de la infraestructura, la presencia de obstáculos físicos y la existencia de un mobiliario urbano acorde a la peatonalización (Pereira Machado, 2021).

❖ **Localización de puntos de atracción de viajes peatonales**

Pasos a seguir para la localización de puntos de atracción de viajes peatonales.

1. Tomar medidas sobre generación y atracción de las diferentes zonas de oficinas y de los terminales en líneas de transporte público.
2. Estimar volúmenes de peatones en la aérea de estudio.
3. Utilizar la distribución poblacional, porcentajes de encuestas procedentes de estudios nacionales y datos de actividad en el centro de las ciudades para predecir el número de potenciales viajes peatonales en determinados corredores.
4. Dividir en diferentes zonas y los arcos peatonales, en dependencia de la configuración de las calles y de las localizaciones de los centriodes de las zonas.

5. Tomar medidas sobre generación y atracción de las diferentes zonas de oficinas y de los terminales en líneas de transporte público.
6. Considerar el tiempo de factores de fricción y se confecciona caminos mínimos para la realización de los viajes.
7. Calibrar caminos mínimos a partir de la edición de tiempos de viaje, tiempos de espera en intersecciones, atracción de las diferentes calles y penalizaciones por giros.
 - Estimación la demanda en hora punta de viajes peatonales en zonas suburbanas y en expansión (Chang Ramírez).

2.2.3. Infraestructura vial

❖ Levantamiento manual.

Para llevar a cabo el correcto levantamiento de la infraestructura vial es necesario

1. Hacer una localización de las vías. En ello el personal disponible luego de su capacitación debe recorrer toda la zona para anotar la información requerida en los modelos.
2. Realizar mediciones del terreno (Según Núñez Gamboa 2019).

❖ Inspección visual.

Los resultados del diagnóstico, se demostraran mediante una secuencia de fotos en las horas que se realice el estudio, donde para poder llevar a cabo la misma hay que tener en cuenta los aspectos siguientes:

- Escoger determinados días y horas de la semana de tráfico representativo y horarios picos donde no se altere el patrón cotidiano de la ciudad y fechas significativas que aumenten los volúmenes de tráfico.
- Escoger el personal para la realización de la inspección.

La inspección visual, de acuerdo con el modelo de campo diseñado para cada tipo de infraestructura, debe tener en cuenta elementos como:

- Dimensiones.
- Radios de giro.
- Pendientes de accesos.
- Pendientes longitudinales y transversales.
- Desniveles.
- Presencia de obstáculos (Núñez-Gamboa, 2019).

❖ Revisión documental.

Pasos de la revisión documental:

1. Consulta documental. Consultar contexto general.
2. Contraste de la información. Validar el material, aclarar dudas, acceder al nuevo material.
3. Análisis histórico. Estudio de la evaluación de los conocimientos de tema (Santos Pérez, 2020b).

❖ **Estudios de visibilidad.**

Este factor constituye uno de los dos controles básicos del diseño de los elementos de infraestructura vial urbana, en conjunto 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.

2.2.4. Infraestructura peatonal

❖ **Levantamiento manual.**

La ejecución de levantamientos planimétricos por varios métodos, metodologías de diagnóstico por inspección visual de infraestructura peatonal, así como los parámetros característicos de la infraestructura peatonal que deben ser observados durante el estudio. La ejecución del diagnóstico permitirá recopilar la información necesaria para caracterizar el estado actual de la infraestructura peatonal, tanto de forma física como funcional.

1. Recorrido por la zona de estudio.
2. Mediciones en el terreno.
3. Evaluación técnica.

La evaluación técnica se realiza mediante la inspección visual, de acuerdo con el modelo de campo diseñado para cada tipo de infraestructura, tener en cuenta elementos como:

- Dimensiones.
- Radios de giro.
- Pendientes de accesos.
- Pendientes longitudinales y transversales.
- Desniveles.
- Presencia de obstáculos.
- Interrelación con el sistema de drenaje pluvial.

4. Evaluación funcional.

Luego de la realización del recorrido general por la zona en estudio, se dispersan las comisiones de trabajo, para reconocer las condiciones de operación de la infraestructura en vistas a realizar su evaluación funcional. Para ello es necesario identificar elementos como:

- Tipo de infraestructura.
- Facilidad de acceso.
- Existencia de mobiliario urbano.
- Vínculos accesos-ejes-espacios peatonales.

Etapas 2. Procesamiento de la información obtenida del diagnóstico.

Durante esta fase se aplicarán los procedimientos de cálculo necesarios para el procesamiento de la información recopilada durante el diagnóstico, de acuerdo con las normativas vigentes y al estado de la práctica internacional en caso de no existir estas.

❖ **Inspección visual.**

La inspección visual permitirá observar como es el comportamiento peatonal y a la vez evaluar y dar un diagnóstico según como se desarrolle durante las horas de inspección. Los resultados del diagnóstico, se demostraran mediante una secuencia de fotos en las horas que se realice el estudio.

❖ **Revisión documental.**

Pasos de la revisión documental:

4. Consulta documental. Consultar contexto general.
5. Contraste de la información. Validar el material, aclarar dudas, acceder al nuevo material.
6. Análisis histórico. Estudio de la evaluación de los conocimientos de tema.

2.2.5. Dispositivos de control

Diagnóstico del estado actual de los dispositivos de control

La determinación del diagnóstico actual de los dispositivos de control, se realizará por independiente a cada una de las familias de dispositivos de señalización. Lo que permitirá poder diagnosticar, según la envergadura de la situación de cada uno.

Etapas 1: Diagnóstico del estado actual de los dispositivos lumínicos (semáforos).

1. Realizar una inspección visual en la intersección del semáforo.

La inspección visual permitirá observar como es el comportamiento del semáforo y a la vez evaluar y dar un diagnóstico según como se desarrolle durante las horas de inspección. Los resultados del diagnóstico, se demostraran mediante una secuencia de fotos en las horas que se realice el estudio, donde para poder llevar a cabo la misma hay que tener en cuenta los aspectos siguientes:

- Escoger determinados días y horas de la semana de tráfico representativo y horarios picos donde no se altere el patrón cotidiano de la ciudad y fechas significativas que aumenten los volúmenes de tráfico.
 - Escoger el personal para la realización de la inspección.
2. Realizar levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico constará de tres personas, con instrumentos para tomar las siguientes medidas como: anchos de los nudos, las distancias de pare donde se detienen los vehículos y las distancias entre intersecciones, que permitirá realizar el cálculo del ciclo del semáforo.

Etapas 2: Diagnóstico del estado actual de los dispositivos horizontales y verticales.

El diagnóstico actual de los dispositivos de señalización horizontales, verticales y otros dispositivos se representara con gráficos y fotos, donde se diagnosticará a cada una de las familias de dispositivos de control. Para la realización del diagnóstico se debe tener en cuenta los pasos siguientes:

1. Diseño del estudio de los dispositivos de señalización horizontales, verticales y otros dispositivos de control.

En las planillas de campo y gabinete, están definidos los parámetros y variables lógicas a evaluar en dicho estudio para producir los resultados deseados (ver anexo 2.2 y anexo 2.3) (Verdezoto, 2020).

❖ **Inspección visual.**

La inspección visual permitirá observar como es el comportamiento del semáforo y a la vez evaluar y dar un diagnóstico según como se desarrolle durante las horas de inspección. Los resultados del diagnóstico, se demostraran mediante una secuencia de fotos en las horas que se realice el estudio, donde para poder llevar a cabo la misma hay que tener en cuenta los aspectos siguientes:

- Escoger determinados días y horas de la semana de tráfico representativo y horarios picos donde no se altere el patrón cotidiano de la ciudad y fechas significativas que aumenten los volúmenes de tráfico.

- Escoger el personal para la realización de la inspección.

❖ **Estudios de ciclo de semáforos**

1. Realizar levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico constará de tres personas, con instrumentos para tomar las siguientes medidas como: anchos de los nudos, las distancias de pare donde se detienen los vehículos y las distancias entre intersecciones, que permitirá realizar el cálculo del ciclo del semáforo.

1.2.6. Estacionamientos

Para un mejor desarrollo y comprensión del procedimiento, este se divide en fases, etapas y pasos, según la envergadura de cada uno, que forman una cadena en la que cada eslabón da seguimiento a otro, encaminándose en un objetivo conjunto.

❖ **Estudio de ocupación, duración y rotación de estacionamientos.**

Índice de rotación.

El índice de rotación es el número de veces que se usa el espacio específico de estacionamiento durante un lapso de tiempo determinado.

$$Ir = \text{Demanda} / \text{Oferta}$$
$$Ir = \frac{\text{Número de vehículos que se estacionan}}{\text{Número de espacios para estacionarse}}$$

Se recomienda que el índice de rotación sea especificado durante todo el día, o durante el tiempo de estudio, o durante varias horas del día o en promedios horarios.

También, para un determinado período de estudio, el índice de rotación de un estacionamiento puede expresarse como:

$$Ir = \text{Demanda} / \text{Oferta} = \frac{vi + Ve}{c}$$

Dónde:

vi = número de vehículos estacionados al inicio del estudio.

Ve = número de vehículos que entran durante el tiempo de estudio.

C = capacidad del estacionamiento en número de cajones disponibles(Santos Pérez, 2020b).

❖ **Levantamiento manual de la oferta.**

La realización del diagnóstico de la oferta muy importante ya que el mismo permite conocer su estado actual, además de brindar información sobre el número de espacios disponibles de estacionamiento en la vía pública. .

1. Preparación posible del personal que se destina para dicha actividad. Debe arrojarse el dato del número de espacios existentes disponibles para estacionamiento.
2. Restar a la longitud total de la vía todas las restricciones correspondientes a:
 - Zona de Carga (longitud correspondiente a un camión que se utiliza para esta acción).
 - Zona Oficial (se establece un valor promedio de tres vallas por cada una excepto en el caso de existencia de PCC que son siete vallas).
 - Zona de Piquera (longitud correspondiente a cinco vallas como promedio), salida de edificios (se tiene en cuenta la longitud de un vehículo de diseño).
 - Parada de Ómnibus, existencia de hidrantes, espacio anterior y posterior a las intersecciones (diez metros).
 - señales de Prohibición de Parqueo, tal y como lo establece la Ley 109 del Tránsito.
3. Lo obtenido en el 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.

Levantamiento de los espacios para estacionamiento sobre la vía pública.

Para llevar a cabo el correcto levantamiento de los espacios para estacionamiento sobre la vía pública es necesario:

1. hacer una localización de los estacionamientos.
2. personal disponible luego de su capacitación debe recorrer toda la zona para anotar en los modelos la información requerida y especificar si estos espacios que se referencian pertenecen a Zona Oficial, Zona de Carga, Zona de Comercio o libre estacionamiento, que incluye los que son ilegales.

2.3. Métodos de procesamiento de información proveniente del diagnóstico.

2.3.1. Flujos vehiculares

❖ Flujogramas o diagramas de distribución de volúmenes:

1. Realizar aforos manuales u automatizados en las zonas de intersecciones o tramos de vías.
2. Identificar los tipos de vehículos que transitan por cada sentido de circulación, esta información es recopilada en los aforos.
3. Establecer un conteo de los volúmenes de autos que transitan por sentido de circulación de la intersección.

4. Identificar las maniobras realizados en la intersección o tramo de vía por cada vehículo.
5. Realizar el conteo de la cantidad de giros por carriles de circulación.
6. Confeccionar un esquema con los datos recopilados. (anexo 2.4) (Rodríguez Bonilla, 2021).

❖ **Gráficos de composición de corrientes vehiculares.**

1. Describir la composición de las corrientes vehiculares. Se obtiene de la realización de los aforos en intersecciones o tramos de vía, se describe los tipos de vehículos identificados en el aforo.
1. Determinar el porcentaje de cada vehículo que componen las corrientes vehiculares y qué porcentaje representan del volumen total aforado en ese tiempo.
2. Se conforma un gráfico en forma de pastel para apreciar los porcentajes de la composición vehicular en referencia a un periodo de tiempo (Rodríguez Bonilla, 2021).

❖ **Gráficos de dispersión de velocidades de operación**

1. Establecer límites de velocidades tanto máximas como mínimas, en dependencia de los resultados de las velocidades obtenidas en los aforos.
2. Determinar las velocidades seguras en curvas horizontales e intersecciones.
3. Determinar la frecuencia observada relativa (porcentaje) de la cantidad de vehículos en los límites de velocidades establecidos desde la realización del aforo.
4. Conformar un gráfico de barras en las abscisas se colocan los valores de límites de velocidad máximos y mínimos y en las ordenadas la frecuencia relativa en que transitan los vehículos en la zona u intersección analizada (Pérez et al., 2011).

❖ **Gráficos de tiempos de recorrido de viajes:**

1. Para determinar los tiempos de viaje se utilizó el método de placas en la hora pico. Este procedimiento consiste en anotar el momento en que los vehículos que recorren el tramo de vía o intersección y pasan por los puntos de control, identificándolos por su placa de matrícula.
2. Luego, en gabinete se revisa los números de placas y se seleccionan aquellos que coincidan en los puntos de control, se clasifican por tipo de vehículo y se obtiene el tiempo de viaje promedio.
3. Se agrupan en tabla por fecha, día, turno, tipo de vehículo, se colocan los tiempos que demora desde un punto de control a otro y por último se calculan los tiempos de viaje promedios.

4. Después de agrupados los datos en la tabla se confecciona un gráfico con los datos recopilados (Santos Pérez, 2020).

2.3.2. Flujos peatonales:

❖ Flujogramas o diagramas de distribución de volúmenes.

1. Realizar aforos manuales u automatizados en las zonas de intersecciones o tramos de vías.
2. Identificar los tipos de peatones que transitan por cada sentido de circulación, esta información es recopilada en los aforos.
3. Establecer un conteo de los volúmenes de peatones que transitan por sentido de circulación en el cruce de la intersección.
4. Identificar las maniobras realizadas por los peatones en los cruces dentro de la intersección o tramo de vía.
5. Realizar el conteo de la cantidad cruces realizados por los peatones en la intersección.
6. Confeccionar un esquema con los datos recopilados (anexo 2.5).
7. Se confecciona una tabla resumen con la cantidad cruces o movimientos provenientes por sentido de circulación (Santos Pérez, 2020).

❖ Gráficos de composición de corrientes peatonales.

1. Describir la composición de las corrientes peatonales. Se obtiene de la realización de los aforos en intersecciones o tramos de vía y describir los tipos de peatones (de acuerdo con los atributos de los peatones, como género, edad y ocupación).
2. Determinar el porcentaje de cada tipo de peatón que componen la corriente peatonal y qué porcentaje representan del volumen total aforado en ese tiempo.
3. Se conforma un gráfico en forma de pastel para apreciar el porcentaje de la composición peatonal en referencia a un periodo de tiempo.

❖ Gráficos de dispersión de velocidades de caminata.

1. Establecer límites de velocidades tanto máximas como mínimas, en dependencia de los resultados de las velocidades obtenidas en los aforos.
2. Determinar la velocidad con que se desplazan los peatones (velocidad de caminata).
3. Determinar la frecuencia observada de la cantidad de peatones que circulan en los límites de velocidades establecidos desde la realización del aforo.
4. Conformar un gráfico de barras en las abscisas se colocan los valores de límites de velocidad máximos y mínimos y en las ordenadas la frecuencia relativa en que se desplazan los peatones en la zona u intersección analizada.

2.3.3. Infraestructura vial

❖ Estudio de capacidad vial y niveles de servicio.

1. Parámetros de entrada

Para llevar a cabo análisis operacional de una intersección señalizada, se requieren datos necesarios que se dividen en tres categorías principales: condiciones geométricas, de tráfico y de señalización. Para tener una visión más amplia de los parámetros de entrada.

2. Determinación de la tasa de flujo

La segmentación de la intersección en grupos de carril es un proceso simple, que considera tanto la geometría de la intersección y la distribución de los movimientos del tráfico. Sin embargo, los volúmenes de demanda también pueden indicarse por más de un período de análisis, tales como un volumen por hora. Es necesario convertir los volúmenes horarios a tasas de flujo durante 15 minutos a través del factor de la hora de máxima demanda.

3. Determinación de tasa de flujo de saturación

La tasa de flujo de saturación es el flujo en vehículos por hora que pueden ser acomodados en un grupo carril, siempre que la fase verde se visualice el 100 por ciento del tiempo ($g / C = 1,0$). "En una intersección se considera en 1.900 vehículos ligeros por hora de verde y carril (vl/hv/c).

4. Determinación de la capacidad y la relación volumen a capacidad

La capacidad señalizada (I/S) se basa en la tasa de flujo y la tasa de flujo de saturación. Se calcula mediante la ecuación siguiente.

$$C_i = S_i * \left(\frac{g_i}{C} \right)$$

Dónde:

C_i : Capacidad del grupo de carriles i (vehículos / h).

S_i : Tasa de flujo de saturación del grupo de carriles i (vehículos / h. verde).

g_i : Tiempo verde efectivo para el grupo de carriles i (segundos verdes).

C : Relación de verde efectivo para el grupo de carriles i .

La relación volumen a capacidad (v/c), está dada con el símbolo (X_i) en el análisis de una intersección.

$$X_i = \left(\frac{v}{C} \right) i$$

Se tiene en cuenta solo los grupos de carril que tienen la relación de flujo más alto (v/c), para una fase de señal dada, el grado de saturación crítica de la intersección se define como:

$$X_c = \sum \left(\frac{v}{S} \right) \left(\frac{C}{C-L} \right)$$

Donde,

X_c = Relación volumen a capacidad crítica de la intersección.

C = Ciclo del semáforo (s).

L = Tiempo total perdido por ciclo (s).

5. Determinación de demoras.

Se calcula como:

$$d = d_1 (PF) + d_2 + d_3$$

El factor de ajuste (PF) es la coordinación efectiva de la demora uniforme, por lo tanto se ajusta solo a d_1 mediante la expresión siguiente:

$$PF = \frac{(1-P)f_{pa}}{1 - \left(\frac{g}{C} \right)}$$

Dónde:

PF = proporción de vehículos que llegan en verde.

g/c = proporción de tiempo verde disponible.

f_{pa} = Factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan durante el verde.

P = proporción de los vehículos en el ciclo que llegan a la línea de pare o que unen a la cola estática mientras se despliega la fase verde.

R_p = relación de grupo de vehículos.

$$P = R_p \left(\frac{g}{C} \right)$$

La demora uniforme asume una llegada uniforme (d_1) la tasa de flujo uniforme y sin cola inicial. La fórmula para la demora uniforme es:

$$d_1 = \frac{0.5C \left(1 - \frac{g}{C} \right)^2}{1 - \left[\min(1, x) \frac{g}{C} \right]}$$

En la siguiente ecuación de la demora incremental (d_2) se usa para estimar la demora debido al incremento de llegadas no uniformes y errores de ciclo temporales.

$$d_2 = \left[(x - 1)^2 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8kIx}{cT}} \right]$$

Dónde:

T= la duración del período de análisis (0.25h).

k=factor de demora incremental que depende del ajuste de los controladores en intersecciones. k=0.50 para intersecciones prefijadas.

I=factor de ajuste por entradas de la intersección corriente arriba, estos valores se obtienen en función del valor x_i .

Las demoras agregadas (d_A) en cualquier acceso, es el promedio ponderado de las demoras totales de todos los carriles, para utilizar los flujos ajustados de los grupos de carriles, como:

$$d_A = \frac{\sum_{i=1}^A (d_i v_i)}{\sum_{i=1}^A v_i}$$

Dónde:

A=Numero de grupo de carriles en el acceso.

d_A =Demora en el acceso A (s/veh).

d_i =Demora en el grupo de carriles i, en el acceso A (s/veh).

V=Volumen ajustado del grupo de carriles i (veh/horas).

Una demora en la intersección se determina como un promedio ponderado de las demoras en todos los accesos de la intersección, como:

$$d_i = \frac{\sum_{A=1}^I (d_A v_A)}{\sum_{A=1}^I v_A}$$

Dónde:

I = Numero de accesos de la intersección I.

d_1 =Demora en la intersección I (s/veh).

d_A =Demora en el acceso A (s/veh).

v_A = Volumen ajustado del acceso A (veh/h).

6. Determinación del nivel de servicio

Metodología para determinar la capacidad vial y el nivel de servicio basándose en las demoras para intersecciones sin semáforo:

1. Datos geométricos

Se necesitan descripciones detalladas de la geometría, el control, y los volúmenes en la intersección. Factores geométricos clave incluyen el número y uso de los carriles, carril de dos vías con giro a la izquierda (TWLTL), carriles de discapacitados, la calidad de enfoque, y la existencia de acercamientos ensanchados en la calle menor. El analista debe dividir todos los volúmenes por hora del factor de hora pico (PHF) antes de comenzar los cálculos.

2. Determinación de niveles de conflicto

En los movimientos de gran prioridad deben utilizar algunos de los espacios mostrados por los movimientos de menor prioridad. Los derechos de parada y paso se detallan a continuación:

- La jerarquía 1 debe tener libre derecho de paso frente a las jerarquías 2, 3 y 4.
- La jerarquía 2 debe ceder ante la jerarquía 1 y debe tener libre derecho de paso frente a las jerarquías 3 y 4.
- La jerarquía 3 debe ceder ante la jerarquía 1 y 2, y debe tener libre derecho de paso frente a la jerarquía 4.
- La jerarquía 4 debe ceder ante la jerarquía 1, 2 y 3.

Los diferentes movimientos de flujo vehicular generan espacios, en la tabla (2.6), se encuentra el cálculo de los flujos de conflicto en TWSC.

3. Intervalos críticos y tiempos continuos

. El intervalo crítico t_{cx} para un movimiento determinado es definido como el intervalo mínimo promedio aceptado que permite entrar a la intersección para un vehículo de la calle secundaria.

El tiempo continuo t_{fx} para un movimiento determinado es el tiempo mínimo promedio aceptado entre la salida de un vehículo de la calle secundaria y la salida de un segundo vehículo para usar el mismo intervalo. El tiempo continuo es calculado sólo bajo condiciones de flujo de cola continuo.

$$t_{fx} = t_{fb} + (t_{fHV} * P_{HV})$$

$$t_{cx} = t_{cb} + (t_{cHV} * P_{HV}) + (t_{cG} * G) - t_{cT} - t_{3LT}$$

Dónde:

t_{cx} = Intervalo crítico por cada movimiento x.

t_{cb} = Intervalo crítico base.

t_{cHV} = Factor de ajuste para vehículos pesados, s.

P_{HV} = Proporción de vehículos pesados.

t_{cG} = Factor de ajuste para pendiente, s.

G = Pendiente, decimal o porcentaje/100.

t_{cT} = Factor de ajuste para intervalo aceptado en segunda etapas o faces, s.

t_{3LT} = Factor de ajuste por geometría de la intersección, s.

t_{fx} = Tiempo continuo para movimientos x, s.

t_{fHV} = Factor de ajuste para vehículos pesado, s.

P_{HV} =Intervalo critico base.

4. Capacidad potencial

Según el modelo de intervalo aceptado, para u movimiento determinado se calcula con la formula siguiente:

$$C_{px} = V_{cx} * \frac{e^{-\left(\frac{V_{cx} * V_{cx}}{3600}\right)}}{1 - e^{-\left(\frac{V_{cx} * V_{cx}}{3600}\right)}}$$

Dónde:

C_{px} =Capacidad potencial de movimiento x, (veh/h).

V_{cx} = Tasa de flujo de conflicto para un movimiento x, (veh/h).

t_{cx} = Intervalo crítico para cada moviminto x, s.

t_{fx} = Tiempo continuo para movimiento x, s.

5. Capacidad de movimiento

La capacidad de movimiento C_{px} de los movimientos de la calle secundaria se observa mejor en las figura (2.5), esta figura muestran la aplicación de la fórmula anterior de la capacidad potencial (expresada en veh/horas).

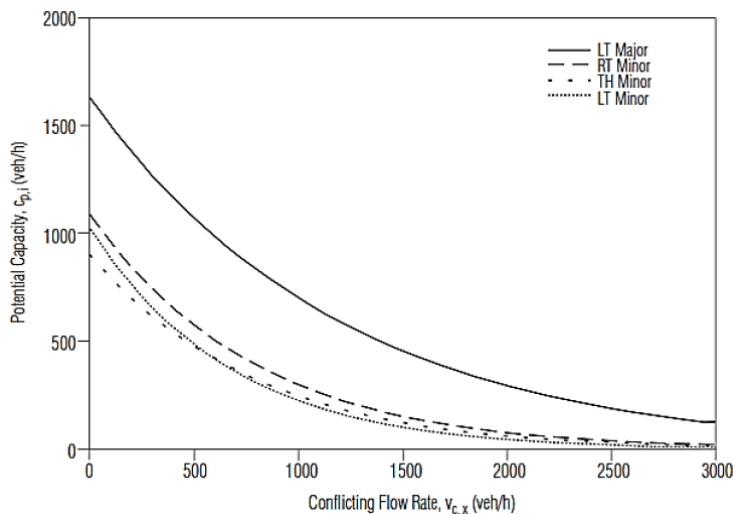


Figura 2.5: Capacidad potencia para calles de dos carriles

Fuentes: Transportation Research Board. (2000). Highway Capacity Manual. Washington: National Research Council.

6. Capacidad de carriles compartidos

Si muchos movimientos comparten el mismo carril y no pueden detenerse a un lado de la línea de parada, es necesario juntar algunos movimientos y reajustar a las nuevas condiciones. Para calcular esta capacidad reajustada de carriles compartidos, se usa la ecuación siguiente.

$$C_{SH} = \frac{\sum V_y}{\sum \left(\frac{V_y}{C_{my}} \right)}$$

Dónde:

C_{CH} = Capacidad de carril compartido (veh/h).

V_y = Radio de flujo, movimiento y, que comparten carril con otros movimientos secundarios.

C_{my} = Capacidad de movimiento y, que comparten carril con otros movimientos secundarios.

7. Aproximaciones en la calle principal

Cuando no existe un carril de giro exclusivo a la izquierda, los demás movimientos de tráfico de la calle principal podrían conllevar a demoras por los vehículos que esperan aceptar un intervalo para girar a la izquierda. Las probabilidades de los movimientos uno y cuatro (jerarquía dos), serán calculados con las ecuaciones:

$$P^*_{vj} = 1 - \frac{1 - P_{vj}}{1 - \left(\frac{V_{i1}}{S_{i1}} + \frac{V_{i2}}{S_{i2}} \right)}$$

$$P^*_{vj} = 1 - \frac{1 - P_{vj}}{1 - (q_{i1} * t_{B,i1}) - (q_{i2} * t_{B,i2})}$$

Dónde:

P_{vj} = Probabilidad de estado de cola libre para los movimientos j.

j = movimiento 1.4 (giro ala izquierda en la calle principal).

i_1 = Movimiento 2.5 (sentido de frente a la calle principal).

i_2 = Movimiento 1.4 (giro a la izquierda en la calla principal).

S_{i1} = Tasa de flujo de saturación para los flujos con sentido de frente en la calle principal, (veh/h).

S_{i2} =Tasa de flujo de saturación para los flujos con giro la derecha en la calle principal, (veh/h).

v_{i1} = Flujo con sentido de frente en la calle principal, (veh/h).

V_{i2} = Flujo con giro a la derecha en la calle principal,(veh/h).

q_{i1} = volumen de flujo i1, (veh/h).

q_{i2} = volumen de flujo i2, (veh/h).

t_{Bi1}, t_{Bi2} = Tiempo continuo requerido para un vehículo en el flujo i1 oi2, s.

8. Demoras

La demora total es la diferencia entre el tiempo de viaje actual experimentado y el tiempo de viaje referencial. Una porción de la demora total se atribuye al control de medidas, de cualquier señal o señales de pare, que es posible cuantificar. La ecuación muestra la demora, pero sólo en condiciones que la demanda sea menor que la capacidad para un período de análisis:

$$d_x = \frac{3600}{C_{mx}} + (900 - t) \left[\left(\frac{V_x}{C_{mx}} - 1 \right) + \sqrt{\left(\frac{V_x}{C_{mx}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{369}{C_{mx}} \right) \left(\frac{V_x}{C_{mx}} \right)}{450 * T}} \right] + 5$$

Dónde:

d_x = Demora controlada (s/veh).

V_x = Tasa de flujo para un movimiento x, (s/veh).

C_{mx} = Capacidad de movimiento x, (s/veh).

T = Periodo de tiempo análisis, h, (si $T = 0.25$ para un periodo de 15 min).

La demora total de la intersección se determina como un promedio de las demoras en todos los movimientos de la intersección, como:

$$d_t = \frac{\sum(v_x * d_x)}{vt}$$

Dónde:

d_t =Demora total en la intersección (s/veh).

v_x = volumen cada movimiento (veh/h).

d_x =Demora de cada movimiento (s/veh).

v_t = Volumen total de interacciones (veh/h).

9. Niveles de servicio

El criterio para los niveles de servicio o LOS (por sus siglas en inglés Level Of Service) se determina por el retraso de control calculado y se define para cada movimiento menor, no está definido para la intersección como un todo en la tabla (2.7) se presentan criterios para LOS

LOS	Demoras (seg/veh)	Descripción General
A	0-10	Velocidad de flujo libre en 90%
B	>10-15	Velocidad de flujo libre en 70%
C	>15-25	Velocidad de flujo libre en 50%
D	>25-35	Velocidad de flujo libre en 40%
E	>35-50	Velocidad de flujo libre en 33%
F	>50	Flujo en la calle velocidades muy bajas

Tabla 2.7. Criterios de LOS para TWSC.

Fuentes: Transportation Research Board. (2000). Highway Capacity Manual. Washington: National Research Council.

❖ Método de la NC 2002/1990: Diseño geométrico de vías urbanas. Especificaciones de proyecto.

1. Se prepara al personal o institución disponible para realizar el procesamiento de la información y prepararlos en el tema que se está estudiando mediante conferencias impactadas por profesionales que conozcan del tema.
2. Realizar un levantamiento y recorrido de toda la zona donde será analizada la infraestructura vial y las zonas de estudio. Conformar un plano de las principales vías urbanas analizar
3. Registrar en los modelos metodológicos de procesamientos de información los datos obtenidos en el estudio de la infraestructura vial según la NC 2002/1990. (anexo 2.6)

2.3.4. Infraestructura peatonal

❖ Estudio de capacidad peatonal y niveles de servicio

Metodología de análisis de capacidad peatonal:

1. Se realizan los aforos y estudios pertinentes para determinar el flujo de peatones en un periodo de tiempo determinado y los tipos de peatones (niños, jóvenes, adultos y adultos mayores).

2. Recopilar los datos geométricos de la infraestructura peatonal (ancho efectivo de la misma).
3. Se utiliza la ecuación siguiente para estimar la capacidad peatonal de la acera, expresado en peatones por unidad de espacio en un período de tiempo.

$$C = C_b * W_e * f_{ag} * f_{gc} * f_d * f_c$$

Dónde:

C = Capacidad de la acera, expresada en p/m/hora.

C_b = Flujo máximo en condiciones base, obtenido por modelos de datos locales.

W_e = Ancho efectivo de la acera, expresado en m.

f_{ag} = Factor de ajuste por edad y género.

f_{gc} = Factor de ajuste para el grado y condiciones de la acera.

f_d = Factor de ajuste para división direccional.

f_c = Factor de ajuste para acompañante.

Calculo de los factores:

Factor de ajuste por edad y género (f_{ag}).

$$f_{ag} = \frac{1}{1 + [pc(Ec - 1) + py(Ey - 1) + pa(Ea - 1) + ps(Es - 1)]}$$

Dónde:

pc = Proporción de niños (entre 3 y 10 años).

Ec = Equivalente joven por niño.

py = Proporción de jóvenes (entre 11 y 25 años).

Ey = Equivalente de joven por joven.

pa = Proporción de adultos (entre 26 y 60 años).

Ea = Equivalente de jóvenes por adultos.

ps = Proporción de personas mayores (mayores de 60 años).

Es = Equivalente de jóvenes por personas mayores.

Tabla 2.8. Valores equivalentes por edad y género

Genero	Edad	Equivalencia
Masculino	Niño	1.210
	Joven	1.000
	Adulto	1.120
	Adulto mayor	1.224
Femenino	Niño	1.290
	Joven	1.061
	Adulto	1.197
	Adulto mayor	1.317

Fuentes: Martínez (2020)

Factor de ajuste para el grado y condiciones de la acera (f_{gc}).

Tabla 2.9. Ajuste para grado y condición de la acera

Pendiente	Condiciones de la acera		
	Bueno	Regular	Malo
Pequeño < 3 %	1.0	0.965	0.931
Medio 3 - 7 %	0.929	0.894	0.859
Alto > 7 %	0.857	0.823	0.788

Fuentes: Martínez (2020)

Factor de ajuste para división direccional (f_d)

Tabla 2.10. Ajuste para división direccional

División direccional	f_d
50 / 50	1.0
60 / 40	0.87
70 / 40	0.78
80 / 20	0.7
90 / 10	0.64
100 / 0	0.58

Fuentes: Martínez (2020)

Factor de ajuste para acompañante (f_c).

Caminar acompañado reduce la capacidad de la acera porque se altera el comportamiento grupal de los peatones (con respecto a la velocidad), estudios realizados han demostrado que el impacto del tamaño del grupo peatonal y su efecto es similar a caminar con un compañero, por lo que propone el uso de la ecuación:

$$f_c = \frac{1}{1 + [p_a(E_a - 1)]}$$

Dónde:

p_a = Proporción de peatones que caminan acompañados.

E_a = Equivalente para estar acompañado a condiciones de base = 1.078

Nivel de Servicio en infraestructura peatonal

Para cada tipo de infraestructura se definen seis niveles de servicio, para los que se disponen de procedimientos de análisis, se les otorga una letra desde la A hasta la F donde el nivel de servicio (NS) A es el que representa las mejores condiciones operativas, y el (NS) F, las peores (anexo 7)

❖ Revisión de parámetros geométricos

Ancho de la acera: depende del tipo de vía en que se encuentre la infraestructura peatonal y se revisaran de acuerdo con el tipo de habilitación urbana, en base a los siguientes módulos, tendrán una altura de 0.15 m y deben de tener un acabado antideslizante:

Tabla 2.11. Secciones de las vías locales principales y secundarias.

	Tipo de habilitación			
	Vivienda	Comercial	Industrial	Usos especiales
Vías locales principales				
Aceras o veredas	1.80-2.40-3.00	3.00	2.40-3.00	3.00
Vías locales secundarias				
Aceras o veredas	0.60-1.20	2.40	1.80	1.80-2.40

Fuentes: Norma GH 020. Componentes de diseño urbano (2016)

Se habilitarán descansos de 1.20 ml. de longitud, de acuerdo con las pendientes siguientes:

Tabla 2.12. Pendientes de aceras en vías locales principales y secundarias.

Pendientes	Descansos
Pendientes hasta 2 %	sin descansos
Pendientes hasta 4 %	cada 50 ml. como máximo
Pendientes hasta 6 %	cada 30 ml. como máximo
Pendientes hasta 8 %	cada 15 ml. como máximo
Pendientes hasta 10 %	cada 10 ml. como máximo
Pendientes hasta 12 %	cada 5 ml. como máximo

Fuentes: Norma GH 020. Componentes de diseño urbano (2016)

Pasajes peatonales: no admiten circulación vehicular ni espacios de estacionamiento, solo tendrán acceso los vehículos de emergencia. Los pasajes peatonales de la Habilitación Urbana tendrán una sección igual a 1/20 (un veinteavo) de su longitud; deberán contar, como mínimo, con dos módulos de vereda y una sección de 3.00 Ml.

Barandas: los bordes de un plano transitable, abiertos hacia un plano inferior con una diferencia de nivel mayor de 30cm, deberán estar provistos de parapetos o barandas de seguridad con una altura no menor de 80cm. Las barandas llevarán un elemento corrido

horizontal de protección a 15cm sobre el nivel del piso, o un sardinel de la misma dimensión.

Rampas para discapacitados: en las esquinas e intersecciones de vías se colocarán rampas para discapacitados para acceso a las aceras, ubicándose las mismas sobre las bermas laterales y centrales. De no existir bermas se colocarán en las propias aceras. La pendiente de la rampa no será mayor al 10 % y el ancho mínimo libre será de 0.90 m.

2.3.5. Dispositivos de control

❖ Medidas para señalización horizontal y vertical

1. Inspección de campo; esta actividad será realizada con el propósito de conocer con mayor precisión el estado de las zonas en las que se requiere la implementación de la señalización tanto horizontal como vertical y la revisión de las existente.

2. Definición de necesidades de señalización y posible ubicación de las mismas.

3. Analizar que toda señalización de tránsito satisfaga las siguientes condiciones para cumplir con su objetivo principal.

- a) Debe ser necesaria.
- b) Debe ser visible y llamar la atención.
- c) Debe ser legible y fácil de entender.
- d) Debe dar tiempo suficiente al usuario para responder de modo adecuado.
- e) Debe infundir respeto.
- f) Debe ser creíble

4. Comprobar que todas las señalizaciones cumplan con las especificaciones normadas establecidas con respecto a:

- a) Diseño:
 - Color
 - Forma, Dimensiones, Patrones.
- b) Ubicación
- c) Conservación y Mantenimiento
- d) Materiales

5. Elaboración de los detalles de cada una de las señales tanto horizontales como verticales a emplear en la señalización del centro histórico.

6. Elaboración de planos en los que se detalle la ubicación exacta y los sitios en los que se fijarán las nuevas señales en caso de que se necesiten.

Nota: C: Cumple con las especificaciones

NC: No cumple con las especificaciones

❖ **Ficha técnica de dispositivo de control.**

1. Inspección de campo: se realiza a todas las señalizaciones y dispositivos de control de tránsito para conocer su estado técnico y funcionamiento adecuado, así como su cumplimiento con las normativas vigentes.
2. Se realizan las fichas técnicas para cada señalización y dispositivo de control de tráfico (León Reyes *et al.* 2020).

2.3.6. Estacionamientos

❖ **Determinación de la oferta y demanda de estacionamientos.**

Determinación de la oferta

1. Se realiza un recorrido por parte del personal capacitado a través de la zona de estudio, los que recogen en los modelos de manera detallada, toda la información referida a los espacios públicos fuera de la vía que prestan servicio de aparcamiento. Esta actividad se efectúa en días correspondientes a cualquier semana en los que no se produzcan actividades diferentes a las que de forma rutinaria se llevan a cabo.
2. Llevar a cabo un conteo de los espacios que se disponen para este fin de acuerdo con la cantidad de vallas, tanto en la vía pública como fuera de esta. No se incluyen en el conteo, los locales públicos que prestaron en algún momento este servicio y que por razones ajenas al interés de la investigación, hoy realizan otra función.
3. Conocer las áreas desocupadas que integran una zona determinada, y que pueden ser utilizadas como estacionamiento.
4. Elaborar un inventario en el que se recogen y procesan datos, y estos datos varían en función del caso de estudio que se lleven a cabo. Se realizan para permitir encuestas fiables de los espacios que son empleados para este fin, y de aquellos que se encuentran en desuso y que pueden ser adaptados como aparcamiento, bajo restricciones y regulaciones plasmadas en la normativa vigente, de forma tal que permitan suplir en gran medida la demanda existente.

Determinación de la demanda

Los principales componentes que conforman la demanda de estacionamiento son:

- **Demanda básica:** que incluye los vehículos estacionados más los vehículos que maniobran para estacionarse.
- **Demanda ilegal:** que incluye los vehículos estacionados de forma ilegal.

- **Demanda excedente:** corresponde a los vehículos que buscan estacionamiento sin encontrarlo de inmediato.
- **Demanda potencial:** vehículos que no van a estacionarse al área ya que suponen que no encontrarán espacio disponible.

Por tanto, la demanda total en un instante dado queda expresada como:

$$Demanda\ total = básica + ilegal + excedente + potencial$$

CONCLUSIONES

1. Los elementos más abordados en la literatura especializada que aborda el análisis de accesibilidad y movilidad, son la infraestructura peatonal, los flujos vehiculares, los flujos peatonales, la infraestructura vial, y la señalización. Los parámetros descriptivos de su funcionamiento, sirven de base para la selección de los métodos de diagnóstico y procesamiento de información adecuados de acuerdo con la finalidad del estudio a realizar.
2. De la eficacia en la selección y aplicación de los métodos de diagnóstico y procesamiento de información, dependerá la fiabilidad y validez de los resultados del estudio, y por tanto su utilidad como información de entrada al proceso de toma de decisiones a nivel gubernamental con respecto a la proyección y desarrollo de inversiones destinadas a mejorar la accesibilidad y movilidad de los núcleos urbanos fundacionales de las ciudades patrimoniales cubanas.
3. Incluso cuando existen en la literatura disímiles incursiones en la realización de estudios de componentes del sistema vial urbano, no se constata la existencia de una metodología general para planificar un estudio de Ingeniería de Tránsito o seleccionar una técnica específica. Esto justifica la necesidad de que los organismos rectores de la gestión vial urbana, cuenten con una caja de herramientas para el análisis integral de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda desarrollar la presente investigación para articular un procedimiento para el análisis integral de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos.
2. Comunicar los resultados de la presente investigación a las instancias nacional y provinciales del Centro Nacional de Ingeniería de Tránsito, y el Centro Nacional de Vialidad, así como a la Comisión Nacional de Carrera de Ingeniería Civil, dado el valor docente que posee la caja de herramientas propuesta.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUDELO TOBÓN, L. F., & ESCOBAR BOLÍVAR, J. Importancia de los procesos y su aplicación. 2004, 4, 302.
- ALONSO BECERRA, A., MICHELENA FERNÁNDEZ, E. S., & ALFONSO ROBAINA, D. Dirección por procesos en la Universidad. *Ingeniería Industrial* 2013, XXXIV, 87-95.
- ALVARADO RODRÍGUEZ, A. V. Movilidad urbana en Quito: Propuesta de un sistema vial en la Parroquia Calderón, 2019. . Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, Ecuador, 2020.
- ÁLVAREZ, P., LÓPEZ, F., CANITO, J. L., MORAL, F. J., & CAMACHO, A. Development of a measure model for optimal planning of maintenance & improvement of roads. *ScienceDirect*, 2007, 52, 327-335.
- ALLEN MONGE, J. Componentes Esenciales de una Unidad Técnica de Gestión Vial en el Ámbito Municipal en Costa Rica. *Infraestructura Vial* 2009.
- AMAT SALAS, J. M., & CAMARGO MAYORGA, D. A. Del dominio del control financiero a una perspectiva cualitativa del control de gestión. . *Rev.fac.cienc.econ*, 2016, XXIV, 5-11.
- BENEVENUTO, R., & CAULFIELD, B. Measuring access to urban centres in rural Northeast Brazil: A spatial accessibility poverty index. *Journal of Transport Geography*, 2020, 82.
- BETANCOURT LÓPEZ, J. M., & SÁNCHEZ BATISTA, A. El control de gestión y su impacto en la eficiencia. *Retos de la Dirección*, 2015, 9, 122-138.
- BUSINESS, W. *Council for Sustainable Development*. Edtion ed., 2001. ISBN 2-940240-21-3.
- CABRERA QUITO, L. A. AND ANASTACIO YNGA, W. Sistema de gestión de conservación vial- SGCV. In.: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2017.
- CALONGE REILLO, F. Usos de los medios de transporte y accesibilidad urbana 2016, 62, 90-106.
- CAMPOS CRUZ, C. Planes de Conservación Vial Cantonal para fortalecer la acción municipal en Costa Rica. 2010, 2.
- CÉSPEDES ÁLVAREZ, D. A. Diagnóstico de conectividad y accesibilidad en la red vial del Cantón de San Carlos, Costa Rica. *Caminhos de Geografía*, 2016, 17, 261-278.
- COMAS RODRÍGUEZ, R. Integración de herramientas de control de gestión para el alineamiento estratégico en el sistema empresarial cubano. Aplicación en empresas de

Sancti Spiritus. . Tesis de Doctorado Universidad de Matanzas sede Camilo Cienfuegos, 2013.

COMAS RODRÍGUEZ, R., NOGUEIRA RIVERA, D., ROMERO BARTUTIS, F., & LUMPUY RODRÍGUEZ, M. Integración de herramientas para el control de gestión. Análisis de un caso de estudio. Enfoque UTE 2015, 6, 1-19.

COSTA, P. B., MORAIS NETO, G. C., & BERTOLDE, A. I. Urban mobility indexes: a brief review of the literature. Transportation Research Procedia, 2017, 25, 3645-3655.

CHANG RAMÍREZ, G. Propuesta de mejoramiento de la movilidad urbana en el distrito de san miguel a través de la implementación de estaciones de bicicletas públicas. 2020.

CHÁVARRY MARÍN, C. C., & VÁSQUEZ CABANILLAS, D. K. . Diseño e Implementación de un Cuadro de Mando Integral, para mejorar la Gestión de Clientes en la Sucursal del BAZ Oficina - Chepén. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú, 2016.

CHENG, L., CASET, F., DE VOS, J., DERUDDER, B., & WITLOX, F Investigating walking accessibility to recreational amenities for elderly people in Nanjing, China. Transportation Research, 2019, 76, 366-378.

CHIA, J., & LEE, J. B. Extending public transit accessibility models to recognise transfer location. Journal of Transport Geography, 2020, 82.

DE STASIO, C., FIORELLO, D., FERMI, F., MARTINO, A., HITCHCOCK, G., & KOLLAMTHODI, S. On-line tool for the assessment of sustainable urban transport policies. . Transportation Research Procedia, 2016, 14, 189-198.

DELGADO MARTÍNEZ, D. E., ET AL Modelos de velocidad de operación de carreteras rurales en terreno llano en Costa Rica 2021, 12, 5268.

ESPINO VALDÉS, A. Contribución al control de gestión para empresas de campismo popular soportado en una plataforma de cambio. Tesis de Doctorado Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Villa Clara, 2014.

ESPINO VALDÉS, A., NOGUEIRA RIVERA, D., SÁNCHEZ SÁNCHEZ, R., & AGUILERA MARTÍNEZ, A. La sostenibilidad ambiental como perspectiva del cuadro de mando integral. . Revista Ingeniería Industrial, 2015, XXVI, 328-339.

FERRÁNDIZ SANTOS, J., & RODRÍGUEZ BALO, A. El diseño de la calidad. La Gestión por procesos. Calidad asistencial en atención primaria de salud (I). Tema monográfico 2004, LXVI, 69-72.

FIGUEROA SALVADOR, H. F., CROVETTO VILLACORTA, J. E., ORTIZ ESCOBEDO, J. E., & PÉREZ SMITH, C. G. Plan Estratégico del Subsector Infraestructura Vial en el Perú 2016-2020. Tesis de Maestría Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. , 2017.

GARCÍA RAMÍREZ, Y. Variación Diaria y Horaria de la Velocidad de Operación en Carreteras Rurales de Dos Carriles en el Cantón Loja. Revista Politécnica, 2017, 40, 45-51.

GARRETÓN, M. Desigualdad espacial y utilidad social: esfuerzos de movilidad y accesibilidad en el Gran Santiago. Territorios, 2011, 25, 35-64.

GONZÁLEZ BERMÚDEZ, S. E. Modelo Integral de Gerencia Pública estratégico con calidad en Colombia. . Tesis de Doctorado Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”. , 2010.

HANDLEY, J., FU, L., & TUPPER, L. A case study in spatial-temporal accessibility for a transit system. Journal of Transport Geography, 2019, 75, 25-36.

HERNÁNDEZ NARIÑO, A., NOGUEIRA RIVERA, D., MEDINA LEÓN, A., & MARQUÉS LEÓN, M. Inserción de la gestión por procesos en instituciones hospitalarias. Concepción metodológica y práctica. Revista de Administración, 2013, 48, 739-756.

HERNÁNDEZ TORRES, M. Procedimiento de diagnósticos para el control de gestión aplicado en una industria farmacéutica. (Tesis de Doctorado). , 1998.

HIGUERA GUTIÉRREZ, A., & RUGELES FERREIRA, M. A. Diseño de un Sistema Integrado de Gestión basado en las normas NTC: ISO 9001:2015, 14001:2015 y 45001:2018 para una empresa de construcción, interventoría y consultoría de obras civiles 2019.

KAMARGIANNI, M., LI, W., MATYAS, M., & SCHÄFER, A. A critical review of new mobility services for urban transport. Transportation Research Procedia, 2016, 14, 3294-3303.

KAMRUZZAMAN, M., DE VOS, J., CURRIE, G., GILES-CORTI, B., & TURRELL, G. Spatial biases in residential mobility: Implications for travel behaviour research. Travel Behaviour and Society, 2020, 18, 15-28.

KILIAN-YASIN, K., WÖHR, M., TANGOUR, C., & FOURNIER, G. Social acceptance of alternative mobility systems in Tunis Transportation Research Procedia 2016, 19, 135-146.

KRASNOPOLSKII, A. F. Pedestrian spaces of historical center of St. Petersburg: problems and future development. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering., 2018.

LARIOS GÓMEZ, E. Movilidad peatonal desde un enfoque de geomarketing: un caso de estudio para la mejora de espacios públicos. *Management Review* 2017, 2.

LAVROV, L., PEROV, F., & EREMEEVA, A. Methods of the development of pedestrian traffic routes in the historical center of Saint Petersburg. *Transportation Research Procedia*, 2018, 36, 418-426.

LEDEN, L. Pedestrian risk decreases with pedestrian flow. A case study based on data from signalized intersections in Hamilton, Ontario. *Analysis and Prevention*, 2002, 34, 457-464.

LEO, A., MORILLÓN, D., & SILVA, R. Review & analysis of urban mobility strategies in Mexico. *Case Studies on Transport Policy*, 2017, 5, 299-305.

LINDENAU, M., & BÖHLER-BAEDEKER, S. Citizen and stakeholder involvement: a precondition for sustainable urban mobility. *Transportation Research Procedia*, 2014, 4, 347-360.

LLANES FONT, M., & LORENZO LLANES, E. J. *Gestión integrada por procesos* 2017, 23.

MALDONADO NAVARRO, J. A. *Gestión por Procesos*. Edtion ed., 2011.

MAROVIC, I., ANDROJIC, I., JAIAC, N., & HANÁK, T. Road Infrastructure Maintenance Planning with Application of Neural Networks. *Complexity*, 2018.

MARTÍNEZ VILLAMIZAR, J. F., O. ROMERO ROJAS, & J.S.N. SANABRIA QUEZADA. Semaforización, señalización e intersección vial del barrio octava y sexta etapa de la esperanza de la ciudad de Villavicencio 2020.

MEDINA LEÓN, A., NOGUEIRA RIVERA, D., HERNÁNDEZ NARIÑO, A., & COMAS RODRÍGUEZ, R. La gestión y mejora de procesos en empresas cubanas y venezolanas. *Herramientas de apoyo* 2019a, 27, 328-342.

MEDINA LEÓN, A., NOGUEIRA RIVERA, D., HERNÁNDEZ NARIÑO, A., & DÍAZ NAVARRO, Y. Consideraciones y criterios para la selección de procesos para la mejora: procesos Diana. . *Revista Ingeniería Industrial*, 2012, 33, 272-281.

MEDINA LEÓN, A., NOGUEIRA RIVERA, D., HERNÁNDEZ NARIÑO, A., & VITIER MOYA, J. Relevancia de la Gestión por Procesos en la Planificación Estratégica y la Mejora Continua. *Revista EIDOS*, 2010, 2, 65-72.

MEDINA LEÓN, A., NOGUEIRA RIVERA, D., HERNÁNDEZ NARIÑO, A., COMAS RODRÍGUEZ, R. Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo. . *Revista Chilena de Ingeniería*, 2019b, 27.

MEDINA LEÓN, A., NOGUEIRA RIVERA, D., HERNÁNDEZ NARIÑO, A., SALAS ÁLVAREZ, W., MEDINA NOGUEIRA, D., HERNÁNDEZ REYES, H. R., EL ASSAFIRI OJEDA, Y. *Gestión y mejora de procesos de empresas turísticas*. edited by E.U. UNIANDES. Edtion ed., 2017. ISBN 978-994-297-4266.

MENEGUETTE, R. I., BITTENCOURT, L. F., & MADEIRA, E. R. M. A Seamless Flow Mobility Management Architecture for Vehicular Communication Networks. *Journal of Communications of Networks*, 2013, 15, 207-216.

MERLIN, L. A., LEVINE, J., & GRENGS, J. Accessibility analysis for transportation projects and plans. *Transport Policy*, 2018, 69, 35-48.

MONTOYA GOICOCHEA, J. E. Implementación del Sistema de Gestión de Pavimentos con Herramienta HDM-4 para la Red Vial Nro. 5 Tramo Ancón – Huacho – Pativilca. Tesis de diploma Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, 2007.

MONZÓN DE CÁCERES, A. Los indicadores de accesibilidad: la cuantificación de impactos de las redes de transport. *Revista de Obras Públicas*, 2015, 162, 41-48.

NOGUEIRA RIVERA, D. Modelo conceptual y herramientas de apoyo para potenciar el control de gestión en las empresas cubanas. . Tesis de Doctorado Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba, 2002.

NOGUEIRA RIVERA, D., MEDINA LEÓN, A., & NOGUEIRA RIVERA, C. *Fundamentos para el control de la gestión empresarial*. Edtion ed.: Ciudad de La Habana: Pueblo y Educación. , 2003. ISBN 959-13-1192-3.

NÚÑEZ-GAMBOA, Y. Evaluación estructural y funcional para el diseño de rehabilitación de pavimentos de la red vial pavimentada del cantón de Pérez Zeledón 2019.

NÚÑEZ, H., NARVÁEZ, M., ARTEAGA, J., MENA, P., & ROJAS, K. Plan Maestro de Movilidad para el Distrito Metropolitano de Quito (2009-2025). 2009.

NÚÑEZ PILLIGUA, W. R., & MICHELENA FERNÁNDEZ, E. S. La gestión integrada de procesos como plataforma de acreditación de carreras en Ecuador 2017, 38, 3-17.

ORDOÑEZ DÍAZ, M. M., & MENESES SILVA, L. C. Criterios e indicadores de sostenibilidad en el subsector vial. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 2015, 25, 81-98.

ORDUÑA GONZÁLEZ, F., & DZIB CAN, U. Análisis de las políticas públicas del turismo sustentable en el centro histórico de Santiago de Querétaro. *Turismo y Sociedad*, 2020, 26, 21-44.

ORTIZ PÉREZ, A. Tecnología para la gestión integrada de los procesos en universidades. Aplicación en la Universidad de Holguín. Tesis de Doctorado Universidad de Holguín, Holguín, Cuba, 2014.

PÁEZ, A., ANJUM, Z., DICKSON-ANDERSON, S. E., SCHUSTER-WALLACE, C. J., MARTÍN RAMOS, B., & HIGGINS, C. D. Comparing distance, time, and metabolic energy cost functions for walking accessibility in infrastructure-poor regions. *Journal of Transport Geography*, 2020, 82.

PANDE, A., & WOLSHON, B. *Traffic Engineering Handbook*. edited by T.E.I.O.T. ENGINEERS. Edition ed.: New Jersey: John Wiley & Sons, 2016. ISBN 978-1-118-762828-8.

PARRA ARIAS, Z., PADILLA MAGDALENO, I., & LARA GÓMEZ, L. Movilidad de la Población en La Habana 2014.

PAZOS OTÓN, M., & LOIS GONZÁLEZ, R. C. . Mobility management in a historic and touristic city: the case of Santiago de Compostela Tesis de Especialización University of Santiago de Compostela. Santiago de Compostela, España, 2013.

PEREIRA MACHADO, L. A., M. MIRANDA BAÑUELOS, & D. CORTÉS SAENZ 2021. Mejora de la experiencia del usuario del transporte público para personas con discapacidad de Ciudad Juárez–México. in Proceedings INNODOCT/20. In *Proceedings of the Documentation & Education*, València2021, E.U. POLITÈCNICA ed.

PÉREZ, A. M., F.J. CAMACHO, & GARCÍA, A. La velocidad de operación y su aplicación en el análisis de la consistencia de carreteras para la mejora de la seguridad vial. 2011.

PÉREZ, F., BAUTISTA, A., SALAZAR, M., & MACIAS, A. Análisis del flujo de tráfico vehicular a través de un modelo macroscópico. *DYNA*, 2014, 81, 36-40.

PÉREZ MAYO, A. R., VÁZQUEZ GARCÍA, Á. W., & LEVÍN KOSBERG, S. El control de gestión y el talento humano: conceptos y enfoques. 2015, 17, 13-33.

PORTILLA SAGAL, V. A. Metodología para la construcción y cálculo de indicadores de tránsito, transporte terrestre y seguridad vial aplicados en los planes de desarrollo y

ordenamiento territorial de gobiernos autónomos descentralizados municipales, para el caso municipal Lago Agrio. Tesis de Maestría Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador, 2016.

RABBI ASHIK, F., ALAM MIM, S., & NIGAR NEEMA, M. Towards vertical spatial equity of urban facilities: An integration of spatial and aspatial accessibility. Journal of Urban Management. Dhaka, Bangladesh, 2016.

RODRÍGUEZ ALOMÁ, P. Gestión del desarrollo integral de los centros históricos. Tesis de Doctorado Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, 2009.

RODRÍGUEZ BONILLA, D. A. Análisis de congestión vehicular generada por establecimientos educativos en el hipercentro de la ciudad de Ibarra 2021.

RODRÍGUEZ URREGO, D., BEDOYA ESCANDÓN, Z., & GÓMEZ BOCANEGRA, C. A. Déficit en la accesibilidad a puentes peatonales para personas con movilidad reducida. . Revista Cubana de Ingeniería, 2018, IX, 29-38.

ROJAS QUEZADA, C., MARTÍNEZ BASCUÑÁN, M., DE LA FUENTE CONTRERAS, H., SCHÄFER FAULBAUM, A., AGUILERA SAÉZ, F., FUENTES ME-LLA, G., CARRASCO, J. Accesibilidad a equipamientos según movilidad y modos de transporte una ciudad media, Los Ángeles, Chile. . Anales de Geografía de la Universidad Complutense, 2019, 39, 177- 220.

ROSINI, M. D. Nonclassical interactions portrait in a macroscopic pedestrian flow model. ScienceDirect, 2008, 246, 408–427.

RUIZ FUENTES, D., ALMAGUER TORRES, R. M., TORRES TORRES, I. C., & HERNÁNDEZ PEÑA, A. M. La gestión por procesos, su surgimiento y aspectos teóricos 2014, 20, 1-11.

SACASAS LÓPEZ, M., & CEJAS MONTERO, J. Modelos de control de gestión, en la actividad de internacionalización en una universidad cubana. Revista Cubana de Ingeniería, 2013, 4, 27-35.

SALAS RONDÓN, M. Gestión de la movilidad mediante tarifas. Revista de Ingeniería 2009, 29, 129-136.

SALAZAR BOTERO, N. *Accesibilidad y movilidad peatonal en la avenida circunvalar (Mosquera) desde el Parque Olaya, hasta el Parque de La Rebeca. Hacia una movilidad urbana sostenible*. Edtion ed., 2012. ISBN 1-088-232-966.

SÁNCHEZ VIGNAU, B. S. A. B., R. Aproximación a la gestión de procesos en la administración pública local en Cuba: análisis conceptual y procedimiento 2018, 159, 198-215.

SANTOS PÉREZ, O. Estrategia de capacitación para la gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias de la Educación Superior Universidad de Matanzas, 2020a.

SANTOS PÉREZ, O. Instrumento metodológico para la gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos. Aplicación en la ciudad de Matanzas. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba., 2020b.

SANTOS PÉREZ, O., MORCIEGO ESQUIVEL, H., MOLL MARTÍNEZ, R., MARQUÉS LEÓN, M., & NOGUEIRA RIVERA, D. Análisis integral de los componentes del sistema vial que inciden en la accesibilidad y movilidad de zonas patrimoniales. Revista de Obras Públicas, 2020c, 54-63.

SONG, S., DIAO, M., & FENG, C.-C. Urban Mobility and Resilience: Transport Infrastructure Investment and the Demand for Travel. Springer Nature Singapore, 2020.

STEPNIAK, M., PRITCHARD, J. P., GEURS, K. T., & GOLISZEK, S. impact of temporal resolution on public transport accessibility measurement: Review and case study in Poland. Journal of Transport Geography, 2019, 5, 8-24.

SUÁREZ FALCÓN, H., VERANO TACORONTE, D., & GARCÍA SANTANA, A. La movilidad urbana sostenible y su incidencia en el desarrollo turístico. . Gestión y Ambiente, 2016, 19, 48-62.

TAFIDIS, P., SDOUKOPOULOS, A., & PITSIAVA-LATINOPOULOU, M. Sustainable urban mobility indicators: policy versus practice in the case of Greek cities. Transportation Research Procedia, 2017, 24, 304-312.

TSIOTAS, D. K., KALANTZI, O. S., & GAVARDINAS, I. D. Accessibility assessment of urban mobility: the case of Volos, Greece. Transportation Research Procedia, 2017, 24, 499-506.

VASCONCELOS, E. A., & MENDONCA, A. Observatorio de Movilidad Urbana. Informe 2015-2016, 2016.

VEDAVASU, G., VISHRUTHA, K., JANVI SRUTHI, G., KARTHIK, S., & SWAINALATHA, P. *Smart Traffic Signaling System Using Arduino*. edited by AISC. Edition ed., 2020. 901-911 p. ISBN 978-981-15-0183-8.

VELÁSQUEZ, C. Referentes urbanos. En Espacio público y movilidad urbana. *Sistemas Integrados de Transporte Masivo 2015*, 125.

VERDEZOTO, T. Z. A., F. CABRERA, & O.B.R. Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador 2020, 21, 4-23.

VILLA GONZÁLEZ DEL PINO, E. M. Procedimiento para el Control de Gestión en Universidades. Tesis de Doctorado Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Santa Clara, Cuba, 2006.

WILLIAMS, B. M., & HOEL, L. A. Modeling and Forecasting Vehicular Traffic Flow as a Seasonal ARIMA Process: Theoretical Basis and Empirical Results. *Journal of Transportation Engineering*, 2003, 129, 664-672.

ZAMORA FANDIÑO, N., & BARRERA REYES, O. L. . Diagnóstico de la infraestructura vial actual en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, 2012.

ZURITA VACA, M., AMBOYA SOQUE, R., & BARBA CASTRO, E. Infraestructura Vial y Crecimiento Económico: Caso Parroquias Sevilla Don Bosco y San Isidro, Provincia de Morona Santiago, Ecuador. *Rev. Investig*, 2016, 18, 83-92.

Anexo 2.3 Modelo de Gabinete.

MODELO DE GABINETE

Investigador:


Fecha:

Calle/Entre Calles									
Código									
Estado									
Calle/Entre Calles									
Código									
Estado									
Calle/Entre Calles									
Código									
Estado									

Anexo 2.4

Flujograma Flujos Vehiculares Direccionales En Hora Punta	
Intersección:	Región:
Día:	Provincia:
Fecha:	Distrito:
Hora:	Turno:

Tabla resumen de volumen vehicular
Se confecciona una tabla resumen con la cantidad giros provenientes de un carril o por sentido de circulación

Tipo de Vehículo	11	12	13	14	21	22	23	24	31	32	-	33	41	42	-	43
	11	147	63	112	11	107	161	14	39	49	0	24	2	89	0	80
	7	89	38	66	9	82	55	7	22	16	0	13	0	43	0	34
	2	26	11	12	1	29	19	1	4	0	0	3	0	1	0	6
	3	47	20	0	0	39	26	0	0	3	0	0	0	3	0	3
	7	43	19	18	3	37	24	3	5	2	0	4	0	7	0	11
	0	11	5	6	0	8	5	0	2	1	0	1	0	1	0	2
	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	17	7	0	0	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	7	3	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	TOTAL	29	387	166	214	24	314	298	25	71	70	0	45	2	143	0
F.H.P	0.75	0.90	0.90	0.87	0.87	0.91	0.88	0.85	-	0.74	0.58	0.94	-	0.77	-	0.77

Ejemplo de tabla resumen de volumen vehicular
Fuente: Azabache & Ventura, 2019

Anexo 2.5. Esquema para confeccionar el flujograma para flujos peatonales:

Flujograma Flujos Vehiculares Direccionales En Hora Punta	
Intersección:	Región:
Día:	Provincia:
Fecha:	Distrito:
Hora:	Turno:

Anexo 7

Nivel de Servicio	Tipo de flujo	Descripción
A	Circulación a flujo libre	Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas. El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación al peatón es excelente.
B	Flujo estable	La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra en relación con la del nivel de servicio A. El nivel de comodidad y conveniencia es algo inferior a los del nivel de servicio A, porque la presencia de otros comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.
C	Flujo estable	marca el comienzo del dominio en el que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.
D	Circulación de densidad elevada, aunque estable	La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Los pequeños incrementos del flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento.
E	El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su capacidad	La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando al peatón a ceder el paso. Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos.
F	Condiciones de flujo forzado	Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables.