



Revista de Arquitectura e Ingeniería
ISSN: 1990-8830
Olga-Toledo@empai.co.cu
Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería
de Matanzas
Cuba

Métodos de diagnóstico y procesamiento de la información para el análisis de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos

Sangroni Laguardia, Naylet; Santos Pérez., Orlando; Alba Cruz., Roxanna; Pérez Castañoira., Jessie Arlene; Tápanes Suárez, Elaine

Métodos de diagnóstico y procesamiento de la información para el análisis de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos

Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 16, núm. 1, 2022

Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193970042002>

Métodos de diagnóstico y procesamiento de la información para el análisis de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos

Diagnostic methods and information processing for the analysis of accessibility and mobility in historic centers

Naylet Sangroni Laguardia naylet.sangroni@nauta.cu
Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas, Cuba, Cuba

Orlando Santos Pérez. orlando-santos@empai.cu
Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas. Matanzas, Cuba., Cuba

Roxanna Alba Cruz. roxanna.alba.cruz@gmail.com
Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas, Cuba, Cuba

Jessie Arlene Pérez Castañeira. jessiarlene@nauta.cu
Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas, Cuba, Cuba

Elaine Tápanes Suárez elaynetapanes@nauta.cu
Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas. Matanzas, Cuba., Cuba

Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 16, núm. 1, 2022

Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, Cuba

Recepción: 27 Enero 2022

Aprobación: 25 Febrero 2022

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193970042002>

Resumen: Una adecuada gestión de la accesibilidad logra solventar las necesidades de desplazamiento tanto en cantidad de viajes como en distancia y tiempo de recorrido de los mismos, independientemente del empleo de medios de transporte motorizados. Mientras que, la adopción de medidas que garanticen la movilidad de los usuarios es una forma de mejorar la calidad de vida de la población, lo que implica el disfrute del espacio urbano por todos los ciudadanos y el acceso a los servicios. El presente artículo tiene como objetivo explicar los métodos de diagnóstico y procesamiento de la información para el análisis de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos. Para el logro de tal propósito se utilizan métodos de análisis y síntesis, inductivo-deductivo e histórico lógico. Se logra obtener una síntesis de los principales componentes del sistema vial urbano y los métodos para su diagnóstico y para el procesamiento de la información obtenida que contribuye al análisis de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos.

Palabras clave: accesibilidad, movilidad, sistema vial, diagnóstico y procesamiento de información.

Abstract: Proper accessibility management manages to solve the travel needs both in terms of number of trips and in terms of distance and travel time, regardless of the use of motorized means of transport. While, the adoption of measures that guarantee the mobility of users is a way to improve the quality of life of the population, which implies the enjoyment of urban space by all citizens and access to services. The present article aims to explain the methods of diagnosis and information processing for the analysis of accessibility and mobility in Cuban historical centers. For the achievement of this purpose, methods of analysis and synthesis, inductive deductive and logical historical are used. It is possible to obtain a synthesis of the main components of the urban road system and the methods for their diagnosis and for the processing of the information obtained that contributes to the analysis of accessibility and mobility in Cuban historical centers.

Keywords: accessibility, mobility, road system, diagnosis and information processing.

Introducción

Los términos accesibilidad y movilidad se han convertido en la actualidad en uno de los puntos vitales a abordar en materia de vialidad urbana, puesto que constituyen el principal problema a resolver en diversas regiones [1, 2], fundamentalmente en áreas de marcada centralidad dentro de las ciudades como lo constituyen los centros históricos.

El sistema vial es considerado como un importante pilar de crecimiento económico desde los inicios de la sociedad [3], por permitir la conectividad entre diferentes regiones de un territorio, así como el intercambio comercial y cultural.

En este sentido, el enfoque de accesibilidad y movilidad como atributos de las ciudades que reflejan el funcionamiento del sistema vial [4], intenta dilucidar las condiciones para que las poblaciones materialicen las distintas oportunidades espaciales a través del sistema de transporte urbano [5]. En consecuencia, para evaluar la calidad y extensión de las relaciones entre el desarrollo espacial de un área determinada y su sistema de transporte, los conceptos de accesibilidad y movilidad han sido reenfocados recientemente [6] desde la óptica de que los individuos o usuarios del sistema vial urbano no son solo personas que se desplazan, sino personas que manifiestan necesidades de desplazamiento [7], sean estas individuales o colectivas [8].

El sistema vial de centros urbanos, y en específico de zonas patrimoniales, requiere de un enfoque integral en su gestión, dadas las relaciones de influencia que se establecen tanto entre los componentes, como entre estos y la accesibilidad y movilidad como categorías características del funcionamiento de la vialidad. Con base en la bibliografía internacional, Santos Pérez et al. (2020) identifica como componentes del sistema vial urbano a los flujos vehiculares, los flujos peatonales, la infraestructura vial, la infraestructura peatonal, los estacionamientos, y los dispositivos de control de tráfico [9], los cuales constituyen el centro de atención de la comunidad científica dedicada al campo de la Ingeniería de Tránsito.

Los estudios específicos de accesibilidad y movilidad en entornos urbanos se limitan al análisis del sistema de transporte público con énfasis en los volúmenes de pasajeros transportados hacia y a través de los centros históricos, el motivo de los viajes generados que poseen como destino las zonas patrimoniales, y el carácter intermodal de los itinerarios seguidos por los usuarios del sistema vial desde un origen ubicado en diversos puntos de la ciudad, que tienen como destino el centro histórico, sin considerar el impacto que ejerce el funcionamiento de los componentes del sistema vial en la accesibilidad y movilidad [10].

La accesibilidad y movilidad como categorías semánticas que reflejan la eficacia del funcionamiento de un sistema vial, deben ser comprendidas desde la perspectiva de la incidencia que ejerce cada componente de este sobre los demás, bajo la premisa de que como sistema su comportamiento debe ser equilibrado. De esta forma, no se puede pretender gestionar de forma aislada cada componente, pues las medidas que se tomen para

mejorar uno de los parámetros, pudiera afectar el desenvolvimiento de uno o varios de los restantes.

Recientemente, Santos Pérez (2020) presenta un modelo de gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos (GAMCH), aplicado en la ciudad de Matanzas. El modelo GAMCH forma parte de un instrumento metodológico, que cuenta con un procedimiento general para su despliegue. Como resultado de su implementación, se definen, fchan y grafican 19 subprocesos segmentados en estratégicos, clave, de apoyo y transversales; se evalúa el alineamiento estratégico del marco institucional implicado con respecto a los objetivos estratégicos de los subprocesos definidos; se construyen escenarios prospectivos para el comportamiento de los parámetros característicos del funcionamiento de los componentes del sistema vial; y se diseña un sistema de control a partir de la construcción de índices sintéticos enfocados en las perspectivas del Cuadro de Mando Integral. Sin embargo, el modelo está enfocado en la gestión del marco institucional del proceso de gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos, por lo que persisten brechas en cuanto al diagnóstico y procesamiento de datos necesarios para caracterizar el funcionamiento del sistema vial [9].

En el análisis de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos, constituye la piedra angular el diagnóstico integral del subsistema vial; consistente en la recogida de datos del funcionamiento de sus componentes según parámetros técnicos normados. Esto constituye la información de entrada para el proceso consiguiente de propuesta de soluciones de mejora, por lo que contribuye a la toma de decisiones a nivel de gobierno local en las ciudades patrimoniales cubanas. En tal sentido, el presente artículo se plantea como objetivo: explicar los métodos de diagnóstico y procesamiento de la información para el análisis de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos.

Materiales y métodos

Para dar cumplimiento al objetivo de la investigación se desarrolló inicialmente (1) una revisión documental para evaluar el estado del arte de los conceptos accesibilidad y movilidad. Las estrategias de búsqueda empleadas que abarcó desde el año 2016 hasta el año 2021, fue: “accesibilidad” y “movilidad”. Luego se realizó (2) una búsqueda bibliográfica en Google Scholar para obtener los principales procederes existentes de gestión de accesibilidad y movilidad urbana para que a partir de un análisis y síntesis de la información obtenida reconocer los principales componentes del sistema vial urbano. A continuación (3) se identifican los métodos de recopilación de datos en estudios de Ingeniería de Tránsito propuestos por Santos Pérez, Morciego Esquivel et al., 2020 y se realiza una breve explicación de los mismos. De igual manera (4) se procede con los métodos de procesamiento de información proveniente del diagnóstico.

Resultados

El acelerado crecimiento de la población a nivel internacional, y principalmente su aglomeración en puntos específicos de la geografía, así como la consiguiente ampliación territorial de las ciudades, han hecho que las partes más desfavorecidas de la población encuentren problemas para acceder a los servicios básicos, o para aprovechar las fuentes de trabajo [4].

La disponibilidad de una adecuada infraestructura de transporte urbano, que permita movilidad y accesibilidad a personas y bienes de modo digno, oportuno, confiable y económico, integra el núcleo de las necesidades básicas comunes [11]. En este sentido, el enfoque de la accesibilidad y movilidad como atributos de las ciudades que reflejan el funcionamiento del subsistema vial, intenta descubrir las condiciones para que las poblaciones materialicen las distintas oportunidades espaciales a través del sistema de transporte urbano [5].

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 [12].

Se denomina flujo o corriente vehicular al conjunto de vehículos que circulan por una calzada en una dirección y en el mismo sentido [13]. Pueden ser de flujo interrumpido o ininterrumpido [14] de acuerdo a la existencia de elementos fijos que provoquen interrupciones en la circulación o reducción de las velocidades de operación, como es el caso de semáforos o señales de PARE.

El flujo peatonal se describe como la forma en que circulan los peatones en cualquier tipo de vialidad [15], lo cual permite determinar el nivel de eficiencia de la operación de desplazamiento. Mediante el análisis de los elementos del flujo peatonal se pueden entender las características y el comportamiento de los peatones [16], requisitos básicos para el planeamiento, proyecto y operación de carreteras, calles y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte.

Se considera como infraestructura vial a todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable y segura desde un punto a otro [17]. Sin el desarrollo de una red vial óptima es imposible una buena gestión de accesibilidad y movilidad.

La infraestructura peatonal es un elemento urbano que permite la movilidad de peatones comprende el área reservada para los peatones y solo ocasionalmente se abre al tráfico vehicular, para entrega y propósitos de limpieza o en una emergencia. La misma presta servicio a aquellos que caminan a lo largo o a través de las vías, desde aceras o zonas longitudinales elevadas respecto de la calle, carretera o camino, que hacen parte del espacio público, destinadas al flujo y permanencia temporal los peatones, a puentes peatonales y túneles para señales y cruces [18].

Los dispositivos de control de tráfico están constituidos por las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se colocan sobre o

adyacente a las calles y carreteras por una autoridad pública, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de las mismas [19].

Los estacionamientos son el espacio, lote, solar o edificio destinado a la guarda de vehículos, constituyen el lugar de la vía pública o la parcela dentro de la trama urbana donde los vehículos pueden permanecer estacionados. El estacionamiento público es un lugar cualquiera de la vía pública donde se permite que los coches puedan permanecer detenidos más o menos tiempo sin verse obligados a circular [20].

En consecuencia, Santos Pérez, Morciego Esquivel et al. (2020) reconocen como componentes del sistema vial urbano a los flujos vehiculares, los flujos peatonales, la infraestructura vial, la infraestructura peatonal, los estacionamientos y los dispositivos de control de tráfico (Figura 1) [21].

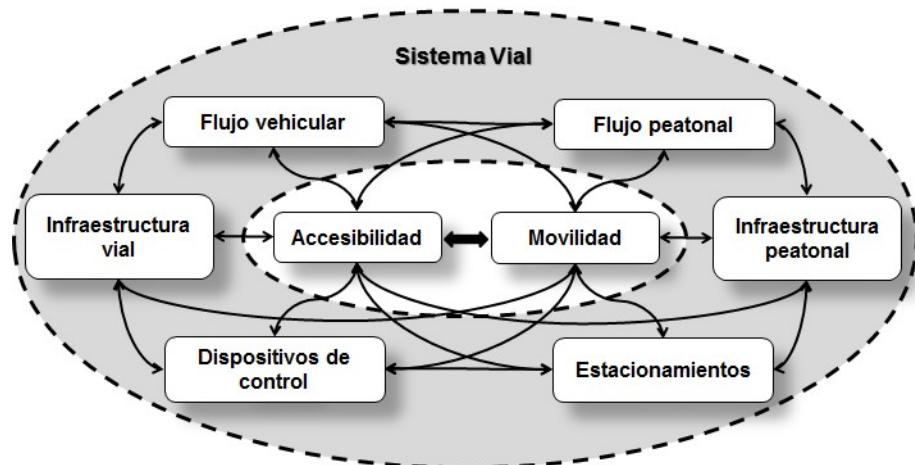


Figura 1
Presencia de elementos de la vialidad urbana en procederes analizados.
Elaboración propia

Los estudios de accesibilidad y movilidad se limitan al análisis de sistemas de transporte público, con énfasis en los volúmenes de pasajeros transportados hacia y a través de los centros históricos, el motivo de los viajes generados que poseen como destino las zonas patrimoniales y el carácter intermodal de los itinerarios seguidos por los usuarios desde un origen ubicado en diversos puntos de la ciudad, que tienen como destino el centro histórico [22]; sin considerar el impacto que ejerce el funcionamiento de los componentes del sistema vial en la accesibilidad y movilidad de las zonas patrimoniales y su conexión con la ciudad.

Luego de un análisis de métodos de diagnóstico en estudios de Ingeniería de Tránsito, Santos Pérez, Morciego Esquivel et al. (2020) definen los de mayor aplicabilidad a las condiciones cubanas (Tabla 1) [21].

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.• 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.				
Infraestructura peatonal	<ul style="list-style-type: none">• Levantamiento manual.• Inspección visual.• Revisión documental.				
Dispositivos de control	<table><tr><td>(Para señalización)</td><td><ul style="list-style-type: none">• Inspección visual.</td></tr><tr><td>(Para semáforos)</td><td><ul style="list-style-type: none">• Estudio de ciclos semafóricos.</td></tr></table>	(Para señalización)	<ul style="list-style-type: none">• Inspección visual.	(Para semáforos)	<ul style="list-style-type: none">• Estudio de ciclos semafóricos.
(Para señalización)	<ul style="list-style-type: none">• Inspección visual.				
(Para semáforos)	<ul style="list-style-type: none">• 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.				

Tabla 1.

Métodos de recopilación de datos en estudios de Ingeniería de Tránsito.

Elaboración propia.

Aforos manuales: son conteos de vehículos y personas que pasan por determinados puntos identificados previamente. Resulta conveniente que los aforos manuales en intersecciones, se lleven a cabo por un mínimo de 12 horas, incluyendo en este espacio de tiempo las horas de mayor demanda. Este tipo de estudios se usan por lo habitual para contabilizar volúmenes de giro y volúmenes clasificados. La duración del aforo varía con el propósito del aforo [23]. El equipo usado es variado; desde hojas de papel marcando cada vehículo o peatón hasta contadores electrónicos con teclados. Ambos métodos son manuales y logran caracterizar de una manera más real y con más detalle el tráfico de las diferentes zonas donde se encuentren ubicados.

Estudios de origen-destino: tienen como objetivo comprender los patrones de viaje. Estos estudios estadísticos obtienen la información para el desarrollo de modelos, los cuales se calibran con el objeto de realizar una simulación aceptable de las configuraciones de desplazamientos existentes, y se aplican utilizando los datos resultantes de las proyecciones de población, usos del suelo, etc, con el fin de generar predicciones de futura demanda de transporte y poder formular los planes en relación con la futura disponibilidad de infraestructuras de transporte [24]. Ante esta situación, en las ciencias sociales se ha comenzado a hablar de un giro hacia la movilidad, lo que se traduce en una búsqueda por entender de una manera más completa las percepciones y relaciones de las personas en sus desplazamientos cotidianos, lo que hace necesario utilizar metodologías interdisciplinarias que permitan reconocer, a través del seguimiento y la observación de las personas, el cómo, por qué, en qué, por y hacia dónde moverse en la ciudad, y a través de qué medios [25].

Estudios de velocidad: constituye una técnica muy estudiada y aceptada para realizar análisis de tránsito a través de los perfiles de velocidad de

operación. Generalmente, 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 [26]. Una de las posibles fuentes de variación en la velocidad de operación es la recolección de datos; esta puede ser recogida a través de equipos puntuales como pistolas de radar, láser, sensores piezométricos o equipos continuos como el GPS [27].

Entrevistas a conductores y peatones: se emplea como una técnica de indagación cualitativa que permite obtener considerable información sobre el tema en cuestión en poco tiempo y a un costo relativamente bajo [28].

Localización de puntos de atracción de viajes peatonales: puede lograrse a través de estudios de demanda y según Chang Ramírez, (2021) constituye un paso que permitirá mejorar la movilidad urbana a partir de la disminución del tiempo promedio de desplazamiento de las personas [29]

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 indica la norma [30].

Inspección visual: permite evidenciar estado de la infraestructura vial y peatonal y de los dispositivos de control. Garantiza determinar el porcentaje de área afectada en la vía, estableciendo 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 [30].

Revisión documental: instrumento cualitativo utilizado para explorar los problemas que se deseen investigar.

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 cola [31].

Estudio de ocupación, duración y rotación de estacionamientos: determinan parámetros como el índice de rotación, índice de ocupación, y variaciones estacionarias horarias de ocupación [32].

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 et al. (2020) definen los de mayor aplicabilidad en Cuba (tabla 2).

Componente	Métodos
Flujos vehiculares	Flujogramas o diagramas de distribución de volúmenes vehiculares. Gráficos de composición de corrientes vehiculares. Gráficos de dispersión de velocidades de operación. Gráficos de tiempos de recorrido de viajes.
Flujos peatonales	Flujogramas o diagramas de distribución de volúmenes peatonales. Gráficos de dispersión de velocidades de caminata.
Infraestructura vial	Estudio de capacidad vial y niveles de servicio. Método de la NC 2002/1990: Diseño geométrico de vías urbanas. Especificaciones de proyecto.
Infraestructura peatonal	Estudio de capacidad peatonal y niveles de servicio.
Dispositivos de control	(Para semáforos) Método de Webster.
Estacionamientos	Determinación de la oferta y demanda de estacionamientos.

Tabla 2

Métodos de procesamiento de información proveniente del diagnóstico.

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

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 entre ellos se puede mencionar: volumen, densidad, velocidad. 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, dichos datos posibilitan el desarrollo de estimaciones del servicio que presta la infraestructura vial [33].

Gráficos de composición de corrientes vehiculares: se calcula en forma porcentual y se distingue de acuerdo con el tipo de vehículo, por ejemplo, porcentaje de vehículos livianos, porcentaje de autobuses, porcentaje de motocicletas. Ya sea tanto para todo el período del estudio, como para los subperiodos dentro de una hora [33].

Gráficos de dispersión de velocidades de operación: según Pérez et al., (2011) la representación de la velocidad de operación a lo largo de una carretera permite identificar problemas locales, así como facilitar los estudios en el tramo [34].

Gráficos de tiempos de recorrido de viajes: las aplicaciones de los gráficos de tiempo de viaje son: determinación de la eficiencia de una ruta para mover tránsito, identificación de localidades congestionadas en los sistemas viales, definición de la congestión acorde a la localidad, tipo de demora, la duración y la frecuencia de la fricción de tránsito, evaluación de las mejoras al tránsito mediante el uso de estudios de antes y después, cálculo de costos del usuario en la evaluación económica de vías y mejoras al tránsito, establecimiento de las tendencias de las velocidades de viaje mediante el muestreo de rutas principales, cálculo de volúmenes de servicio y capacidades para tránsito discontinuo y 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 [35].

Flujogramas o diagramas de distribución de volúmenes peatonales: 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 [36].

Gráficos de dispersión de velocidades de caminata: este gráfico representa la relación entre la distancia caminada por un peatón y el tiempo que este emplea en hacerlo. Según Santos Amado y Velandia Acevedo, (2018) la velocidad de caminata es la variable de flujo más importante ya que permite prever condiciones operativas de la infraestructura. Esta generalmente se encuentra expresada en m/s [36].

Estudio de capacidad vial y niveles de servicio: están encaminados al análisis la máxima cantidad de vehículos que pasa por unidad de tiempo por una o más secciones de una infraestructura vial considerando las condiciones de tránsito y características del elemento. Mientras que el nivel de servicio, se expresa como medida cualitativa que describe las condiciones en las que acciona el flujo vial, 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 [37].

Método de la NC 2002/1990. Diseño geométrico de vías urbanas. Especificaciones de proyecto: representa el diseño geométrico de vías de acuerdo a 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 [9]

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 cual se valora el rendimiento de una infraestructura de transporte, en este caso, infraestructuras peatonales. Los rangos de NS peatonales relacionados con la caminata 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 [36].

Método de Webster: se fundamenta en el funcionamiento de semáforos. relaciona el flujo de congestión con los vehículos estacionados de manera directa, también la acción de los vehículos en una intersección, sus giros y la presencia de peatones, precediendo a realizar cálculos de tiempos y muchos parámetros que se usan para sincronizar un semáforo.

Determinación de la oferta y demanda de estacionamientos: para cuantificarla, se lleva a cabo un inventario físico de los espacios de estacionamiento disponible. Para estacionamiento en la vía pública, se realiza un inventario de los espacios existentes y de las restricciones que existe para estacionarse en esa calle. Esta información se obtiene mediante la ubicación de observadores en varios puntos de la zona en estudio, cada uno de los cuales, dependiendo de frecuencia de los estacionamientos, recorre de una a cuatro cuadras, observando todos los vehículos estacionados, anotando la hora de entrada y salida de cada uno

de ellos. De esta manera se determina la utilización y duración promedio de estacionamiento durante varios días [35].

Discusión

El sistema vial de centros urbanos, y en específico de zonas patrimoniales, 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.

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 sistema 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, independientemente del empleo de medios de transporte motorizados.

Por otra parte, la movilidad es la propiedad de los usuarios del sistema vial que les permite realizar el conjunto de desplazamientos necesarios dentro de un marco territorial determinado una vez que han accedido a este por motivos diversos, condicionado por el equilibrio dinámico entre espacio público, infraestructuras, medio ambiente y tecnología. De esta forma, la adopción de medidas que garanticen la movilidad de los usuarios, es una forma de mejorar la calidad de vida de la población, lo que implica el disfrute del espacio urbano por todos los ciudadanos y el acceso a los servicios.

La identificación y correcta aplicación de métodos destinados a la de recopilación de datos en estudios de Ingeniería de Tránsito de acorde a las condiciones cubanas junto a métodos de procesamiento de información proveniente de este diagnóstico contribuirá de manera efectiva en el análisis de la accesibilidad y movilidad a centros históricos cubanos.

Conclusiones

1. El comportamiento de los atributos de accesibilidad y movilidad de centros históricos, dependen de la eficacia en la gestión vial de los componentes del subsistema vial urbano. Del análisis de la bibliografía especializada a nivel internacional se han definido a estos componentes como los flujos vehiculares y peatonales, las infraestructuras vial y peatonal, los dispositivos de control de tráfico y los estacionamientos.

2. Se contextualizan según la literatura internacional y nacional un grupo de métodos de diagnóstico y procesamiento de la información que constituyen una poderosa herramienta para el análisis de la accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos.

Referencias

1. Aguilar Manzo, J. L. *Análisis y propuesta de reordenamiento del estacionamiento vehicular en el área de influencia de la Universidad del Azuay*. Universidad del Azuay. (2017).
2. Benöhr Riveros, J. S., & Herrera Ojeda, R. Acelerador y pedal: carreras, miradas y metamorfosis urbanas en el concepción actual. (2018).

3. Calonge Reillo, F. Usos de los medios de transporte y accesibilidad urbana. Un estudio de caso en el área metropolitana de Guadalajara, México. *Papeles de Geografía*. 2016; 62, 90-106. Disponible en:<http://dx.doi.org/10.6018/geografia/2016/256351>
4. 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).
5. 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, 85-99. Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.09.019>
6. Chia, J., & Lee, J. B. Extending public transit accessibility models to recognise transfer location. *Journal of Transport Geography*, 2020; 82. Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102618>
7. Dávila Medina, L. *Análisis de la intersección urbana Colón, doble vía y Calle 7ma Santa Clara, Villa Clara*. (2017). (Trabajo de Diploma), Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
8. Delgado Martínez, D. E., Medina García, L., Ulate Zárate, J. M., & García Depestre, R. A. Modelos de velocidad de operación de carreteras rurales en terreno llano en Costa Rica. *Enfoque UTE*, 2021; 12(2), 52-68.
9. Feliciani, C., & Nishinari, K. Measurement of congestion and intrinsic risk in pedestrian crowds. *Transportation Research: Emerging Technologies*, 2017; 91, 124-155. Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.03.027>
11. Goodall, N., Smith, B., & Park Byungkyu, B. Microscopic Estimation of Freeway Vehicle Positions From the Behavior of Connected Vehicles. *Journal of Intelligent Transportation Systems*. 2016; 20(1). Disponible en:<https://doi.org/10.1080/15472450.2014.889926>
12. Guerra García, E. *Un modelo para el cálculo de la ineficiencia en la distribución de viajes*. Universidad Autónoma de Nuevo León. (1995).
13. 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. Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.tbs.2019.09.001>
14. 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. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.117>
15. Liang, X., Guler, I., & Gayah, V. An equitable traffic signal control scheme at isolated signalized intersections using Connected Vehicle technology. *Transportation Research*, 2020; 110, 81-97. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.11.005>
16. Liu, H., Min, O., Min, X., & Peipei, H. Time-varied accessibility and vulnerability analysis of integrated metro and high-speed rail systems. *Reliability Engineering and System Safety*, 2020; 193. Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106622>
17. Marovic, I., Androjic, I., Jaiac, N., & Hanák, T. Urban Road Infrastructure Maintenance Planning with Application of Neural Networks. *Complexity*. (2018). Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2018/5160417>
18. Martínez Villamizar, J. F., Romero Rojas, O., & Sanabria Quezada, J. S. n. Semaforizació#n, sen#alizació#n e intersecció#n vial del barrio octava

- y sexta etapa de la esperanza de la ciudad de Villavicencio. (2020). Universidad Cooperativa de Colombia.
19. Monzón de Cáceres, A. Los indicadores de accesibilidad: la cuantificación de impactos de las redes de transporte. *Revista de Obras Públicas*, 2015; 162, 41-48. Disponible en: <http://ropdigital.ciccp.es/detallearticulo.php?registro=19643&anio=2015&numerorevista=3566>
 20. 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).
 21. Ordoñez Díaz, M. M., & Meneses Silva, L. C. Criterios e indicadores de sostenibilidad en el subsector vial. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 2015; 25.
 22. Pereira Machado, L. A., Miranda Bañuelos, M., & Cortés Saenz, D. *Mejora de la experiencia del usuario del transporte público para personas con discapacidad de Ciudad Juárez-México*. (2021). Paper presented at the Proceedings INNODOCT/20. International Conference on Innovation, Documentation and Education.
 23. Pérez, A. M., Camacho, F. J., & 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. *Cuaderno Tecnológico de la PTC*.
 24. Ramírez Rosete, N. L. Gestión urbana integral para mejorar la habitabilidad en el Centro Histórico de Puebla. *Planeo*, 2018; 67, 10.
 25. Rodríguez Bonilla, D. A. *Análisis de congestión vehicular generada por establecimientos educativos en el hipercentro de la ciudad de Ibarra*. 2021. (Trabajo de grado previo a la obtención del título de ingeniero en mantenimiento automotriz), Universidad Técnica del Norte.
 26. Sánchez Salazar, F. *Sistemas de estacionamientos subterráneos y su influencia en el congestionamiento vehicular en el centro histórico de Moquegua*. 2017. (Tesis de Diploma), Universidad José Carlos Mariátegui, Perú. Disponible en: <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/ujcm/562>
 27. Sanchez Cruz, L. A. *Evaluación y mejora de tres intersecciones de la Avenida Canadá utilizando herramienta de microsimulación de tráfico*. 2019. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.), Lima - Perú.
 28. Santos Amado, H. A., Velandia Acevedo, L. S. *Caracterización de la movilidad peatonal en los accesos y salidas de una estación BRT, caso Transmilenio*. 2018. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Boyacá.
 29. Santos Pérez, O. *Procedimiento para la gestión integrada de accesibilidad y movilidad en centros históricos. Aplicación en la ciudad de Matanzas*. 2018. (Tesis de Maestría), Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba.
 30. Santos Pérez, O. *Instrumento metodológico para la gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos. Aplicación en la ciudad de Matanzas*. 2020. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba.
 31. Santos Pérez, O., Morciego Esquivel, H., Moll Martínez, R., Marqués León, M., & Nogueira Rivera, D. *Ánalisis integral de los componentes del sistema vial que inciden en la accesibilidad y movilidad de zonas patrimoniales*. *Revista de Obras Públicas*. 2020 (3620), 54-63.
 32. Song, S., Diao, M., & Feng, C.-C. *Urban Mobility and Resilience: Transport Infrastructure Investment and the Demand for Travel*. Springer Nature

- Singapore. 2020. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-981-13-7048-9_5
- 33. Tafidis, P., Sdoukopoulos, A., & Pitsiava-Latinopoulos, M. Sustainable urban mobility indicators: policy versus practice in the case of Greek cities. *ScienceDirect*. 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.122>
 - 34. Tsiotas, D. K., Kalantzi, O. S., & Gavardinas, I. D. Accessibility assessment of urban mobility: the case of Volos, Greece. *ScienceDirect*. [en línea] 2018; 24, 499-506. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.089>
 - 35. Vasconcelos, E. A., & Mendonca, A. *Observatorio de Movilidad Urbana: Informe 2015-2016*. (2016). Disponible en: <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/981>
 - 36. Verdezoto, T. Z. A., Cabrera, F., & Medina, O. B. R. Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador. *Gaceta Técnica*. 2020; 21(2), 4-23.
 - 37. Wen, T.-H., Chin, W.-C., & Lai, P.-C. Understanding the topological characteristics and flow complexity of urban traffic congestion. *Physica*. [en línea] 2017; 473, 166-177. ISSN: 0378-4371. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.physa.2017.01.035>

Referencias

- 10. García-Ramírez, Y., Zárate, B., Segarra, S., & González, J. Variación Diaria y Horaria de la Velocidad de Operación en Carreteras Rurales de Dos Carriles en el Cantón Loja. *Revista Politécnica*, 2017; 40(1), 45-51.