




Tráfico vehicular y peatonal, un indicador de sostenibilidad urbana para la ciudad de Cuenca

Vehicular and pedestrian traffic, an urban sustainability indicator for the city of Cuenca

- ¹ Edward Alcívar Hurtado Duarte  <https://orcid.org/0000-0002-6861-3124>
Maestría en Construcciones con Mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
edward.hurtado.13@est.ucacue.edu.ec
- ² Rómulo Ricardo Romero González  <https://orcid.org/0000-0002-6329-6326/>
Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
rrromerog@ucacue.edu.ec
- ³ José Abelardo Paucar Camacho  <https://orcid.org/0000-0003-2722-1850>
Maestría en Construcciones con Mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
apaucar@ueb.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 11/10/2022

Revisado: 20/11/2022

Aceptado: 07/12/2022

Publicado: 05/01/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i1.2452>

Cítese:

Hurtado Duarte, E. A., Romero González, R. R., & Paucar Camacho, J. A. (2023). Tráfico vehicular y peatonal, un indicador de sostenibilidad urbana para la ciudad de Cuenca. *Ciencia Digital*, 7(1), 113-137.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i1.2452>



CIENCIA DIGITAL, es una Revista multidisciplinaria, **Trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://cienciadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

Palabras**claves:**

Indicador,
tráfico
vehicular,
tráfico
peatonal,
sustentabilidad
urbana.

Keywords:

Indicator,
vehicular
traffic,
pedestrian
traffic, urban
sustainability

Resumen

Tanto el tráfico vehicular y peatonal es un problema que actualmente están viviendo las ciudades en desarrollo, con el crecimiento de la población y del parque automotor, los espacios de movilización experimentan una congestión afectando la sustentabilidad de la ciudad. Para lograr un pronto análisis de este problema se han creado indicadores que describen cualitativa o cuantitativamente un fenómeno, pero su amplio estudio ha generado una extensa lista de estos, en donde las regiones con recursos limitados y sin cultura de recolección de información, son inaplicables y poco confiables. Por ende, el objetivo de este estudio se evalúa un marco de indicadores sostenibles que describan el fenómeno de tráfico vehicular y peatonal para una zona específica, y obtener una lista de indicadores aplicables y relevantes. La metodología comienza con la identificación de fuentes bibliográficas y la selección de indicadores ya comprobados para obtener una lista inicial, como segundo paso se zonificó esta lista de indicadores en base de opinión de expertos cumpliendo los criterios impuestos, finalmente se comprobó que estos indicadores son aplicables. En este estudio, se obtuvo una lista de indicadores verificados, medibles y aplicables para cualquier zona de la ciudad de Cuenca y una metodología de análisis que presenta un amplio potencial para la zonificación de indicadores sostenibles, queda claro que esta selección se basa absolutamente en la opinión del juicio de expertos.

Abstract

Both vehicular and pedestrian traffic is a problem that developing cities are currently experiencing, with the growth of the population and the number of vehicles, the spaces of mobilization are experiencing congestion, affecting the sustainability of the city. To achieve an early analysis of this problem, indicators have been created to describe a phenomenon qualitatively or quantitatively, but their extensive study has generated an extensive list of these, where regions with limited resources and without a culture of data collection, are inapplicable and unreliable. Therefore, the objective of this study is to evaluate a framework of sustainable indicators that describe the phenomenon of vehicular and pedestrian traffic for a specific area, and to obtain a list of applicable and relevant indicators. The methodology begins with the identification of bibliographic sources and the selection of indicators already evaluated to obtain an initial

list, as a second step, this list of indicators was zoned based on expert opinion, fulfilling the criteria imposed, and finally it was verified that these indicators are applicable. In this study, a list of verified, measurable and applicable indicators was obtained for any zone of the city of Cuenca and a methodology of analysis that presents a wide potential for the zoning of sustainable indicators, this selection is absolutely based on the opinion of expert judgment.

Introducción

El rápido crecimiento demográfico y económico ha generado excesiva demanda de recursos naturales durante estas últimas décadas (Serra et al., 2009), lo que ha llevado a que se centre el consumo de un 70% de todos los recursos producidos dentro de nuestras ciudades (Bibri & Krogstie, 2017). En respuesta a esta realidad, las Naciones Unidas ha propuesto los Objetivos de Desarrollo Sostenible que buscan un crecimiento llevadero, duradero y la búsqueda de satisfacer las necesidades de hoy sin comprometer las oportunidades de futuras generaciones (Naciones Unidas, 1987).

Según el informe de Naciones Unidas del 2018, la proporción de poblaciones urbanas aumentó del 29% en 1950, al 43% en 1990, al 55% en 2018, y se prevé que sea del 68% en 2050; es ahí, la importancia en estos últimos años como concepto de ciudades sostenibles está ganando rápidamente un impulso mundial, como respuesta al desafío de la sostenibilidad urbana (Bibri & Krogstie, 2017).

Según Kumar & Pushplata (2013), para lograr un desarrollo sostenible urbano, hay que comprender tres aspectos: economía, sociedad y medio ambiente; y para que una ciudad prospere, esta debe ser equitativa, habitable y viable (Tanguay et al., 2010); teniendo en cuenta estos conceptos, la principal dificultad en las áreas urbanas sostenibles es la implementación de medidas que puedan reducir los problemas ambientales, al mismo tiempo mantener un desarrollo práctico en su economía y un equilibrio en su infraestructura, enfatizando el equilibrio entre el medio ambiente y el nivel de vida de las personas (Campos et al., 2008; Garau & Pavan, 2018; Kaklauskas et al., 2018).

Pero el rápido crecimiento demográfico y económico exponencial que se ha vivido en estas últimas décadas (Serra et al., 2009), ha llevado a que las ciudades experimenten una reducción de sus espacios de circulación, generándose el fenómeno de congestión en sus vías y aceras urbanas, siendo uno de los males más radicados que impone altos costos sociales, económicos y ambientales a los residentes urbanos (Mondschein & Taylor, 2017).

Actualmente en la mayoría de las ciudades, el desarrollo del tráfico vehicular y peatonal es insostenible con aceras congestionadas, contaminación ambiental, calles abarrotadas de vehículos, han demostrado la escasa gestión existente para mejorar la situación vehicular y peatonal en el nuevo boom de las ciudades sostenibles. Cuenca no es una ciudad ajena a este problema, con un incremento de su población y un proceso económico hacia la industrialización, la planificación de su sistema de infraestructura vial y peatonal juega un importante papel para su desarrollo. Pero el deseo de la población de tener un mayor espacio de circulación para viajar más rápido y mayores distancias, genera un conflicto entre el crecimiento económico y la sustentabilidad ambiental.

Debido a la compleja dinámica del tráfico, en los últimos años los académicos han simplificado fácilmente el estudio de este fenómeno que viven las ciudades en un lenguaje común llamado indicadores de sostenibilidad (Bosch et al., 2016). Actualmente, existen cientos de indicadores urbanos referentes al tránsito que describen este problema con un valor cuantitativo o cualitativo, lo que dificulta el trabajo para analizar una gran cantidad de métricas, e inclusive algunos de estos indicadores no son aplicables a diferentes entornos, por lo que es necesario tener un conjunto representativo local de indicadores que este bien fundado y limitado a un sector en el que se va a aplicar (Munier, 2011).

De ahí, el propósito de este documento es proporcionar un listado de indicadores sostenibles que describan la situación de tráfico vehicular y peatonal (ITV-ITP), mediante la revisión y análisis bibliográfica de sistemas de calificación de infraestructura de transporte sostenible y de guías metodológicas actualmente publicadas internacionalmente, cuyos indicadores deberán ser con el menor número de variables, sean de fáciles de obtener y se acoplen a la situación actual de la ciudad de Cuenca.

Marco teórico

Indicadores sostenibles

Carrillo-Rodríguez (2013) y Bandeira et al. (2018), describen a los indicadores como representaciones simbólicas (números, símbolos, gráficos o colores), diseñados para capturar las características esenciales de un sistema, adecuados para la cuantificación y el análisis; por lo que, los administradores de cada ciudad para implementar sus objetivos de sostenibilidad necesitan de estos y poder llevar a cabo el seguimiento de su desempeño, gestión en busca de mejores decisiones para generar un ambiente sostenible dentro de sus ciudades (Huovila et al., 2019). En los últimos años, el amplio estudio de la sostenibilidad ha llevado a un consenso entre académicos, investigadores y urbanistas sobre el principal papel que conlleva los indicadores de sostenibilidad para monitorear la mejora y medir el progreso en el logro de las metas establecidas y las políticas gubernamentales, es decir los indicadores de sostenibilidad reflejan las tendencias claves en el medio ambiente, los sistemas sociales, la economía, el bienestar y la calidad de vida (Munier, 2011).

Según Tanguay et al. (2010), un indicador no es simplemente un dato o variable obtenida en una ciudad, sino es cuando estos son observados y analizados para establecer su papel dentro de un fenómeno. En la práctica internacional existe varios indicadores urbanos para las ciudades sostenibles, que se pueden utilizar para dar seguimiento y evaluar aspectos cuantitativos y cualitativos, de las acciones tomadas para alcanzar los objetivos de desarrollo de cada ciudad (Kaklauskas et al., 2018).

Sostenibilidad urbana

En estos últimos años la sostenibilidad urbana, se ha convertido en un concepto muy importante en la toma de las decisiones para generar un desarrollo urbano, ya que permite evaluar su progreso utilizando métodos, técnicas y herramientas que permiten determinar cómo hacer las ciudades más sostenibles, entre ellas, los indicadores. En consecuencia, han surgido muchos conceptos y definiciones sobre este término, como se tiene:

- "Sostenibilidad urbana es un estado deseable de las condiciones urbanas que persisten en el tiempo" (Adinyira et al., 2007, p.1).
- "La sostenibilidad urbana sostenible es un concepto complejo que se refiere a la interacción de tres entornos críticos que caracterizan un sistema urbano; en donde los tres entornos mencionados interactúan de tal manera que la suma de todas las externalidades positivas derivadas de la interacción es mayor que la suma de los efectos externos negativos causados por está" (Camagni et al., 1998, p.116).
- Ahvenniemi et al. (2017), describe el término de una forma más sencilla siendo este el "equilibrio entre el desarrollo de las áreas urbanas y la protección del medio ambiente con miras a la equidad en los ingresos, el empleo, la vivienda, los servicios básicos, la infraestructura social y el transporte en las áreas urbanas" (p.235).

Tráfico

La congestión vehicular es uno de los problemas claves relacionados con la sostenibilidad y la habitabilidad en muchas grandes ciudades (Zhao & Hu, 2019). La congestión vehicular es definida cuando la velocidad de desplazamiento cae por debajo de la velocidad media, y se produce un atasco en determinado eje vial. En términos simples, cuando se generan tiempos largos de viaje entre dos puntos cuyo promedio es superior al habitual, entonces se considera una congestión vehicular (Mondschein & Taylor, 2017).

Con el aumento de la tasa de crecimiento de la urbanización de los países en desarrollo, existe el incremento del parque auto motor que provoca un aumento en la congestión del tráfico (Errampalli et al., 2020), el incremento de tráfico y los espacios reducidos en la ciudad genera un problema que debe ser abordado por indicadores para la toma de decisiones, inicio de proyectos nuevos y remodelaciones de infraestructura.

Metodología

Para alcanzar el objetivo de la investigación se optó, por la revisión de metodologías y herramientas de evaluación de sostenibilidad actuales, basándose en el estudio de documentos, artículos, revistas, manuales relevantes y páginas web que estudian los indicadores de movilidad, con el objeto de identificar los indicadores de mayor relevancia que describen el tráfico vehicular y peatonal. El tipo de investigación que se enfoca en este documento se describe en la Tabla 1.

Tabla 1

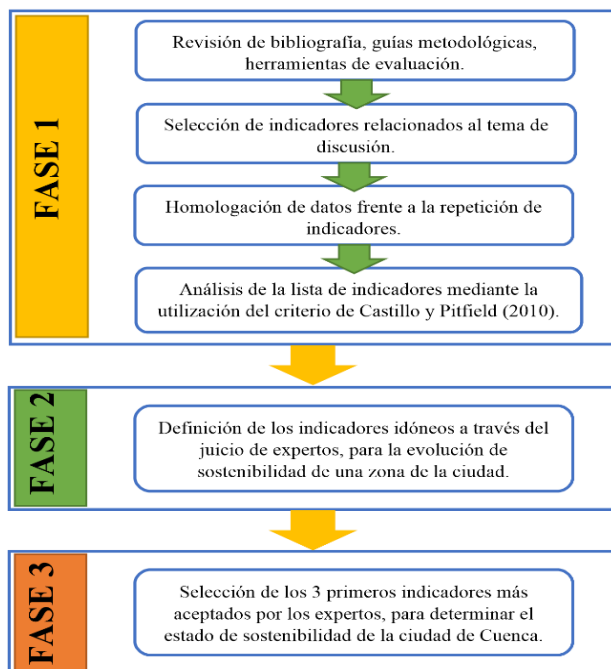
Nivel de Investigación

Según su finalidad	Básica	El resultado permite mejorar las metodologías aplicadas para la selección de indicadores en el análisis de un fenómeno.
Según su alcance temporal	Longitudinal Retrospectiva	Se analizaron estudios ya publicados, para obtener un grupo de indicadores que se puedan utilizar en el presente.
Según su profundidad	Exploratoria - Descriptiva	En el presente estudio, realizó la revisión, comparación y análisis de las guías metodológicas, herramientas de evaluación para análisis de un caso de estudio; para el análisis a través de indicadores de la situación del tráfico vehicular y peatonal.
Según las fuentes	Mixtas	Se utilizaron fuentes primarias y secundarias.
Según el carácter	Cuantitativas y Cualitativas	Se analizarán datos cualitativos y cuantitativos.
Según su naturaleza	Documentales Encuestas	Los datos obtenidos serán a través de manifestaciones escritas y de sujetos expertos en el tema de estudio.

La metodología aplicada se la puede resumir en tres fases: 1) selección de indicadores, 2) juicios de expertos y 3) aplicación en un área de la ciudad, la **Figura 1** describe esquemáticamente la fase de los procesos a seguir.

Figura 1

Esquema metodológico para la selección de indicadores



FASE 1: Selección de indicadores

En la primera fase, se establece el proceso de revisión bibliografía que muestre los diferentes criterios científicos emitidos por investigadores reconocidos en el campo internacional y nacional, manteniendo el enfoque que cada indicador seleccionado describa el fenómeno del tráfico vehicular y peatonal. Para la selección de la literatura, se comenzó con el uso del motor de búsqueda general, *Web of Science*, *Scopus* y guías metodológicas publicadas actualmente. Los datos de búsqueda seleccionados para la revisión, se restringieron a artículos revisados por pares y que se centren en el estudio del tráfico, de igual manera con las guías de evaluación que se utilizan con mayor frecuencia, como *CASBEE-UD: Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*, *BREEAM: BRE Environmental Assessment Method*, 3ra Edición *BID: Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles*, *ISO 37120: Desarrollo Sostenible de Comunidades*, *Green roads: A Sustainability Performance Metric for Roadways* y *I-LAST: Illinois Livable and Sustainable Transportation* (Tran et al., 2021).

Para la selección de los indicadores resultantes de la bibliografía y guías metodológicas, se toma en cuenta los siguientes criterios de clasificación: que el indicador se enfoque en la descripción del tráfico vehicular y peatonal, y que cumpla con la caracterización que propone Castillo & Pitfield (2010), en su trabajo:

- **Mensurable.** – cuando el indicador posee un variable que se pueda determinar a través una medida de fácil obtención y que represente confianza al momento de analizar (Castillo & Pitfield, 2010).
- **Fácil disponibilidad.** – se considera que un indicador de es fácil disponibilidad cuando sus datos se pueden recopilar de forma sencilla en tiempos cortos, y con un costo razonable (Castillo & Pitfield, 2010).
- **Fácil actualización.** – si la información que conforma un indicador es de fácil recopilación, y se puede actualizar con una mayor frecuencia en el menor tiempo posible, se lo puede considerar dentro de esta característica (Castillo & Pitfield, 2010).
- **Interpretabilidad.** – si los conceptos, cálculos y resultados de un indicador se pueden comprender de una forma clara e inequívoca, sin dar a interpretación arbitrarias y dudas en sus conceptos, se considera el indicador cumple esta característica (Castillo & Pitfield, 2010).

FASE 2: Juicio de expertos

Con el fin de establecer una lista de identificadores aplicables, se utilizó la técnica de validación por expertos, donde la opinión de personas con experiencia en este campo y reconocidas por otros pueden dar información, evidencia y juicios de valoración (Robles & Rojas, 2015). En la literatura no se encuentra un número determinado de expertos que se puedan considerar en una investigación, pero investigadores como Mitchell & McGoldrick (1994) y Hallowell & Gambatese (2010), sugieren que un tamaño mínimo de expertos apropiado es de 8 a 10.

La Tabla 2 describe el perfil académico, con el cual se seleccionaron los expertos para la investigación.

Tabla 2

Perfil de expertos

Profesión	Campo de trabajo	Experiencia	Cantidad
Arquitectos, Ingenieros o profesionales de ramas afines	Profesionales que se encuentren vinculados en proyectos relacionados con la vialidad.	5 años	8 expertos nacionales, preferente domiciliados en Cuenca

Para unificar los datos obtenidos por el juicio de expertos, se aplica el proceso de jerarquía analítica metodología propuesta por Castillo & Pitfield (2010), en donde, se realiza comparaciones subjetivas de las decisiones tomadas y se les asigna un valor de escala a cada una de ellas. Para unificar los pesos de escala y los puntajes de los resultados de cada indicador se utiliza la ponderación aditiva simple (SAW), con el que se obtendrá la

medida general del desempeño del indicador, y se encuentra expresado de la siguiente manera:

$$WPS_a = \sum_{j=1}^n S_j^a (g_k w_j) \text{ para todo } j = 1,2,3 \dots, n \text{ y } k = 1,2 \text{ (Castillo \& Pitfield, 2010).}$$

en donde WPS_a es el puntaje ponderado del indicador, g_k es el peso de importancia de la escala de calificación, w_j es el peso de importancia del criterio y S_j^a es la puntuación del resultado normalizado.

FASE 3: Aplicación de indicadores sugeridos

Durante esta fase, se puso a prueba los 3 mejores indicadores puntuados en el análisis anterior y así poder comprobar su aplicabilidad de los indicadores al momento de describir el fenómeno del tráfico peatonal y vehicular en Cuenca.

Resultados

Análisis bibliográfico

De la información recolectada, se puede determinar que existe una extensa lista de indicadores, es así que Ahvenniemi et al. (2017), en su publicación determinó la existencia de cuatrocientos cuarenta y ocho indicadores referentes a sostenibilidad urbana, y siendo aplicables a los tres entornos económico, ambiental y social; pero al hacer la revisión más minuciosa y enfocado al problema específico del presente estudio (ITV-ITP), los documentos no aportan información con respecto a los indicadores que se buscan como objetivo. Siendo así que, la presente investigación identificó trabajos similares en documentos publicados internacionalmente, de los que se obtuvo en total 12 documentos relevantes que se enfocan en el estudio de indicadores de transporte y movilidad; en la **Tabla 3** se presentan los resultados obtenidos. Cabe destacar que, las herramientas de evaluación BREEAM, CASBEE no representa ningún aporte, ya que sus indicadores se encuentran expresados en forma global, en donde se describe la movilidad sostenible, pero ninguno de sus indicadores se enfoca directamente en el fenómeno de tráfico, por lo que estas herramientas no se toman en cuenta en el análisis posterior.

Tabla 3*Resumen de fuentes estudiadas*

Estudio / Herramienta	Fuente	Descripción	Número de Indicador Publicados	Indicador referentes a tráfico - peatonal
ISO 37120 Desarrollo sostenible de 17 100 comunidades - Indicadores de servicios de la ciudad y calidad de vida	(ISO 37120, 2014)	Es una norma internacional que se encuentra diseñada, para dirigir y evaluar la gestión del desempeño de los servicios y prestaciones de servicios de una ciudad sostenible, así como la calidad de vida.	100	6
Comunidades BREEAM	(BREEAM Communities, 2012)	Es una guía que describe un estándar de desempeño ambiental, social y económico, para certificar los desarrollos en el Reino Unido.	41	--
Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency.	(CABE, 2012)	Es una guía que presenta un método de evaluación ambiental de uno o varios edificios mediante la utilización de la filosofía y metodología CASBEE.	29	--
GREENROADS	(Tran, Yang, & Huang, 2021)	Es un sistema de calificación voluntario desarrollado por la Universidad de Washington, que se utiliza para evaluar los proyectos viales a través de créditos	118	4
I-LAST – Transporte habitable y sostenible. Sistema de Calificación	(Illinois Department of Transportation, n.d.)	Es un sistema métrico que mide el desempeño de sustentabilidad desarrollado por el Joint Sustainability Group of the Illinois Department of Transportation (IDOT), con la finalidad de valorar los proyectos viales	76	6
Sistema municipal de indicadores de sostenibilidad	(AL21 Red de redes de desarrollo Local sostenible, 2010)	Es un sistema valido de indicadores que corresponde a la administración y mantenimiento de municipios pequeños como grandes, para dar seguimiento a la Estrategia de sostenibilidad de España	52	4
Guía Metodológica Programa de Ciudades Emergentes y Sostenibles	(Banco Interamericano de Desarrollo, 2016)	Es una guía describe un sistema de análisis de sostenibilidad aplicando la metodología ICES, mediante identificación de actores, la formación de los equipos y la recopilación de datos básicos.	127	6

Tabla 3*Resumen de fuentes estudiadas (continuación)*

Estudio / Herramienta	Fuente	Descripción	Número de Indicador Publicados	Indicador referentes a tráfico - peatonal
Micro-scale sustainability assessment of infrastructure projects on urban transportation systems: Case study of Azadi district, Isfahan, Iran	(Mansourianfar & Haghshenas, 2018)	Estudio para evaluar proyectos de infraestructura de sistemas de transporte urbano	22	3
Holistic methodological framework for the characterization of urban sustainability and strategic planning	(Feleki et al., 2020)	Sistema de Indicadores para la Caracterización de la Sostenibilidad Urbana	35	5
Integrating road traffic externalities through a sustainability indicator	(Fernandes et al., 2019)	Es una investigación que produjo un método para los tomadores de decisiones con un análisis de costos confiable y flexible destinado a reducir los impactos negativos del tráfico rodado.	6	1
Multi-Criteria Analysis Procedure for Sustainable Mobility Evaluation in Urban	(Campos et al., 2008)	Método para evaluar la movilidad sostenible	13	9
La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana	(Talavera-García et al., 2014; Tran, Yang, Tsai, et al., 2021)	Es una investigación que presenta un método de caracterización de entorno peatonales.	6	6

Indicadores, homologación estandarización

Se identificaron un total de 44 indicadores, y mediante un proceso de revisión se estableció que existen indicadores con diferentes denominaciones, pero el mismo criterio de análisis y con ayuda de los criterios establecido por Castillo & Pitfield (2010), se logró determinar un total de 20 indicadores, los que representan el objetivo de estudio. De igual manera, se homologó y estandarizó los umbrales de medida con los que se puede analizar un indicador, optado por la estandarización que presenta cada autor citado, y con esto

poder contribuir con futuras investigaciones para que puedan desarrollar mejores métodos de análisis regionales. Se estableció tres categorías: Infraestructura, Congestión y Seguridad; la clasificación de los indicadores se observa en la Tabla 4.

Tabla 4*Lista de Indicadores y estandarizados*

Nº	Indicador	Fuente	Descripción
1	Kilómetros de pavimento y vía peatonal cada 100.000 habitantes.	(Banco Interamericano de Desarrollo, 2016)	El total de kilómetros de paseo dedicados a la vía peatonal dentro de la ciudad (numerador) dividido por 100.000 habitantes de la ciudad, expresado en kilómetros cada 100.000 habitantes y comparado con la longitud de la red de carreteras.
2	Kilómetros de vías cada 100.000 habitantes	(Banco Interamericano de Desarrollo, 2016)	Determina los kilómetros de vías cada 100.000 habitantes.
3	Kilómetros de vías dedicados en forma exclusiva al transporte público cada 100.000 habitantes	(Banco Interamericano de Desarrollo, 2016), (ISO 37120, 2014)	Determina la estructura vial dedicada al transporte público, con lo cual dispersa el tráfico entre las rutas
4	Distribución modal (Automóvil)	(Banco Interamericano de Desarrollo, 2016), (Feleki et al., 2020), (AL21 Red de redes de desarrollo Local sostenible, 2010), (ISO 37120, 2014)	Determina la cantidad de usuarios que generalmente eligen el automóvil personal como medio de transporte.
5	Velocidad promedio de viaje en la vía pública principal durante la hora pico	(Banco Interamericano de Desarrollo, 2016)	Determina la velocidad promedio de viaje en la vía pública principal durante la hora pico.
6	Cantidad de automóviles per cápita	(Banco Interamericano de Desarrollo, 2016), (ISO 37120, 2014), (Campos et al., 2008)	Cantidad de automóviles de uso personal per cápita.
7	Densidad urbana	(Feleki et al., 2020), (AL21 Red de redes de desarrollo Local sostenible, 2010)	Describe el número de personas en una área determinada.
8	Congestión de Tráfico	(Fernández et al., 2019)	Representa la congestión que sucede en un tiempo determinado en una longitud determinada.
9	Horas diarias de congestión	(Campos et al., 2008)	Este indicador mide el tiempo que se toma para llegar a un área considerada como destino
10	kilómetros de ciclovías y carriles por cada 100.000 habitantes	(Banco Interamericano de Desarrollo, 2016), (ISO 37120, 2014)	Los kilómetros de carriles y carriles para bicicletas por cada 100.000 habitantes

Tabla 4*Lista de Indicadores y estandarizados (continuación)*

N°	Categoría	Indicador	Fuente	Descripción
11		Densidad de árboles por tramo de calle	(Feleki et al., 2020)	Relaciona la superficie verde por habitante como la cantidad de espacio verde y la población
12		Espacio viario para Transporte Publico	(AL21 Red de redes de desarrollo Local sostenible, 2010)	Este indicador mide el espacio viario con carril de autobús urbano en relación a la longitud total de las calles de la ciudad.
13		Transitabilidad y Uso potencial de la Bicicleta	CASBEE-Ude	Infraestructura que conecte, sea accesible, segura para caminar y andar en bicicleta, para mejorar la salud pública y reducir los impactos ambientales.
14	INFRAESTRUCTURA	Carril de uso especial	I-LAST	Es un elemento de diseño que pueden maximizar el flujo de vehículos y minimizar el retraso general al proporcionar carriles prioritarios para vehículos de mayor ocupación.
15		Conexión a un Centro de Gestión de Tráfico	I-LAST	Es una herramienta para reducir la congestión y mejorar la seguridad, mediante la tecnología que puede simplificar las decisiones que los ingenieros podrán abordar del tráfico rápidamente, ajustando las señales de tráfico y desviando el tráfico si es necesario.
16		Instalación de sistema de señalización coordinada	I-LAST	Un sistema de semáforos coordinado consta de dos o más semáforos interconectados entre sí y conectados a un controlador maestro o sistema central que opera un sistema
17		Mejoras de intersecciones para peatones	I-LAST	Es un indicador que muestra acción de mejora para el cruce de peatones en intersecciones viales.
18		Proporcionar aceras o ciclovías	I-LAST	Es un indicador que muestra acción instalar o rehabilitar ciclovías o aceras.
19		Espacio reservado para ciclistas	I-LAST	Es un indicador que muestra el espacio de carril para una ciclovía paralelos a la calzada.
20	SEGURIDAD	Caminabilidad	(Feleki et al., 2020), (AL21 Red de redes de desarrollo Local sostenible, 2010)	Espacio viario para peatones (calle prioritaria para peatones, paseo marítimo, aceras, parques, patios, plazas, zona portuaria, frente marítimo).
21		Accesibilidad vial	(Feleki et al., 2020), (AL21 Red de redes de desarrollo Local sostenible, 2010), (Talavera-García et al., 2014)	Este indicador permite conocer en qué lugares del entorno de movilidad los flujos peatonales se desarrollan sin problemas, dadas las dimensiones de la sección peatonal, y donde los flujos peatonales podrían ralentizarse e incluso entrar en conflicto con otros modos de transporte, debido a una sección peatonal insuficiente.

Tabla 4
Lista de Indicadores y estandarizados (continuación)

Nº	Categoría	Indicador	Fuente	Descripción
22		Fricción modal	(Talavera-Garcia et al., 2014)	Es un indicador que expresa la seguridad vial con respecto a la percepción del peaton a una vía.

Selección de expertos

En la caracterización de los expertos se realizó una encuesta a 21 especialistas con el objeto de comprobar que cumplan los requisitos solicitados en esta investigación, el cuestionario contempla 7 preguntas esenciales que describen si el especialista posee los conocimientos necesarios para aportar su criterio en el estudio, con las 2 primeras preguntas se determinó la experiencia y la ubicación de residencia del experto, y con las 5 restantes se obtuvo el conocimiento que puede aportar el profesional encuestado. Para poder cuantificar los resultados, se utilizaron preguntas dicotómicas (sí/no) para tener dos valores 1 y 0, al momento del análisis se consideró el nivel de estudios como otro requisito para poder aportar a un dato adicional, en la tabla 5 se puede observar los resultados obtenidos.

Tabla 5
Resultado de encuestas a especialistas

Nombre	Apellidos	Nivel de estudios	Profesión/Ocupación	1. Años de Experiencia	2. Ciudad de Residencia	3. A participado en proyectos de diseño y construcción vial?	4. A participado en proyectos de diseño y construcción urbana, por ejemplo: aceras, parques, ¿entre otros?	5. Tiene conocimientos de planificación vial?	6. Tiene conocimientos de planificación urbana?	7. Conoce las condiciones actuales de movilidad en la ciudad de Cuenca?
Dario	Cobos Torres	Posgrado	Arquitecto	19	Cuenca	SI	SI	SI	SI	SI
Boris	Cordova	Posgrado	Ing. Civil	30	Cuenca	SI	SI	SI	SI	SI
Cristian	Flores Siguenza	Posgrado	Ing. Civil	17	Cuenca	SI	SI	SI	SI	SI
Martha Eliana	Ortiz Villavicencio	Posgrado	Arquitecto	10	Cuenca	SI	SI	SI	SI	SI
Cesar	Maldonado Noboa	Posgrado	Ing. Civil	23	Cuenca	SI	SI	SI	SI	SI
Maribel	Castro León	Posgrado	Ing. Civil	14	Cuenca	SI	SI	SI	NO	SI
Gonzalo Víctor	Cobos Torres	Posgrado	Ing. Civil	17	Cuenca	SI	SI	SI	NO	SI
Diego	Vintimilla	Posgrado	Ing. Civil	14	Cuenca	SI	NO	SI	SI	SI
Álvaro Rafael	Toledo Toledo	Posgrado	Ing. Civil	12	Cuenca	SI	SI	SI	NO	SI
Edmundo	Cueva Cordero	Posgrado	Ing. Civil	53	Cuenca	SI	SI	SI	NO	SI
Paúl	Illescas Cárdenas	Posgrado	Ing. Civil	10	Cuenca	SI	SI	SI	SI	NO

Tabla 6
Resultado de encuestas a especialistas (continuación)

Nombre	Apellidos	Nivel de estudios	Profesión/Ocupación	1. Años de Experiencia	2. Ciudad de Residencia	3. A participado en proyectos de diseño y construcción vial?	4. A participado en proyectos de diseño y construcción urbana, por ejemplo: aceras, parques, ¿entre otro?	5. Tiene conocimientos de planificación vial?	6. Tiene conocimientos de planificación urbana?	7. Conoce las condiciones actuales de movilidad en la ciudad de Cuenca?
Pedro	Vásquez Palacios	Tercer Nivel	Arquitecto	9	Cuenca	SI	SI	SI	SI	SI
Cooper	Avilés Hernández	Tercer Nivel	Ing. Civil	12	Cuenca	SI	SI	SI	SI	SI
Rene	Coronel Castro	Tercer Nivel	Ing. Ambiental	18	Cuenca	SI	NO	SI	SI	SI
Mario	Ordoñez Gonzaga	Tercer Nivel	Ing. Civil	12	Cuenca	SI	SI	SI	NO	NO
Santiago	Espinosa Moreno	Tercer Nivel	Arquitecto	5	Cuenca	SI	NO	SI	SI	SI
Nelly	Jarama Baculima	Tercer Nivel	Ing. Civil	12	Cuenca	SI	SI	SI	NO	NO
Paul	Betancourt	Tercer Nivel	Ing. Civil	21	Cuenca	SI	SI	SI	NO	NO
Wilson	Andrade abad	Tercer Nivel	Ing. Civil	14	Cuenca	SI	SI	NO	NO	NO
Carlos Santiago	Reinoso Pesantez	Tercer Nivel	Ing. Financiero	12	Cuenca	No	NO	NO	NO	NO

En base al criterio de los investigadores Mitchell & McGoldrick (1994) y Hallowell & Gambatese (2010), se seleccionó los 15 mejores puntuados los que se considera que representan el perfil de especialistas en transporte y planificadores urbanos con mayor experiencia, los resultados se plasman en la en la tabla 5, ya que se encuentran ordenados en forma de puntuación y no de análisis.

Resultado de la decisión de expertos

Para obtener la opinión de los expertos sobre la importancia relativa de los indicadores propuestos, se realizó una encuesta compuesta por 20 preguntas; en donde, se planteó los criterios anteriormente propuestos, y se estableció una escala de Likert de 5 puntos para establecer un análisis cuantitativo (ver **Figura 2**), en donde se incluye calificaciones desde 5 cuando el indicador es totalmente de acuerdo al criterio y de 1 cuando el indicador es totalmente en desacuerdo con el criterio.

Figura 2
Pregunta ejemplo de encuesta

1. INDICADOR: Cantidad de automóviles per cápita (este indicador representa el total de automóviles registrados dividido por el total de la población)

Usted, considera que este indicador es: *

	TOTALMENTE DE ACUERDO	DE ACUERDO	INDIFERENTE	EN DESACUERDO	TOTALMENTE EN DESACUERDO
MENSURABLE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FÁCIL ACTUALIZACIÓN	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
INTERPRETABILIDAD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FÁCIL DISPONIBILIDAD	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

De las encuestas enviadas a los 15 expertos seleccionados, se obtuvo 11 cuestionarios completos con toda la información solicitada y que fueron utilizados para el análisis. Se procedió a procesar, la información obtenida mediante el método de ponderación aditiva simple (SAW), se obtiene la Tabla 7, en donde se presenta los pesos alcanzados por cada indicador, además se refleja el criterio del grupo de expertos seleccionado.

Tabla 7
Ranking de indicadores

Rango	Indicador	WPS
1	Cantidad de automóviles per cápita	30,898
2	Accesibilidad vial	30,233
3	Congestión de Tráfico	29,729
4	Horas diarias de congestión	29,374
5	Densidad urbana	28,977
6	Kilómetros de vías cada 100.000 habitantes	28,878
7	Kilómetros de vías dedicados en forma exclusiva al transporte público cada 100.000 habitantes	28,707
8	Conexión a un Centro de Gestión de Tráfico	28,381
9	Velocidad promedio de viaje en la vía pública principal durante la hora pico	28,361
10	Caminabilidad	28,358
11	Instalación de sistema de señalización coordinada	27,638
12	Espacio viario para Transporte Público	27,365
13	Kilómetros de pavimento y vía peatonal cada 100.000 habitantes.	27,261
14	kilómetros de ciclovías y carriles por cada 100.000 habitantes	27,228
15	Distribución modal (Automóvil)	26,924
16	Mejoras de intersecciones para peatones	26,671
17	Densidad de árboles por tramo de calle	26,588
18	Transitabilidad y Uso potencial de la Bicicleta	26,126
19	Fricción modal	25,378
20	Carril de uso especial	23,749

Aunque no existe una variación considerable entre cada puntaje ponderado, se consideró por opinión propia, que los 10 primeros indicadores representan una lista apropiada, y de estos se tomó los 3 primeros indicadores como aquellos que representan mejor los criterios expuestos en este documento. Queda claro que, esta selección se basa enteramente en la opinión del juicio de expertos, por lo cual, al aplicar nuevamente la metodología y análisis propuesto, se puede llegar a otro resultado.

Área de estudio

La provincia del Azuay se encuentra ubicada en el centro sur del Ecuador, conformada por un total de 15 cantones y una población estimada para el año 2022 de 909.585 habitantes según INEC, siendo el cantón Cuenca el más extenso con un área de 3.102,61 km² y una población para el año 2022 de 659.320 habitantes (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2021) del total estimado, y es así que, este cantón se caracteriza por contar con un extenso territorio y el mayor porcentaje de población concentrado solo en las parroquias urbanas que lo conforman.

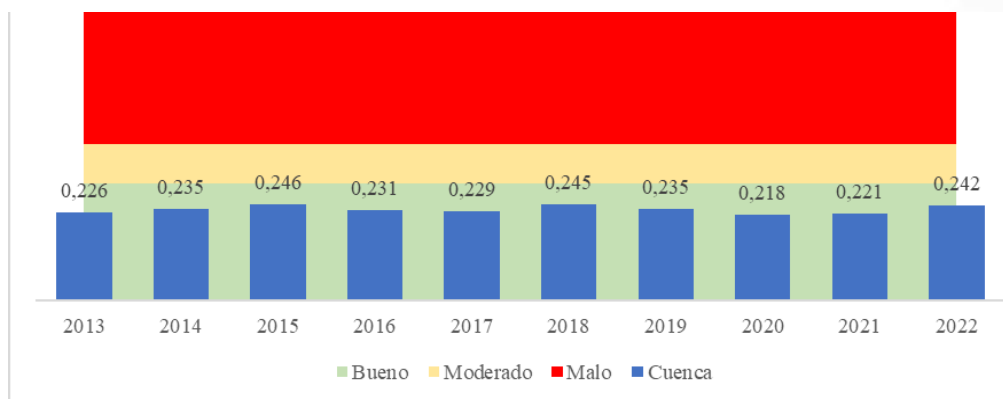
La población proyectada en la zona urbana de Cuenca para el año 2022 es de 417.461 habitantes (GAD Municipal de Cuenca, 2015), considerándose así la tercera ciudad del Ecuador más grande y que presenta un rápido crecimiento poblacional. La ciudad cuenta con un sistema de transporte público bien establecido con línea metrorría, línea de autobuses y con un viario de 1.097 km, por lo que es necesario tener el conocimiento de como progresa la ciudad en el desarrollo sostenible.

Para finalizar esta investigación, se tomó en cuenta los 3 mejores indicadores puntados de la Tabla 7, y se recolectará la información publicada por la municipalidad de Cuenca y en otros medios electrónicos como son el INEC.

Al momento de analizar el primer indicador de cantidad de automóviles per cápita, se realizó un análisis general de la ciudad ya que se encuentra solo con información global del número de vehículos matriculados y su población proyectada, los resultados obtenidos se presentan en la **Figura 3**

Figura 3

Resultados esquematizados del indicador 1

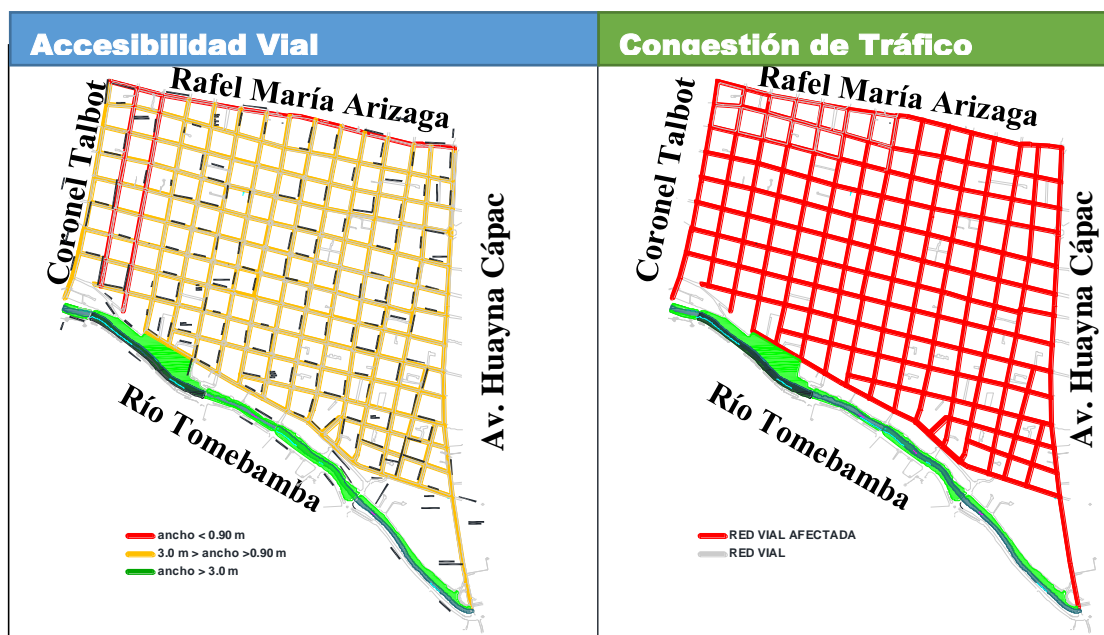


Fuente: INEC y Plan de Movilidad | GAD Municipal de Cuenca (2015)

En cuanto a los otros dos indicadores, se aplicó a una zona específica de la ciudad de Cuenca, la misma que se encuentra delimitada al norte por la calle Rafel María Arizaga, al sur el río Tomebamba, al este el Av. Huayna Cápac y al oeste calle Coronel Talbot, representando el centro histórico de la ciudad, y cuyos resultados se encuentran esquematizados en la Figura 4.

Figura 4

Esquematización de resultados - indicadores 2 y 3



Fuente: INEC y Plan de Movilidad | GAD Municipal de Cuenca (2015)

En el análisis del indicador de Accesibilidad vial se realizó con el ancho de acera más representativo de tramo vial, ya que las aceras no presentan un ancho homogéneo en todo el tramo analizado, obteniendo que 91% de la longitud de las aceras analizadas se encuentra en el límite de modernamente sostenible, el 9% no cumple con los mínimos requeridos y existiendo el 0% de aceras que se encuentren totalmente sostenible.

La congestión de tráfico se plantea como un indicador que se calcula con el volumen de tráfico en una hora y la longitud de la vía, se obtiene del estudio de plan de movilidad de Cuenca que los viajes totales al centro histórico son alrededor de 22.136 en una hora, y con una longitud total de vía de 37.820 km; aplicando la formulación se consigue un indicador global de 0,58 que representa un problema de congestión dentro de las vías del centro histórico.

Discusión

El objetivo principal de este documento fue el desarrollar una lista de indicadores aplicables a la ciudad de Cuenca a partir de una secuencia metodológica ya comprobada por anteriores publicaciones de sostenibilidad (Ahvenniemi et al., 2017; Bueno et al., 2015; Castillo & Pitfield, 2010; Tran et al., 2021). Actualmente publicaciones anteriores han desarrollado varias agrupaciones de indicadores enfocados en el análisis global de la sostenibilidad de una ciudad, pero el presente enfoque estudia un solo fenómeno centrado en la ciudad de Cuenca; dando un nuevo aporte al estudio de las ciudades sostenibles, al encontrar una lista de indicadores aplicables solo a un fenómeno. Es importante destacar que el análisis por partes puede representar un ahorro en los recursos de inversión en investigaciones nuevas.

El indicador cantidad de automóviles per cápita, es mejor puntuado dentro de la categoría indicadores de tráfico de acuerdo con el criterio de los expertos seleccionados, igualmente se presencia que no existe una diferencia entre puntuaciones ponderadas porque se puede sostener que la lista de indicadores seleccionados inicialmente cumple con los criterios de indicador de estudio de la congestión. La comparación de los indicadores obtenidos con otros estudios es irrelevante, ya que como fase inicial se seleccionaron de un grupo de indicadores ya comprobados en publicaciones anteriores, y el objetivo era adaptarlos a la situación regional de la ciudad de Cuenca mediante la opinión de juicios de expertos.

La lista de indicadores aquí expuesta no es la única que puede resultar, ya que depende del tipo de personas seleccionadas para realizar el análisis, al igual que Castillo & Pitfield (2010), se llega al mismo resultado que diferentes interacciones, lo que puede proporcionar diferentes resultados, pero ninguno de estos resultados se los puede considerar como erróneos, por lo que esta investigación se la puede considerar como un aporte individual a la sostenibilidad urbana.

En cuanto al caso de estudio y la aplicación de la lista de indicadores, se obtiene que el indicador 1 y 2 se encuentra cumpliendo con los parámetros de referencia, pero tiende al alza, en cuestión del indicador 3 sale de los valores de referencia y ya no cumple con los criterios de sostenibilidad. De forma global, la ciudad de Cuenca se encuentra actualmente entrado en un proceso de no sostenibilidad en su enfoque de movilidad, por lo que las entidades encargadas deberán optar por medidas y políticas que ayuden a controlar la sostenibilidad en la ciudad.

Conclusiones

- Los indicadores expuestos en este estudio pueden ser base para desarrollar nuevas herramientas de evaluación de sostenibilidad, pero ya enfocados regionalmente. Se debe considerar que la interpretación de estos indicadores está enfocados a las áreas urbanas, y no todos pueden ser aplicables directamente a un área rural.
- El resultado de esta investigación puede permitir a profesionales, empresas privadas e instituciones gubernamentales encargados del análisis y planificación del tráfico, la pronta respuesta a una posible situación de congestión y poder implementar una solución inmediata al respectivo problema.
- Aunque la investigación se centró en los indicadores de tráfico vehicular y peatonal, la metodología ofrece un punto de partida para futuras investigaciones, en otros tipos de fenómenos que afecta la sostenibilidad urbana.
- En el análisis de la bibliografía realizado se encontró que las herramientas metodológicas como CASBEE, BREEAM y ISO 37120, generan un aporte importante al estudio de la sostenibilidad de una ciudad, pero al momento de analizar problemas fenómenos de sostenibilidad independientes como es la congestión de tráfico, no cuentan con la suficiente información para generar un criterio de análisis por sí mismas, por lo que es de importancia la implementación de una herramienta propia para nuestra Ciudad.
- La insuficiencia en los datos, la calidad y la dificultad de acceso a estas bases existente, obstaculiza la aplicación de indicadores de sostenibilidad, perjudicando a las presentes y futuras investigación; lo cual, tanto la Universidades como los gobiernos deben generar un plan de recolección de datos para suplir estas falencias que poseen las ciudades actualmente.

Agradecimiento

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, vinculados al Proyecto de Investigación: INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD URBANA PARA LA CIUDAD DE CUENCA - ECUADOR, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes

a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente y Tecnología (CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

Referencias bibliográficas

Adinyira, E., Oteng-Seifah, S., & Adjei-Kumi, T. (2007). *International Conference on Whole Life Urban Sustainability and its Assessment A Review of Urban Sustainability Assessment Methodologies* (M. Horner, C. Hardcastle, & J. B. A. Price, Eds.; pp. 1–7).

Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., & Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, *60*, 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.009>

AL21 Red de redes de desarrollo local sostenible. (2010). *Sistema municipal de indicadores de sostenibilidad*. https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdf/82B973EA-5970-46F0-8AE6-65370D40A1F5/111505/SIST_MUNI_INDI_SOSTE_tcm7177732.pdf

Banco Interamericano de Desarrollo. (2016). *Guía Metodológica Programa de Ciudades Emergentes y Sostenibles* (pp. 1–492). Tercera Edición. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Gu%C3%ADa-Metodol%C3%B3gica-Programa-de-Ciudades-Emergentes-y-Sostenibles-Tercera-edici%C3%B3n.pdf>

Bandeira, R. A. M., D'Agosto, M. A., Ribeiro, S. K., Bandeira, A. P. F., & Goes, G. v. (2018). A fuzzy multi-criteria model for evaluating sustainable urban freight transportation operations. *Journal of Cleaner Production*, *184*, 727–739. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.234>

Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable Cities and Society*, *31*, 183–212. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.016>

Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-Ma., Airaksinen, M., & Huovila, A. (2016). *Deliverable 1.4. Smart city KPIs and related methodology*. 1–276.

BREEAM Communities. (2012). *Communities' technical manual*. Technical Manual. https://files.bregroup.com/breem/technicalmanuals/communitiesmanual/#03_step03/00_step_3_designing_the_details.htm%3FTocPath%3DStep%25203%2520Designing%2520the%2520details%7C_____0

- Bueno, P. C., Vassallo, J. M., & Cheung, K. (2015). Sustainability Assessment of Transport Infrastructure Projects: A Review of Existing Tools and Methods. *Transport Reviews*, 35(5), 622–649. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1041435>
- Camagni, R., Capello, R., & Nijkamp, P. (1998). Towards sustainable city policy: An economy-environment technology nexus. *Ecological Economics*, 24(1), 103–118. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00032-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00032-3)
- Campos, V. B. G., Ramos, R. A. R., & Miranda, D. de. (2008). Multi-Criteria Analysis Procedure for Sustainable Mobility Evaluation in Urban Areas Vânia Barcellos Gouvêa Campos. *Journal of Advanced Transportation*, 43(4), 371–390.
- Carrillo-Rodríguez, J. (2013). *Desempeño sostenible en Bogotá: construcción de un indicador a partir del desempeño local*. 39, 165–190. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612013000200008>
- Castillo, H., & Pitfield, D. E. (2010). ELASTIC - A methodological framework for identifying and selecting sustainable transport indicators. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 15(4), 179–188. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2009.09.002>
- Errampalli, M., Patil, K. S., & Prasad, C. S. R. K. (2020). Evaluation of integration between public transportation modes by developing sustainability index for Indian cities. *Case Studies on Transport Policy*, 8(1), 180–187. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.09.005>
- Feleki, E., Vlachokostas, C., & Moussiopoulos, N. (2020). Holistic methodological framework for the characterization of urban sustainability and strategic planning. *Journal of Cleaner Production*, 243, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118432>
- Fernandes, P., Vilaça, M., Macedo, E., Sampaio, C., Bahmankhah, B., Bandeira, J. M., Guarnaccia, C., Rafael, S., Fernandes, A. P., Relvas, H., Borrego, C., & Coelho, M. C. (2019). Integrating road traffic externalities through a sustainability indicator. *Science of the Total Environment*, 691, 483–498. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.124>
- GAD Municipal de Cuenca. (2015). *Plan de Movilidad*. <https://www.cuenca.gob.ec/node/13696>
- Garau, C., & Pavan, V. M. (2018). Evaluating urban quality: Indicators and assessment tools for smart sustainable cities. *Sustainability (Switzerland)*, 10(3), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su10030575>

- Hallowell, M. R., & Gambatese, J. A. (2010). Qualitative Research: Application of the Delphi Method to CEM Research. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136, 99–107. <https://doi.org/10.1061/ASCECO.1943-7862.0000137>
- Huovila, A., Bosch, P., & Airaksinen, M. (2019). Comparative analysis of standardized indicators for Smart sustainable cities: What indicators and standards to use and when? *Cities*, 89, 141–153. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.029>
- Illinois Department of Transportation. (2012). *Illinois - Livable and Sustainable Transportation Rating System and Guide (I-LAST)*. <https://idot.illinois.gov/transportation-system/environment/index>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2021). *Proyecciones y estudios demográficos*. <https://sni.gob.ec/proyecciones-y-estudios-demograficos>
- ISO 37120. (2014). Sustainable development of communities. In *Centre for Livable Cities, Singapore*. <https://www.iso.org/>
- Kaklauskas, A., Zavadskas, E. K., Radzeviciene, A., Ubarte, I., Podvezko, A., Podvezko, V., Kuzminske, A., Banaitis, A., Binkyte, A., & Bucinskas, V. (2018). Quality of city life multiple criteria analysis. *Cities*, 72, 82–93. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.08.002>
- Kumar, A., & Pushplata. (2013). Building regulations for environmental protection in Indian hill towns. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 2, 224–231. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2014.04.003>
- Mansourianfar, M. H., & Haghshenas, H. (2018). Micro-scale sustainability assessment of infrastructure projects on urban transportation systems: Case study of Azadi district, Isfahan, Iran. *Cities*, 72, 149–159. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.08.012>
- Mitchell, V. -W, & McGoldrick, P. J. (1994). The Role of Geodemographics in Segmenting and Targeting Consumer Markets: A Delphi Study. *European Journal of Marketing*, 28, 54–72. <https://doi.org/10.1108/03090569410062032>
- Mondschein, A., & Taylor, B. D. (2017). Is traffic congestion overrated? Examining the highly variable effects of congestion on travel and accessibility. *Journal of Transport Geography*, 64, 65–76. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.08.007>
- Munier, N. (2011). Methodology to select a set of urban sustainability indicators to measure the state of the city, and performance assessment. *Ecological Indicators*, 11, 1020–1026. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.01.006>

- Naciones Unidas. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo* (pp. 1–416).
- Robles Garrote, P., & Rojas, M. del C. (2015). La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada. *Revista Nebrija*, 18, 124–139. <https://doi.org/https://doi.org/10.26378/rnlael918259>
- Serra, L. M., Lozano, M. A., Ramos, J., Ensinas, A. v., & Nebra, S. A. (2009). Polygeneration and efficient use of natural resources. *Energy*, 34, 575–586. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2008.08.013>
- Talavera-García, R., Soria-Lara, J. A., & Valenzuela-Montes, L. M. (2014). La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 60, 161–187.
- Tanguay, G. A., Rajaonson, J., & Lanoie, P. (2010). *Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators*. 10, 407–418. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.07.013>
- Tran, N. H., Yang, S. H., & Huang, T. (2021). Comparative analysis of traffic-and-transportation-planning-related indicators in sustainable transportation infrastructure rating systems. *International Journal of Sustainable Transportation*, 15, 203–216. <https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1722868>
- Tran, N. H., Yang, S. H., Tsai, C. Y., Yang, N. C., & Chang, C. M. (2021). Developing transportation livability-related indicators for green urban road rating system in Taiwan. *Sustainability (Switzerland)*, 13. <https://doi.org/10.3390/su132414016>
- Zhao, P., & Hu, H. (2019). Geographical patterns of traffic congestion in growing megacities: big data analytics from Beijing. *Cities*, 92, 164–174. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.03.022>

Conflicto de intereses

Los autores deben declarar si existe o no conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Indexaciones

