

# Toma de decisiones en la gestión sostenible del transporte: revisión bibliométrica de la literatura

## Decision-making in sustainable transportation management: bibliometric review of the literature

Juan C. Orobio<sup>1</sup>   Daniel E. Guzmán<sup>1</sup>  Jackeline Murillo-Hoyos<sup>1</sup>  Ciro Jaramillo Molina<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad del Valle, Cali, Colombia.

## Resumen

**Introducción:** Tradicionalmente, en la gestión del transporte, las decisiones se han tomado utilizando el análisis costo-beneficio para comparar diferentes alternativas. Sin embargo, este método no fue diseñado para contemplar las dimensiones de sostenibilidad. En este contexto, en los últimos años se han utilizado índices de sostenibilidad y el análisis multicriterio como alternativas.

**Objetivo:** Este artículo tiene como objetivo identificar las tendencias globales en los procesos de toma de decisiones en la gestión sostenible del transporte mediante una revisión bibliométrica de la producción científica.

**Metodología:** El artículo se desarrolló siguiendo cinco pasos metodológicos: i) búsqueda bibliográfica, ii) selección para inclusión, iii) extracción de datos, iv) selección de fuentes de datos y v) análisis de datos.

**Resultados:** Los resultados evidencian una dinámica significativa en la búsqueda de herramientas adecuadas para implementar los conceptos de desarrollo sostenible en la toma de decisiones, destacando especialmente la necesidad de considerar el contexto específico de las ciudades, la distribución espacial de los efectos y la participación de los actores involucrados.

**Conclusiones:** El estudio subraya la necesidad de integrar las dimensiones de sostenibilidad en los marcos de toma de decisiones en la gestión del transporte, con un enfoque en factores contextuales específicos y en la consideración de los actores involucrados para implementar de manera efectiva prácticas sostenibles.

**Palabras clave:** Evaluación de proyectos, transporte, desarrollo sustentable, toma de decisiones.

## Abstract

**Introduction:** Traditionally, in transportation management, decisions have been made using cost-benefit analysis to compare different alternatives. However, this method was not designed to contemplate the dimensions of sustainability. In light of this, sustainability indexes and multi-criteria decision analysis have been used as alternatives in recent years.

**Objective:** This paper aims to identify global trends in decision-making processes in sustainable transportation management through a bibliometric review of scientific production.

**Methodology:** This article was developed following five methodological steps: i) literature search, ii) screening for inclusion, iii) data extraction, iv) data source selection, and v) data analysis.

**Results:** The results reveal a significant dynamic in the search for appropriate tools to implement sustainable development concepts in decision-making. Specifically, the findings highlight the importance of considering the specific context of cities, the spatial distribution of effects, and the involvement of stakeholders.

**Conclusions:** The study underscores the need to integrate sustainability dimensions into decision-making frameworks in transportation management, with a focus on context-specific factors and stakeholder considerations to effectively implement sustainable practices.

**Keywords:** Project evaluation, transportation, sustainable development, decision-making.

## ¿Cómo citar?

Orobio J, Guzmán D, Murillo-Hoyos J, Jaramillo C. Toma de decisiones en la gestión sostenible del transporte: revisión bibliométrica de la literatura. Ingeniería y Competitividad, 2025, 27(1)e-30114497

<https://doi.org/10.25100/iyv.v27i1.14497>

Recibido: 23-10-24

Evaluado: 5-11-24

Aceptado: 10-02-25

Online: 17-02-25

## Correspondencia

orobio.juan@correounivalle.edu.co



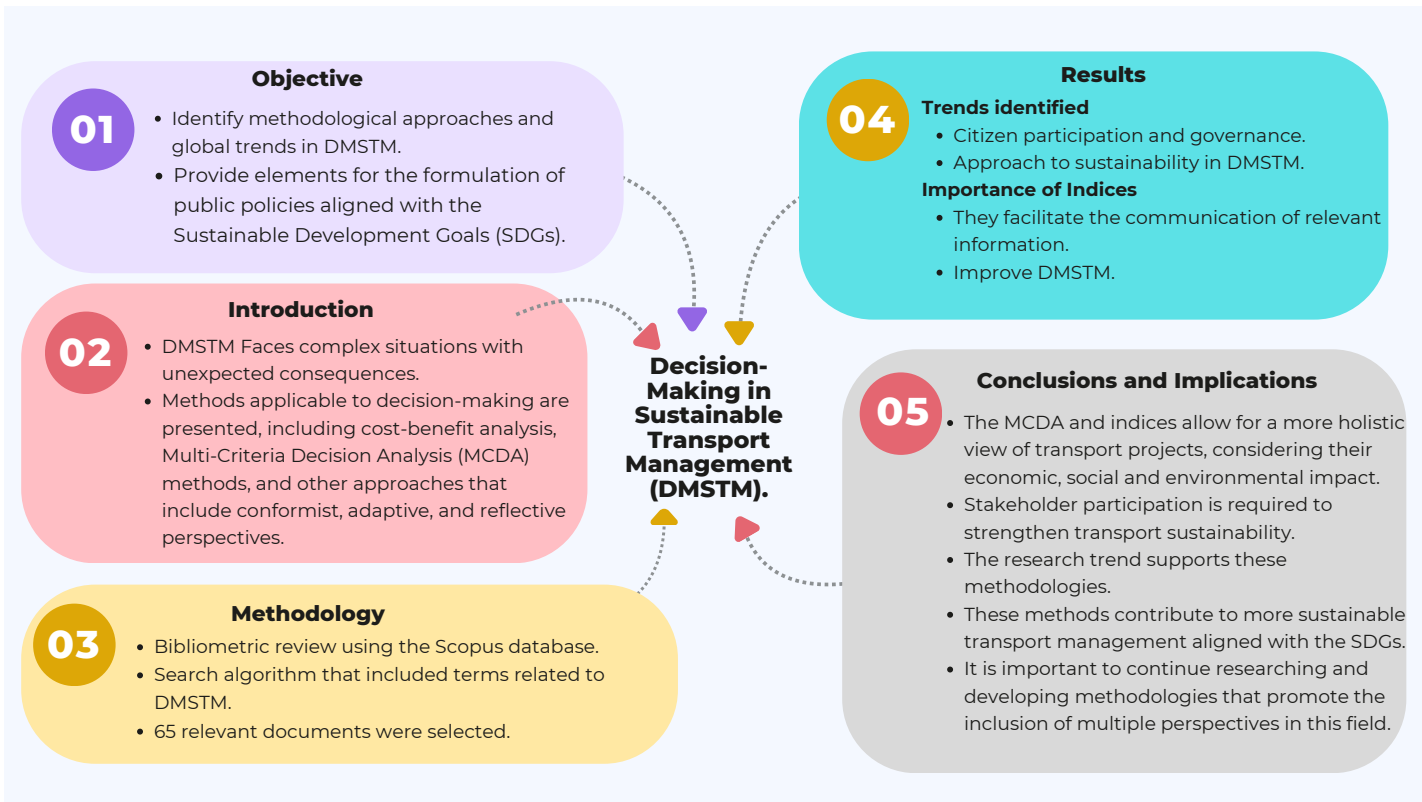
### Contribución a la literatura

¿Por qué se realizó?

El artículo corresponde a la revisión bibliométrica de la tesis titulada “Índice Territorial para la Toma de Decisiones en la Gestión Sostenible del Transporte”, elaborada para optar al título de Doctor en Gestión Urbana y Territorial, otorgado por la Facultad de Artes Integradas de la Universidad del Valle.

¿Cuáles fueron los resultados más relevantes? ¿Qué aportan estos resultados?

La revisión bibliográfica permitió identificar un vacío en la literatura sobre el uso de medidas de accesibilidad espacial, sistemas de información geográfica, análisis de equidad y modelos de simulación como herramientas de apoyo para la toma de decisiones en la gestión del transporte sostenible. Se destaca la necesidad de contar con marcos que faciliten los procesos de toma de decisiones que permitan incluir las dimensiones ambientales, económicas, sociales y espaciales, así como facilitar la participación de los actores interesados, para que la gestión del transporte contribuya al desarrollo sostenible. El análisis de decisiones multicriterio es un instrumento de apoyo para la toma de decisiones con el potencial de incluir dimensiones de sostenibilidad en la gestión del transporte sostenible.



## Introducción

Meinard & Tsoukiàs (1) consideran que los tomadores de decisiones se enfrentan al dilema de la validez o legitimidad de sus acciones, en relación a esto, Merleau Donáis et al (2) plantean que la consideración de una buena decisión depende de la racionalidad que se persiga, y por ello, desde una perspectiva filosófica el concepto de validez del modelo de decisión se encuentra ligado a las cuatro pretensiones de la validez que forman una racionalidad completa de Habermas: verdad, justicia normativa, sinceridad e inteligibilidad.

Meinard & Tsoukiàs (1) definieron cuatro enfoques de ayuda en la toma de decisiones basados en el concepto de acción de comunicación de Habermas, i) Enfoque Objetivista: donde la racionalidad se configura estratégicamente y acepta que existen formulaciones incuestionables de problemas y soluciones, por ejemplo el análisis costo-beneficio (ACB), los métodos de análisis de decisiones multicriterio (MDCA), arboles de decisiones, matrices de decisiones, análisis de ciclo de vida (ACV), etc. ii) Enfoque Conformista: donde la racionalidad se deriva de la observación de las partes interesadas para construir un modelo de comportamiento empírico, por ejemplo métodos de consenso, procesos de consulta, benchmarking, decisiones por voto, análisis de riesgos sociales, desing thinking, etc. iii) Enfoque Adaptativo: donde la racionalidad es única para un contexto particular de acuerdo con las necesidades, preferencias y valores de las partes interesadas, por ejemplo: métodos ágiles, prototipos y pruebas piloto, análisis de resultados y feedback continuo, análisis de escenarios, análisis de riesgos y oportunidades, etc. y iv) Enfoque Reflexivo: donde la racionalidad es un proceso de aprendizaje para construir una nueva racionalidad sin una concepción autorizada, sin expectativas de comportamiento y sin preferencias internas de decisión, por ejemplo: técnicas de mapas mentales, visualización de resultados, casos de estudio, métodos Delphi, etc.

Gestionar los problemas de transporte implica lidiar con situaciones complejas y consecuencias inesperadas, y dado que las soluciones posibles son de muchas formas, tales como: intervenciones suaves (impuestos, regulación del uso del suelo, tecnologías, energía o emisiones gaseosas, etc.) o intervenciones duras (desarrollo de infraestructuras para vehículos particulares, implementación o mejora de sistemas de transporte público, construcción de facilidades para bicicletas y peatones, etc.), los tomadores de decisiones deben valorar los compromisos entre las inversiones requeridas, el potencial para lograr los resultados deseados y los diferentes impactos en la sociedad. La evaluación de alternativas en la gestión del transporte tiene como objetivo proporcionar información relevante para la toma de decisiones, considerando los problemas y características de las diferentes opciones disponibles.

La evaluación de la sostenibilidad debe garantizar que los planes y actividades contribuyan al desarrollo sostenible (3). Según el Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos (ONU-Hábitat), alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible requiere abordar cuatro dimensiones de la sostenibilidad i) social, ii) económica, iii) ambiental y iv) espacial (4). No obstante, a pesar de la inclusión de objetivos de sostenibilidad en la gestión de transporte, persiste una brecha entre los procesos de decisión que podrían ser coherentes con el desarrollo sostenible y aquellos que aún promuevan infraestructuras y políticas insostenibles (2), es por ello que la gestión del transporte requiere enfoques adecuados para incluir la sostenibilidad en la toma de decisiones (5).

De acuerdo con Marleau Donais et al. (2), en la toma de decisiones en la gestión del transporte, tradicionalmente se ha utilizado el ACB como método para comparar alternativas. Este enfoque tiene como objetivo identificar la solución que maximice el bienestar social, monetizando tanto los costos socioeconómicos (impactos negativos) como los beneficios (impactos positivos) de cada alternativa a lo largo de la vida útil del proyecto. Sin embargo, este método presupone que los 'ganadores' superen las pérdidas sufridas por los perdedores (6). Esta premisa tiende a ignorar o subestimar los problemas de distribución, especialmente cuando las partes interesadas perdedoras, generalmente con intereses en las esferas social y ambiental, no son adecuadamente consideradas (2).

Mitigar los impactos negativos derivados del uso del automóvil requiere un cambio hacia prácticas más sostenibles como son el uso del transporte público, andar en bicicleta o caminar. Esto incrementa la complejidad de la gestión del transporte debido a su naturaleza multidisciplinaria y a la diversidad de actores involucrados (2). Por esta razón, la gestión del transporte debería enfocarse en evaluar si las alternativas contribuyen al desarrollo económico y satisfacen las necesidades de movilidad de manera compatible con la protección del medio ambiente, garantizando así un proceso de toma de decisiones integral e inclusivo (5).

Los MDCA pueden facilitar la generación de un consenso en torno a una estructura de valor común integrando aspectos multidimensionales y actores interesados (7). Sin embargo, estos métodos se han empleado principalmente para la selección de alternativas en lugar de evaluar las políticas o proyectos de transporte (8). En los MDCA cada uno de los pilares de sostenibilidad debe ser manifestado y explicado mediante un conjunto de indicadores relevantes (9), los cuales suelen resumirse en un indicador compuesto, que permite condensar una gran cantidad de información en formatos simples y fáciles de entender, convirtiéndose en una herramienta de referencia y comunicación para todos los interesados (9,10). Dado que los indicadores poseen diferentes unidades de medida, es necesario normalizarlos, ponderarlos y agregarlos para la creación de índices (9). Este proceso implica la elección de métodos específicos cuya selección exige atención y cuidado, además, de una comprensión profunda de su aplicación en diferentes contextos.

La literatura plantea diversas ayudas para la toma de decisiones en la gestión del transporte, Bueno et al. (11) las clasifican en tres enfoques principales: i) métodos de evaluación de proyectos para la toma de decisiones, ii) técnicas para la evaluación de impacto y iii) metodologías de evaluación de la sostenibilidad. Tao & Hung (12) identificaron tres categorías de modelos de indicadores de evaluación: i) modelos de índices compuestos, ii) modelos de índices multinivel y iii) modelos de matrices multidimensionales. Suprayoga et al. (3) proponen una serie de criterios para determinar si los enfoques e indicadores evalúan la sostenibilidad de manera más adecuada: i) integridad del sistema socio ecológico, ii) suficiencia y oportunidad de los medios de vida, iii) equidad intrageneracional, iv) equidad intergeneracional, v) mantenimiento y eficiencia de los recursos, vi) socio ecológico, civismo y gobernabilidad democrática, vii) precaución y adaptación y viii) integración inmediata y a largo plazo.

En términos generales los autores reconocen la necesidad de implementar cambios en los procesos de gestión del transporte para lograr la sostenibilidad (13), (14), (15), (16). Apesar de la amplia variedad de ayudas de decisión utilizadas para incluir la sostenibilidad en la gestión del transporte,

como el análisis del ciclo de vida (ACV) basado en productos, análisis de ciclo de vida (ACV) basado en flotas, el análisis costo-beneficio (ACB), el análisis costo-efectividad (ACE), análisis de decisiones multicriterio (MDCA) basado en soluciones ideales, análisis de decisiones multicriterio (MDCA) de rango superior y evaluaciones basadas en indicadores (5), la revisión de la literatura revela una falta de consenso sobre el marco, los indicadores y método más adecuado para evaluar las alternativas en la gestión del transporte a fin de alcanzar el desarrollo sostenible, este artículo busca identificar los enfoques de ayudas en la toma de decisiones adecuados para lograr el tránsito de la gestión del transporte hacia la sostenibilidad, con lo cual se contribuiría a la formulación de políticas públicas acordes con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Este artículo tiene como objetivo realizar una revisión bibliométrica de la literatura para identificar aspectos metodológicos y tendencias globales sobre las ayudas en los procesos de toma de decisiones relacionados con la gestión del transporte sostenible con el propósito de identificar vacíos en la producción científica relacionada. Además, se busca abordar los siguientes interrogantes: i) ¿Cómo se ha desarrollado la investigación científica sobre los procesos de toma de decisiones para la gestión del transporte sostenible? ii) ¿Qué centros e instituciones de investigación y desarrollo lideran este campo de los procesos de toma de decisiones en la gestión del transporte sostenible? iii) ¿Cuáles son las principales revistas para la publicación de resultados en este ámbito? iv) ¿Qué países están a la vanguardia en la investigación sobre procesos de toma de decisiones en la gestión del transporte sostenible? v) ¿Cuáles son las temáticas más representativas en la investigación de los procesos de toma de decisión en la gestión del transporte sostenible?

## Metodología

Acorde con la metodología propuesta por Templier y Paré (17) para revisiones de literatura, este artículo se desarrolló siguiendo cinco pasos metodológicos i) búsqueda de la literatura, ii) detección para inclusión, iii) extracción de datos, iv) selección de la fuente de datos, y v) análisis de datos, los cuales se describen a continuación.

La búsqueda de literatura tiene como propósito la identificación de posibles fuentes de datos que permitan realizar los análisis necesarios para dar respuesta a los interrogantes de la investigación, para ello se definieron las bases de datos mundiales Web of Science (WoS) y Scopus, las cuales de acuerdo con Zemigala (18), son las más amplias en términos temáticos (cubren todas las disciplinas), contienen datos agregados de otras bases de datos que ya están altamente perfiladas o de alcance regional, proporcionando una gran cantidad de información que incluye las ciencias económicas y las ciencias de gestión.

La detección para inclusión se desarrolló utilizando los motores de búsqueda de las bases de datos seleccionadas, para lo cual se diseñó un algoritmo de palabras clave que contemplara la toma de decisiones y el transporte. Adicionalmente, el término de toma de decisiones se complementó junto con los términos de índices e indicadores a fin de incluir literatura relacionada con el diseño de estos elementos, dada su importancia como ayuda para la toma de decisiones. Con el propósito de diseñar el algoritmo de búsqueda se empleó el listado de tesaurus de la UNESCO, que es

un lista controlada y estructurada de términos para los análisis temáticos. El algoritmo empleó los conectores de complementariedad (y) y sustitución (o) a fin de garantizar que la literatura seleccionada incluya la relación entre la gestión del transporte y la toma de decisiones (o en su defecto la construcción de índices o indicadores). El algoritmo de búsqueda y sus resultados se encuentran en la Figura 1.

La extracción de datos se llevó a cabo empleando los motores de búsqueda de las bases de datos WoS y Scopus, en los cuales se realizaron las consultas empleando el algoritmo definido previamente. Con el propósito de poder analizar los resultados de las consultas se descargaron en formato .txt en la base de datos WoS y en formato .csv en el caso de Scopus.

La selección de la fuente de datos entre las dos posibles, Scopus y WoS, se realizó a partir de la comparación de los resultados de búsqueda contenidos en la tabla 1, donde se puede observar que Scopus representa el 72,54% de las publicaciones, abarcando un periodo de tiempo más amplio y con mejor cobertura de la literatura científica, es por ello que se decidió emplear esa base de datos como referencia principal. Esto se hizo con el propósito de maximizar el alcance y la profundidad de los análisis de la información. Dado que el enfoque temático del algoritmo utilizado permitió obtener resultados concentrados en el objetivo de la investigación, no se aplicaron filtros adicionales para el análisis bibliométrico.

El análisis de los datos se realizó mediante el empleo el paquete Bibliometrix, que constituye una herramienta adecuada para la investigación cuantitativa en bibliometría, este paquete tiene la ventaja de poder procesar los metadatos de la base de datos de Scopus seleccionada previamente. Para la síntesis del estudio, se llevó a cabo un proceso de filtrado descrito en la Figura 1, que permitió identificar 65 documentos que fueron revisados a detalle y cuyo resultado se describe en el siguiente capítulo.

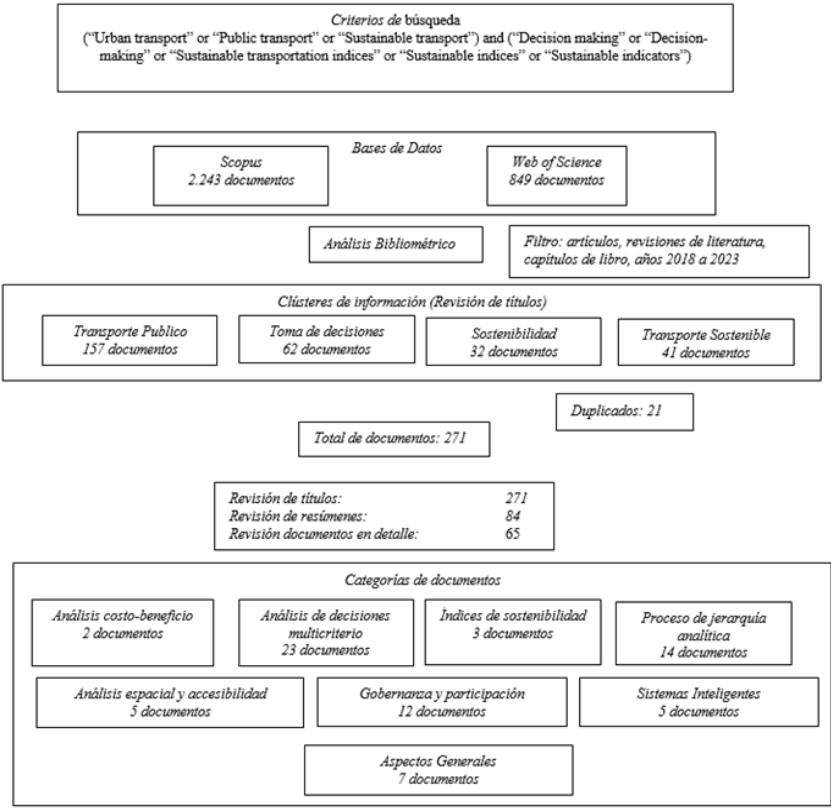


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de detección de literatura. Fuente: elaboración propia

Tabla 1. Resumen de los resultados de búsqueda en las bases de datos

Descripción	Web of Science	Scopus
Periodo de publicaciones	2000 a 2024	1975 a 2024
Fuentes (Revistas, libros, etc.)	325	852
Documentos	849	2.243
Años promedio de la publicación	4,31	6,73
Citas promedio por documentos	19,23	16,62
Citas promedio por año por documento	3,55	2,70
Referencias	39.007	83.313

Fuente: Elaboración propia con Bibliometrix

## Resultados

La investigación bibliométrica realizada en Scopus identificó 2.243 documentos publicados entre 1975 y 2024 en 852 fuentes diferentes, con un promedio de citación de 16,62 citas por documento, lo que denota un alto interés científico por este tema. A continuación, se exponen los principales hallazgos del estudio, respaldados por el rigor metodológico empleado y el análisis detallado de los 65 documentos seleccionados.



## Evolución de la producción científica

En la Figura 2 se presenta la evolución anual de la producción científica, evidenciando que los registros se remontan desde el año 1975. Durante los primeros veinticinco años el volumen de producción fue bajo, con un promedio de 3,20 publicaciones por año. Sin embargo, a partir del año 2000, se observa una tendencia creciente, incrementándose el promedio a 32,92 publicaciones por año, este desarrollo se intensifica a partir de 2013, cuando la producción científica en este campo alcanza un promedio de 158,18 publicaciones anuales.

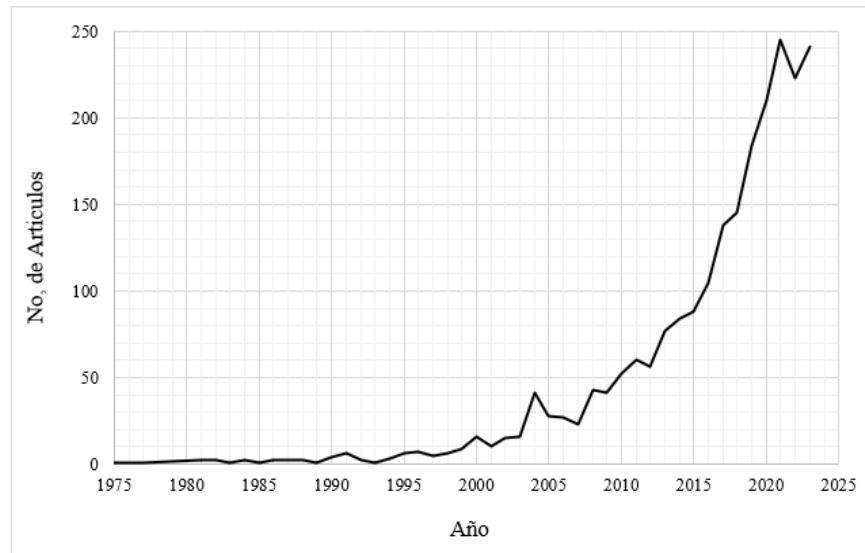


Figura 2. Cronología de artículos publicados con las palabras clave. Fuente: elaboración propia con Bibliometrix

Es importante destacar el notable crecimiento en la producción científica que se ha dado en este siglo, pasando de 16 documentos anuales en el año 2000 a 241 publicaciones en el año 2023. Este aumento refleja la importancia que la comunidad científica otorga a las ayudas en la toma de decisiones para el logro de la sostenibilidad en la gestión del transporte.

En el comportamiento de la evolución de la producción científica es importante tener en cuenta el contexto en el que se desarrolla. Con este propósito se analizó la evolución de la producción anual por país (Figura 3), se observa incremento de la producción en China, país que muestra un importante liderazgo en la producción científica a partir del año 2015. Lo anterior refleja la importancia de las herramientas de ayuda en la toma de decisiones para países donde se vienen presentando procesos de urbanización acelerados, lo cual se puede deber a la relevancia que tiene el transporte sostenible (transporte público, caminar y andar en bicicleta) en la planificación urbana dado que es el mecanismo que permite la participación de los habitantes, especialmente los más vulnerables, en las actividades sociales y económicas de las ciudades (4,19).



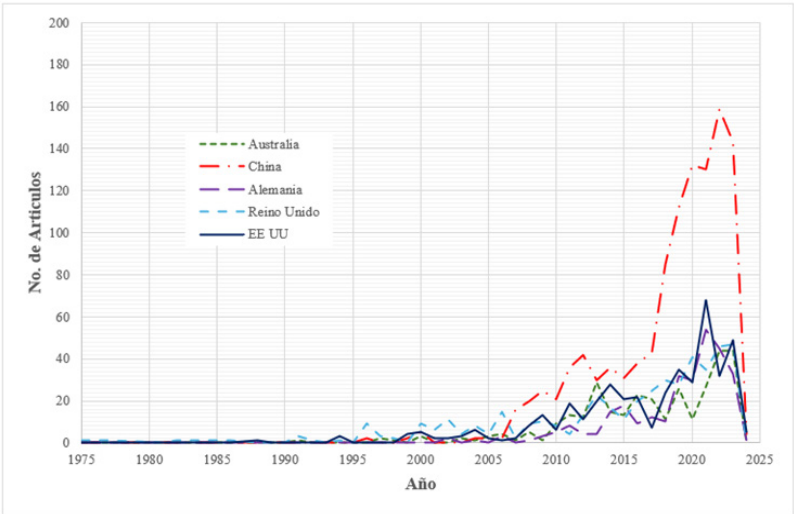


Figura 3. Producción científica anual por país. Fuente: elaboración propia con Bibliometrix

Centros de investigación

La tabla 2 presenta los centros de investigación más relevantes en la temática. En primer lugar, se encuentra el Delft University of Tecnology de los Países Bajos con 95 (4,24%) artículos publicados, seguida de la de Budapest University of Technology and Economics de Hungría, con 66 (2,94%) artículos. Cabe destacar que el ranking de instituciones está liderado por China, que cuenta con 3 centros de investigación en la lista, seguido de Inglaterra con dos universidades. Es relevante mencionar que, dentro de las diez instituciones más importantes, no se incluye ninguna del continente americano.

Tabla 2. Centros de investigación más relevantes

Centro de Investigación	País	Documentos
Delft University of Technology	Países Bajos	95 (4,24%)
Budapest University of Technology and Economics	Hungría	66 (2,94%)
Beijing Jiaotong University	China	61 (2,72%)
Tongji University	China	45 (2,01%)
Southeast University	Bangladesh	40 (1,78%)
Beijing University of Technology	China	38 (1,69%)
University of Leeds	Inglaterra	33 (1,47%)
University College London	Inglaterra	30 (1,34%)
University of Belgrade	Serbia	26 (1,16%)
Technical University of Denmark	Dinamarca	24 (1,07%)

Fuente: Elaboración propia con datos de Bibliometrix

Se observa que la preocupación por las ayudas en los procesos de toma de decisiones en la gestión del transporte sostenible se ha concentrado principalmente en instituciones localizadas en países europeos y en China.

Revistas más influyentes

La tabla 3 muestra las revistas con mayor cantidad de publicaciones, así como las citaciones y el ranking que ocupan en relación con estos indicadores. Es importante destacar que Sustainability es la revista con mayor cantidad de publicaciones alcanzando un total de 115. No obstante, la revista más citada es Transportation Research Part A: Policy and Practice, con un total de 3.216 citaciones. Cabe señalar que las diez revistas con mayor producción representan únicamente el 23,23% del total de publicaciones sobre esta temática. Lo anterior ratifica que los procesos de toma de decisiones para la gestión de transporte han sido una preocupación principalmente de los investigadores de las áreas de la sostenibilidad con una mirada multidisciplinar a los problemas relacionados con el transporte, aunque esta situación no ha sido ajena para los investigadores del área.

Autores más reconocidos

La tabla 4 presenta los autores más relevantes en la temática, analizando dos aspectos: i) autores con mayor número de publicaciones y ii) autores más citados. Se observa que, salvo Moslem S, es quien lidera la lista de autores con mayor número de publicaciones y ocupa el cuarto lugar entre los más citados. No existen coincidencias significativas entre ambos listados (publicaciones vs citaciones). Por otro lado, Owen N destaca como el autor más citado, con un total de 761 citaciones.

Tabla 3. Revistas con mayor publicación de artículos relacionados

Revista	Documentos	Citaciones	
		Ranking	Total
Sustainability (Switzerland)	115 (5,13%)	3	1.662 (4,46%)
Transportation Research Part A: Policy and Practice	84 (3,74%)	1	3.216 (8,63%)
Transport Policy	67 (2,99%)	2	2.213 (5,94%)
Journal of Transport Geography	46 (2,05%)	4	1.330 (3,57%)
Transportation Research Part D: Transport and Environment	40 (1,78%)	7	1.139 (3,06%)
Transportation Research Record	38 (1,69%)	25	270 (0,72%)
Transportation	34 (1,52%)	8	1.110 (2,98%)
Sustainable Cities and Society	33 (1,47%)	14	533 (1,43%)
International Journal of Sustainable Transportation	32 (1,43%)	15	526 (1,41%)
Transportation Research Part C: Emerging Technologies	32 (1,43%)	8	1.195 (3,21%)

Fuente: elaboración propia con datos de Bibliometrix



Tabla 4. Autores más relevantes

Autores	Documentos		Autores	Citaciones
Moslem S.	27 (1,20%)		Owen N.	761 (2,04%)
Duleba S.	26 (1,16%)		Badland H.	750 (2,01%)
Li X.	17 (0,76%)		Giles-Corti B.	750 (2,01%)
Deveci M.	16 (0,71%)		Moslem S.	713 (1,91%)
Li J.	13 (0,58%)		Dannenberg Al.	712 (1,91%)
Pamucar D.	13 (0,58%)		Foster S.	712 (1,91%)
Chen Y.	12 (0,53%)		Lowe M.	712 (1,91%)
Wang Z.	12 (0,53%)		Reis R.	712 (1,91%)
Cats O.	11 (0,49%)		Sallis Jf.	712 (1,91%)
Wang J.	11 (0,49%)		Stevenson M.	712 (1,91%)

Fuente: Elaboración propia con datos de Bibliometrix

Países más influyentes

La tabla 5 presenta el listado de países con la mayor producción científica relacionada, junto con las citaciones obtenidas y el ranking correspondiente. Es destacable que China lidera en producción científica con 1.118 artículos publicados, lo que equivale al 49,84% del total de la producción científica. En cuanto a citaciones, este país mantiene su liderazgo, aunque no de manera tan contundente como en la cantidad de publicaciones.

La Figura 4 ilustra las redes de colaboración entre países. El tamaño de las elipses representa el nivel de producción científica en la temática, los colores representan los clústeres formados por las relaciones de investigación, y las líneas representan la colaboración entre países. En total, se identificaron 45 países, agrupados en cinco clústeres. Destacan un clúster liderado por China y Estados Unidos de América, así como otro clúster liderado por Reino Unido y Alemania. Además, se observa una coautoría importante entre Reino Unido y China.

Tabla 5. Países con mayor producción de artículos

País	Documentos	Citaciones	
		Ranking	Total
China	1.118 (49,84%)	1	3.993 (10,71%)
Reino Unido	451 (20,11%)	2	3.317 (8,90%)
Estados Unidos de América	428 (19,08%)	3	2.844 (7,63%)
Australia	322 (14,36%)	4	2.480 (6,65%)
Alemania	290 (12,93%)	10	961 (2,58%)
Italia	274 (12,22%)	9	1.085 (2,91%)
España	249 (11,10%)	6	1.307 (3,51%)
India	228 (10,16%)	13	770 (2,07%)
Países Bajos	222 (9,90%)	5	1.934 (5,19%)
Francia	164 (7,31%)	19	444 (1,19%)

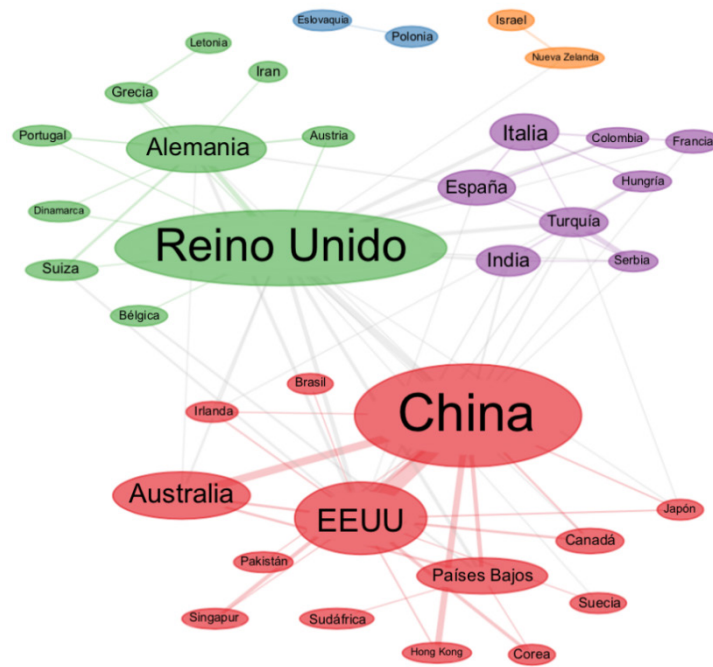


Figura 4. Redes de colaboración entre países. Fuente: Elaboración propia con Bibliometrix

Colombia se encuentra dentro del clúster liderado por España e Italia, evidenciando una colaboración principalmente con España y Reino Unido. En la red de colaboración se puede observar el liderazgo de China en el desarrollo del conocimiento en este campo, determinado por una mayor producción científica complementada con una amplia red de colaboración con los otros países líderes en la temática como son: Reino Unido, Estados Unidos de América, Australia, etc. Se evidencia la poca producción científica de regiones con procesos de urbanización acelerados como América Latina y África.

### Temáticas y líneas de investigación

La evolución de la producción científica relacionada permitió identificar 3 periodos definidos. En el primer periodo comprendido entre los años 1975 y 2000, la poca investigación se centró en los aspectos de toma de decisiones, el transporte público y el estudio de las áreas urbanas. En el segundo periodo entre los años 2001 y 2012, el interés científico se desplazó en temas de transporte público y desarrollo sostenible, y comenzaron a introducirse nuevas temáticas, como transporte sostenible, sistemas de información geográfica (SIG) e infraestructuras. Finalmente, en el último periodo, los estudios continuaron enfocándose en el transporte público y la sostenibilidad, además se introdujo el análisis de decisiones multicriterio (MDCA) como una temática emergente en la investigación. Ver Figura 5.

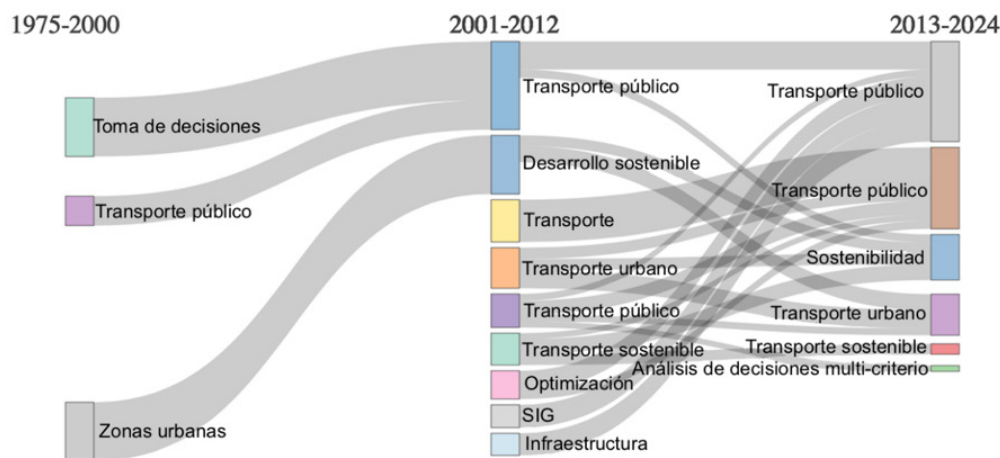


Figura 5. Evolución de temáticas de investigación. Fuente: Elaboración propia con Biblio-metrix

El empleo de los métodos MDCA en los últimos años unido a la mayor preocupación por la sostenibilidad y el transporte urbano, fortalecen la importancia que se le viene dando al transporte público en el desarrollo sostenible de los entornos urbanos y la necesidad de contar con herramientas de ayuda en la toma de decisiones capaces de integrar los diferentes aspectos de la sostenibilidad (2–5).

La Figura 6 muestra la red de co-ocurrencia de términos en la investigación relacionada, identificando cinco clústeres de palabras clave que han marcado la investigación. El primero se centra en el transporte público en el que el estudio de la accesibilidad y la movilidad sostenible han tenido una gran relevancia. Asimismo, se destaca la inclusión de aspectos como el ambiente construido, la equidad y el uso de tecnologías como SIG y big data. El segundo clúster identificado está relacionado con la sostenibilidad. Se destacan como aspectos más relevantes el transporte urbano, la planeación del transporte y la toma de decisiones. El tercer clúster se asocia con el transporte sostenible, y los aspectos más relevantes son el análisis de la satisfacción del usuario, las políticas de transporte, la toma de decisiones multicriterio y las ciudades inteligentes. El cuarto clúster se refiere a la toma de decisiones, con un enfoque principal en el transporte público, el análisis jerárquico de procesos y la planeación del transporte. Por último, el quinto clúster se centra en el estudio del transporte mediante el uso del análisis jerárquico de procesos y toma de decisiones multicriterio.

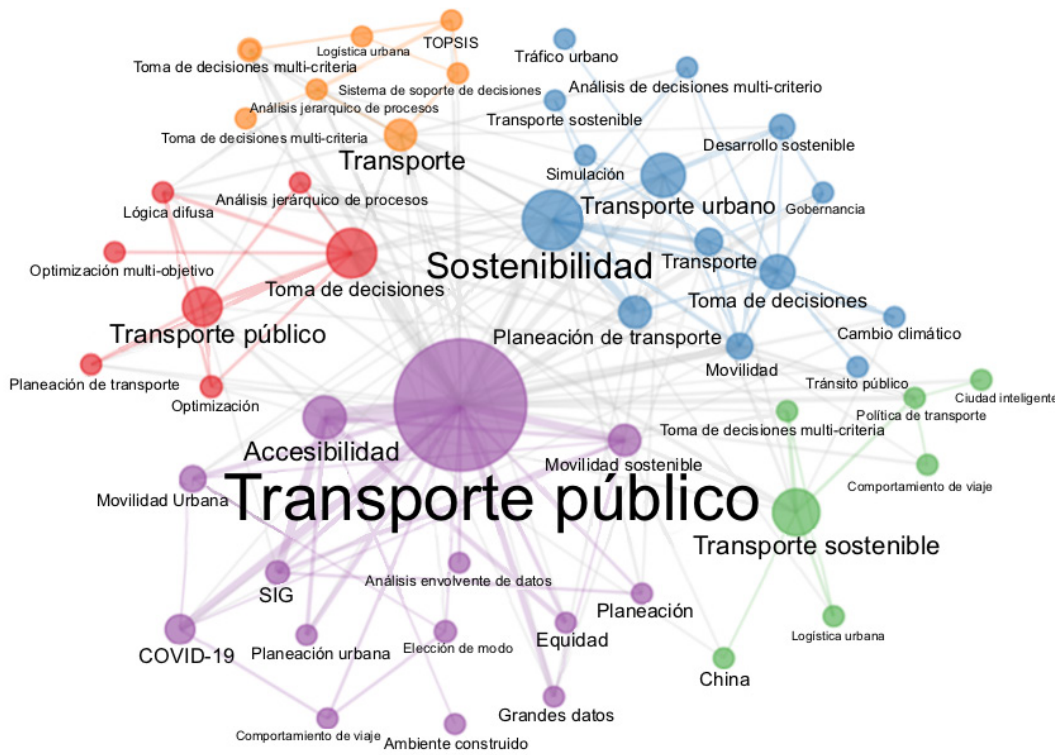


Figura 6. Red de co-ocurrencia de palabras clave en la investigación. Fuente: elaboración propia con Bibliometrix

La red de co-ocurrencia de la investigación ratifica la importancia del transporte público para alcanzar el transporte sostenible, la movilidad sostenible, la accesibilidad y la sostenibilidad. Adicionalmente, se observa cómo la investigación sobre las ayudas para la toma de decisiones se han enfocado en el análisis de problemas relacionados con el transporte público y la sostenibilidad. Es de resaltar, que, aunque se ha estudiado ampliamente la relación del transporte público con elementos como la accesibilidad, SIG, la equidad y las simulaciones, no se observa que la producción científica haya abordado dicha relación en el contexto de la toma de decisiones.

En la tabla 6 se presentan las ayudas para la toma de decisiones abordadas en los 65 documentos seleccionados. Se observa que MDCA es el método más abordado en la literatura científica con 23 artículos, seguido de los procesos de jerarquía analítica (AHP) con 14 artículos. Además, se evidencia una creciente preocupación de los investigadores en involucrar las partes interesadas como lo reflejan 12 artículos identificados con este tema. Sin embargo, el uso de tecnologías en los procesos de toma de decisión sigue requiriendo mayor investigación, como se refleja en la baja cantidad de artículos relacionados con sistemas inteligentes, análisis espacial, y accesibilidad.



Tabla 6. Ayudas en la toma de decisiones empleadas en la producción científica

Enfoque de evaluación	Cantidad de Documentos	Producción científica
Análisis costo-beneficio (ACB)	2	(2), (20)
Análisis de decisiones multicriterio (MDCA)	23	(21), (22), (23), (24), (25), (26), (27), (28), (29), (30), (31), (32), (33), (34), (35), (36), (37), (2), (38), (39), (40), (41)
Análisis espacial y accesibilidad	5	(42), (43), (44), (45), (46)
Aspectos generales	6	(13), (14), (15), (5), (47), (16)
Gobernanza y participación	12	(38), (39), (40), (48), (49), (50), (51), (52), (53), (54), (55), (56)
Índices de sostenibilidad	2	(57), (58)
Proceso de jerarquía analítica (AHP)	14	(41), (59), (60), (61), (62), (63), (64), (65), (66), (67), (68), (69), (70), (56)
Sistemas inteligentes	5	(71), (72), (73), (74), (75)

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en cuanto al método tradicional de ACB, se observa un bajo interés de la comunidad científica como método de toma de decisiones para avanzar hacia la sostenibilidad del transporte en los últimos años, lo cual probablemente se deba al hecho de que, a pesar de haber logrado progresos sustanciales en el cálculo de los valores monetarios de los efectos no comercializados en los mercados reales, incluidos los sociales o medioambientales, sigue siendo difícil obtener estimaciones fiables o incluso aproximaciones aceptables para efectos importantes en el hombre, como el valor de un paisaje único y el valor de la biodiversidad, entre otros (6).

## Discusión y conclusión

Si bien las temáticas han evolucionado con el tiempo los aspectos relacionados con el transporte público han sido una preocupación constante para la comunidad científica. A esto se suman la sostenibilidad, el transporte sostenible, y la toma de decisiones que, en los últimos años, se han consolidado como las cuatro líneas principales de investigación. Aunque la investigación ha abordado de manera conjunta temas como la sostenibilidad y la toma de decisiones, el transporte público y la movilidad sostenible, o la toma de decisiones y el transporte público, aún requieren una mayor investigación que aborde de manera integral los procesos de toma de decisiones que contribuyan al transporte sostenible.

La revisión bibliométrica permite identificar la existencia de un vacío en la literatura frente al uso de la accesibilidad, los SIG, la equidad y las simulaciones como herramientas de ayuda en la toma de decisiones en la gestión del transporte sostenible. Es por ello, que se hace necesario realizar más investigaciones para comprender e integrar estos temas en los procesos de toma de decisiones, dado el potencial que estos instrumentos tienen para evaluar la integración del transporte y el uso del suelo, considerar la localización de la población vulnerable, analizar la distribución espacial de los efectos y aprovechar las nuevas tecnologías, elementos que resultan fundamentales para lograr el tránsito del transporte hacia la sostenibilidad.



Se evidencia la baja participación de los países latinoamericanos y africanos en la producción científica relacionada, regiones cuyo proceso de urbanización ha sido calificado como una explosión urbana (76) situación que se evidencia en el hecho de que, mientras Europa tardó 123 años en doblar la población, América Latina lo hizo en 31 años y África en 27 años (77). Es por ello que se requiere mayor investigación que permita definir marcos conceptuales de ayudas a la toma de decisiones adaptados al contexto urbano de países en desarrollo, especialmente en regiones como América Latina y África.

La investigación científica evidencia una tendencia hacia la búsqueda de marco de evaluación para políticas, programas y proyectos de transporte que permita gestionar de mejor manera las situaciones complejas y consecuencias inesperadas del sector (2), Estos marcos consideran la naturaleza dinámica e interdisciplinaria de los sistemas de transporte (9) en los procesos de toma de decisiones, con el objetivo de garantizar que los planes y actividades contribuyan al desarrollo sostenible. No obstante, se requiere avanzar hacia la definición de marcos de ayuda en la toma de decisiones que permita incluir la dimensión social, económica, ambiental y espacial, así como la participación de los actores interesados, para que la gestión del transporte contribuya al desarrollo sostenible tal como lo define ONU-Hábitat (4).

Los métodos MDCA y la construcción de índices se han consolidado como herramientas poderosas que permite superar la mirada económica y agregada del método de ACB, que tiende a ignorar los efectos sociales y ambientales de los proyectos (6). Estas metodologías permiten incorporar aspectos ambientales, sociales, económicos y espaciales en una serie de indicadores, índices y subíndices que permiten producir y comunicar información relevante para los tomadores de decisiones y las partes interesadas.

Asimismo, la literatura muestra una gran dinámica para avanzar en la implementación de métodos que fortalecen de los procesos de gobernanza y participación ciudadana. Esto se logra mediante el uso de procesos de jerarquía analítica que involucran a diferentes partes interesadas, incluyendo tomadores de decisiones, expertos y ciudadanos. Dichos procesos contribuyen significativamente a la sostenibilidad de los planes y proyectos de transporte. Adicionalmente, el uso de medidas de accesibilidad y SIG, han permitido mayores análisis espaciales de los efectos de los programas y proyectos de transporte. Esto facilita una mejor comprensión de la distribución de los beneficios y costos en el territorio, permitiendo incorporar evaluaciones de equidad en los procesos de toma de decisiones que faciliten la identificación de los efectos sobre los grupos poblacionales desfavorecidos.

Finalmente, es importante resaltar que la mayoría de las ayudas para la toma de decisiones en la gestión de transporte sostenible responden a un enfoque objetivista, es por ello por lo que se requiere mayor investigación para determinar si métodos con enfoque conformista, adaptativo o reflexivo, podrían facilitar la participación ciudadana y el uso de nuevas tecnologías en los procesos de toma de decisiones.

## Declaración de contribución de autoría CRediT

Conceptualización - Ideas: Juan Carlos Orobio Quiñones, Jackeline Murillo-Hoyos, Ciro Jaramillo Molina. Curación de datos: Juan Carlos Orobio. Análisis formal: Juan Carlos Orobio. Adquisición de financiación: Juan Carlos Orobio. Investigación: Juan Carlos Orobio. Metodología: Juan Carlos Orobio. Gerencia de Proyecto: Juan Carlos Orobio Quiñones, Jackeline Murillo-Hoyos, Ciro Jaramillo Molina. Recursos: Universidad del Valle. Software: Universidad del Valle. Supervisión: Jackeline Murillo-Hoyos, Ciro Jaramillo Molina. Validación: Juan Carlos Orobio Quiñones, Jackeline Murillo-Hoyos, Ciro Jaramillo Molina. Visualización - Elaboración: Juan Carlos Orobio Quiñones, Daniel Eduardo Guzmán Rodríguez. Redacción - borrador original - Elaboración: Juan Carlos Orobio Quiñones, Daniel Eduardo Guzmán Rodríguez, Jackeline Murillo-Hoyos, Ciro Jaramillo Molina. Redacción - revisión y edición - Elaboración: Juan Carlos Orobio Quiñones, Daniel Eduardo Guzmán Rodríguez, Jackeline Murillo-Hoyos, Ciro Jaramillo Molina.

Financiamiento: Universidad del Valle.

Conflicto de intereses: no declara.

Aspectos éticos: no declara.

## Referencias

1. Meinard Y, Tsoukiàs A. On the rationality of decision aiding processes. Eur J Oper Res [Internet]. 2019;273(3):1074-84. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.09.009>
2. Marleau Donais F, Abi-Zeid I, Waygood EOD, Lavoie R. A review of cost-benefit analysis and multicriteria decision analysis from the perspective of sustainable transport in project evaluation. EURO Journal on Decision Processes. 1 de noviembre de 2019;7(3-4):327-58. <https://doi.org/10.1007/s40070-019-00098-1>
3. Suprayoga GB, Bakker M, Witte P, Spit T. A systematic review of indicators to assess the sustainability of road infrastructure projects. European Transport Research Review. 2020;12(1). <https://doi.org/10.1186/s12544-020-0400-6>
4. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat). La nueva agenda urbana. Hábitat y Sociedad. 2020. 1-194 p. Disponible en: <https://onu-habitat.org/images/Publicaciones/Nueva-Agenda-Urbana-Ilustrada.pdf>.
5. Nguyen TT, Brunner H, Hirz M. Towards a Holistic Sustainability Evaluation for Transport Alternatives. EUROPEAN JOURNAL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT. 2020;9(4):1-12. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2020.v9n4p1>
6. De Brucker K, MacHaris C, Verbeke A. Multi-criteria analysis and the resolution of sustainable development dilemmas: A stakeholder management approach. Eur J Oper Res [Internet]. 2013;224(1):122-31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2012.02.021>
7. Munda G. Multiple criteria decision analysis and sustainable development. International Series in Operations Research and Management Science. 2005; 233:953-86. <https://doi.org/10.1007/0-387->

23081-5\_23

8. Yannis G, Kopsacheili A, Dragomanovits A, Petraki V. State-of-the-art review on multi-criteria decision-making in the transport sector. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)* [Internet]. 2020;7(4):413-31. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2020.05.005>
9. Illahi U, Mir MS. Development of indices for sustainability of transportation systems: A review of state-of-the-art. *Ecol Indic.* noviembre de 2020;118. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106760>
10. Freudenberg M. Composite indicators of country performance: a critical assessment. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers* [Internet]. 2003; 16:35. Disponible en: [https://www.oecd.org/en/publications/composite-indicators-of-country-performance\\_405566708255.html](https://www.oecd.org/en/publications/composite-indicators-of-country-performance_405566708255.html)
11. Bueno PC, Vassallo JM, Cheung K. Sustainability Assessment of Transport Infrastructure Projects: A Review of Existing Tools and Methods. 2015;1647. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1041435>
12. Tao C Chung, Hung CC. A Comparative Approach of the Quantitative Models for Sustainable Transportation. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*. 2003; 5:3329-44. Disponible en: <https://easts.info/2003journal/papers/3329.pdf>
13. Nikulina V, Simon D, Ny H, Baumann H. Context-adapted urban planning for rapid transitioning of personal mobility towards sustainability: A systematic literature review. *Sustainability (Switzerland)*. 15 de febrero de 2019;11(4). <https://doi.org/10.3390/su11041007>
14. Awasthi A, Omrani H, Gerber P. Investigating ideal-solution based multicriteria decision-making techniques for sustainability evaluation of urban mobility projects. *TRANSPORTATION RESEARCH PART A-POLICY AND PRACTICE*. octubre de 2018; 116:247-59. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.06.007>
15. Velasco Arevalo A, Gerike R. Sustainability evaluation methods for public transport with a focus on Latin American cities: A literature review. *Int J Sustain Transp*. 2023;17(11):1236-53. <https://doi.org/10.1080/15568318.2022.2163208>
16. Venter C, Leong WY. Workshop 6 report: Wider impacts of public transport and successful implementation of desirable and beneficial projects. *RESEARCH IN TRANSPORTATION ECONOMICS*. septiembre de 2018;69(SI):489-93. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.08.006>
17. Templier M, Paré G. A framework for guiding and evaluating literature reviews. *Communications of the Association for Information Systems*. 2015; 37:112-37. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.03706>
18. Zemigala M. Tendencies in research on sustainable development in management sciences. *J Clean Prod* [Internet]. 2019; 218:796-809. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.009>
19. Karner A. Assessing public transit service equity using route-level accessibility measures and public data. *J Transp Geogr* [Internet]. 2018;67(June 2017):24-32. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.01.005>
20. Alogdianakis F, Dimitriou L. In-Depth Appraisal of Bus Transport Services for Sustainability

Performance: A Cost-Benefit Analysis Approach. *Transp Res Rec.* 2023; <https://doi.org/10.1177/03611981231190090>

21. Pamučar D, Durán-Romero G, Yazdani M, López AM. A decision analysis model for smart mobility system development under circular economy approach. *Socioecon Plann Sci.* 1 de abril de 2023;86. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101474>

22. Lee DJ. A multi-criteria approach for prioritizing advanced public transport modes (APTM) considering urban types in Korea. *Transp Res Part A Policy Pract.* 1 de mayo de 2018; 111:148-61. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.02.005>

23. Broniewicz E, Ogrodnik K. A comparative evaluation of multi-criteria analysis methods for sustainable transport. *Energies (Basel).* 2 de agosto de 2021;14(16). <https://doi.org/10.3390/en14165100>

24. Goyal S, Agarwal S, Singh NSS, Mathur T, Mathur N. Analysis of Hybrid MCDM Methods for the Performance Assessment and Ranking Public Transport Sector: A Case Study. *Sustainability (Switzerland).* 1 de noviembre de 2022;14(22). <https://doi.org/10.3390/su142215110>

25. Alkharabsheh A, Moslem S, Oubahman L, Duleba S. An integrated approach of multi-criteria decision-making and grey theory for evaluating urban public transportation systems. *Sustainability (Switzerland).* 1 de marzo de 2021;13(5):1-15. <https://doi.org/10.3390/su13052740>

26. Ortega J, Moslem S, Palaguachi J, Ortega M, Campisi T, Torrisi V. An integrated multi criteria decision-making model for evaluating park-and-ride facility location issue: A case study for cuenca city in Ecuador. *Sustainability (Switzerland).* 1 de julio de 2021;13(13). <https://doi.org/10.3390/su13137461>

27. Kalifa M, Özdemir A, Özkan A, Banar M. Application of Multi-Criteria Decision analysis including sustainable indicators for prioritization of public transport system. *Integr Environ Assess Manag.* 1 de enero de 2022;18(1):25-38. <https://doi.org/10.1002/ieam.4486>

28. Damidavičius J, Burinskiene M, Antuchevičienė J. Assessing sustainable mobility measures applying multicriteria decision-making methods. *Sustainability (Switzerland).* 1 de agosto de 2020;12(15). <https://doi.org/10.3390/su12156067>

29. Kolak ÖF, Feyzioğlu O, Noyan N. Bi-level multi-objective traffic network optimisation with sustainability perspective. *Expert Syst Appl.* 15 de agosto de 2018; 104:294-306. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.03.034>

30. Ueasin N. Decision-making on Public Transportation Services Based on the Socio-economic, Psychological, and Environmental Concern Factors. *The Open Transportation Journal.* 22 de abril de 2020;14(1):22-31. <https://doi.org/10.2174/1874447802014010022>

31. Gutiérrez LR, De Vicente Oliva MA, Romero-Ania A. Economic, Ecological and Social Analysis Based on DEA and MCDA for the Management of the Madrid Urban Public Transportation System. *Mathematics.* 1 de enero de 2022;10(2). <https://doi.org/10.3390/math10020172>

32. Kundu P, Görçün ÖF, Garg CP, Küçükönder H, Çanakçıoğlu M. Evaluation of public transportation systems for sustainable cities using an integrated fuzzy multi-criteria group decision-making model. *Environ Dev Sustain*. 2023. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03776-y>
33. Munjal R, Liu W, Li X, Gutierrez J, Chong PHJ. Multi-Attribute Decision-making for Energy-Efficient Public Transport Network Selection in Smart Cities. *Future Internet*. 1 de febrero de 2022;14(2). <https://doi.org/10.3390/fi14020042>
34. Wołek M, Jagiełło A, Wolański M. Multi-criteria analysis in the decision-making process on the electrification of public transport in cities in poland: A case study analysis. *Energies (Basel)*. 1 de octubre de 2021;14(19). <https://doi.org/10.3390/en14196391>
35. Turok K. Multi-Criteria Decision Analysis during Selection of Vehicles for Car-Sharing Services-Regular Users' Expectations. *Energies (Basel)*. 1 de octubre de 2022;15(19). <https://doi.org/10.3390/en15197277>
36. Cieřła M, Sobota A, Jacyna M. Multi-Criteria decision-making process in metropolitan transport means selection based on the sharing mobility idea. *Sustainability (Switzerland)*. 1 de septiembre de 2020;12(17). <https://doi.org/10.3390/su12177231>
37. Romero-Ania A, Rivero Gutiérrez L, De Vicente Oliva MA. Multiple criteria decision analysis of sustainable urban public transport systems. *Mathematics*. 2 de agosto de 2021;9(16). <https://doi.org/10.3390/math9161844>
38. Nalmpantis D, Roukouni A, Genitsaris E, Stamelou A, Naniopoulos A. Evaluation of innovative ideas for Public Transport proposed by citizens using Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA). *European Transport Research Review*. 1 de diciembre de 2019;11(1). <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0356-6>
39. dos Santos JB, Lima JP. Quality of public transportation based on the multi-criteria approach and from the perspective of user's satisfaction level: A case study in a Brazilian city. *Case Stud Transp Policy*. septiembre de 2021;9(3):1233-44. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2021.05.015>
40. Barfod MB. Supporting sustainable transport appraisals using stakeholder involvement and mcda. *Transport*. 2018;33(4):1052-66. <https://doi.org/10.3846/transport.2018.6596>
41. Rivero Gutierrez L, De Vicente Oliva MA, Romero-Ania A. Managing Sustainable Urban Public Transport Systems: An AHP Multicriteria Decision Model. *Sustainability*. mayo de 2021;13(9). <https://doi.org/10.3390/su13094614>
42. Cavallaro F, Dianin A. An innovative model to estimate the accessibility of a destination by public transport. *Transp Res D Transp Environ*. 1 de marzo de 2020;80. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102256>
43. Song Y, Wu P, Hampson K, Anumba C. Assessing block-level sustainable transport infrastructure development using a spatial trade-off relation model. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 25 de diciembre de 2021;105. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102585>

44. Pochowska R, Kłos MJ, Soczówka P, Pilch M. Assessment of Accessibility of Public Transport by Using Temporal and Spatial Analysis. *Sustainability* (Switzerland). 1 de diciembre de 2022;14(23). <https://doi.org/10.3390/su142316127>
45. Liu R, Chen Y, Wu J, Xu T, Gao L, Zhao X. Mapping spatial accessibility of public transportation network in an urban area - A case study of Shanghai Hongqiao Transportation Hub. *Transp Res D Transp Environ*. 1 de marzo de 2018; 59:478-95. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.01.003>
46. Curtis C, Ellder E, Scheurer J. Public transport accessibility tools matter: A case study of Gothenburg, Sweden. *Case Stud Transp Policy*. 1 de marzo de 2019;7(1):96-107. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2018.12.003>
47. Wey WM, Huang JY. Urban sustainable transportation planning strategies for livable City's quality of life. *Habitat Int*. 1 de diciembre de 2018;82:9-27. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2018.10.002>
48. de Paula L, Silva Marins FA. Algorithms applied in decision-making for sustainable transport. *J Clean Prod*. marzo de 2018; 176:1133-43. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.216>
49. Carteni A, D'Acierno L, Gallo M. A Rational Decision-Making Process with Public Engagement for Designing Public Transport Services: A Real Case Application in Italy. *Sustainability*. agosto de 2020;12(16). <https://doi.org/10.3390/su12166303>
50. Sagaris L. Citizen participation for sustainable transport: Lessons for change from Santiago and Temuco, Chile. *Research in Transportation Economics*. 1 de septiembre de 2018; 69:402-10. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.05.001>
51. Wann-Ming W. Constructing urban dynamic transportation planning strategies for improving quality of life and urban sustainability under emerging growth management principles. *Sustain Cities Soc*. 1 de enero de 2019; 44:275-90. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.015>
52. Zhang C, Hu Y, Lu W. EVALUATING-THE-COMPREHENSIVE-BENEFIT-OF-PUBLIC-TRANSPORT-SERVICE--THE-PERSPECTIVE-OF-THREE-STAKEHOLDERSPromet--Traffic--Traffico. *Traffic&Transportation*. 2021; 34:179-93. <https://doi.org/10.7307/ptt.v34i2.3855>
53. Zhang L, Yuan J, Gao X, Jiang D. Public transportation development decision-making under public participation: A large-scale group decision-making method based on fuzzy preference relations. *Technol Forecast Soc Change*. 1 de noviembre de 2021;172. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121020>
54. Ogryzek M, Krupowicz W, Sajnog N. Public Participation as a Tool for Solving Socio-Spatial Conflicts of Smart Cities and Smart Villages in the Sustainable Transport System. *Remote Sens (Basel)*. diciembre de 2021;13(23). <https://doi.org/10.3390/rs13234821>
55. Ghorbanzadeh O, Moslem S, Blaschke T, Duleba S. Sustainable Urban Transport Planning Considering Different Stakeholder Groups by an Interval-AHP Decision Support Model. *Sustainability*. enero de 2019;11(1). <https://doi.org/10.3390/su11010009>
56. Duleba S. AN AHP-ISM APPROACH FOR CONSIDERING PUBLIC PREFERENCES IN A PUBLIC



TRANSPORT DEVELOPMENT DECISION. TRANSPORT. 2019;34(6):662-71. <https://doi.org/10.3846/transport.2019.9080>

57. Abdulwahab AM, Ismael NT, Altameemi WTM, Musa HS. Proposed Sustainable Indicators to Assess Transport Sustainability in Baghdad City. *International Journal of Sustainable Development and Planning*. 1 de abril de 2023;18(4):1103-11. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.180413>

58. Ghafouri-Azar M, Diamond S, Bowes J, Gholamalizadeh E. The sustainable transport planning index: A tool for the sustainable implementation of public transportation. *Sustainable Development*. 1 de agosto de 2023;31(4):2656-77. <https://doi.org/10.1002/sd.2537>

59. Xinlei M, Wen C, Zhan G, Tao Y. Adaptive decision support model for sustainable transport system using fuzzy AHP and dynamical Dijkstra simulations. *Mathematical Biosciences and Engineering*. 2022;19(10):9895-914. <https://doi.org/10.3934/mbe.2022461>

60. Tsami M, Adamos G, Nathanail E, Budilovich (Budilovica) E, Yatskiv (Jackiva) I, Magginas V. A DECISION TREE APPROACH FOR ACHIEVING HIGH CUSTOMER SATISFACTION AT URBAN INTERCHANGES. *TRANSPORT AND TELECOMMUNICATION JOURNAL*. septiembre de 2018;19(3, SI):194-202. <https://doi.org/10.2478/ttj-2018-0016>

61. Moslem S, Celikbilek Y. An integrated grey AHP-MOORA model for ameliorating public transport service quality. *EUROPEAN TRANSPORT RESEARCH REVIEW*. diciembre de 2020;12(1).<https://doi.org/10.1186/s12544-020-00455-1>

62. Kutlu Gündoğdu F, Duleba S, Moslem S, Aydın S. Evaluating public transport service quality using picture fuzzy analytic hierarchy process and linear assignment model. *Appl Soft Comput*. 1 de marzo de 2021;100. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106920>

63. Duleba S, Moslem S. Examining Pareto optimality in analytic hierarchy process on real Data: An application in public transport service development. *Expert Syst Appl*. febrero de 2019; 116:21-30. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.08.049>

64. Pham TXT, Nguyen NT, Duong LBT. Hierarchy-attribute decision-making regarding public buses and private motorbikes: a case study in Ho Chi Minh City, Vietnam. *PUBLIC TRANSPORT*. marzo de 2021;13(1):233-49. <https://doi.org/10.1007/s12469-020-00256-8>

65. Tumsekcali E, Ayyildiz E, Taskin A. Interval valued intuitionistic fuzzy AHP-WASPAS based public transportation service quality evaluation by a new extension of SERVQUAL Model: P-SERVQUAL 4.0. *Expert Syst Appl*. diciembre de 2021;186. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115757>

66. Duleba S. Introduction and comparative analysis of the multi-level parsimonious AHP methodology in a public transport development decision problem. *JOURNAL OF THE OPERATIONAL RESEARCH SOCIETY*. 2022; 73:230-43. <https://doi.org/10.1080/01605682.2020.1824553>

67. Lin G, Xu H, Wang S, Lin C, Huang C. Performance Optimisation of Public Transport Networks Using AHP-Dependent Multi-Aspiration-Level Goal Programming. *Energies (Basel)*. 1 de septiembre de 2022;15(17). <https://doi.org/10.3390/en15176479>



68. Cyril A, Mulangi RH, George V. Performance Optimization of Public Transport Using Integrated AHP-GP Methodology. *Urban Rail Transit*. junio de 2019;5(2):133-44. <https://doi.org/10.1007/s40864-019-0103-2>
69. Hamurcu M, Eren T. Strategic Planning Based on Sustainability for Urban Transportation: An Application to Decision-Making. *Sustainability*. mayo de 2020;12(9). <https://doi.org/10.3390/su12093589>
70. Jasti PC, Ram VV. Sustainable benchmarking of a public transport system using analytic hierarchy process and fuzzy logic: a case study of Hyderabad, India. *PUBLIC TRANSPORT*. octubre de 2019;11(3):457-85. <https://doi.org/10.1007/s12469-019-00219-8>
71. Deveci M, Mishra AR, Gokasar I, Rani P, Pamucar D, Ozcan E. A Decision Support System for Assessing and Prioritizing Sustainable Urban Transportation in Metaverse. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. 1 de febrero de 2023;31(2):475-84. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2022.3190613>
72. Luo XG, Zhang HB, Zhang ZL, Yu Y, Li K. A new framework of intelligent public transportation system based on the internet of things. *IEEE Access*. 2019; 7:55290-304. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2913288>
73. Rodriguez Gonzalez AB, Vinagre Diaz JJ, Wilby MR, Fernandez Pozo R. Data-Driven Performance Evaluation Framework for Multi-Modal Public Transport Systems. *SENSORS*. enero de 2022;22(1). <https://doi.org/10.3390/s22010017>
74. Fumagalli LAW, Rezende DA, Guimarães TA. Data Intelligence in Public Transportation: Sustainable and Equitable Solutions to Urban Modals in Strategic Digital City Subproject. *Sustainability (Switzerland)*. 1 de abril de 2022;14(8). <https://doi.org/10.3390/su14084683>
75. Reyes-Rubiano L, Serrano-Hernandez A, Montoya-Torres JR, Faulin J. The Sustainability Dimensions in Intelligent Urban Transportation: A Paradigm for Smart Cities. *Sustainability*. octubre de 2021;13(19). <https://doi.org/10.3390/su131910653>
76. Montero L, García J. Panorama multidimensional del desarrollo urbano en América Latina y el Caribe [Internet]. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2017. Disponible en: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/41974/S1700257\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/41974/S1700257_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
77. Montoya JW. Cambio urbano y evolución discursiva en el análisis de la ciudad latinoamericana: de la dependencia a la globalización [Internet]. Vol. 91, Universidad Nacional de Colombia. 2006. 96 p. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2868>