

CIUDADES SOSTENIBLES INTELIGENTES: *Desarrollo temático* *y BRECHAS para* FUTUROS ESTUDIOS

*Sustainable smart cities: thematic development and
future research opportunities*

POOL GABRIEL GRANDA MORALES*, BEXI PERDOMO**

Fecha de recibido:
21 Junio 2024
Fecha de aceptado:
18 Noviembre 2024

*Universidad de
Ciencias y Artes de
América Latina, Perú
u2023090135@crear.
ucl.edu.pe

**Universidad de
Ciencias y Artes de
América Latina, Perú
hjperdomo@crear.ucl.
edu.pe

RESUMEN. La investigación sobre ciudades sostenibles inteligentes (CSI) ha cobrado importancia en la literatura científica progresivamente. La creciente urbanización establece desafíos para la calidad de vida y sostenibilidad de las ciudades. El objetivo de este estudio fue analizar la producción científica realizada sobre ciudades sostenibles inteligentes, identificando cuáles son las tendencias y brechas para investigaciones futuras. Se realizó un estudio bibliométrico mediante un proceso metodológico de cinco fases. Esta búsqueda se realizó en la base de datos de Scopus y para su correspondiente análisis de la data se utilizó RStudio, Bibliometrix, VosViewer y Excel. Se evidenció un incremento constante significativo desde el 2018. El análisis temático demostró interés y evolución en cantidad exponencial en los últimos años. Existen brechas de investigación acerca de las CSI en el contexto de tecnología e inteligencia artificial, impacto y sostenibilidad, y el diseño y gestión propiamente. Este documento es uno de los primeros en el análisis de indicadores bibliométricos de CSI. Este campo adquiere notoriedad debido a su constante evolución y avance tecnológico en el diseño de ciudades.

Palabras clave: análisis bibliométrico, ciudades inteligentes, ciudades sostenibles inteligentes, sostenibilidad.

ABSTRACT. Research on sustainable smart cities (ssc) has progressively gained importance in scientific literature. Growing urbanization sets challenges for the quality of life and sustainability of cities. The objective of this document is to analyze all the scientific production carried out on smart sustainable cities, identifying the trends and gaps for future research. A bibliometric study was carried out through a five-phase methodological process. This search was carried out in the Scopus database and RStudio, Bibliometrix, VosViewer and Excel were used for the corresponding data analysis. The authors found 283 documents that had been published were recovered, where a significant chronic increase is evident since 2018. The thematic analysis demonstrated interest and evolution in exponential numbers in recent years. There are research gaps about ssc in the context of technology and artificial intelligence, impact and sustainability, and design and management itself. This document hopes to position itself as a basis to enhance the bibliometric analysis of scientific production about smart sustainable cities. This field gains notoriety due to its constant evolution and technological advancement.

Key words: bibliometric analysis, smart cities, smart sustainable cities, sustainability.



La creciente urbanización que se aprecia en las ciudades se encuentra deteriorando aquellas capacidades autónomas de una ciudad para crear un entorno favorable para sus ciudadanos (Baculáková, 2020). Esto sucede, parcialmente, porque la densidad poblacional crece geométricamente, mientras que los recursos naturales y medios de subsistencia aumentan de manera aritmética agotándose de este modo con mucha más facilidad (Torres, 2023).

El aumento de la densidad de población, la presión sobre los recursos y la contaminación son algunos de los problemas que amenazan la calidad de vida urbana (Alderete, 2022). En este contexto surgen las ciudades inteligentes como una potencial solución para contrarrestar las consecuencias de la constante urbanización irregular y contribuir en la difusión de la conciencia ambiental (Ramón y Aguilar, 2021; Vershitsky *et al.*, 2021).

Las ciudades inteligentes evidencian el desarrollo de una ciudad con la incorporación eficiente de las tecnologías de la información y comunicación, la globalización y la transparencia en los servicios urbanos (Vershitsky *et al.*, 2021). Para que una ciudad sea considerada inteligente debe presentar al menos una de las siguientes dimensiones: economía inteligente, movilidad inteligente, medio ambiente inteligente, personas inteligentes, vida inteligente y, finalmente, gobernanza inteligente (Cicea *et al.*, 2019).

El tema de la sostenibilidad es fundamental para las ciudades inteligentes y se visualiza de dos formas, dependiendo del énfasis que se le otorga. Se habla de ciudades inteligentes sostenibles (CIS) cuando el énfasis está en lo tecnológico y la innovación trayendo consigo

un beneficio de sostenibilidad en diferentes sentidos (Huovila *et al.*, 2019). Por otra parte, las ciudades sostenibles inteligentes (CSI) tienen como prioridad lo sostenible, por lo que enfocan la tecnología y desarrollo hacia la sostenibilidad (O'Dwyer *et al.*, 2019). Bajo estos lineamientos, en la actualidad son muchas las ciudades alrededor del mundo que apuntan a convertirse en CSI (Vega y Ruíz, 2017). Esto se hace con la finalidad de reducir el impacto ambiental nocivo a través del uso de energías limpias y renovables (Cicea *et al.*, 2019).

Aunque dentro de los cuatro pilares de una ciudad inteligente se encuentra la sostenibilidad, no todas las ciudades inteligentes son completamente sostenibles, debido a que en ocasiones desarrollan mucho más su campo de tecnología inteligente y su gestión, las cuales pueden tener un impacto negativo en la ciudad y su ecosistema (Bibri *et al.*, 2023). En ese sentido, las CSI surgen con una mirada desde la sostenibilidad como eje central, priorizando el medio ambiente y la optimización de los recursos y usando la tecnología como instrumento para ello.

La literatura evidencia estudios sobre el impacto que las estructuras tecnológicas pueden tener en el medio ambiente y su repercusión en el estilo y calidad de vida de sus ciudadanos (Kovalsky *et al.*, 2020). Además, se ha investigado la gestión de las ciudades inteligentes, el precoz crecimiento de la urbe y el nexo que existe entre las comunidades que la conforman (Mirzahosseini y Alamdar, 2021). También se ha abordado cómo las ciudades inteligentes se ven afectadas por el complejo y desordenado crecimiento demográfico, el aumento de vehículos y el consumo masivo

de energías (Copaja-Alegre y Esponda-Alva, 2019; Pathak *et al.*, 2021).

Se han observado estudios que analizaron algunos aspectos puntuales de las CSI como lo son los sistemas inteligentes de energías (Hakpyeong *et al.*, 2021; O'Dwyer *et al.*, 2019), CSI basadas netamente en inteligencia artificial (Zaidi *et al.*, 2023) y temas relacionados con la arquitectura de estas ciudades (Silva *et al.*, 2018). Sin embargo, no se han encontrado estudios bibliométricos en español, inglés o portugués que ofrezcan una mirada integral de la producción científica sobre este tema y que permita a los investigadores identificar las fuentes a consultar para actualizarse, así como las brechas existentes para investigar y continuar nutriendo esta área tan necesaria para el logro de las metas del undécimo objetivo de desarrollo sostenible de la agenda 2030.

En ese sentido, se planteó el objetivo de analizar la producción científica sobre CSI, identificando tendencias y brechas para futuras investigaciones. Para ello, se fijaron los siguientes objetivos específicos: (1) describir la producción científica sobre CSI a nivel global, en función de una mirada evolutiva de la producción por país e instituciones, (2) identificar las principales fuentes y autores y, (3) describir las tendencias y brechas temáticas en la investigación de CSI.

METODOLOGÍA

El estudio siguió los cinco pasos recomendados por Zupic y Cater (2015) para la ejecución de un estudio bibliométrico: diseño del estudio (determinar y validar las palabras clave para la búsqueda preliminar y seleccionar la base de datos); recopilación de datos (compilar los datos y cargarlos para su posterior análisis); el análisis de los datos, la visualización (elaborar gráficos, mapas y figuras, que presentan la información de forma sintetizada) y, finalmente, la interpretación de la información. Este tipo de abordaje es idóneo para conocer en detalle la producción científica (Donthu *et al.*, 2021).

La búsqueda se realizó en marzo de 2024 en la base de datos Scopus, la cual agrupa gran parte de la información científica con importancia a nivel internacional y ofrece información de

excelente calidad para análisis bibliométricos (Baas *et al.*, 2020). Se usó la siguiente sintaxis de búsqueda: (TITLE ("Sustainable Smart Cit*") OR KEY ("Sustainable Smart Cit*")). No se filtró por fecha, tipo de documento ni idioma, con la intención de poder apreciar la evolución de la producción científica total desde su inicio hasta el momento de la búsqueda.

Para el análisis, se hizo una lectura de los títulos y los resúmenes para corroborar que los artículos trataban sobre el tema objeto de estudio. Para evitar sesgos, se descartó la presencia de duplicados con el software Rayyan (Ouzzani *et al.*, 2016). Luego, se hicieron los análisis con RStudio y Bibliometrix y VoSViewer. Estos softwares se caracterizan por su efectividad y confiabilidad para análisis bibliométricos (Aria & Cuccurullo, 2017; Radha & Arumugam, 2021). La visualización de los resultados se hizo con apoyo de estos softwares y Microsoft Excel™.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución de la producción

Se encontraron publicaciones del 2013 al 2024. En total se habían publicado 281 documentos. El 2023 fue el año con mayor cantidad (n= 65). Entre el 2013 y el 2016 se publicó un promedio de dos y tres documentos por año. Se aprecia un aumento constante a partir del 2018. Para el momento de la revisión (marzo de 2024), el año 2004 registraba cinco (n= 5) documentos (figura 1).

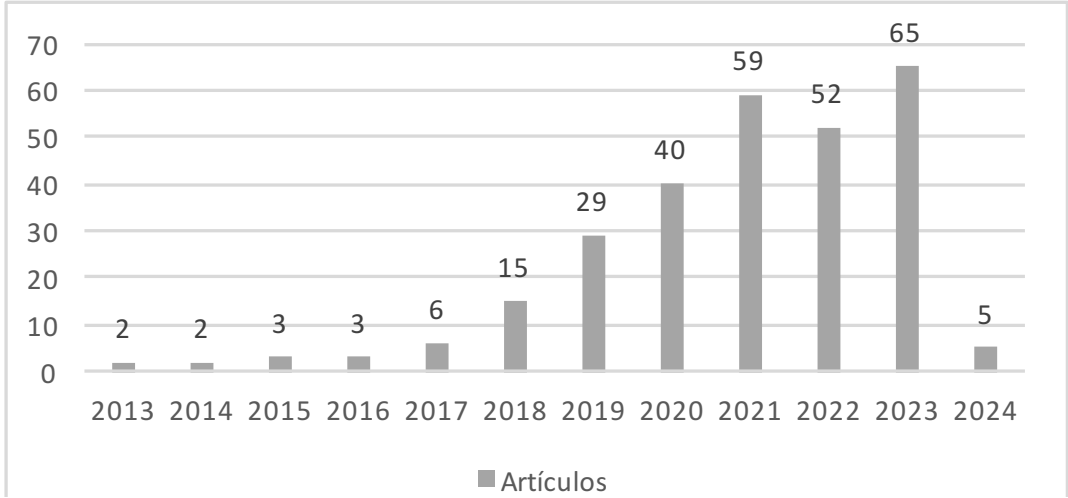


FIGURA 1. EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Este resultado se puede contrastar con la cantidad de publicaciones académicas sobre el medio ambiente y cis entre 2017 y 2021 en el estudio de Bibri *et al.* (2023) y el estudio de Xia *et al.* (2022), quienes analizaron los documentos publicados en la wos sobre csi, gemelos digitales y diseño de ciudad sostenible. El crecimiento de publicaciones desde 2018 también es comparable a los resultados de Zaidi *et al.* (2023),

quien investigó csi basadas estrictamente en inteligencia artificial.

Fuentes y autores más relevantes

En la figura 2 se presentan las nueve revistas que han publicado más acerca del tema en los últimos años. Destacan *Sustainable cities and society* (n=31) y *Sustainability* (n=23). Se muestra una amplia diferencia entre estas dos primeras fuentes y las demás.

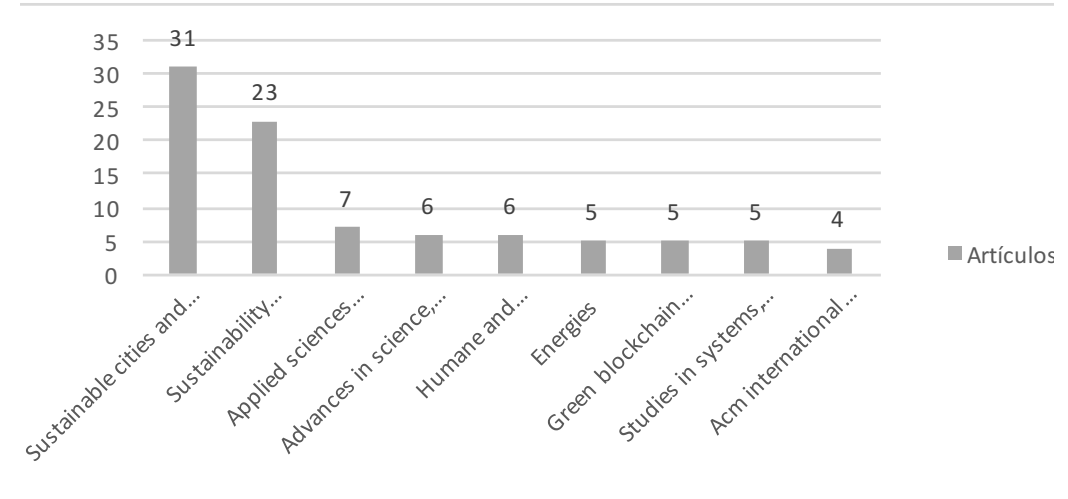


FIGURA 2. REVISTAS MÁS INFLUYENTES.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

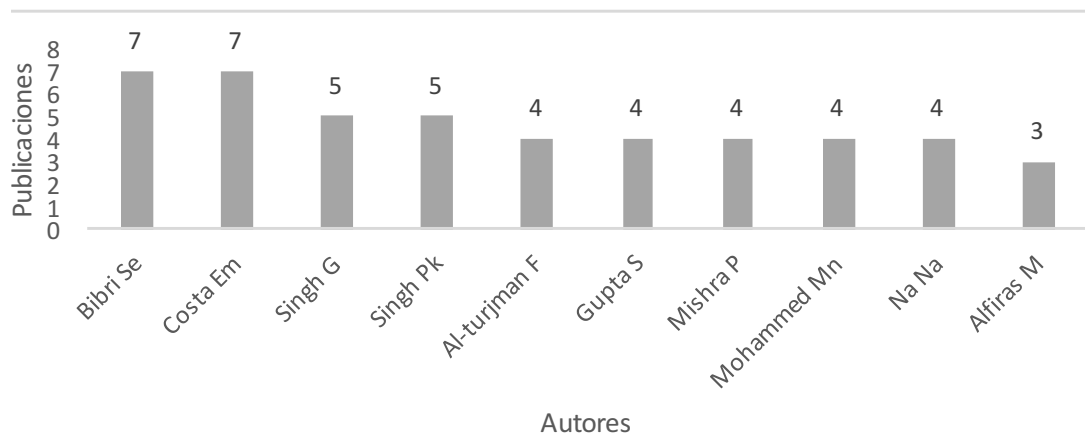


FIGURA 3. AUTORES MÁS PROMINENTES.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Sería oportuno estudiar esta producción en el contexto iberoamericano para identificar los principales productores, ya que ningún país se ubica en los primeros diez lugares. La figura 3 resume los autores con mayor cantidad de artículos publicados sobre *csi*. Bibri Se y Costa Em, encabezan la lista con la mayor cantidad de documentos publicados ($n=7$ cada uno), seguidos de Singh G y Singh Pk, ($n=5$ cada uno). Conocer los autores más prominentes tiene implicaciones prácticas para quienes desean profundizar en el conocimiento de este tema. Permite orientar sus primeras búsquedas filtrando por revistas o autores para conocer lo que los expertos están publicando, pues los identificados como los más productivos se constituyen en referencia obligatoria.

Análisis de coocurrencia y relevancia de palabras clave

Entre los términos con mayor relevancia destaca la palabra clave *smart city* como el término con mayor presencia ($n= 198$), seguido de *sustainable development* ($n= 75$), e *internet of things* ($n= 51$). Destacan términos creados a partir de la combinación de palabras relacionadas con sostenibilidad; tal es el caso de *sustainable smart city* ($n= 30$) y *sustainable cities* ($n= 19$).

Palabras clave como *smart city*, *sustainability* y *sustainable development goals* han figurado como principales en estudios previos similares (Blasi *et al.*, 2022). Estos términos coinciden con algunos de los identificados por Zaidi *et al.* (2023). Dicho hallazgo, evidencia la importancia

de tecnologías como la inteligencia artificial en temas ligados al diseño y desarrollo de *csi*.

La figura 4 muestra la red de palabras clave, distribuidas en cinco grupos o clústeres formados a partir de la coocurrencia de éstas en los diferentes documentos. El clúster más amplio es el azul, el cual destaca la sostenibilidad asociada a la planificación urbana y la calidad de vida. Esto se evidencia en la presencia de términos como *urban growth*, *urban planning*, *quality of life* y *urban development*.

El clúster verde se concentra en la tecnología, especialmente la inteligencia artificial, comunicación y seguridad digital que dan cuenta de su inclusión en el contexto de las *csi*. En este clúster destacan términos como *internet of things*, *artificial intelligence*, *5g mobile communication systems* y *network security*. El clúster rojo, también enfatiza la tecnología en el ámbito de las *csi*, pero desde la mirada de las tecnologías emergentes.

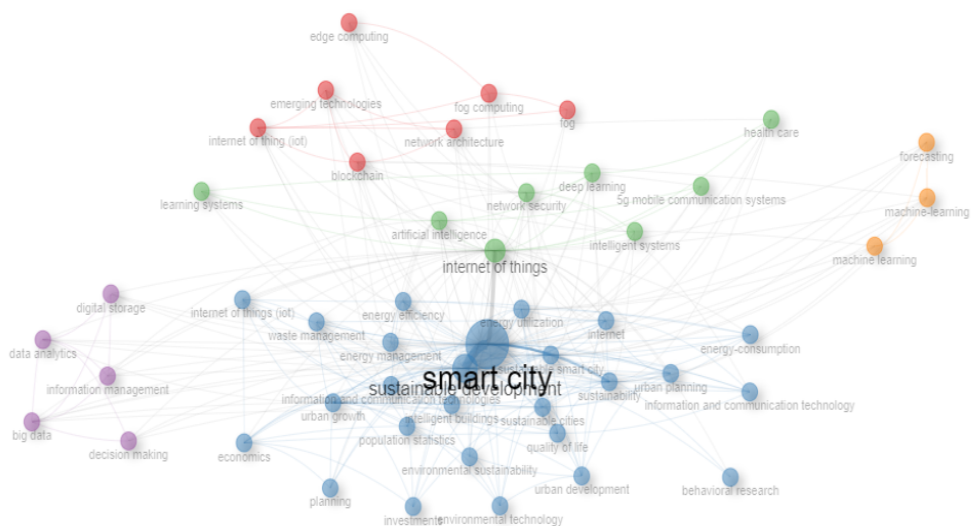


FIGURA 4. RED DE COOCURRENCIA DE PALABRAS CLAVE DE AUTOR.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En el clúster morado se concentran palabras relacionadas con gestión, almacenamiento y manejo de datos, los cuales son componentes fundamentales en las ciudades inteligentes. Finalmente, el clúster más pequeño es el amarillo, el cual solo muestra la coocurrencia de tres palabras clave, todas relacionadas con *machine learning*.

Tendencias y brechas temáticas

El mapa temático se creó con RStudio, por medio del algoritmo Walktrap configurado con una frecuencia mínima 5/1000. De esta forma, se identificaron los temas básicos, motores, emergentes o en declive y temas nicho en el campo. Estos temas se distribuyen en cuadrantes según su centralidad (importancia en el área) y su densidad (grado de desarrollo del tema) (figura 5).

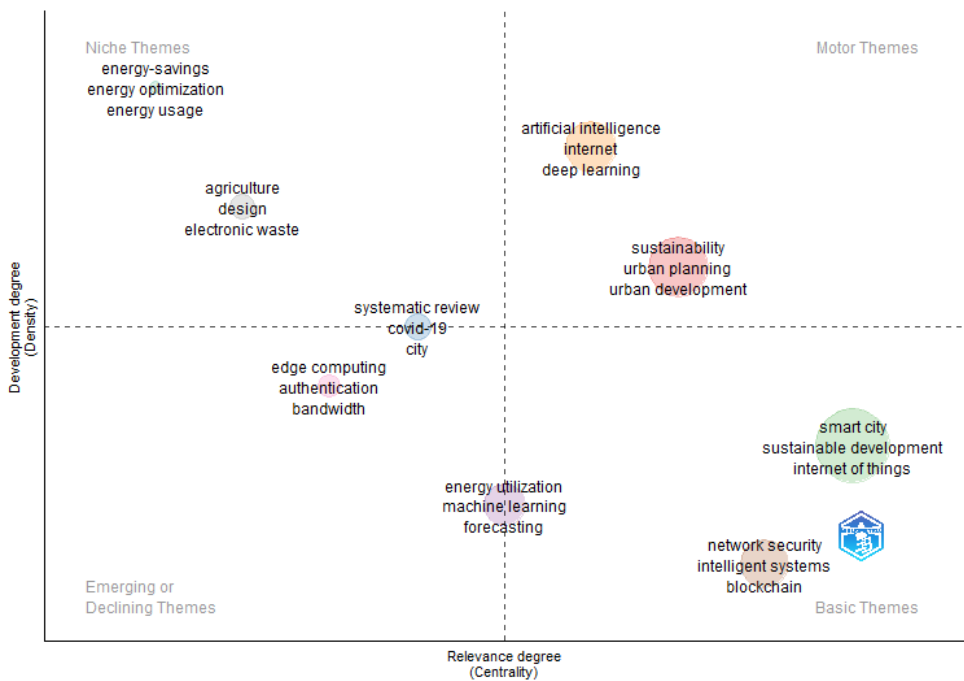


FIGURA 5. MAPA TEMÁTICO SOBRE CSL.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Los temas motores se caracterizan por tener alta centralidad y densidad. Por otro lado, los temas nicho son aquellos que han sido desarrollados o investigados, pero representan poca centralidad o relevancia. El cuadrante de los temas emergentes y en declive reúne los que se comienzan a desarrollar o que ya están dejando de estudiarse, por lo que presentan poca densidad y centralidad. Finalmente, los temas básicos tienen mucha centralidad, pero poca densidad, por lo que se sugiere que se sigan explorando.

Temas motores. En el primer clúster, con el tema *artificial intelligence*, la publicación más citada es una revisión de literatura sobre el estudio de la inteligencia computacional y la gestión inteligente (O'Dwyer *et al.*, 2019). Este clúster también incluye estudios sobre el uso de la inteligencia artificial para diseño de propuestas en el ámbito hospitalario, en el marco de *csi* (Ahmed *et al.*, 2022; Nagarajan *et al.*, 2021; Shivanna *et al.*, 2022). Este resultado es análogo con quienes han notado inclinaciones hacia tecnologías y soluciones basadas en la internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés para *Internet of Things*) en el diseño de ciudades inteligentes en un contexto de constante cambio climático (Bibri *et al.*, 2023). La tecnología se consolida como pilar fundamental a considerar al momento de investigar sobre las *csi* y se precisa más investigación, ya que la tecnología evoluciona rápidamente, dando paso a nuevas oportunidades de desarrollo e innovación.

Temas nicho. Entre los estudios que han contribuido en este cuadrante están los que motivan a la discusión y estudio de la participación de los ciudadanos de comunidades urbanas marginadas o diversas en el diseño de ciudades sostenibles inteligentes. El tema '*agriculture, design y electronic waste*' muestra poco desarrollo y se ubica en el mapa temático con escasa centralidad. Con los procesos de co-diseño, los investigadores persiguen proponer nuevas posibilidades para ciudades sostenibles inteligentes basadas en la eficiencia y promoción de la agricultura urbana (Heitlinger *et al.*, 2018, 2019). De igual forma, se encuentran estudios orientados a propuestas para el manejo sos-

tenible e inteligente de desechos electrónicos (Das *et al.*, 2020; Wanderley & Bonacin, 2019).

En este mismo cuadrante hay un clúster centrado en el ahorro de la energía como solución para las *csi* (Mohanty, Das *et al.*, 2022; Mohanty, Roy *et al.*, 2022). En estos estudios se observa que se trasciende la predicción del consumo de energía como fórmula para optimizar su uso y se busca comprender los factores influyentes en dichas predicciones. De forma similar lo han considerado previamente Blasi *et al.* (2022), quienes evidenciaron el interés por la optimización de energías sostenibles y el consumo y manejo del agua. De esta forma, la agenda de investigación debería contemplar el análisis y propuesta de alternativas de tecnologías más amigables con el ambiente que permitan un menor consumo energético en el proceso de transformación de las ciudades.

Temas emergentes o en declive. En este cuadrante se identificaron principalmente temas emergentes. Todos estos se encontraban entre 2018 y 2023, y su desarrollo va en crecimiento, aunque aún no alcanzan la centralidad esperada; dejando importantes brechas para futuros estudios. En el tema *edge computing* se encuentran artículos como los de Vu Khanh *et al.* (2023) y Elahi *et al.* (2022), quienes mostraron resultados de estudios orientados a acortar tiempos de respuesta en los servicios y una disminución en el consumo de energía. Con el auge de las tecnologías 5G, estos temas representan un potencial de investigación para quienes se especializan en el área. En este sentido, se sugieren como temas relevantes el análisis de los sistemas de gestión de tránsito vehicular en tiempo real basado en 5G y *Edge computing*, con miras a reducir la congestión y el consumo de energía.

El tema *energy utilization* se encuentra en la línea divisoria entre los emergentes y los básicos, lo cual indica que ha ido ganado crecientemente el interés de la comunidad científica y se perfila como un futuro tema básico, siendo así un importante espacio para nuevas investigaciones. En este cuadrante destaca el estudio de Elahi *et al.* (2022), quien plantea al usuario como centro en la planificación de las *csi*. Adicionalmente, se ve la tendencia a profundizar en propuestas concretas para

consumo inteligente y sostenible de la energía (Jafari *et al.*, 2023; Magdy *et al.*, 2023).

Temas básicos. El primer clúster de este cuadrante (*smart city*) se asocia al desarrollo sostenible por medio del uso de la IoT. Los artículos que representan estos temas se publicaron casi en su totalidad entre 2013 y 2020, con apenas una publicación en 2023 (Gera *et al.*, 2023). No obstante, los publicados en fechas anteriores han logrado un gran impacto, pues los primeros seis artículos de este clúster presentan un rango de citaciones que va de 100 a 314. Estos incluyen estudios sobre consumo de energía para sistemas de transporte sostenibles (Kyriazis *et al.*, 2013), propuestas para mejorar los sistemas de comunicación (Al Ridhawi *et al.*, 2020), y la incorporación de blockchain en la dinámica de las CSI (Kumar *et al.*, 2021; Singh *et al.*, 2020).

El tema *network security* mostró una mayor cantidad de artículos. Los de más impacto son los relacionados con minería de datos (Shafiq *et al.*, 2020), y transición para una mayor sostenibilidad, convirtiendo las ciudades inteligentes en CSI (Li *et al.*, 2019; Sodhro *et al.*, 2019). No obstante, gracias a la centralidad o interés del tema, se precisa seguirlo desarrollando. En consecuencia, se sugiere promover su estudio en contextos universitarios de pre y posgrado. Estos estudios podrían derivar de diferentes paradigmas e involucrar diferentes actores (gobernantes, ciudadanos y expertos en planificación urbana, entre otros).

CONCLUSIONES

En atención a la descripción de la producción científica sobre CSI, se evidenció que es un tema de interés creciente y en pleno desarrollo. Su evolución se evidencia cuantitativamente, además de notarse variedad en los enfoques desde los que esta es abordada, aunque es preciso profundizar en las brechas observadas. Se esperaba identificar las principales fuentes y autores a nivel global. Destacan las revistas *Sustainable cities and society* y *Sustainability* y los autores Bibri y Costa, cuya consulta se recomienda. No se observó presencia de países latinoamericanos entre los autores y fuentes con mayor producción científica sobre CSI, por lo que se sugiere impulsar la investigación en estos. Sería oportuno realizar nuevos estudios bibliométricos en la Web of Science (WoS) y Dimensions sobre la producción latinoamericana en materia de CSI. Además, se sugieren realizar revisiones sistemáticas de la literatura tomando como fuente diferentes bases de datos, para conocer la producción en la región. De esta forma, se podría plantear una agenda de investigación concreta y pertinente, orientada a contribuir al desarrollo sostenible.

Finalmente, en cuanto a la identificación de temas de actualidad y brechas de investigación, se denotan campos de investigación claramente definidos que son de notable importancia y, en consecuencia, deben continuar siendo desarrollados. Por ejemplo, la seguridad en el uso de la tecnología y la IoT, así como el consumo sostenible de materias primas y ahorro de energía. Estos campos son de relevancia al momento de la implementación de CSI, ya que un inadecuado manejo de estas variables tendría repercusiones en la calidad y estilo de vida de las personas, así como también en el desarrollo sostenible de las ciudades. Se sugieren futuros estudios que analicen las tendencias metodológicas para el abordaje de estos temas, de forma que haya también una orientación sobre las brechas que existen desde esta perspectiva.



FUENTES DE CONSULTA

Ahmed, I., Camacho, D., Jeon, G., y Piccialli, F. (2022), "Internet of health things driven deep learning-based system for non-invasive patient discomfort detection using time frame rules and pairwise keypoints distance feature", *Sustainable Cities and Society*, (79), 103672. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103672>, consultado el 27 de febrero de 2024.

Al Ridhawi, I., Otoum, S., Aloqaily, M., Jararweh, Y., y Baker, T. (2020), "Providing secure and reliable communication for next generation networks in smart cities", *Sustainable Cities and Society*, (56), 102080. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102080>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Alderete, M. (2022), "Can small cities from developing countries be smart cities? The case of Argentina", *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 17(4), 36-51. <https://doi.org/10.2307/27181034>, consultado el 27 de febrero de 2024.

Aria, M. y Cuccurullo, C. (2017), "Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis", *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>, consultado el 27 de febrero de 2024.

Baculáková, K. (2020), "Selected aspects of smart city concepts", *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, (15), 66-80. <https://www.jstor.org/stable/26924804>, consultado el 27 de febrero de 2024.

Baas, J., Schotten, M., Plume, A., Côté, G., y Karimi, R. (2020), "Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies", *Quantitative Science Studies*, 1(1), 377-386. https://doi.org/10.1162/qss_a_00019, consultado el 03 de marzo de 2024.

Bibri, S., Alexandre, A., Sharifi, A. y Krogstie, J. (2023), "Environmentally sustainable smart cities and their converging AI, IoT, and big data technologies and solutions: an integrated approach to an extensive literature review", *Energy Informatics*, 6(1), Springer, Dinamarca. <https://doi.org/10.1186/s42162-023-00259-2>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Blasi, S., Ganzaroli, A., y De Noni, I. (2022), "Smartening sustainable development in cities: Strengthening the theoretical linkage between smart cities and SDGs", *Sustainable Cities and Society*, (80), 103793. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103793>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Cicea, C., Marinescu, C. y Pintilie, N. (2019), "Smart cities using smart choices for energy", *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 14(4), 22-34. <https://doi.org/10.2307/26816976>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Copaja-Alegre, M. y Esponda-Alva, C. (2019), "Technology and innovation towards the smart city. Advances, perspectives and challenges", *Bitacora Urbano Territorial*, 29(2), 59-70. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v29n2.68333>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Das, A., Debnath, B., Modak, N., Das, A. y De, D. (2020), "E-waste inventorisation for sustainable smart cities in India: a cloud-based framework", *Proceedings of 2020 IEEE International Women in Engineering (WIE) Conference on Electrical and Computer Engineering*. <https://doi.org/10.1109/WIECON-ECE52138.2020.9397960>, consultado el 11 de marzo de 2024.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N. y Lim, W. (2021), "How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines", *Journal of Business Research*, (133), 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>, consultado el 20 de febrero de 2024.

Elahi, M., Rahman, M. y Islam, M. (2022), "An efficient authentication scheme for secured service provisioning in edge-enabled vehicular cloud networks towards sustainable smart cities", *Sustainable Cities and Society*, (76), 103384. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103384>, consultado el 11 de marzo de 2024.

Gera, B., Raghuvanshi, Y., Rawley, O., Gupta, S., Dua, A., y Sharma, P. (2023), "Leveraging AI-enabled 6G-driven IoT for sustainable smart cities", *International Journal of Communication Systems*, 36(16), e5588. <https://doi.org/10.1002/dac.5588>, consultado el 11 de marzo de 2024.

Hakpyeong, K., Heeju, Ch., Hyuna, K., Jongbaek, A., Seungkeum, Y. y Taehoon, H. (2021), "A systematic review of the smart energy conservation system: From smart homes to sustainable smart cities", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (140), 110755. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110755>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Heitlinger, S., Bryan-Kinns, N. y Comber, R. (2018), "Connected seeds and sensors: Co-designing internet of things for sustainable smart cities with urban food-growing communities", *ACM International Conference Proceeding Series*, 2, ACM, Bélgica, pp.1-5. <https://doi.org/10.1145/3210604.3210620>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Heitlinger, S., Bryan-Kinns, N. y Comber, R. (2019), "The right to the sustainable smart city". *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, ACM, Bélgica, pp. 1-12. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300517>, consultado el 11 de marzo de 2024.

Huovila, A., Bosch, P., y Airaksinen, M. (2019), "Comparative analysis of standardized indicators for Smart sustainable cities: ¿What indicators and standards to use and when?", *Cities*, (89), Elsevier, China, pp. 141-153. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.029>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Jafari, O., Kolosov, S., Vo, N., Magar, A., Heikkonen, J. y Kanth, R. (2023), "Intelligent Traffic Light Solution for Green and Sustainable Smart City", *12th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO)*, IEEE, Canada, pp. 1-5. <https://doi.org/10.1109/MECO58584.2023.10154954>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Kovalsky, M., Ross, R. y Lindsay, G. (2020), "Contesting key terrain: urban conflict in smart cities of the future", *The Cyber Defense Review*, 5(3), 133-150. <https://doi.org/10.2307/26954877>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Kumar, P., Gupta, G., y Tripathi, R. (2021), "TP2SF: A trustworthy privacy-preserving secured framework for sustainable smart cities by leveraging blockchain and machine learning", *Journal of Systems Architecture*, (115), Elsevier, EEUU, 101954. <https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2020.101954>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Kyriazis, D., Varvarigou, T., Rossi, A., White, D. y Cooper, J. (2013), "Sustainable smart city IoT applications: Heat and electricity management & Eco-conscious cruise control for public transportation", *IEEE 14th International Symposium on "A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks" (WoWMoM)*, IEEE,

Canadá, pp. 1-5. <https://doi.org/10.1109/WoWMoM.2013.6583500>, consultado el 11 de marzo de 2024.

Li, X., Fong, P., Dai, S., y Li, Y. (2019), "Towards sustainable smart cities: An empirical comparative assessment and development pattern optimization in China", *Journal of Cleaner Production*, (215), 730-743. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.046>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Magdy, M., Hamouda, M. R., ElHadidy, O., y Mekhael, S. (2023), "A novel and lean data-based method to calculate the actual HVAC zone energy consumption and cooling load in sustainable smart cities using a single temperature sensor", *Energy Reports*, (9), 6502-6518. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.05.225>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Mirzahosseini, H., Alamdar, S. (2021), "Increasing citizen's livability in the future city: responsive city, a remarkable solution", *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 16(3), 23-41. <https://doi.org/10.2307/27035544>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Mohanty, P., Das, P. y Roy, D. (2022), "Predicting daily household energy usages by using model agnostic language for exploration and explanation", *OITS International Conference on Information Technology (OCIT)*, IEEE, India, pp. 543-547. <https://doi.org/10.1109/OCIT56763.2022.00106>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Mohanty, P., Roy, D., y Reddy, K. (2022), "Explainable AI for predicting daily household energy usages". *2022 International Conference on Artificial Intelligence and Data Engineering (AIDE)*, IEEE, India, pp. 182-186. <https://doi.org/10.1109/AIDE57180.2022.10060217>, consultado el 11 de marzo de 2024.

Nagarajan, S., Deverajan, G., Chatterjee, P., Alnumay, W. y Ghosh, U. (2021), "Effective task scheduling algorithm with deep learning for Internet of Health Things (IoHT) in sustainable smart cities", *Sustainable Cities and Society*, (71), 102945. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102945>, consultado el 03 de marzo de 2024.

O'Dwyer, E., Pan, I., Acha, S., y Shah, N. (2019), "Smart energy systems for sustainable smart cities: Current developments, trends and future directions", *Applied Energy*, (237), 581-597. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.024>, consultado el 11 de marzo de 2024.

Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z., y Elmagarmid, A. (2016), "Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews", *Systematic Reviews*, 5(210), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>, consultado el 27 de febrero de 2024.

Pathak, P., Tripathi, A., y Shankar, A. (2021), "Smart streets and smart city – a case study of Pune's Iti Road", *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 16(4), 20-33. <https://doi.org/10.2307/27076573>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Radha, L., y Arumugam, J. (2021), "The research output of bibliometrics using Bibliometrix R package and VOS Viewer", *Shanlax International Journal of Arts, Science and Humanities*, 9(2), 44-49. <https://doi.org/10.34293/sijash.v9i2.4197>, consultado el 27 de febrero de 2024.

Ramón, J. y Aguilar, A. (2021), "Irregular urban expansion, change in land use and environmental deterioration in the northern periphery of the Puebla-Tlaxcala Metropolitan zone: The case of la malinche national park", *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 30(2), 441-458. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v30n2.89849>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Shafiq, M., Tian, Z., Bashir, A., Jolfaei, A., y Yu, X. (2020), "Data mining and machine learning methods for sustainable smart cities traffic classification: A survey", *Sustainable Cities and Society*, (60), 102177. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102177>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Shivanna, D., Stephan, T., Al-Turjman, F., Kolhar, M., y Alturjman, S. (2022), "IoMT-Based automated diagnosis of autoimmune diseases using multistage classification scheme for sustainable smart cities", *Sustainability*, 14(21), 13891. <https://doi.org/10.3390/su142113891>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Silva, B., Khan, M., y Han, K. (2018), "Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities", *Sustainable Cities and Society*, (38), 697-713. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.01.053>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Singh, S., Sharma, P., Yoon, B., Shojafar, M., Cho, G. y Ra, I-H. (2020), "Convergence of blockchain and artificial intelligence in IoT network for the sustainable smart city", *Sustainable Cities and Society*, (63), 102364. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102364>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Sodhro, A., Pirbhulal, S., Luo, Z., y de Albuquerque, V. (2019), "Towards an optimal resource management for IoT based Green and sustainable smart cities", *Journal of Cleaner Production*, (220), 1167-1179. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.188>, consultado el 11 de marzo de 2024.

Torres, M. (2023), "Centro histórico de Quito, una visión histórica de su urbanismo y arquitectura", *Eidos*, 16(22), 21-38. <https://doi.org/10.29019/eidos.v16i22.1165>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Vega, V. y Ruiz, R. (2017), "Sustainable development and decent housing as a point of social progress", *El Ágora USB*, 17(1), 245-254, consultado el 03 de marzo de 2024.

Vershitsky, A., Egorova, M., Platonova, S., Berezniak, I. y Zatsarinnyaya, E. (2021), "Municipal infrastructure management using smart city technologies", *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 16(1), 20-39. <https://doi.org/10.2307/26976573>, consultado el 11 de marzo de 2024.

Vu Khanh, Q., Nguyen, V-H., Minh, Q., Dang, A., Le Anh, N., y Chehri, A. (2023), "An efficient edge computing management mechanism for sustainable smart cities", *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, (38), 100867. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2023.100867>, consultado el 11 de marzo de 2024.

Wanderley, A. y Bonacin, R. (2019), "Designing mobile and IoT solutions for sustainable smart cities: Studies with electronic waste disposal". In N. Streitz & S. Konomi (eds.), *Lecture Notes in Computer Science*, (11587), 212-226. https://doi.org/10.1007/978-3-030-21935-2_17, consultado el 03 de marzo de 2024.

Xia, H., Liu, Z., Efremochkina, M., Liu, X. y Lin, Ch. (2022), "Study on city digital twin technologies for sustainable smart city design: A review and bibliometric analysis of geographic information system and building information modeling integration", *Sustainable Cities and Society*, (84), 104009. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104009>, consultado el 03 de marzo de 2024.

Zaidi, A., Ajibade, S., Musa, M., y Bekun, F. (2023), "New Insights into the research landscape on the application of artificial Intelligence in sustainable smart cities: A bibliometric mapping and network analysis Approach", *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(4), 287-299. <https://doi.org/10.32479/ijeep.14683>, consultado el 11 de marzo de 2024.

Zupic, I., y Cater, T. (2015), "Bibliometric methods in management and organization: A review", *Academy of Management Proceedings*, (18), 429-472. <https://doi.org/10.5465/ambpp.2013.13426abstract>, consultado el 27 de febrero de 2024.