

Estado de la investigación sobre la patología de la construcción: un análisis bibliométrico

Status of research on building pathology: a bibliometric analysis

David Porras-Alfaro¹, Kenia García-Baltodano²,
Dawa Méndez-Álvarez³

Porras-Alfaro, D; García-Baltodano, K; Méndez-Álvarez, D. Estado de la investigación sobre la patología de la construcción: un análisis bibliométrico. *Tecnología en Marcha*. Edición especial. Escuela de Arquitectura y Urbanismo, Diciembre 2020. Pág 49-60.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v33i8.5507>



- 1 Escuela de Arquitectura y Urbanismo. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: dporras@tec.ac.cr.
 <https://orcid.org/0000-0002-8917-1652>
- 2 Escuela de Arquitectura y Urbanismo. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: kgarcia@tec.ac.cr.
 <https://orcid.org/0000-0002-2507-8627>
- 3 Escuela de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: damendez@tec.ac.cr.
 <https://orcid.org/0000-0002-7586-5485>

Palabras clave

Lesiones en edificaciones; arquitectura; bibliometría; patología de la edificación; técnicas no invasivas.

Resumen

Este artículo aporta conocimiento al estado de la investigación de la patología de la construcción, tema poco desarrollado en Costa Rica, pero con potencial de generar investigación aplicada y contextualizada a las particularidades del país. Metodológicamente, el artículo se basó en un estudio bibliométrico realizado a partir de la base de datos de Scopus y analizada a través del programa Bibliometrix.

Como principales resultados del estudio se obtuvieron 268 registros de publicaciones asociadas a los términos de búsqueda “*building pathology*”, “*construction pathology*” y “patología de la construcción”, abarcando un período de 1983 al 2020 y siendo las revistas, la fuente de mayor recurrencia en cuanto a publicaciones se refiere. A partir del análisis de las palabras clave se determinaron temáticas asociadas tales como: edificaciones, concreto, paredes, preservación histórica, construcción, técnicas no destructivas, entre otras. Entre los autores con mayor cantidad de publicaciones destaca Jorge De Brito, con el mayor índice H. En cuanto a la procedencia de la producción científica resalta España con un total de 147 contribuciones, siendo además, el país que presenta la mayor cantidad de colaboraciones internacionales.

Se concluye que la mayor producción científica sobre patología de la construcción se ha centrado en la última década, en idioma inglés, siendo España el país con mayor aportación. Se logra evidenciar el vínculo de la patología de la construcción con áreas como la restauración patrimonial, las técnicas no invasivas y materiales de construcción, principalmente concreto.

Keywords

Building damages; architecture; bibliometrix; building pathology; non-invasive techniques.

Abstract

This article contributes to the state of research in construction pathology, a topic little developed in Costa Rica, but with the potential to generate applied and contextualized research to the particularities in the country. Methodologically, the article was based on a bibliometric study carried out from the Scopus database and analyzed through the Bibliometrix program.

The main results of the study were 268 records of publications associated to the search terms “*building pathology*”, “*construction pathology*” and “patología de la construcción”, covering a period from 1983 to 2020 and the journals were the source of greatest recurrence in terms of publications. From the analysis of the keywords, associated themes were determined such as: buildings, concrete, walls, historical preservation, construction, non-destructive techniques, among others. Jorge De Brito stands out among the authors with the greatest number of publications, with the highest H index. With regard to the origin of scientific production, Spain stands out with a total of 147 contributions, and is also the country with the greatest number of international collaborations.

It is concluded that the greatest scientific production on construction pathology has been focused on the last decade, produced in English, and Spain being the country with the greatest contribution. The link between construction pathology and areas such as heritage restoration, non-invasive techniques and construction materials, mainly concrete, is evident.

Introducción

Las edificaciones son propensas a sufrir daños y alteraciones que con el paso del tiempo pueden afectar su funcionamiento, estética e incluso poner en riesgo su estabilidad estructural comprometiendo la salud y la vida de los usuarios. De ahí la importancia del estudio de las lesiones sufridas por los edificios para poder plantear tratamientos oportunos.

La patología de la construcción es la ciencia dedicada al estudio de los problemas o enfermedades de las edificaciones que afectan su estado ideal de equilibrio o funcionamiento [1]. Puede considerarse como una rama de la tecnología de la construcción dedicada a estudiar sistemáticamente las disfuncionalidades de los edificios que surgen durante su vida útil como consecuencia de procesos degenerativos provocados por situaciones anormales [2].

Son diversos los factores y agentes que pueden causar lesiones en los inmuebles, algunos de ellos surgen de condiciones intrínsecas como la propia antigüedad del inmueble y otras, por su parte, responden a situaciones externas, como pueden ser los daños antrópicos. Asimismo, las lesiones pueden clasificarse según su origen, por ejemplo, se encuentran las de tipo mecánico, físico, químico y orgánico. Esta diversidad hace que la patología de la construcción requiera de una serie de conocimientos que van más allá de una sola profesión y que implica la necesidad de realizar trabajo interdisciplinario para atender los problemas que aquejan a un inmueble.

El concepto de la patología de la construcción, se origina como una analogía al contexto médico y a su práctica metódica [3], pues al igual que un paciente, las edificaciones requieren de estudios y análisis que permitan conocer en detalle las causas de las lesiones para que los especialistas puedan establecer los tratamientos necesarios y efectivos para cada enfermedad particular. Un estudio patológico riguroso de las edificaciones que permita establecer un diagnóstico oportuno, puede hacer la diferencia a la hora de intervenir un inmueble.

El desarrollo tecnológico actual ha permitido contar con un importante número de instrumentos para realizar diagnósticos más precisos y concluyentes de las lesiones en edificaciones. Por ejemplo, tecnologías como la termografía, el escaneo láser, la microscopía, el ultrasonido, entre otras, permiten estudiar los edificios generando impactos mínimos y obteniendo resultados que van más allá de lo perceptible a simple vista.

La patología de la construcción es un área interdisciplinar que se ha venido robusteciendo desde su aparición hace más de 35 años [4]. El amplio conocimiento que se ha desarrollado desde entonces ha permitido que se tomen decisiones racionales sobre las edificaciones; siempre orientadas por la fiabilidad y la producción efectiva, bajo una perspectiva profesional y objetiva [5].

Este artículo pretende exponer, a través de un análisis bibliométrico, el estado de la investigación sobre la patología de la construcción, con la finalidad de identificar los cambios en su conceptualización a través de los años, su vinculación temática con otras áreas de conocimiento, las tendencias en los temas tratados en las investigaciones, así como la ubicación del origen de las publicaciones. Esta aportación se enmarca en el desarrollo del proyecto de investigación de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Tecnológico de Costa Rica (TEC): “Implementación de técnicas no invasivas para el estudio patológico de edificaciones patrimoniales”, en el cual participan las escuelas de Arquitectura y Urbanismo e Ingeniería Forestal del TEC, en colaboración con el Museo Nacional de Costa Rica.

Dicha investigación de carácter multidisciplinar busca generar conocimiento y experiencia en el uso de este tipo de técnicas para profundizar en el estudio patológico de edificaciones patrimoniales costarricenses. Se plantea como caso de estudio el conjunto edificatorio del Museo Nacional de Costa Rica, el cual además de su relevancia patrimonial, constituye un laboratorio para la experimentación de técnicas no invasivas a partir de los materiales y sistemas constructivos de los siglos XIX y XX presentes en sus edificaciones.

El análisis bibliométrico desarrollado por este artículo responde al objetivo específico 2 del proyecto: “Definir las técnicas no invasivas según su pertinencia al objeto de estudio y al contexto nacional”. Dado el poco desarrollo del tema en Costa Rica, se hizo necesario establecer previo a la definición de las técnicas un estado de la investigación que abarque el concepto de patología de la construcción, como área de conocimiento en la que se enmarcan.

Metodología

La abundante información científica en los últimos años ha generado la necesidad de establecer nuevas formas de medición y seguimiento por parte de los investigadores. El análisis bibliométrico, hace uso de análisis estadísticos y métodos matemáticos para la obtención de indicadores confiables asociados a la calidad de la producción. Tras una búsqueda de información vinculada a la patología de la construcción, no se logró identificar publicaciones similares que utilicen el análisis bibliométrico; por ende, se emplearon ejemplos de su aplicación en otros ámbitos disciplinarios [6], [7], [8], [9] para conocer sobre el uso de la metodología.

Este artículo responde a la necesidad de contar con información precisa en cuanto al estado de la investigación sobre la patología de la construcción, de modo que permita la toma de decisiones para el abordaje del proyecto de investigación. De esta manera, es posible obtener información del número de documentos publicados por una institución o un país, un grupo de investigación o investigadores con mayor productividad científica, indagar los cambios en cuanto a la terminología científica empleada, así como las colaboraciones existentes entre países o regiones. Asimismo, el factor de impacto, complementa estos indicadores y evalúa los nuevos conocimientos y resultados de este campo de investigación.

Para el desarrollo de esta publicación se empleó un enfoque cuantitativo apoyado en el uso de la herramienta de código abierto Bibliometrix [10], empleando el lenguaje gráfico R [11], que incluyó consultas vinculadas a los principales tipos de estudios bibliométricos de análisis: descriptivos, relacionales y evaluativos. El descriptivo permitió analizar el nivel de producción en un campo, comparando entre instituciones o países en diferentes períodos. El relacional pretendió analizar la estructura cognitiva de los temas de investigación, la aparición de nuevos espacios o los patrones de coautoría nacional o internacional, y finalmente, el evaluativo valoró el impacto de las publicaciones académicas y comparó las contribuciones entre investigaciones [12].

El flujo de trabajo bibliométrico consta de cinco etapas: primero, el diseño del estudio que incluye la definición de la pregunta y el método bibliométrico a utilizar; el segundo, la recopilación de datos en la base seleccionada, en la cual se filtran los documentos y exportan los datos; el tercero, consiste en el análisis de los datos mediante un programa informático; el cuarto, la visualización de la información y finalmente, su interpretación y descripción como quinta etapa.

Para el análisis bibliométrico expuesto en este artículo, la etapa uno consistió en definir el objetivo y utilidad de la aplicación de esta herramienta para el estudio del concepto de la patología de la construcción dentro del contexto del proyecto de investigación. Como segunda etapa, se llevó a cabo un proceso sistemático y reproducible de búsqueda, clasificación y filtrado de términos para la obtención del conjunto de registros bibliográficos a través de la versión en línea de Scopus (<https://www.scopus.com/>).

El grupo de términos de búsqueda utilizados en títulos, resumen y palabras clave fueron: “patología de la construcción”, “*building pathology*” y “*construction pathology*”, generando un resultado total de 7553 registros, al 30 de abril de 2020. En inglés los términos “*building pathology*” y “*construction pathology*” se utilizan para referirse en general al mismo campo, aunque el primero presenta un mayor uso; en español se ha utilizado de forma generalizada el término “patología de la construcción”.

A la base de información obtenida se le aplicaron filtros, que fueron excluyendo registros conforme a “*subject area*”, “*document type*”, “*source title*”, “*language*”, “*publication stage*” y “*keyword*” para un total de 411 registros. Posteriormente, mediante una revisión manual en la que se suprimieron publicaciones que se encontraban fuera de contexto, se generó una base de datos final con un total de 268 registros, los cuales se descargaron en un archivo .bib para su utilización en la plataforma Biblioshiny.

La aplicación Bibliometrix, a través de su herramienta Biblioshiny [13], permite importar datos bibliográficos para completar el flujo de trabajo bibliométrico [14]. A partir de las opciones que brinda esta herramienta, en el cuadro 1, se muestran las secciones utilizadas, la unidad de análisis y su aplicación conforme al objetivo de la investigación. Los principales insumos obtenidos serán presentados y analizados en la sección de resultados.

Cuadro 1. Aspectos considerados para el análisis bibliométrico a través de Bibliometrix.

Sección de Biblioshiny	Unidad de análisis	Utilidad
“Filter”	Título y palabras clave	Determinar las relaciones entre conceptos e identificar su evolución.
“Dataset (Main information about the collection)”	Tipo de publicación	Identificar el tipo de publicación más recurrente.
“Dataset (Annual Scientific Production)”	Publicaciones por año	Identificar las variaciones en el número de publicaciones anuales y determinar los años de mayor producción científica.
“Sources (Most Relevant Sources and Source Impact)”	Tipo y nombre de las fuentes con mayor número de publicaciones, publicaciones por revista e índice H	Identificar cuáles son las fuentes de mayor difusión de la temática, así como su impacto a partir del índice H.
“Sources (Source Dynamics)”	Número de publicaciones por año en las fuentes de mayor difusión	Determinar la evolución del número de publicaciones en las fuentes de mayor difusión desde 1983 (primera publicación registrada en Scopus, según la base de datos del TEC).
“Authors (Most Relevant Authors)”	Nombres de los autores con mayor número de publicaciones y el número de publicaciones por autor	Determinar cuáles son los autores con mayor producción científica.
“Authors (Author’s Production over Time)”	Número de publicaciones por autor y año	Determinar el desarrollo de las publicaciones científicas por autor a lo largo del tiempo.
“Authors (Author Impact)”	Índice de impacto por autor	Identificar a los autores más destacados en el campo de la patología de la construcción.
“Countries (Country Scientific Production)”	Países con mayor número de publicaciones	Identificar los países en los cuales se está desarrollando más investigación y publicaciones.
“Documents (Word Cloud)”	Palabras clave	Identificar las palabras clave más utilizadas dentro de las publicaciones asociadas a los términos principales: “building pathology, construction pathology y patología de la construcción”.
“Conceptual Structure (Thematic Map)”	Palabras clave	Destacar los temas predominantes dentro de las palabras clave.
“Social Structure (Collaboration World Map)”	Frecuencia de colaboraciones entre investigadores de diferentes países	Identificar las colaboraciones a nivel internacional en el campo de investigación.

Resultados

Del total de registros encontrados en la base de datos de Scopus (7553), el término en español “patología AND construcción” presentó el menor volumen de registros con 0,04 %. El uso de la palabra patología tanto en inglés como en español en las búsquedas elevó los registros al incluir áreas relacionadas a la medicina humana; al excluir estos registros se obtuvo un total de 948 en su mayoría relacionados a patrimonio arquitectónico, materiales de construcción, edificaciones, técnicas no destructivas, entre otros.

Tomando en cuenta sólo fuentes como artículos científicos, libros, capítulos de libros y actas de congresos se obtuvieron 874 registros, según los títulos de estas fuentes se refinó la búsqueda a un total de 668 registros, excluyendo reportes del área de medicina humana. Considerando registros solo en inglés y español se obtuvo un total de 650, siendo el idioma inglés el más utilizado para publicar con 90 %. En el último aspecto empleado para refinar la búsqueda, se llegó a un total de 411 registros considerando palabras clave relacionadas al área de interés.

Finalmente, después de la revisión manual de cada artículo por título y resumen, se obtuvo un total de 268 registros, los cuales corresponden a la base de datos empleada en Biblioshiny. Como se observa en la figura 1, se obtuvieron publicaciones desde 1983 hasta el primer trimestre de 2020, con una mayor producción en los años 2016 y 2018 con 31 publicaciones en ambos años, reflejando una tasa de producción anual de 3,73 % para el uso de los tres términos de búsqueda. Además, se observó cómo a partir del año 2009 la contribución científica aumentó considerablemente con respecto a la temática.

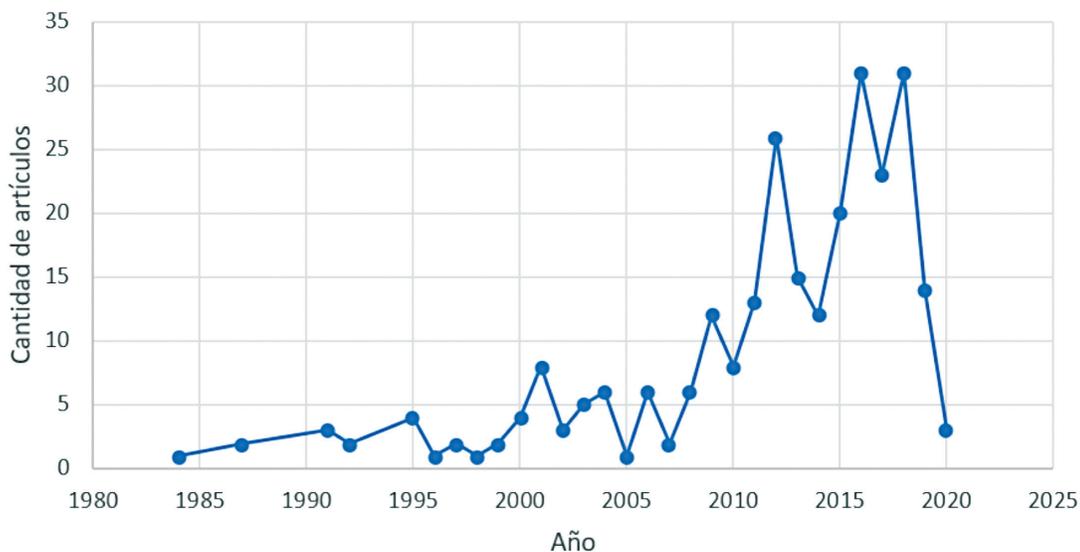


Figura 1. Producción científica anual en la base de datos Scopus para los términos de búsqueda: Pathology AND Construction, Building AND Pathology y Patología AND Construcción, de 1983 a 2020.

De 1983 a 2000 la producción fue aproximadamente de 1 a 2 artículos por año, siendo el año 1995 la excepción con 4 artículos (figura 1); el término “building” es el factor común en estos artículos [15], [16], [17], [18], [19]. A partir del año 2001 al 2008 la producción promedio fue 4,6 artículos por año, donde se empieza a consolidar el uso del término “building pathology”. Finalmente, después del año 2009 aparece el término “construction pathology”, principalmente por el estudio con técnicas no invasivas de los diferentes materiales de construcción en edificaciones patrimoniales [20], [21], [22].

Las primeras nueve fuentes de información han registrado un total de 115 publicaciones lo cual representa un 42,9 %; como se observa en el cuadro 2 de las nueve fuentes, siete de ellas son revistas, una es un congreso con indexación (Rehabend) y solo una es un libro (*Rilem Bookseries*); de estas revistas, dos son de acceso libre. Las revistas *Materiales de Construcción e Informes de la Construcción* y el Congreso Euro Americano Rehabend aceptan artículos y ponencias escritos en el idioma español. Por otro parte, las revistas *Construction and Building Materials* y *Materiales de Construcción* presentan los valores más altos con respecto a su índice H (cuadro 2).

Cuadro 2. Fuentes de mayor producción científica y su índice H en la base de datos Scopus para los términos de búsqueda: Pathology AND Construction, Building AND Pathology y Patología AND Construcción, de 1983 a 2020.

Fuente	Cantidad de artículos	Índice H
Rehabend	23	2
<i>Construction and Building Materials</i>	18	8
<i>Materiales de Construcción</i>	18	6
<i>Informes de la Construcción</i>	13	4
<i>Advanced Materials Research</i>	10	1
<i>International Journal of Architectural Heritage</i>	10	3
<i>Journal of Performance of Constructed Facilities</i>	9	5
<i>Structural Survey</i>	8	4
<i>Rilem Bookseries</i>	6	1

El enfoque de estas nueve fuentes hace referencia en su mayoría al análisis patológico mediante el uso de técnicas no invasivas, principalmente en los diferentes materiales de construcción para edificaciones tanto consideradas patrimonio como aquellas sin declaratoria. Como se observa en la figura 2 el aumento de publicaciones a partir del año 2009 y los congresos con indexación en Scopus más recientes como Rehabend desde el 2014, se han presentado conforme se ha ido desarrollando y aplicando estas técnicas no invasivas en edificaciones [23], [24], [25].

El análisis bibliométrico de las palabras clave plus, abarca las palabras clave dadas por los autores y las palabras que más se usan en los títulos y resúmenes. Como se observa en la figura 3 las palabras “pathology”, “buildings”, “concretes”, “historic preservation”, “building materials”, predominan por su empleo con mayor frecuencia. Además, se observa la presencia de palabras que están relacionadas entre sí como detección de daños, defectos, inspección, degradación, diagnosis, análisis de fallas, las cuales hacen referencia a métodos para determinar lesiones en las edificaciones. A pesar de que no se mencione la palabra patrimonio tal cual, la integración de otras palabras como reparación, restauración, preservación histórica hacen referencia a edificios patrimoniales.

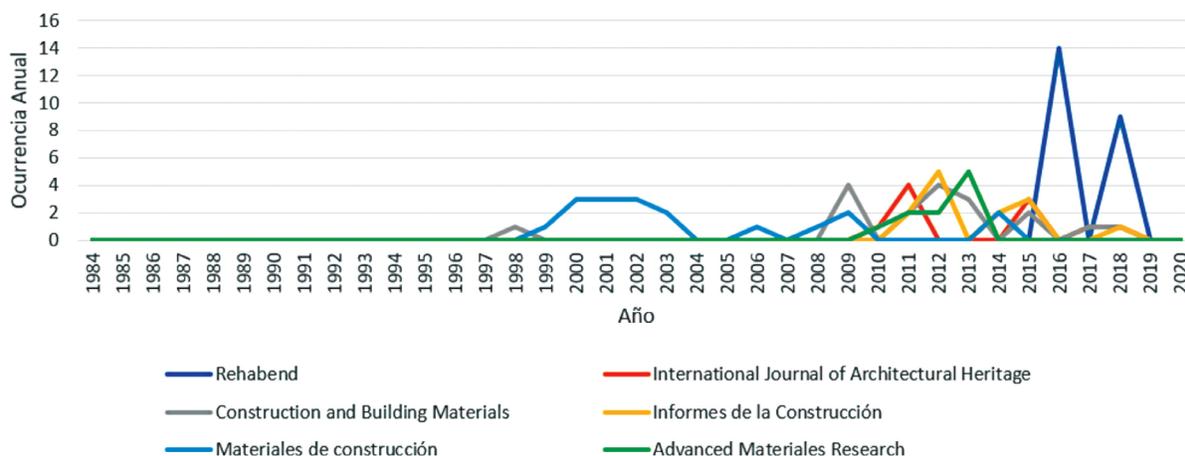


Figura 2. Dinámica anual de las fuentes de mayor producción científica en la base de datos Scopus para los términos de búsqueda: Pathology AND Construction, Building AND Pathology y Patología AND Construcción, de 1983 a 2020.



Figura 3. Palabras clave plus consideradas por la herramienta Bibliometrics de R en la base de datos de Scopus para los términos de búsqueda: Pathology AND Construction, Building AND Pathology y Patología AND Construcción, de 1983 a 2020.

El análisis de la frecuencia en el uso de términos en palabras clave permitió obtener resultados a partir de ocurrencias superiores a cuatro; como se muestra en el mapa temático de la figura 4, se observa en el cuadrante superior izquierdo temas altamente desarrollados, aunque aislados, como: sistemas constructivos, cementos, deterioro y trópico. En el cuadrante superior derecho se ubican temas del motor central como la preservación histórica, técnicas constructivas, fachadas, elementos estructurales, patología estructural y pruebas de concreto. En el cuadrante inferior izquierdo, se muestran temáticas que recién comienzan a ser tendencia, como la humedad, análisis multiespectrales, materiales de construcción, equipamiento de construcción,

morteros, meteorología y ladrillo de cal. Por último, el cuadrante inferior derecho, muestra los temas básicos y transversales asociados a los términos de búsqueda empleados, por ejemplo: paredes, materiales de mampostería, restauración, techos, mampostería, construcción de mampostería, análisis de fallas, piedra, patrimonio cultural, edificaciones, patología de la construcción, problemas meteorológicos, construcción, defectos, mantenimiento, industria de la construcción, diseño arquitectónico, método constructivo, degradación, grietas, durabilidad, concreto reforzado, vigas de hormigón y viguetas, corrosión, construcción de concreto, concreto, edificios de concreto, análisis estructural, análisis no destructivos, detección de daños, pruebas no destructivas, patología, diagnóstico, madera, inspección, arquitectura, edificios religiosos, reparaciones, ingeniería civil, cubierta, diseño estructural, entre otros.

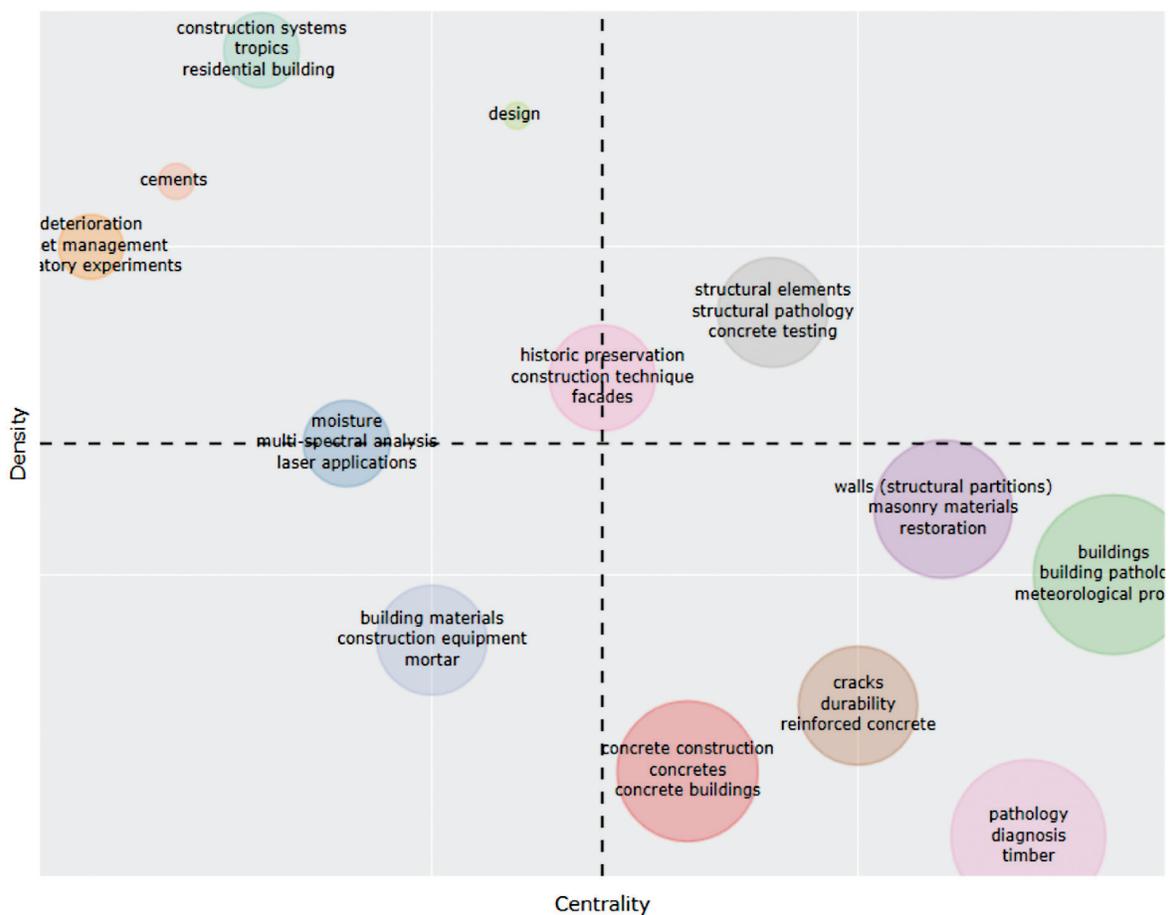


Figura 4. Mapa temático según análisis bibliométrico para la base de datos de Scopus con los términos de búsqueda: Pathology AND Construction, Building AND Pathology y Patología AND Construcción, de 1983 a 2020.

En cuanto al análisis por autores, los 10 autores con mayor cantidad de publicaciones representan un 23 % del total de registros analizados, siendo Jorge De Brito, un investigador de la Universidad de Lisboa, el autor con mayor índice H (7) y número de artículos publicados (12). En la figura 5, se observa cómo de estos 10 autores, María de los Ángeles Mas Tomas, investigadora de la Universidad Politécnica de Valencia, ha publicado desde 1991. La mayor cantidad de publicaciones se reflejan en los años 2012 y 2014, según el tamaño de los círculos; así mismo, los años donde sus artículos han sido de mayor citación se observan por la intensidad del color azul en los círculos.

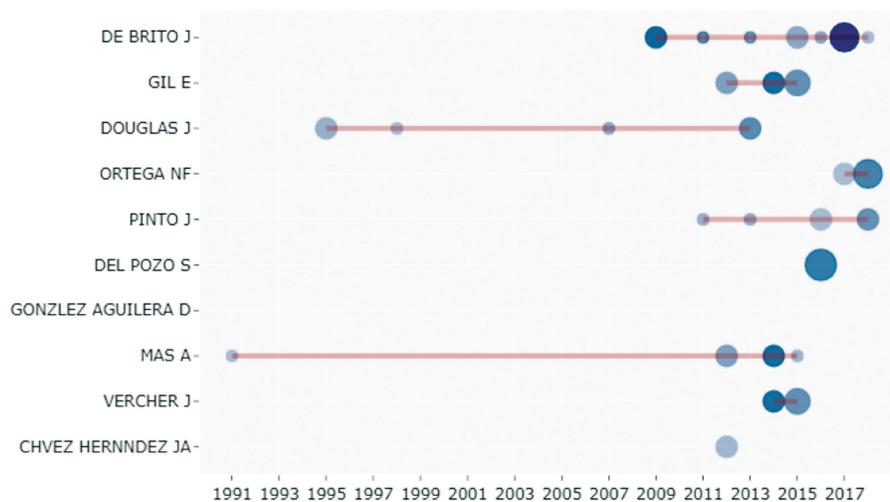


Figura 5. Producción por año según los 10 autores más relevantes en la base de datos Scopus para los términos de búsqueda: Pathology AND Construction, Building AND Pathology y Patología AND Construcción, de 1983 a 2020.

Asimismo, en la figura 5 se observa cómo seis de esos autores comenzaron a publicar sus trabajos relacionados a los tres términos de búsqueda a partir del año 2009 y han presentado una gran cantidad de citas, según la intensidad del color azul en los círculos. Al obtener la producción científica por país, en la figura 6 se observa cómo España es el país con mayor cantidad de contribuciones (147), seguido de Portugal con 87, Brasil con 33, Reino Unido con 31 y Argentina con 28; siendo los países con un tono de azul más intenso.

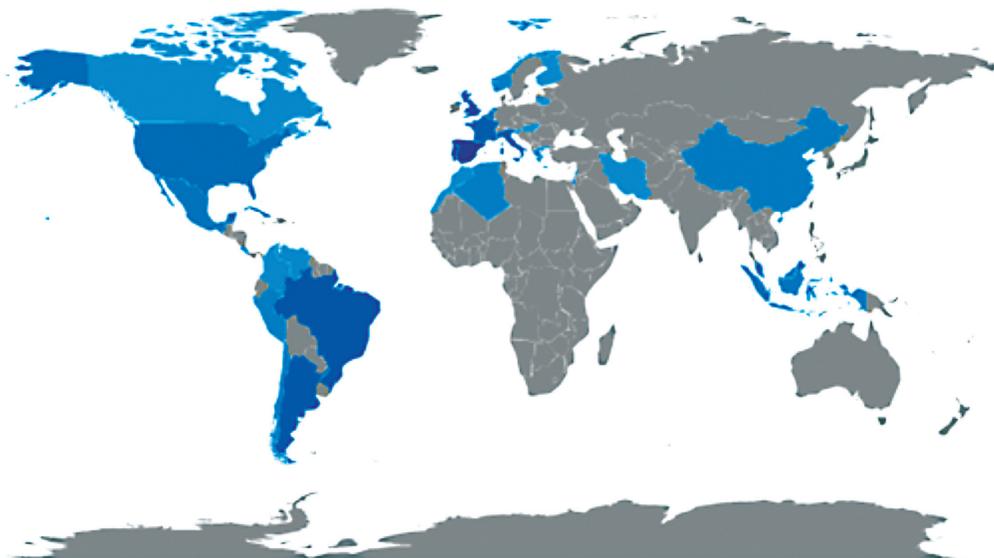


Figura 6. Producción científica por país según la base de datos de Scopus para los términos de búsqueda: Pathology AND Construction, Building AND Pathology y Patología AND Construcción, de 1983 a 2020.

También se observan tonos de color azul en los países de México (5) y Costa Rica (1) [26]. Además, según el análisis bibliométrico, España es el país que más trabajos ha realizado en conjunto con otros países como Brasil, Portugal y Cuba.

Conclusiones

El flujo de trabajo bibliométrico desarrollado para este artículo permitió incorporar una herramienta novedosa y de gran utilidad para la investigación en que se enmarca. La posibilidad de generar procesos de análisis de manera más eficiente y eficaz a través del programa Bibliometrix acelera y racionaliza actividades propias del trabajo investigativo.

Como principales conclusiones del análisis bibliométrico realizado puede extraerse lo siguiente:

Si bien la patología de la construcción es un campo que existe hace casi 40 años, es en la última década donde se ha llevado a cabo un mayor esfuerzo de investigación y publicación.

A partir de la revisión manual de los artículos y los datos mostrados en el mapa temático se puede establecer que existe un vínculo fuerte entre la patología de la construcción y la restauración e inmuebles patrimoniales, de ahí que buena parte de la producción científica esté relacionada a estudio de casos sobre intervenciones en patrimonio edificado.

Se determinó la relación del término “building construction” con las técnicas no invasivas por medio de la aparición de ambos conceptos y su desarrollo posterior.

Se identificó la relación entre la patología de la construcción y el comportamiento de algunos materiales, en específico el concreto y la mampostería, los cuales son temas recurrentes en las publicaciones científicas identificadas.

El estudio de la patología de la construcción a lo largo de los años en que se cuenta con producción científica se ha centralizado en la Península Ibérica, principalmente España, siendo la gran mayoría de las aportaciones publicadas en idioma inglés.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del TEC por el apoyo brindado para la realización del proyecto de investigación: ‘Implementación de técnicas no invasivas para el estudio patológico en edificaciones patrimoniales’, en el cual se enmarca este artículo.

Referencias

- [1] E. Zanni. Patología de la construcción y restauro de obras de arquitectura. Editorial Brujas, 2008, pp. 295.
- [2] F. Lasheras. “Algunos conceptos básicos en patología de la edificación = Some Basic Concepts in Building Pathology”, *Revista electrónica ReCoPar*, no 1, pp. 18-26, 2014.
- [3] A. Thomsen. Housing pathology, a new domain or a new name?. ENHR 2013 Conference, Tarragona. 2013.
- [4] D. S. Watt, Building pathology: Principles and practice, John Wiley & Sons, 2009, pp. 297.
- [5] G. Molnárka, “The methodology in visual examination in building pathology”, *HEJ*, pp. 8, Jan, 2001.
- [6] J. I. Rojas-Sola & I. Aguilera-García, “Global bibliometric analysis of Building Information Modeling through the Web of Science Core Collection (2003-2017)”, *Informes de la Construcción*, vol. 72, no. 557, pp. 10-3989, 2020.
- [7] B. B. Zhou, J. Wu, & J.M. Anderies, “Sustainable landscapes and landscape sustainability: A tale of two concepts”, *Landscape and urban planning*, vol. 189, pp. 274-284, Sept, 2019.
- [8] X. Su, X. Li, & Y. Kang, “A bibliometric analysis of research on intangible cultural heritage using CiteSpace”, *SAGE Open*, vol. 9, no. 2, Apr, 2019.
- [9] V. Della Corte, G. Del Gaudio, F. Sepe, & F. Sciarelli, “Sustainable Tourism in the Open Innovation Realm: A Bibliometric Analysis”, *Sustainability*, vol. 11, no. 21, pp. 6114, Nov, 2019.



- [10] M. Aria, & C. Cuccurullo, "Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis", *Journal of Informetrics*, vol. 11, no. 4, pp. 959-975, Nov, 2017.
- [11] R Core Team, *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org>, 2016.
- [12] M. Thelwall, "Bibliometrics to webometrics", *Journal of Information Science*, vol. 34, no. 4, pp. 605-621, Jun, 2008. doi: 10.1177/0165551507087238.
- [13] M. Aria, & C. Cuccurullo, *Biblioshiny. The shiny interface for bibliometrix*. Bibliometrix R Package. <https://www.bibliometrix.org/Biblioshiny.html>, 2020.
- [14] I. Zupic, & T. Šater, "Bibliometric methods in management and organization", *Organizational Research Methods*, vol. 18, no. 3, pp. 429-472, Dec, 2015.
- [15] R. Becker, "Quality of performance in-use of building systems", *Building and Environment*, vol. 19, no. 3, pp. 151-155, 1984.
- [16] UK. Cambridge, "Building Pathology", *Building Research & Information*, vol. 20, no. 3, pp. 143-149, 1992.
- [17] J. Douglas, & J. Singh, "Investigating dry rot in buildings", *Building Research & Information*, vol. 23, no. 6, pp. 345-352, 1995.
- [18] J. Singh, & N. White, "Timber Decay in Buildings: Pathology and Control", *Journal of Performance of Constructed Facilities*, vol. 11, no. 1, pp. 3-12, Feb, 1997.
- [19] M. Shelbourn, G. Aouad, M. Hoxley and E. Stokes, "Learning building pathology using computers – a prototype application", *Structural Survey*, Vol. 18 No. 2, pp. 111-119, May, 2000.
- [20] G.D. Ercolani, N.F. Ortega, C. Priano & L. Señas, "Briefing: Non-destructive evaluation and contrasts of concrete overheated and abruptly cooled", *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Structures and Buildings*, vol. 171, no. 6, pp. 427-433, Jun, 2018.
- [21] I. Flores-Colen, J. de Brito, Renders. In: Gonçalves M., Margarido F. (eds) *Materials for Construction and Civil Engineering*. Springer, Cham, 2015.
- [22] L. Ortega, B. Serrano-Lanzarote, J. M. Fran-Bretones, "Identificación de procesos patológicos más frecuentes en fachadas y cubiertas en España a partir del método Delphi", *Informes de la Construcción*, vol. 67, no. 537, Nov, 2015.
- [23] E. Bauer, P.M. Milhomen & L.A.G. Aidar, "Evaluating the damage degree of cracking in facades using infrared thermography", *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, vol. 8, no. 3, pp. 517-528, 2018.
- [24] R. Napolitano, Z. Liu, C. Sun & B. Glisic, "Combination of image-based documentation and augmented reality for structural health monitoring and building pathology", *Frontiers in Built Environment*, vol. 5, no. 50, Apr, 2019.
- [25] C. Lerma, Á. Mas, J. Vercher & M.J. Peñalver, "Pathology of building materials in historic buildings. Relationship between laboratory testing and infrared thermography", *Materiales de Construcción*, vol. 64, no. 313, Jan - Mar, 2014.
- [26] B. Gonzalez-Rodrigo, R. Tendero-Caballero, M. García-De Viedma, J. Pestana-Puerta, A. Carrio-Fernández, J. Sánchez-López, R. Suárez-Fernández, P. Campoy-Cervera, J. Bonatti-González, J. Rejas-Ayuga, R. Martínez-Marín y M. Marchamalo-Sacristán. "Thermal monitoring of facades by UAV: application for building rehabilitation", *DYNA*, vol. 91, no. 5, pp. 571-577, Set, 2016.