

**(09-009) - BIM METHODOLOGY IN SPAIN AND FUTURE PROSPECTS .WORLD
BIBLIOMETRIC ANALYSIS ON THE WEB OF SCIENCE (2003-2023)
.PIMED34_202123**

Hermoso-Orzáez, Manuel Jesus ¹; Fuentes Poveda, Rafael ²; Montiel Santiago,
Francisco Javier ²; Carazo Alvarez, Daniel ²; Terrados Cepeda, Julio ²

¹ University of Jaén. Departamento Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos, ²
Universidad de Jaén

The goal of this paper is twofold. On the one hand, a bibliometric review study is carried out to indicate the current situation of the global BIM (Building Information Modeling) methodology and the position of Spain from the point of view of scientific research. And on the other hand, it aims to show the current level of national implementation of this methodology based on the projects developed in Spain in Civil Works and Building in recent years according to information from the BIM Observatory of the Government of Spain. The bibliometric analysis is supported by data from the Web of Science (WOS) on articles published in JCR indexed journals in the period (2003-2023). The results can be very useful both to researchers when selecting the journals and publishers with the greatest scientific impact and to professionals to have an updated vision of the practical implementation of the BIM methodology in projects in Spain. This work is part of the teaching innovation project funded by the University of Jaén, PIMED34_202123, Project-based Education (EBP/PBL) Project Based Learning applied to Industrial Projects with BIM (Building Information Modeling) Methodology within the Master of Industrial Engineering UJAEN

Keywords: BIM methodology; Web of Science; Observatory-BIM; bibliometric analysis; tenders;

**METODOLOGÍA BIM EN ESPAÑA Y PERSPECTIVAS DE FUTURO. ANÁLISIS
BIBLIOMÉTRICO MUNDIAL EN LA WEB OF SCIENCE (2003-2023)
.PIMED34_202123**

El objetivo de este trabajo es doble. Por un lado se realiza un estudio de revisión bibliográfica que nos indique la situación actual de la metodología BIM (Building Information Modeling) mundial y la posición de España desde el punto de vista de la investigación científica. Y por otro lado, pretende mostrar el nivel actual de la implantación nacional de esta metodología a partir de los proyectos desarrollados en España en Obra Civil y Edificación en los últimos años conforme a la información del Observatorio BIM del Gobierno de España. El análisis bibliométrico se apoya en datos de la Web of Science (WOS) sobre artículos publicados en revistas indexadas JCR en el periodo (2003-2023). Los resultados pueden ser de gran utilidad tanto a los investigadores a la hora de seleccionar las revistas y editoriales de mayor impacto científico y al profesional para tener una visión actualizada de la implantación práctica en proyectos de la metodología BIM en España. Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de innovación docente financiado por la universidad de Jaén, PIMED34_202123, Educación basada en proyectos (EBP/PBL) Project Based Learning aplicada a Proyectos Industriales con Metodología BIM (Building Information Modeling) dentro del Master de Ingeniería Industrial UJAEN

Palabras clave: Metodología BIM; Web of Science; Observatorio-BIM; Análisis bibliométrico; licitaciones;



©2024 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Correspondencia: Manuel J. Hermoso Orzáez 610389020 cccmhorzaez@ujaen.es

Agradecimientos: Este trabajo esta financiado dentro del Proyecto de Innovacion Docente PIMED34_202123 Educación basada en proyectos (EBP/PBL) Project Based Learning aplicada a Proyectos Industriales con Metodología BIM (Building Information Modeling) dentro del Master de Ingeniería Industrial UJAEN. Con fecha 24 de mayo de 2022 se ha anunciado en el boletín UJA-INFORMA la Resolución Final de proyectos CONCEDIDOS correspondientes a la convocatoria de 24 de noviembre de 2021 del Plan de Innovación y Mejora Docente 2019-2023 (PIMED-UJA 2019).



©2024 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

La metodología BIM (Building Information Modeling) es definida como el uso de una representación digital compartida de un activo construido para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación del activo y proporcionar una base confiable para la toma de decisiones (Charehzehi,2017). La metodología BIM puede definirse también como una forma de trabajo en el sector de la construcción, que se basa en la colaboración de distintos actores, centrado en la gestión del activo (Zhenzhong, Jianping, and Ziyi, 2008), en torno a modelos digitales que son representaciones 3D de las construcciones (Tang, 2019). Con el avance de la digitalización, todos los sectores productivos han ido introduciendo en sus distintos sectores el mundo digital para mejorar sus procesos de trabajo (Montiel-Santiago, Hermoso-Orzáez, and Terrados-Cepeda, 2020). En el caso del sector de la construcción no iba a ser menos, y es aquí donde interviene la metodología BIM (Fan et al,2019). Esta metodología es un intento por reducir los tiempos de construcción, eliminar costes siendo más eficientes y potenciar la calidad de los productos finales (Deng,2019). El proceso de implantación de BIM en el mundo de la construcción está siendo imparabile y cada vez son más las empresas que fomentan su uso (Valinejadshoubi, Moselhi, and Bagchi, 2021). Además, las administraciones públicas, ante el impacto más que positivo que la metodología BIM supone para cualquier construcción, han realizado un esfuerzo importante para ir introduciendo también en los contratos públicos esta metodología. Prueba de ello, son las normativas aprobadas por la Unión Europeo en el año 2014 (Directiva 2014/23/UE, 2023), en la que se habla por primera vez del BIM como una metodología importante a implementar en los contratos públicos y en la que se invita a los Estados miembros, a introducir en sus respectivos marcos jurídicos. Así, en España se llevó a cabo una primera iniciativa por parte del Ministerio de Fomento en el año 2015 con la creación del portal BIM.es con el objetivo de extender el conocimiento de la metodología BIM en el sector público fomentando licitaciones públicas que introdujeran el BIM en sus contratos y con la idea de recabar información acerca de la situación del BIM en España. En el año 2017, la Ley de Contratos Públicos (LCSP, 2017), introduce por primera vez en España la necesidad de implementar el BIM para la mejora de las licitaciones públicas y se crea un departamento que engloba a distintos ministerios, la Comisión Interministerial BIM, con la función de analizar la evolución y el impacto de la metodología BIM en el sector público y fomentar su aplicación en futuras licitaciones. (Figura 1)

Figura 1: Implementación de BIM en el Sector Público



Esta comisión publica trimestralmente una serie de informes (EU BIM Task Group., 2018) que indican la situación de BIM en España y además pone a disposición del público, información relevante de datos tanto cualitativos como cuantitativos de los contratos públicos que aplican BIM. Lo más reciente ha sido la publicación de un Plan BIM por parte del Gobierno de España en julio de este año 2023 en el que se aborda la necesidad de introducir de forma gradual la metodología BIM en los contratos constructivos de la

administración pública. Con tal fin, propone una serie de objetivos a cumplir y un calendario de implantación gradual de BIM en los contratos públicos. (BOE. Orden PCM/818/2023, 2023)

2. Objetivos.

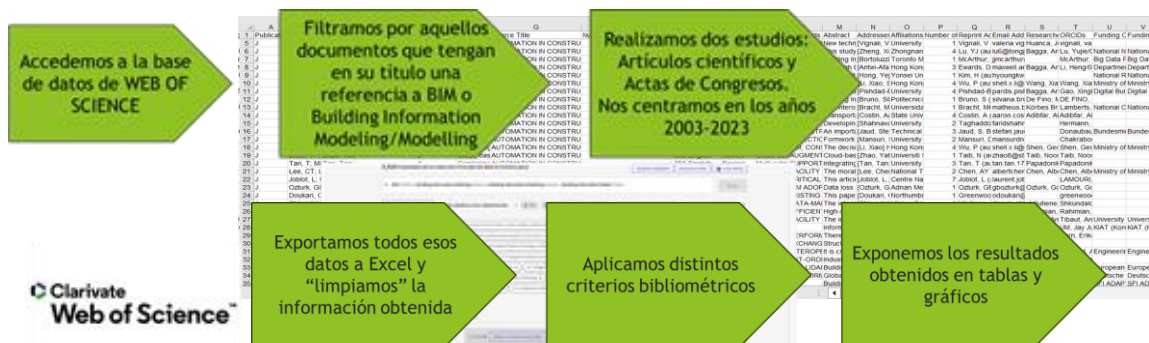
El principal objetivo de este trabajo será el de analizar cuál es la situación actual de BIM a nivel internacional estudiando la evolución de las publicaciones científicas y de las actas de congresos a la que tenemos acceso gracias a la base de datos de Web of Science (WOS). En un segundo objetivo, se analizará la situación particular de España respecto del resto de países en cuanto a artículos publicados y congresos realizados. Posteriormente, se estudiará si esa situación de las publicaciones científicas tiene su reflejo y su implementación práctica como proyectos BIM que nos ofrece el Observatorio BIM de la Comisión Interministerial BIM. Conoceremos tanto la situación de las licitaciones públicas que contienen la metodología BIM como el total de inversiones que estas representan, el crecimiento existente en los últimos años (Observatorio de Licitaciones BIM.2023). Respecto a las perspectivas de futuro que tendrá BIM en España, se ha tenido en cuenta el nuevo Plan BIM aprobado por el Gobierno de España en julio de 2023 (Orden PCM/818/2023, 2023)

3. Metodología

El estudio se va a realizar en dos sentidos. Por un lado, se pretende realizar un análisis bibliométrico de la situación de BIM en los últimos años, entre el año 2017 y el 2023, para conocer la situación a nivel global de las publicaciones científicas sobre BIM (tanto en artículos científicos como en actas de conferencias) y posteriormente, conocer la situación de España y su posición a nivel mundial. En un segundo apartado, se pretenderá hacer un análisis pormenorizado de la implantación de proyectos licitados BIM en España. Para ello, se empleará la base de datos del Observatorio BIM perteneciente al Gobierno de España, que contiene información de este aspecto. (Ministerio de Fomento, 2022)

La base fundamental que nos ha servido para realizar esta parte de nuestro análisis ha sido un trabajo previo llevado a cabo por el profesor J.I. Rojas Sola (Rojas-Sola and Aguilera-García, 2020) de la Universidad de Jaén, que realiza un estudio bibliométrico de los artículos científicos que tratan el tema de BIM en la base de Web of Science desde el año 2003 al 2017. Para conocer más en profundidad distintos aspectos de la bibliometría se han consultado otros estudios bibliométricos que nos permitieran establecer un amplio abanico de variables de estudio. En tal sentido, se han usado como base otros artículos sobre estudios bibliométricos (Ellegaard and J. A. Wallin, 2015) (Kalvapudi et al, 2022) (Zhou and Azar, ,2019). Estos nos han permitido un mayor alcance en cuanto a la bibliometría se refiere. (Patiño Cuervo et al, 2022) (Fuentealba, Flores-Fernández, and Carrasco, 2022) (Kalvapudi et al, 2022) (Figura 2)

Figura 2: Proceso de análisis bibliométrico



Posteriormente, y tras un exhaustivo análisis de esta nueva base de datos para comprobar que no existiera ningún documento ajeno al tema que trata este estudio, se ha consolidado una base de datos final que es la que se ha empleado en este trabajo. A esta base de datos se le han aplicado distintas variables de estudio bibliométricas (nº de autores, título, acceso, Impacto (Journal Impact Factor-JIF) (Journal Citation Indicator-JCI), cuartil Q, número de citas, citas normalizadas, índice h, idioma, financiación, país, universidad o centro de investigación, etc...) para poder clasificar las publicaciones científicas BIM, tanto a nivel internacional, como para el caso de España en particular.

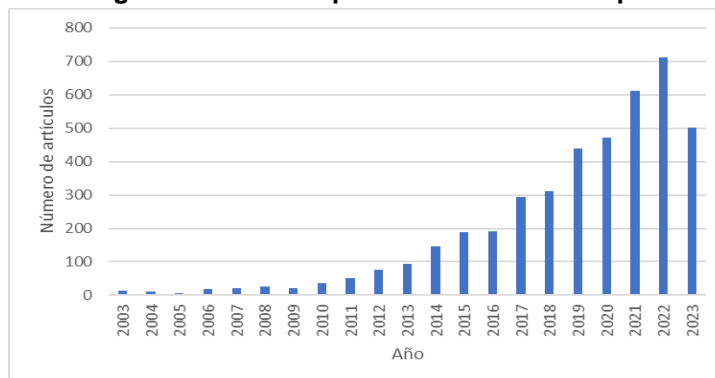
Respecto a la implementación de BIM en la contratación pública de España se han analizado los datos ofrecidos por el Observatorio BIM perteneciente a la Comisión Interministerial BIM. (Observatorio de Licitaciones BIM.2023). Realizando un análisis del nº de proyectos licitados por las Administraciones públicas a nivel nacional, regional y autonómico, coste de inversiones, diferenciando proyectos licitados en edificación e Infraestructuras, por regiones, entre los años 2017 a 2023 en España.

4. Resultados y discusión.

4.1. Artículos científicos en la base de WEB OF SCIENCE

Se muestra a continuación, la evolución año a año de estas publicaciones donde puede apreciarse el crecimiento exponencial que ha existido. En 2023 todavía no ha superado al año anterior porque los datos de este estudio están tomados en la mitad del año, lo que implica que no se tendrán los datos completos del 2023 hasta la finalización de este. Pero la tendencia es clara y este año se superará al 2022 en cuanto a publicaciones científicas se refiere. Figura 3

Figura 3: Artículos publicados sobre BIM por año



Podemos observar que el crecimiento también ha sido exponencial y que la tendencia es que así siga siendo en los próximos años. El hecho de que más del 60 % artículos estén en abierto es importante que suceda porque los artículos públicos son los que permiten que haya una mayor iteración entre trabajos y que los distintos investigadores cuenten con una extensa red de información para ampliar y mejorar sus estudios y publicaciones

4.2. Artículos científicos por países

Analizando la situación respecto a los países que más publicaciones han realizado desde el año 2017 hasta el 2023. En la Tabla 1 sólo se muestran, por no tener un exceso de datos innecesarios, los treinta primeros países con más artículos. En dicha tabla, de cada país, se mostrarán los siguientes datos:

- Número de artículos: se constata la cantidad de artículos que ha sido publicada por cada país.
- Media de citas: se refiere a la cantidad de veces que un artículo ha sido citado por otros artículos.
- Media de referencias: son las referencias que se citan en un artículo y que hacen alusión a otros artículos o documentos.
- Media de autores: se muestra la media de personas que han participado en la realización de los artículos de cada país.
- Índice h: es una variable muy empleada en los análisis bibliométricos que se basa en ordenar todos los artículos de un país desde el más citado al menos citado. El índice h es el número en el que se iguala el punto de posición de un artículo con las menciones que tiene en otros artículos.
- Estudios internacionales: se analiza cuantos de los artículos son internacionales, es decir, están desarrollados por autores de distintas naciones. También se calcula el porcentaje que suponen estos artículos respecto del total del país.
- Estudios nacionales: se trata de aquellos artículos que han sido elaborados exclusivamente por miembros de un mismo país. Se ofrece también el tanto por ciento que representan respecto del total.

Tabla 1: Relación de los treinta países con más artículos sobre BIM (elaboración propia)

Países	Número de artículos	Media de citas	Media de referencias	Media de autores	Índice h	Estudios Internacionales	% EI	Estudios Nacionales	% EN
China	957	16,37	51,37	4,14	61	338	35,32%	619	64,68%
Inglaterra	370	23,3	67,78	3,88	51	233	62,97%	137	37,03%
Estados Unidos	355	22,01	55,19	3,94	48	195	54,93%	160	45,07%
Australia	301	24,58	75,32	4,47	45	227	75,42%	74	24,58%
Corea del Sur	187	16,65	44,94	3,52	31	53	28,34%	134	71,66%
Italia	183	12,59	48,72	4,08	27	53	28,96%	130	71,04%
España	159	14,59	56,87	4,16	25	64	40,25%	95	59,75%
Malasia	157	12,41	70,75	4,23	22	89	56,69%	68	43,31%
Alemania	153	10,87	38,69	3,59	23	54	35,29%	99	64,71%
Canadá	142	21,33	56,16	3,87	31	67	47,18%	75	52,82%
Irán	117	13,56	68,95	3,82	25	61	52,14%	56	47,86%
Singapur	85	27,61	57,01	4,24	29	67	78,82%	18	21,18%
Portugal	74	20,28	64,84	4,28	23	25	33,78%	49	66,22%
Taiwan	73	17,92	45,26	3,3	22	25	34,25%	48	65,75%
Brasil	69	17,97	53,58	3,88	21	27	39,13%	42	60,87%
Egipto	65	12,77	49,12	3,39	17	23	35,38%	42	64,62%
Arabia Saudí	56	13,21	62,54	4,48	15	43	76,79%	13	23,21%
Turquía	54	16,02	66,32	2,83	15	16	29,63%	38	70,37%
Pakistán	46	15,7	58,02	5,13	17	32	69,57%	14	30,43%
India	44	10,52	54,21	3,3	12	21	47,73%	23	52,27%
Nueva Zelanda	44	22,48	81,84	4,98	17	28	63,64%	16	36,36%
Sudáfrica	44	16,73	78,41	4,11	17	37	84,09%	7	15,91%
Polonia	43	9,05	49,95	3,61	14	22	51,16%	21	48,84%
Países Bajos	42	26,29	53,24	4,57	22	30	71,43%	12	28,57%
Nigeria	41	20	72,44	3,73	16	28	68,29%	13	31,71%
Francia	40	17,375	60,125	4,35	19	26	65,00%	14	35,00%
Suecia	37	24,16	53,35	4,65	20	17	45,95%	20	54,05%
Bélica	32	25,25	60,5	3,72	18	21	65,63%	11	34,38%
Irak	30	7,83	53,97	3,43	10	14	46,67%	16	53,33%
Lituania	29	12,66	57,55	4,14	12	17	58,62%	12	41,38%
MEDIA		17,40	58,90	3,99					

Cabe destacar que el país con más artículos es, con diferencia, China, que respecto al periodo 2003-2017 ha pasado de estar en la segunda posición a ocupar la primera, y con mucha holgura respecto al segundo (más de quinientos artículos respecto al segundo). Estados Unidos deja de estar en primera posición para pasar a la tercera posición, ocupando la segunda Inglaterra, que en el estudio antes citado (Rojas-Sola and. Aguilera-García, 2020) se encontraba en tercer lugar. También es significativo el cambio que se produce entre los primeros treinta países entre los dos periodos, saliendo en los últimos años países como Finlandia, Japón o Noruega para entrar a formar parte de este top países como Irak, Pakistán o Arabia Saudí, lo que nos indica que en los últimos años se ha producido un empuje por parte de países no pertenecientes al mundo occidental y por tanto menos desarrollados a la hora de ponerse al día en cuanto a la realización de estudios y trabajos sobre la metodología BIM. Respecto a la media de autores por artículo, se observa que el caso más repetido es que los artículos hayan participado cuatro autores diferentes, y, de hecho, la media de todos los países sale aproximadamente cuatro (3,99) por lo que podemos concluir que, efectivamente, el caso más usual es que en los artículos participen cuatro personas, en algunos algo más, en otros, algo menos. La media de veces que se

citan los artículos se encuentra entre las 17 y las 18 (17,40), aunque hay países que superan por mucho esta media como es el caso de Países Bajos (26,29), Australia (24,58) o Suecia (24,16). Esto hace que a pesar de tener un menor número de artículos publicados acerca del BIM, su índice h sea bastante alto. El país en el que menos veces son citados sus artículos es Irak (7,83) y Polonia (9,05). Si hablamos de la cantidad de referencias que se realizan de media en los artículos en cada país, podemos comprobar que su número es bastante alto, llegando a acercarse a las sesenta referencias por artículo (58,90). Es significativo que hay países donde este número se incrementa considerablemente, como por ejemplo son el caso de Australia (75,32) o Sudáfrica (78,41). Sobre el análisis realizado para conocer si los artículos cuentan con autores de distintos países o son todos del mismo, podemos observar que los datos difieren mucho de un país a otro. Existen algunos países que cuentan con una mayoría de trabajos internacionales, como es el caso de Sudáfrica con más del ochenta por ciento (84,09%), Singapur (78,82%), Arabia Saudí (76,79%) o Australia (75,42%). Por el contrario, los países que cuentan con menos artículos de vocación internacional son los que tienen una mayor cantidad de artículos realizados en exclusiva por autores del propio país. En este caso, los tres países que cuenta con una mayor producción nacional son Corea del Sur (71,66%), Italia (71,04%) y Turquía (70,37%).

4.3. Artículos según la revista en que se publican

También se puede hacer una clasificación de los artículos en función de las revistas en las que son publicados. Para ello, se muestran en la Tabla 2 las treinta primeras revistas donde más artículos se han publicado sobre la temática BIM en los últimos años (2017-2023). Estas treinta revistas, que tienen en su haber más de veinte publicaciones sobre BIM desde el año 2017, copan casi dos tercios del total de artículos relacionados con BIM de nuestra base de datos. En la Tabla 2 sobre las treinta primeras revistas con más publicaciones, se muestran los siguientes datos:

- Número de artículos: publicados por estas revistas acerca de BIM
- País: de origen del que procede dicha revista
- Journal Impact Factor: medidor del impacto que tiene cada revista en función de distintas variables como son el número de citas y alcance de la publicación. Este medidor está realizado por la empresa Clarivate TM.
- Rango de Categoría: dentro de una categoría se indica en que posición se encuentra la revista dentro de la clasificación de esa categoría.
- Cuartil de Categoría: dentro del rango de categoría, las revistas pueden situarse en el cuartil primero (Q1), cuartil segundo (Q2), cuartil tercero (Q3) o cuarto cuartil (Q4).

Existen muchas más categorías en las que se clasifican las distintas revistas en función de la temática de estas. En la Tabla 2 sólo se muestran las tres categorías más repetidas en estas treinta revistas relacionadas con BIM, que son Construction and Building Technology, Engineering civil y Engineering industrial. El Journal Citation Indicator (JCI) es de más reciente creación y se considera un indicador menos restrictivo y exigente que el Journal Impact Factor (JIF). Por esa razón, para el análisis de las revistas nos hemos centrado únicamente en el JIF. Para un análisis más profundo de la materia y del JCI, en el ANEXO se adjunta las tablas con las categoría, rangos y cuartiles en las que se clasifican estas revistas en función de este indicador.

Respecto a la clasificación de las revistas según el JIF, podemos apreciar que todas aquellas que tiene una nota superior al cinco, son las que se suelen situar por regla general dentro de las categorías en altas posición de la clasificación y por tanto, dentro del cuartil primero. Conforme esa nota va bajando, las revistas empiezan a situarse en posiciones más retrasadas, lo que acaba implicando que se sitúen en cuartiles segundo, tercero o incluso el

cuarto. Haciendo una valoración general, podemos comprobar que las revistas de mayor impacto, y que, por tanto, más alcance para la publicación de artículos sobre BIM tienen son las siguientes:

- Automation in Construction (Países Bajos): JIF de 11,
- Journal of Cleaner Production (Estados Unidos): JIF de 11
- Sustainable Cities and Society (Países Bajos): JIF de 10,6
- Advanced engineering informaties (Inglaterra): JIF de 8,7
- Building and Environment (Inglaterra): JIF de 7,6
- Journal of Management in engineering (Estados Unidos): JIF de 7,4

Tabla 2: Revistas con más artículos publicados, los países a los que pertenecen y clasificación según el Journal Impact Factor en distintas categoría

Revistas	Número de documentos	País	Journal Impact factor	CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY		ENGINEERING CIVIL		ENGINEERING INDUSTRIAL	
				Rango de Categoría	Cuartil de Categoría	Rango de Categoría	Cuartil de Categoría	Rango de Categoría	Cuartil de Categoría
AUTOMATION IN CONSTRUCTION	353	PAÍSES BAJOS	11,4	4 de 68	Q1	9 de 139	Q1		
BUILDINGS	217	SUIZA	3,8	23 de 68	Q2	46 de 139	Q2		
SUSTAINABILITY	181	SUIZA	4						
APPLIED SCIENCES-BASEL	135	SUIZA	2,9						
ENGINEERING CONSTRUCTION AND ARCHITECTURAL MANAGEMENT	98	INGLATERRA	4,5			38 de 139	Q2	21 de 50	Q2
JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT	88	USA	5,6	16 de 68	Q1	22 de 139	Q1	17 de 50	Q2
JOURNAL OF BUILDING ENGINEERING	79	PAÍSES BAJOS	6,5	11 de 68	Q1	13 de 139	Q1		
JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION	77	PAÍSES BAJOS	3,6						
ADVANCES IN CIVIL ENGINEERING	69	USA	2	46 de 68	Q3	100 de 139	Q3		
INTERNATIONAL JOURNAL OF CONSTRUCTION MANAGEMENT	55	INGLATERRA	4,5						
JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	50	USA	11						
JOURNAL OF COMPUTING IN CIVIL ENGINEERING	46	USA	6,4			9 de 139	Q1		
ADVANCED ENGINEERING INFORMATICS	43	INGLATERRA	8,7						
IFPRS INTERNATIONAL JOURNAL OF GEO-INFORMATION	43	SUIZA	3,5						
CONSTRUCTION INNOVATION-ENGLAND	41	INGLATERRA	3,8						
JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING AND MANAGEMENT	41	LITUANIA	4			33 de 139	Q1		
JOURNAL OF MANAGEMENT IN ENGINEERING	39	USA	7,4			6 de 139	Q1	12 de 50	Q1
BAUTECHNIK	36	ALEMANIA	0,5			131 de 139	Q4		
ENERGIES	33	SUIZA	3,3						
ARCHITECTURAL ENGINEERING AND DESIGN MANAGEMENT	32	INGLATERRA	3	32 de 68	Q2	62 de 139	Q2		
BUILDING AND ENVIRONMENT	32	INGLATERRA	7,6	7 de 68	Q1	6 de 139	Q1		
ENERGY AND BUILDINGS	32	SUIZA	6,6	10 de 68	Q1	12 de 139	Q1		
JOURNAL OF ENGINEERING DESIGN AND TECHNOLOGY	31	INGLATERRA	2,8						
BAUINGENIEUR	30	ALEMANIA	0,5	64 de 68	Q4	133 de 139	Q4		
REMOTE SENSING	26	SUIZA	5,6						
FACILITIES	23	INGLATERRA	2,2						
KSEE JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING	22	COREA DEL SUR	2,3			87 de 139	Q3		
SENSORS	22	SUIZA	4,1						
JOURNAL OF FACILITIES MANAGEMENT	20	INGLATERRA	2,3						
SUSTAINABLE CITIES AND SOCIETY	20	PAÍSES BAJOS	10,6	1 de 68	Q1				

Según la categoría a la que más se quiera enfocar el alcance de un artículo, será recomendable acudir a una u a otra revista para valorar cuál sería la mejor para publicarlo.

Respecto a la situación geográfica de estas revistas y desde donde se editan y publican, podemos apreciar en la Tabla 3, que el país en la que más revistas realizan publicaciones sobre la metodología BIM es Inglaterra (9), seguido de Suiza (8) y Estados Unidos (5). Es curioso, que entre los posibles países no aparezca alguna publicación procedente de China que es el país que más artículos presenta. Esto implica que los artículos elaborados por autores chinos o procedentes de universidades chinas acaban siendo publicadas en revistas de países como Inglaterra o Suiza debido a su gran impacto y alcance internacional. De hecho, es también significativo que Suiza sea el segundo país en cuyas revistas más se publican los artículos acerca de BIM, cuando ni siquiera aparece entre los treinta países con más artículos publicados sobre BIM según la Tabla 1. Por tanto, podemos concluir que no existe relación entre que un país tenga más o menos artículos publicados sobre BIM, con que estos se acaben publicando en revistas del propio país. Finalmente, la mayor parte de los artículos se publican en revistas de un amplio alcance internacional y con un alto prestigio en ciertas materias como pueden ser la construcción, arquitectura o ingeniería.

Tabla 3: Países a los que pertenecen las revistas

	Número de revistas
INGLATERRA	9
SUIZA	8
USA	5
PAÍSES BAJOS	4
ALEMANIA	2
LITUANIA	1
COREA DEL SUR	1
	30

4.4. Análisis Bibliométrico de la situación de BIM en España e implantación

Centrándonos en España, vamos a analizar cómo ha sido la implantación y evolución de la metodología BIM en los últimos años. Para ello, se va a analizar los datos provenientes de dos fuentes: por un lado, la base de datos de WOS, con lo que conoceremos la publicación de artículos científicos que ha habido en España, y por otro, el Observatorio BIM de España. Este Observatorio realiza informes para constatar la evolución trimestre a trimestre del BIM en los contratos de las distintas administraciones públicas. Para realizar nuestro estudio de situación, vamos a tratar los datos del último informe disponible, el del segundo trimestre de 2023 (Observatorio BIM, 2023).

4.4.1. Análisis bibliométrico de BIM en España según la WEB OF SCIENCE

Vamos a analizar cuál es la posición de España en el estudio bibliométrico que hemos llevado a cabo en el apartado 4.1. respecto del resto de países. Para empezar, podemos afirmar que España se sitúa en una muy buena posición tal y como se verá a continuación. Por ejemplo, en la Tabla 1 sobre los países con más artículos publicados sobre BIM, España se sitúa en el séptimo puesto con 159 artículos publicados, es decir, entra dentro del top de países con más publicaciones desde el año 2017 hasta la actualidad. De hecho, respecto a los años anteriores (Rojas-Sola and. Aguilera-García, 2020). España ha escalado dos posiciones, con lo que ha mejorado aún más su situación. De los datos que podemos extraer de la Tabla 1, podemos afirmar que España se encuentra bien posicionada también en cuanto al número de citas de media que reciben sus artículos (14,59), de referencias realizadas en los artículos (56,87) y la media de autores en cada artículo es aproximadamente de cuatro autores por artículos. Además, alrededor del 40% de los artículos los podemos considerar internacionales porque en ellos intervienen profesionales de otros países. Por otro, y como punto negativo, cabe destacar que España no presenta ninguna revista potente entre las mejores revistas para publicar los artículos sobre BIM que se muestran en la Tabla 2. Son otros países los que ostentan el poderío en cuanto a revistas de referencia en el mundo de la construcción y de la ingeniería para publicar artículos y que tengan un gran impacto. Respecto a las cincuenta universidades con más publicaciones, España sólo presenta una universidad en dicho ranking, que es la universidad de Sevilla con 37 artículos publicados sobre BIM desde el 2017, aunque en los puestos inferiores a estas primeras cincuenta aparecen otras Universidades como la Universidad de Jaén.

4.4.2. Análisis de la implantación de BIM en España

Haciendo un análisis a nivel nacional, vemos que tanto el número de licitaciones como la inversión realizada han tenido un crecimiento constante año a año. En el caso de las licitaciones, la evolución es progresiva y tiene una tendencia que parece que indicará que seguirá en los próximos años (Tabla 4). Las inversiones, por el contrario, están teniendo un crecimiento exponencial debido a la importancia que va adquiriendo BIM con el paso de los años y a la cada vez mayor exigencia de las administraciones públicas en este sentido, de incorporar la metodología BIM en contratos públicos. (Figura 4)

Figura 4: Licitaciones por año en toda España (Fuente Observatorio BIM-España)

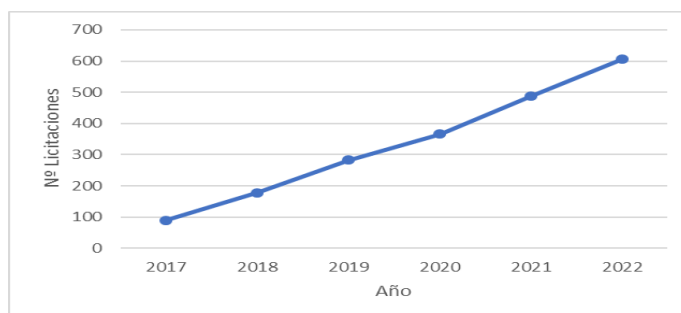
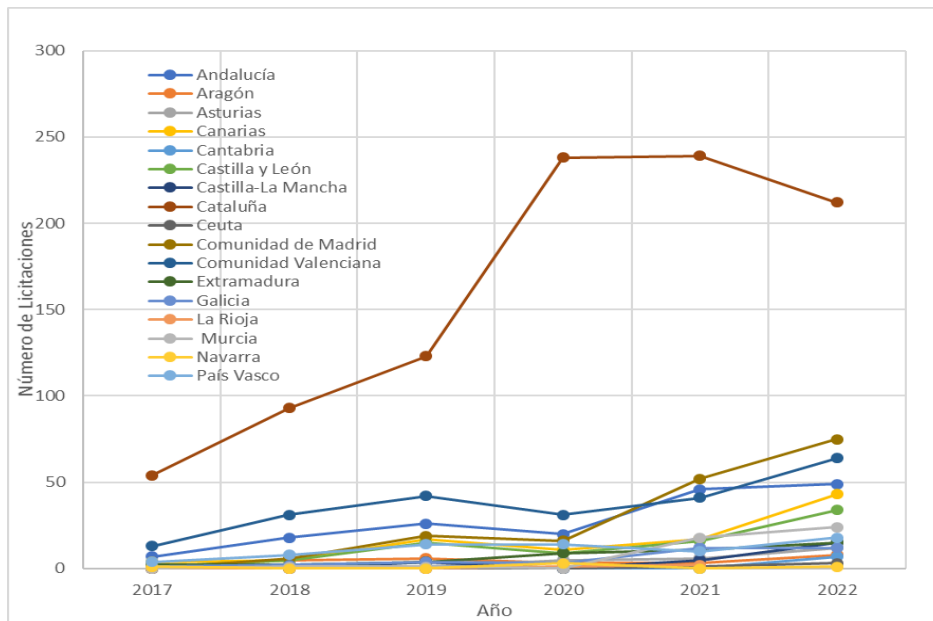


Tabla 4: Total de número de licitaciones e inversiones tanto de la Edificación como de las Infraestructuras en España (extraída del informe trimestral del Observatorio BIM)

EDF + INF	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	TOTAL
Total Licitaciones por año	105	215	387	438	486	608	437	2676
Total presupuesto por año	229,58 M€	424,53 M€	660,64 M€	747,90 M€	1.088,74 M€	2.863,09 M€	1.959,73 M€	7.974,21 M€

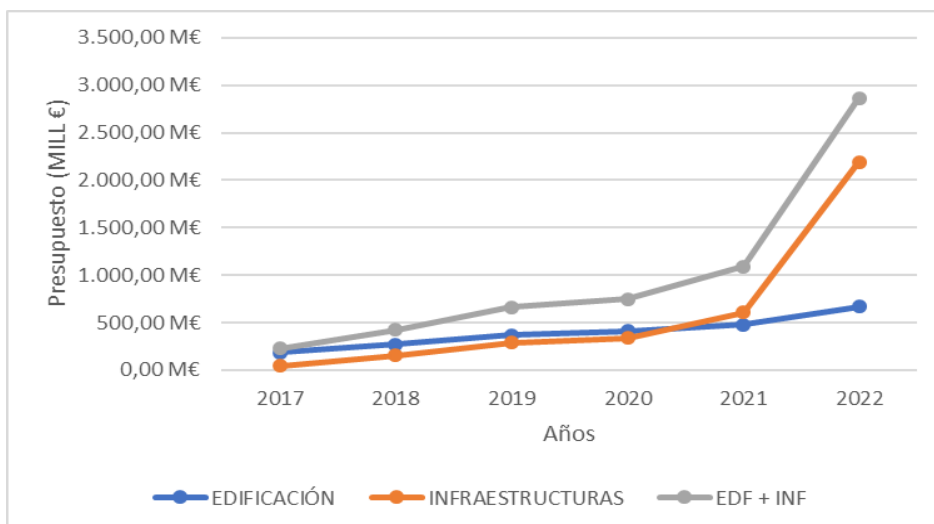
En las figura 5 representamos gráficamente la evolución temporal del número de licitaciones por comunidades autónomas y el total nacional entre los años 2017 y 2022

Figura 5: Licitaciones de cada comunidad autónoma por año (Fuente Observatorio BIM-España)



En las figura 6 representamos gráficamente la evolución temporal de la inversión en millones de Euros en licitaciones en edificación e infraestructuras así como el total nacional entre los años 2017 y 2022

Figura 6: Variación del presupuesto invertido en las licitaciones por año (Fuente Observatorio BIM-España)



5. Conclusiones

El trabajo demuestra el alto interés que la investigación BIM está generando en el mundo científico, a nivel internacional, a partir de la revisión bibliográfica de publicaciones realizada. Observando que las potencias económicas (USA, Australia, países EU o China) son las que mayor número de publicaciones, autores, revistas e impacto presentan. Especial atención hemos prestado al caso de España que ocupa un destacado lugar entre las potencias en publicaciones de impacto y autores en BIM dentro del top 10 de mejores países. Aspecto que se ve reflejado a nivel práctico en forma aplicada a proyectos con metodología BIM licitados por las AAPP, con un evolución muy destacable en los últimos años conforme a los datos del Observatorio BIM, tanto en número de licitaciones como inversiones, lo que pone de manifiesto la transferencia al sector productivo para el caso español.

Comenzando con el estudio bibliométrico realizado, lo primero que cabe señalar es que se han publicado el triple de artículos BIM en el periodo 2017-2023, que en el periodo 2003-2017 establecidos en estudios anteriores. Además, el crecimiento está siendo exponencial. Sucede lo mismo con los artículos que se encuentran en abierto, siendo estos más o menos la mitad de los artículos publicados, lo cual es muy importante para su estudio y análisis, y para el desarrollo de otros artículos. Así, los artículos con más citaciones son, por norma general, artículos en abierto (Open Access). En cuanto a los países con más publicaciones de artículos, destaca por encima de todos China, seguido por Inglaterra, Estados Unidos y Australia. La media de citaciones que reciben los artículos es de 17,40, las referencias utilizadas 58,90 y la media de autores es de 4 autores por artículo. En la clasificación de los países con más artículos no sólo encontramos a los países más desarrollados y occidentales, que es lo que se esperaría. En cuanto a los países líderes en el aspecto editorial, destaca Inglaterra es el país con más revistas con temática BIM, seguido de Suiza (que no aparece entre los treinta países con más artículos publicados), Países Bajos y Estados Unidos. Según el indicador Journal Impact Factor hemos podido constatar cuáles son las mejores revistas, es decir, las mejores situadas por su impacto para hacer publicaciones sobre BIM, dado su JIF y su posición en las distintas categorías. Entre las universidades que más publican destacan sobre todo las universidades chinas. En cuanto a futuras líneas de investigación observamos que se está poniendo cada vez más en valor las distintas dimensiones de BIM, y podemos apreciar que las últimas dimensiones (6D y 7D), están comenzando a ser estudiadas en artículos de forma reciente.

Centrándonos en la situación de España en el estudio bibliométrico, hay que decir que está muy bien situada en todos los indicadores. Así, en cuanto al número de artículos publicados sobre BIM se encuentra en séptima posición con 159 artículos publicados de 2017 al 2023, siendo un total de 3,29 artículos por cada millón de habitante. Un inconveniente importante es que España no cuenta con ninguna revista importante entre las que más impacto tienen para la publicación de artículos sobre BIM. Y entre las cincuenta universidades con más publicaciones sólo encontramos una universidad española que es la Universidad de Sevilla.

Por último, hemos analizado los datos que nos ofrece el Observatorio BIM sobre la implantación que está habiendo de esta metodología en el sector público en España, para comprobar si el esfuerzo investigador tiene su impacto en forma de transferencia pudiendo afirmar que según el Observatorio BIM, desde el año 2017, el crecimiento de licitaciones BIM ha sido notable, llegando a superarse las 600 licitaciones en 2022. Actualmente, la comunidad que más licitaciones oferta con tecnología BIM es Cataluña y a bastante distancia del resto. Después van Madrid, Valencia y Andalucía, aunque entre las que más inversiones realizan en estas licitaciones se encuentra también el País Vasco en cabeza.

Por tanto, podemos concluir que el esfuerzo investigador en forma de avance científico en publicaciones tiene una repercusión muy efectiva y directa en la transferencia aplicada a proyectos BIM, conforme a la información del Observatorio BIM. Esperando que la reciente aprobación de un Plan BIM por parte del Gobierno de España en julio de 2023 para imponer un calendario logre la incorporación gradual del BIM a todas las licitaciones públicas en los próximos años.

6. Financiación

Este trabajo está financiado dentro del Proyecto de Innovación Docente PIMED34_202123 Educación basada en proyectos (EBP/PBL) Project Based Learning aplicada a Proyectos Industriales con Metodología BIM (Building Information Modeling) dentro del Master de Ingeniería Industrial UJAEN. Con fecha 24 de mayo de 2022 se ha anunciado en el boletín UJA-INFORMA la Resolución Final de proyectos concedidos correspondientes a la convocatoria de 24 de noviembre de 2021 del Plan de Innovación y Mejora Docente 2019-2023 (PIMED-UJA 2019).

7. Bibliografía

- BOE. Orden PCM/818/2023 . M^o. de La Presidencia and R. Y. Con Las Cortes Memoria Democrática, “BOE. Orden PCM/818/2023 Plan de Incorporación de la Metodología BIM en la contratación pública,” 2023. [Online]. Available: <https://www.boe.es>
- Charehzehi, A., Chai, C., Yusof, A.M., Chong, H.Y., & Loo, S.C.). (2017). Building information modeling in construction conflict management. *International journal of engineering business management*, vol. 9.
- Deng, YC ; Gan, VJL; Das, M ; Cheng, JCP] ; Anumba, C (2019) Integrating 4D BIM and GIS for Construction Supply Chain Management. *Journal of construction engineering and management* Volumen: 145. Número: 4. Número de artículo: 04019016. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001633
- Directiva 2014/23/UE Unión Europea, “Directiva 2014/23/UE,” 2014.
- Ellegaard O. and Wallin J. A., “The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact?,” *Scientometrics*, vol. 105, no. 3, pp. 1809–1831, Dec. 2015, doi: 10.1007/s11192-015-1645-z.
- España. 2 de febrero de 2019 se ha publicado el Boletín Oficial del Estado definitivamente el Real Decreto 1515/2018, de 28 de diciembre, por el que se crea la Comisión Interministerial para la incorporación de la metodología BIM en la contratación pública.
- España.Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO Núm. 29 Sábado 2 de febrero de 2019 Sec. I. Pág. 9463 cve: BOE-A-2019-1368 Verificable en <http://www.boe.es> Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014
- EU BIM Task Group. (2018). Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo. Actuación estratégica en favor de la productividad del sector de la construcción: impulsar la creación de valor, la innovación y el crecimiento. <http://www.eubim.eu/>.
- Fan, SL ; Chong, HY ; Liao, PC ; Lee, CY .(2019) Latent Provisions for Building Information Modeling (BIM) Contracts: A Social Network Analysis Approach. *KSCE Journal of civil engineering*. Volumen: 23. Número: 4. Páginas: 1427-1435. doi: 10.1007/s12205-019-0064-8
- Fuentealba D, Flores-Fernández C., and Carrasco, R. “VUCA bibliometric and content analysis,” *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 46, no. 2, 2023, doi: 10.3989/redc.2023.2.1968.
- Hermoso-Orzáez M.J., Camacho Sánchez J.M., Estepa Cantero C., Terrados-Cepeda J. (2021) IMPLEMENTATION OF THE BIM MANAGER FIGURE WITH CYPE'S TOOL BIM SERVER CENTER IN THE DESIGN, MODELING, DIRECTION AND PROJECT MANAGEMENT- UNIVERSIDAD DE JAÉN, EDULEARN21 Proceedings, pp. 2337-2347. <http://dx.doi.org/10.21125/edulearn.2021.0518>

- Kalvapudi S., Venkatesan S., Belavadi R., Anand V, and Madhugiri V. S., "The Author-Level Metrics Study: An Analysis of the Traditional and Alternative Metrics of Scholarly Impact for Neurosurgical Authors," *Cureus*, Jul. 2022, doi: 10.7759/cureus.27111
- LCSP. 2017 BOE, "Ley de Contratos del Sector Público 9/2017". "Observatorio de Licitaciones. Análisis de la Inclusión de Requisitos BIM en la Licitación Pública Española. Informe 22 - Segundo Trimestre 2023," Madrid, 2023.
- Montiel-Santiago F. J., Hermoso-Orzáez M. J., and Terrados-Cepeda J., "Sustainability and energy efficiency: Bim 6d. study of the bim methodology applied to hospital buildings. value of interior lighting and daylight in energy simulation," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 14, pp. 1–29, 2020.
- Orden PCM/818/2023, de 18 de julio, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 27 de junio de 2023, por el que se aprueba el Plan de Incorporación de la Metodología BIM en la contratación pública de la Administración General del Estado y sus organismos públicos y entidades de derecho público vinculados o dependientes. M. de Transportes and M. Agenda Urbana, "PLAN BIM en la contratación pública," 2023.
- Observatorio de Licitaciones. Análisis de la Inclusión de Requisitos BIM en la Licitación Pública Española. Informe 22 - Segundo Trimestre 2023," Madrid, 2023.
- Patiño Cuervo D., Pineda Caro D., Torres Torres A., and Pulido Cortés O., "Producción científica sobre educación STEM en Latinoamérica: un estudio bibliométrico," *Praxis*, vol. 18, no. 2, pp. 278–304, Dec. 2022, doi: 10.21676/23897856.3787.
- Rojas-Sola J. I. and Aguilera-García A. I., "Global bibliometric analysis of building information modeling through the web of science core collection (2003-2017)," *Informes de la Construcción*, vol. 72, no. 557, 2020, doi: 10.3989/IC.66768.
- Subsecretaría, C. de Publicaciones, M. de Transportes, and M. Agenda Urbana, "Fundamentos BIM para la contratación pública." [Online]. Available: <https://apps.mitma.gob.es/CVP/> (2020)
- Tang S., Sheldon D. R, Eastman C. M., Pishdad-bozorgi P., and Gao X., "Automation in Construction A review of building information modeling (BIM) and the internet of things (IoT) devices integration: Present status and future trends," *Automation in Construction*, vol. 101, no. June 2018, pp. 127-139. Doi: 10.1016/j.autcon.2019.01.020, 2019.
- Unión Europea Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE,
- Valinejadshoubi M., Moselhi O., and Bagchi A., "Integrating BIM into sensor-based facilities management operations," *JOURNAL OF FACILITIES MANAGEMENT*, 2021.
- Zhenzhong H. U, Jianping Z., and Ziyin D., "Construction Process Simulation and Safety Analysis Based on Building Information Model and 4D Technology," *Tsinghua Science & Technology*, vol. 13, no. 1, pp. 266-272. Doi: [https://doi.org/10.1016/S1007-0214\(08\)](https://doi.org/10.1016/S1007-0214(08)), 2008.
- Zhou, H ; Azar, ER (2019) BIM-based energy consumption assessment of the on-site construction of building structural systems. *Built environment project and asset management*. Volumen: 9. Número: 1. Páginas: 2-14. Doi: 10.1108/BEPAM-01-2018-000

Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

