

Análisis cientimétrico de la investigación de sistemas fotovoltaicos integrados a edificios desde el año 2000 a 2017

A scientometric analysis of the investigation of building integrated photovoltaic thermal (BIPVT) systems from 2000 to 2017

Iván SARMIENTO Nieto [1](#); Yulineth CARDENAS Escorcía [2](#); Guillermo VALENCIA Ochoa [3](#)

Recibido: 01/06/2017 • Aprobado: 30/06/2017

Contenido

- [1. Introducción](#)
 - [2. Metodología](#)
 - [3. Resultados y discusión](#)
 - [4. Conclusiones](#)
- [Referencias](#)

RESUMEN:

Este artículo presenta el análisis cientimétrico de las tendencias y el estado de la investigación de la aplicación de sistemas fotovoltaicos integrados a edificios, fundamentado en la información obtenida de la base de datos Web Of Science en el periodo de tiempo de 2000 y 2017. Los resultados generados son de tipo cuantitativo y cualitativo en relación a la producción anual, el país, la institución, el impacto de citas y las relaciones de citas en el campo de estudio, la cual fue tabulada por medio del programa HistCite. El análisis tendencial realizado muestra un crecimiento durante los últimos 3 años en cuanto al número de publicaciones, con China y Hong Kong Polytechnic University como el país y la institución con mayor producción de investigación respectivamente. Realizando una clasificación en cuanto al Total Local Citations Score, se observa la participación de dos países desarrollados Estados Unidos y Reino Unido, mientras que la India presenta la mejor categorización

ABSTRACT:

This article presents the Cientimétrico analysis of the trends and the state of the research of the application of photovoltaic systems integrated to buildings, based on the information obtained from the database of Web of Science in the period of time of 2000 and 2017. The results generated are quantitative and qualitative in relation to the annual production, the country, the institution, the impact of appointments and the relations of appointments in the field of study, which was tabulated by means of the program HistCite. The trend analysis carried out shows a growth over the last 3 years in terms of the number of publications, with China and Hong Kong Polytechnic University as the country and the institution with the highest production of research respectively. By making a classification of the Total Local citations Score, we see the participation of two developed countries in the United States and the United Kingdom, while India presents the best categorization of developing countries. Finally, it shows

de los países en vía de desarrollo. Finalmente, se muestra que la revista con mayor producción fue Solar Energy, con un 17% del total de publicaciones de las revistas del top 20.

Palabras-Clave: Sistemas Fotovoltaicos, Bibliométrico, Análisis Cienciométrico, Edificaciones.

that the magazine with the highest production was Solar Energy, with 17% of the total publications of the magazines of the top 20.

Key words: Photovoltaic systems, bibliometric, Cienciométrico analysis, buildings

1. Introducción

La inclusión a servicios energéticos modernos y la nueva tendencia de generación de electricidad, ha sido catalogada como uno de los principales insumos para la mitigación de la pobreza, y aumento del desarrollo socioeconómico de los países (Sokona, Mulugetta, & Gujba, 2012), un ejemplo de estas tendencias son los sistemas fotovoltaicos integrados a edificios, donde la implementación de esta tecnología representa una solución innovadora y sostenible para el entorno de la edificación (Chow, 2003). La ventaja principal de este tipo de sistemas radica en el poco mantenimiento requerido y su autonomía en el funcionamiento, lo cual los hacen muy atractivos y ampliamente utilizados a nivel mundial (Parida, Iniyana, & Goic, 2011).

Esta innovadora y sostenible idea de energización para el entorno de la edificación (Biyik et al., 2017), se ha expandido en todo el mundo, presentando buenos rendimientos operacionales, como lo es el caso del sistema instalado en Nigeria, que con una capacidad media diaria de 3809,1 MW inicialmente, pasaron a generar con la instalación de sistemas fotovoltaicos 91.419 MWh de energía eléctrica a partir de noviembre de 2015 (Zou et al., 2016), energía disponible para los sectores residencial, Comercial, industrial, turístico y agrícola.

La necesidad de la implementación de este tipo de fuente generación de energía en las zonas rurales ha sido creciente en los últimos años, teniendo en cuenta que alrededor del 85% de las 1.400 millones de personas en todo el mundo, residen en estas zonas sin acceso a la electricidad (Guraya, 2013), permitiendo que por medio de estos sistemas los hogares accedan al servicio energético, al ser instalados en los techos y fachadas, siendo considerados como parte funcional de la estructura del edificio y viviendas, integrándose arquitectónicamente en el diseño propio (Peng, Huang, & Wu, 2011).

Por su parte Estados Unidos ha logrado incluir el uso de estos dispositivos en los objetivos de la UE 2020, donde se pretende que las fuentes de energía renovables lleguen al 20% en el consumo final de la energía, por lo que se ha venido trabajando de manera creciente en el uso de los módulos fotovoltaicos integrados (BIPV), (Biyik et al., 2017) demostrando la factibilidad en la tecnología de generación de energía renovable para ayudar a los edificios para satisfacer parcialmente la demanda energética (Narock & Wimmer, 2017a). De igual manera Egipto con su potencial de brillo y radiación solar ha invertido importantes recursos en la construcción de sistemas fotovoltaicos / térmicos integrados (BIPV / T) (Lawrie et al., n.d.), con el fin de proporcionar a las grandes edificaciones un flujo energético lo más constante posible.

Los estudios cienciométricos permiten medición del impacto, conjuntos de referencia, artículos para investigar, impacto de las revistas e institutos, la comprensión de citas científicas, mapeo de campos científicos y producción entre otros (Zhao, 2017) y en general la revisión cualitativa y cuantitativa de las producciones científicas (Guraya, 2013), los cuales han sido ampliamente utilizados en el área de mapeo de las áreas de gestión del modelado de la información del edificio (He et al., 2017), tendencias emergentes y modismos pasajeros en la gestión de proyectos investigación (Pollack & Adler, 2015), análisis cienciométrico de datos enlazados en e-Science semántica (Narock & Wimmer, 2017b).

En general, el propósito de este trabajo es analizar el comportamiento de los indicadores cienciométricos en los resultados de una búsqueda del uso de los sistemas fotovoltaicos integrados a edificios desde el año 2000 a Mayo de 2017, con el fin de identificar las tendencias de mejora en la construcción de sistemas fotovoltaicos y la afectación en el desempeño energético de edificaciones.

2. Metodología

2.1 Objetivo del estudio

El presente estudio pretende identificar los principales actores en la investigación de la aplicación de sistemas solares fotovoltaicos integrados a edificios, como sistemas capaces de cogenerar energía térmica y eléctrica al interior de las edificaciones. El análisis de los resultados de las investigaciones que se obtuvo a través de Web of Science fueron procesadas con el software Hiscite, con el fin de obtener el comportamiento de los indicadores bibliométricos en el periodo de estudio.

El problema que motivó este estudio se resume en la siguiente pregunta problema: ¿Cuál es el comportamiento de los indicadores bibliométricos de los resultados obtenidos de una base de datos acerca de las investigaciones de la aplicación sistemas solares fotovoltaicos integrados a edificios?

El objetivo general de este trabajo se fundamenta en el estudio de las tendencias de la investigación en sistemas solares fotovoltaicos integrados a edificios, mediante el análisis de los indicadores bibliométricos entre los años 2000 y 2017.

Como objetivos específicos del presente trabajo se proponen los siguientes:

- Definir la fuente de información científica y los criterios de búsqueda, con el propósito de obtener una base de datos que permita el cálculo de los indicadores bibliométricos.
- Procesar la información recopilada de la producción científica, que facilite el análisis de la cantidad de publicaciones por países, instituciones, autores, revistas y su relación entre ellos.
- Analizar los indicadores bibliométricos encontrados, con el fin de identificar las fuentes de publicaciones con mejor calidad investigativa.

2.2 Población y muestra

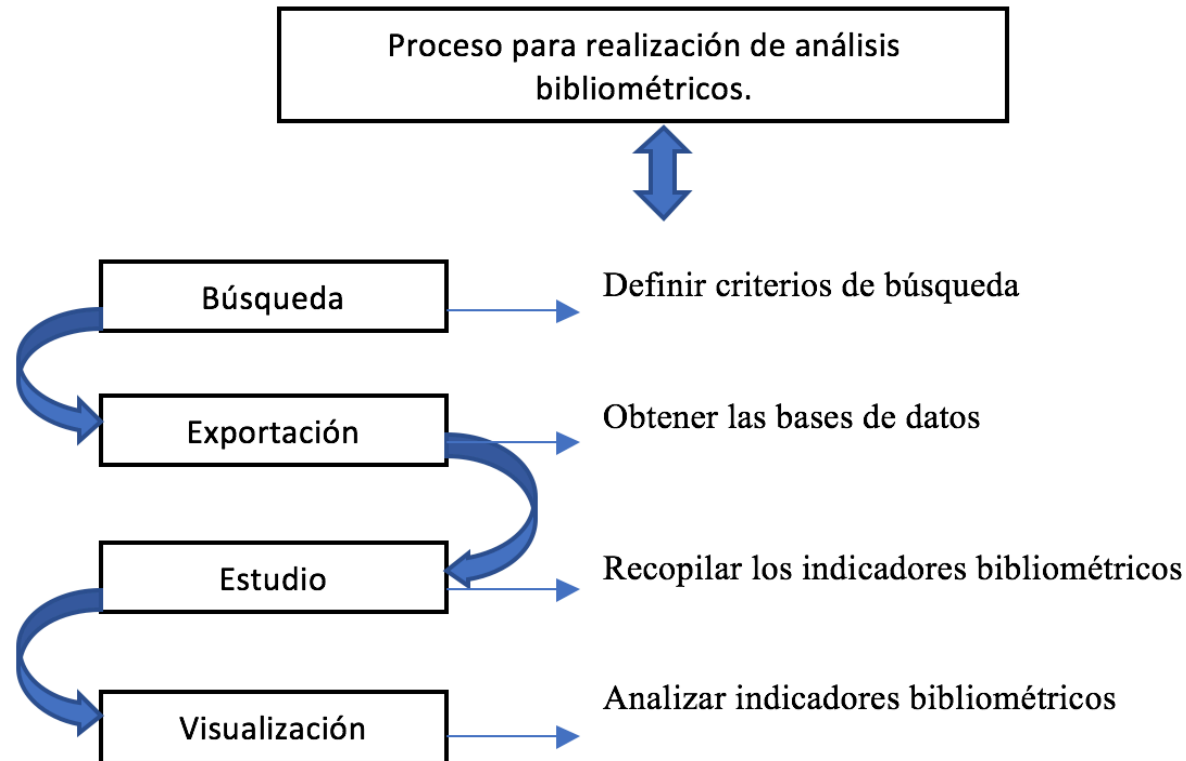
La población objetivo del presente estudio está constituida por 473 registros, entre los que se destacan artículos científicos, artículos de conferencia, libros y capítulos de libros, material editorial, libros de revisión. Los artículos científicos representaron el 54% del total de registros, comprendido entre los años 2000-2017 con un criterio de búsqueda de la palabra "Solar PV buildings" en el título y la palabra "photovoltaic" en el tema.

El sistema que se utilizó para ubicar los registros de las investigaciones en la aplicación de sistemas solares fotovoltaicos integrados a edificaciones, fue producto de la búsqueda de información en la base de datos Web of Science, la cual es una plataforma fundamentada en tecnología web que recopila las principales publicaciones en un área específica del saber .

2.3 Procedimiento

Para el tratamiento de la información y generación de resultados, fue necesario realizar el estudio cuantitativo en los cuatro pasos de la información científica como se muestra en la Figura 1

Figura 1 . Proceso para realización de análisis bibliométrico.



En la primera etapa del procedimiento, la cual corresponde a la Búsqueda, se definen los criterios de búsqueda como las Palabras claves y la ecuación de búsqueda, instancia en la que se elige la fuente de información y se descargan la base de datos obtenida. Posteriormente, en la etapa de exportación, se logra obtener las bases de datos para ser trasladadas al software Hiscite, donde finalmente se logra el análisis con los indicadores bibliométricos específicos.

En la etapa de estudio, se recopilan los indicadores bibliométricos que ofrece el software Hiscite, para el procesamiento de esta información científica, los cuales son visualizados en la última etapa del procedimiento, mediante la obtención de tablas y gráficos que muestran los resultados estudiados.

3. Resultados y discusión

Tipo de documento y lenguaje

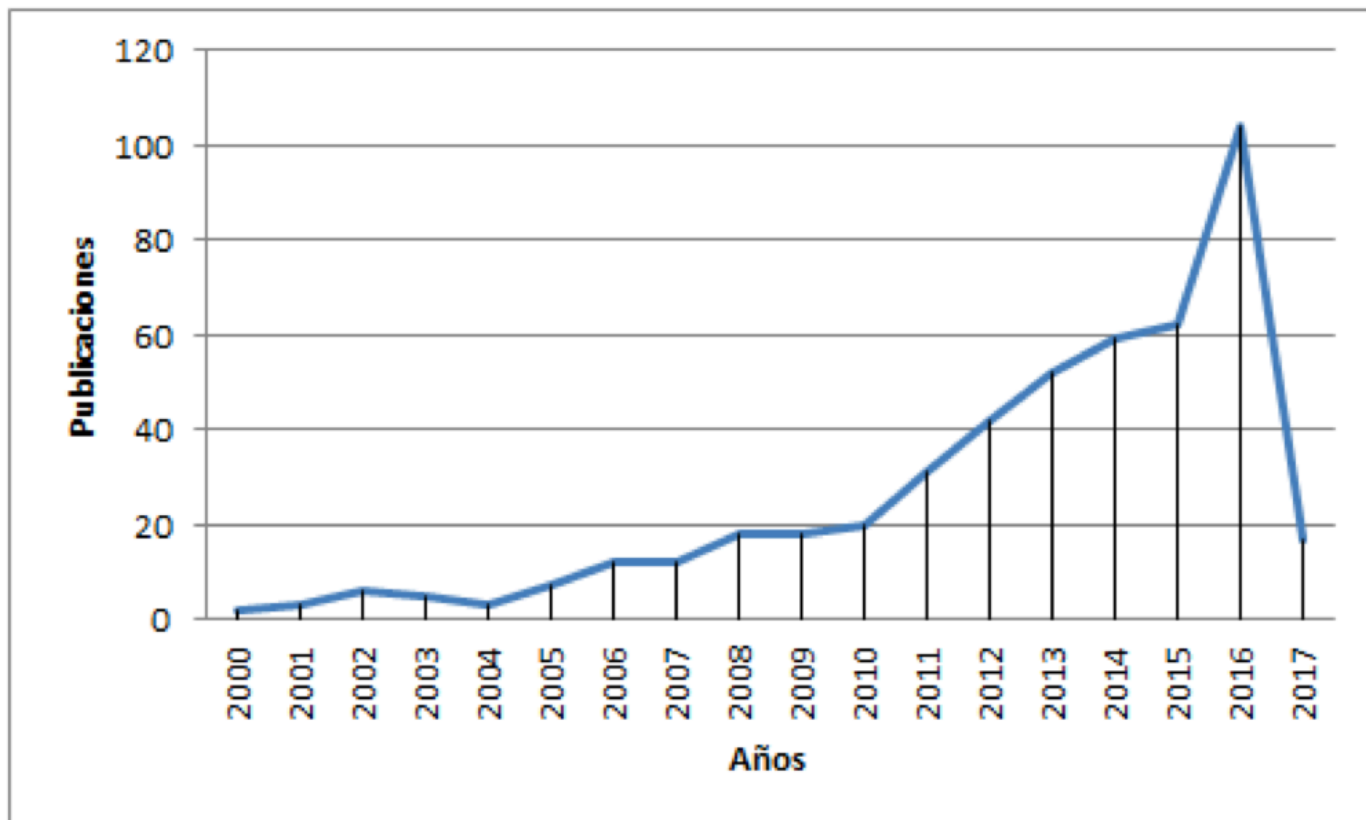
Se identificaron 6 tipos de documentos en 473 registros, donde en su mayoría pertenecen a la categoría de artículos de revistas, que representan el 54% del total de registros, lo que indica que éstos son el principal medio de comunicación científica.

Los trabajos fueron escritos en 3 idiomas, de los cuales dominó el inglés, con un 99% de los registros totales, este resultado se debe a que el inglés es el idioma internacional para los investigadores de todo el mundo.

Producción anual de la investigación

En la Figura 2 muestra la producción de la investigación anual correspondientes entre los años 2000 y 2017, según los datos recogidos hasta el mes de Mayo de 2017. Durante este período de 17 años, la tendencia general ha sido en aumento constante de la producción anual, aunque el número de registros en los años 2016 y 2017 disminuyeron considerablemente.

Figura 2 . Producción anual de sistemas fotovoltaicos integrados a edificios de 2000 a 2017



Distribución por países

El análisis de la distribución por países de la investigación puede evidenciar la capacidad investigativa y de desarrollo de nuevas tecnologías de un país. Un total de 65 países contribuyeron a la investigación de sistemas fotovoltaicos integrados a edificios. A partir de la Tabla 1 se puede observar que la lista es encabezada por China con un total de 73 publicaciones seguida de Estados Unidos, Reino Unido, India e Italia.

Las citas muestran el impacto que tienen las publicaciones, estas son medidas mediante el indicador de TLCS, (Total local citación Score) como el indicador para medir la influencia investigativa total entre estos países. En la Tabla 1 se observa que China no solamente produce la mayor cantidad de publicaciones, sino que los artículos producidos son los más referenciados, es decir son los de mayor impacto y a su vez los de mayor índice de TLCS.

Entre los 13 países con valores de TLCS de más de 50, hay 2 países desarrollados (Estados Unidos y Reino Unido) y un país en vía de desarrollo (India).

En la Tabla 1 se clasificaron los países elegidos de acuerdo con sus citas en orden descendente donde resaltan casos como los de Croacia y Portugal que sin producir un gran número de publicaciones son muy referenciados, es decir un alto índice de TLCS/publicaciones, lo que implica que son artículos de buena calidad investigativa.

Tabla 1 . Distribución por países

<i>Country</i>	<i>Records</i>	<i>Country</i>	<i>TLCS</i>	<i>Country</i>	<i>TLCS/records</i>
Peoples R China	73	Peoples R China	168	Croatia	9,5
USA	62	India	84	Portugal	8
UK	47	UK	77	New Zealand	5,6
India	34	USA	50	Ireland	3,9
Italy	33	Canada	44	Slovenia	3
Canada	22	South Korea	29	Finland	3
Malaysia	21	Malaysia	28	Greece	2,6
Spain	19	New Zealand	28	Norway	2,5
Australia	15	Australia	27	Qatar	2,5
Germany	15	Ireland	27	India	2,5
South Korea	15	Greece	23	Singapore	2,3
Taiwan	15	Spain	20	Canada	2
Switzerland	11	Croatia	19	Denmark	2

Distribución basada en instituciones

La distribución basada en las instituciones muestra la capacidad de investigación y las actividades de las instituciones alrededor del mundo. Esta distribución determina las instituciones líderes en la investigación de sistemas fotovoltaicos integrados en edificios como muestra la Tabla 2, las primeras instituciones con la producción más alta de artículos fueron la [Hong Kong Polytechnic University](#) y City University of Hong Kong, de la cuales encontramos 16 y 12 artículos, respectivamente. Las dos siguientes universidades son la Concordia University (Montreal) y la University of Nottingham (Reino Unido).

La distribución basada en instituciones fue diferente a la de producción que se mostró en la distribución por países mostrada en la Tabla 1. Usando TLCS, las cinco instituciones más importantes en términos de citas fueron la City University of Hong Kong, [Hong Kong Polytechnic University](#), Concordia University, Indian Institute of Technology Delhi y University of Science and Technology of China. En particular China, país con más artículos y citas en el mundo tiene a la University of Science and Technology of China en el quinto lugar en la distribución por instituciones tanto en número de publicaciones como en número de citas.

Luego se analizó el número de citas por publicación (TLCS/records) como se muestra Tabla 2 en las instituciones con publicaciones de alto nivel. Con respecto a la producción de la investigación y el impacto académico, la universidad con mejor promedio de citas es la MATS University de la India. Siendo así India el país en vía de desarrollo que está intensificando la producción de investigación en esta fuente renovable como medio para lograr el desarrollo social y económico del país.

Tabla 2 . Distribución basada en instituciones

<i>Institution</i>	<i>Records</i>	<i>Institution</i>	<i>TLCS</i>	<i>Institution</i>	<i>TLCS/records</i>
Hong Kong Polytech Univ	16	City Univ Hong Kong	73	Dept Mat & Struct	15
City Univ Hong Kong	12	Hong Kong Polytech Univ	67	Sardor Swaran Singh Natl Inst Renewable Energy Wa	13
Concordia Univ	12	Concordia Univ	35	Univ New S Wales	11,5
Univ Nottingham	12	Indian Inst Technol Delhi	35	Chongqing Univ	10
Univ Sci & Technol China	11	Univ Sci & Technol China	30	Univ Split	9,5
Univ Kebangsaan Malaysia	10	Dublin Inst Technol	28	Univ Strathclyde	9,5
Indian Inst Technol Delhi	8	Univ Waikato	28	Univ Waikato	9,3
Yonsei Univ	7	Univ Kebangsaan Malaysia	24	Trinity Coll Dublin	9
Dublin Inst Technol	6	Univ New S Wales	23	NUS	9
Indian Inst Technol	6	De Montfort Univ	22	Konkuk Univ	8

Distribución de revistas y documentos de investigación

La Tabla 3 muestra las 20 principales revistas, las cuales suman entre ellas 271 artículos, la revista con mayor producción fue Solar Energy, con un 17% del total de publicaciones de las revistas del top 20.

Solar Energy, la revista oficial de la Sociedad Internacional de Energía Solar que se dedica exclusivamente a la ciencia y la tecnología de las aplicaciones de energía solar es la revista con mayor número de artículos publicados (45) y el mayor número de citas (TLCS=140). Siendo así la revista más importante en el ámbito de energía solar aplicada.

Tabla 3 . Top 20 revistas principales

<i>Journal</i>	<i>Records</i>	<i>Percent</i>	<i>TLCS</i>
SOLAR ENERGY	45	9.5	140
RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS	38	8.0	91
ENERGY AND BUILDINGS	34	7.2	123
APPLIED ENERGY	32	6.8	98
ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT	24	5.1	42
RENEWABLE ENERGY	18	3.8	19
ENERGY	11	2.3	14
PROGRESS IN PHOTOVOLTAICS	8	1.7	12
SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS	8	1.7	26
INTERNATIONAL JOURNAL OF PHOTOENERGY	7	1.5	0
APPLIED THERMAL ENGINEERING	6	1.3	26
JOURNAL OF RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY	6	1.3	0
JOURNAL OF SOLAR ENERGY ENGINEERING-TRANSACTIONS OF THE ASME	6	1.3	7
IET RENEWABLE POWER GENERATION	5	1.1	0
JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	5	1.1	3
ENERGIES	4	0.8	9
IEEE JOURNAL OF PHOTOVOLTAICS	4	0.8	1
SUSTAINABILITY	4	0.8	0
2013 IEEE 39TH PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE (PVSC)	3	0.6	0
ENERGY POLICY	3	0.6	2

Adicionalmente, en la Tabla 4 se muestra el listado de las revistas con altas puntuaciones de TLCS luego de Solar Energy son: Energy and Buildings, Applied Energy, Renewable & Sustainable Energy Reviews y Energy Conversion and Management. También se evidencia que

los puntajes altos de TLCS no garantizan altas citas por publicación promedio (TLCS/records) como se muestra en la tabla 4. Las citas promedio más altas fueron en el 1st International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry (SHC 2012) con solo una publicación, la cual ha sido citada 5 veces, seguidas de Applied Thermal Engineering con 4,3 citaciones promedio y Sensors con 4 citaciones promedio.

Tabla 4 . Las diez revistas con más altos promedios de citación

<i>Journal</i>	<i>TLCS/records</i>	<i>Records</i>	<i>TLCS</i>
1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOLAR HEATING AND COOLING FOR BUILDINGS AND INDUSTRY (SHC 2012)	5	1	5
APPLIED THERMAL ENGINEERING	4,3	6	26
SENSORS	4	1	4
ENERGY AND BUILDINGS	3,6	34	123
SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS	3,3	8	26
SOLAR ENERGY	3,1	45	140
APPLIED ENERGY	3,1	32	98
ELECTROCHIMICA ACTA	3	1	3
ENERGY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT	3	1	3
RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS	2,4	38	91

Artículos de alto impacto y autores

Se seleccionaron artículos de alto impacto usando LCS como referencia de medición en la Tabla 5 se observa que los diez artículos de mayor impacto fueron escritos por 29 autores, de los cuales Chow TT participo en el desarrollo de dos artículos. Los artículos del top ten se desarrollaron entre los años 2003 y 2011, siendo el 2009 el mejor año, ya que se escribieron 3 artículos ese año.

Teniendo en cuenta que la revista Solar Energy publicó 45 artículos y Applied Energy publicó 32 artículos y cuentan con 1 y 3 artículos en el top ten respectivamente se ratifica que son las revistas con mayor impacto en esta área de investigación.

Tabla 5. Top diez artículos de alto impacto

<i>Author</i>	<i>Title</i>	<i>Journal</i>	<i>Year</i>	<i>LCS</i>
Anderson TN, Duke M, Morrison GL, Carson JK	Performance of A building integrated photovoltaic/thermal (BIPVT) solar collector	SOLAR ENERGY	2009	20
Agrawal B, Tiwari GN	Optimizing the energy and exergy of building integrated photovoltaic thermal (BIPVT) systems under cold climatic conditions	APPLIED ENERGY	2010	19
Tripanagnostopoulos Y	Aspects and improvements of hybrid photovoltaic/thermal solar energy systems	SOLAR ENERGY	2007	18
Parida B, Iniyar S, Goic R	A review of solar photovoltaic technologies	RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS	2011	17
Fung TYY, Yang H	Study on thermal performance of semi-transparent building-integrated photovoltaic glazings	ENERGY AND BUILDINGS	2008	16
Li DHW, Lam TNT, Chan WWH, Mak AHL	Energy and cost analysis of semi-transparent photovoltaic in office buildings	APPLIED ENERGY	2009	16
Jelle BP, Breivik C, Rokenes HD	Building integrated photovoltaic products: A state-of-the-art review and future research opportunities	SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS	2012	15
Chow TT, Hand JW, Strachan PA	Building-integrated photovoltaic and thermal applications in a subtropical hotel building	APPLIED THERMAL ENGINEERING	2003	14
Chow TT, Chan ALS, Fong KF, Lin Z, He W, et al.	Annual performance of building-integrated photovoltaic/water-heating system for warm climate application	APPLIED ENERGY	2009	14
Corbin CD, Zhai ZJ	Experimental and numerical investigation on thermal and electrical performance of a building integrated photovoltaic-thermal collector system	ENERGY AND BUILDINGS	2010	13

Cabe destacar que los autores de alto impacto fueron elegidos usando TLCS. Como se muestra en la Tabla 6, el autor con el valor más alto de TLCS fue Chow TT con 6 artículos publicados y un valor TLCS de 44. El Dr. Tin Tai Chow hace parte de la City University of Hong Kong. El segundo y tercer lugares fueron tomados por Tiwari GN (India) y Athienitis AK (Canada), con el

valor TLCS de 41 y 35 respectivamente.

Tabla 6. Autores de alto impacto

Author	Records	TLCS
Chow TT	6	44
Tiwari GN	8	41
Athienitis AK	10	35
Yang HX	10	32
Agrawal B	3	31
Lu L	9	30
Li DHW	5	29
Carson JK	3	28
Duke M	3	28
McCormack SJ	6	27

Análisis de visualización de citas

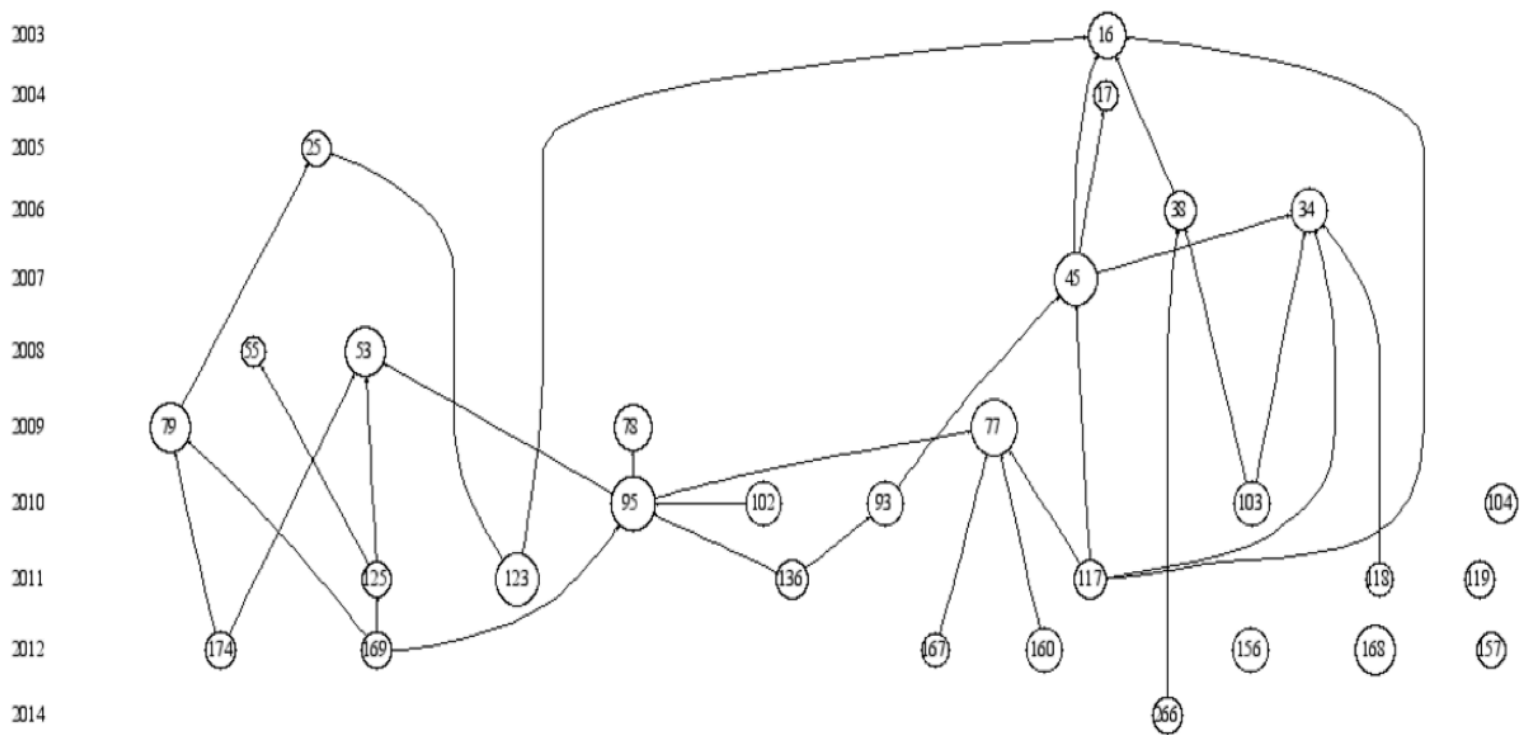
Se utilizó HistCite para crear el gráfico cronológico de citas visualizadas para artículos sobre sistemas fotovoltaicos integrados a edificios. Como se muestra en la Figura 3, se seleccionaron los 30 artículos con citas LCS de los cuales se mostraron los diez documentos con mayor LCS en la Tabla 7, los nodos de la figura muestran el número de artículo citado, mientras que las flechas apuntan a los documentos citados.

Tabla 7. Los diez valores LCS más altos para artículos a partir de las citas visualizadas

#	Date / Author / Journal	LCS
77	Anderson TN, Duke M, Morrison GL, Carson JK Performance of a building integrated photovoltaic/thermal (BIPVT) solar collector SOLAR ENERGY. 2009 APR; 83 (4): 445-455	20
95	Agrawal B, Tiwari GN Optimizing the energy and exergy of building integrated photovoltaic thermal (BIPVT) systems under cold climatic conditions APPLIED ENERGY. 2010 FEB 10; 87 (2): 417-426	19
45	Tripanagnostopoulos Y Aspects and improvements of hybrid photovoltaic/thermal solar energy systems SOLAR ENERGY. 2007; 81 (9): 1117-1131	18
123	Parida B, Iniyas S, Goic R A review of solar photovoltaic technologies RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS. 2011 APR; 15 (3): 1625-1636	17
53	Fung TYY, Yang H Study on thermal performance of semi-transparent building-integrated photovoltaic glazings ENERGY AND BUILDINGS. 2008; 40 (3): 341-350	16
79	Li DHW, Lam TNT, Chan WWH, Mak AHL Energy and cost analysis of semi-transparent photovoltaic in office buildings APPLIED ENERGY. 2009 MAY; 86 (5): 722-729	16
168	Jelle BP, Breivik C, Rokenes HD Building integrated photovoltaic products: A state-of-the-art review and future research opportunities SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS. 2012 MAY; 100: 69-96	15
16	Chow TT, Hand JW, Strachan PA Building-integrated photovoltaic and thermal applications in a subtropical hotel building APPLIED THERMAL ENGINEERING. 2003 NOV; 23 (16): 2035-2049	14
78	Chow TT, Chan ALS, Fong KF, Lin Z, He W, et al. Annual performance of building-integrated photovoltaic/water-heating system for warm climate application APPLIED ENERGY. 2009 MAY; 86 (5): 689-696	14
93	Corbin CD, Zhai ZJ Experimental and numerical investigation on thermal and electrical performance of a building integrated photovoltaic-thermal collector system ENERGY AND BUILDINGS. 2010 JAN; 42 (1): 76-82	13

De la Figura 3. se muestra que el artículo No 95 fue el más citado (6 veces) y fue publicado en el año 2010. En ese artículo el autor tiene como objetivo optimizar las configuraciones de un sistema fotovoltaico térmico integrado para generar una mayor ganancia eléctrica y exergética en condiciones climáticas frías. En la investigación, el sistema implementado se utilizó como techo de un edificio para generar energía eléctrica por unidad de área y producir la energía térmica necesaria para el calentamiento al interior de la edificación. Sobre la base de este modelo, se llevó a cabo un análisis para seleccionar un sistema integrado apropiado adecuado para las condiciones climáticas frías de la India. (Agrawal & Tiwari, 2010).

Figura 3 . Gráfico de citas cronológicas



4. Conclusiones

En general la tendencia de la investigación de sistemas fotovoltaicos ha aumentado de manera constante desde el año 2000 hasta 2017 con un resultado obtenido de incremento investigativo en relación al tema entre los años 2009 y 2010. Estas tendencias muestran la importancia de los sistemas solares fotovoltaicos y la integración con otros sistemas para lograr un mayor uso eficiente de la energía y contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

A raíz de las actuales políticas gubernamentales se cree que el uso e investigación relacionada a integración de sistemas fotovoltaico en edificaciones aumente.

Actualmente 65 países aportan significativamente a la investigación de sistemas fotovoltaicos integrados a edificios, la producción se centra en China seguida de Estados Unidos, Reino Unido, India e Italia.

Los trabajos de investigación fueron publicados en revistas como Energy and Buildings, Applied Energy, Renewable & Sustainable Energy Reviews y Energy Conversion and Management, por autores con mayor publicación como lo son Chow TT y Tin Tai Chow lo cual hacen parte de la City University of Hong Kong, dejando en evidencia que CHINA y países del oriente impulsan a gran escala la investigación referente al tema estudio

Finalmente, la investigación de SF en integración con los edificios va en creciente desarrollo impulsado por políticas y necesidades de la sociedad.

Referencias

Agrawal, B., & Tiwari, G. N. (2010). Optimizing the energy and exergy of building integrated photovoltaic thermal (BIPVT) systems under cold climatic conditions. *Applied Energy*, 87(2), 417–426. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.06.011>

Biyik, E., Araz, M., Hepbasli, A., Shahrestani, M., Yao, R., Shao, L., ... Baver, Y. (2017). Engineering Science and Technology , an International Journal A key review of building integrated photovoltaic (BIPV) systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2017.01.009>

Chow, T. T. (2003). Building-integrated photovoltaic and thermal applications in a subtropical hotel building, 23, 2035–2049. [https://doi.org/10.1016/S1359-4311\(03\)00183-2](https://doi.org/10.1016/S1359-4311(03)00183-2)

Guraya, S. Y. (2013). Bandwagon of impact factor for journal scientometrics. *Journal of Taibah*

- University Medical Sciences*, 8(2), 69–71. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2013.04.001>
- He, Q., Wang, G., Luo, L., Shi, Q., Xie, J., & Meng, X. (2017). Mapping the managerial areas of Building Information Modeling (BIM) using scientometric analysis. *International Journal of Project Management*, 35(4), 670–685. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.08.001>
- Lawrie, L. K., Pedersen, C. O., Liesen, R. J., Fisher, D. E., Strand, R. K., Winkelmann, R. C., ... Berkeley, L. (n.d.). This paper has been downloaded from the Building and Environmental Thermal Systems Research Group at Oklahoma State University (www.hvac.okstate.edu) The correct citation for the paper is: New-Generation Building Energy Simulation Program . Proceedings , 1, 81–88.
- Narock, T., & Wimmer, H. (2017a). Linked data scientometrics in semantic e-Science. *Computers and Geosciences*, 100, 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2016.12.008>
- Narock, T., & Wimmer, H. (2017b). Linked data scientometrics in semantic e-Science. *Computers and Geosciences*, 100(November 2016), 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2016.12.008>
- Parida, B., Iniyar, S., & Goic, R. (2011). A review of solar photovoltaic technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3), 1625–1636. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.032>
- Peng, C., Huang, Y., & Wu, Z. (2011). Building-integrated photovoltaics (BIPV) in architectural design in China. *Energy and Buildings*, 43(12), 3592–3598. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.09.032>
- Pollack, J., & Adler, D. (2015). Emergent trends and passing fads in project management research: A scientometric analysis of changes in the field. *International Journal of Project Management*, 33(1), 236–248. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.04.011>
- Sokona, Y., Mulugetta, Y., & Gujba, H. (2012). Widening energy access in Africa: Towards energy transition. *Energy Policy*, 47, 3–10. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.03.040>
- Zhao, X. (2017). A scientometric review of global BIM research: Analysis and visualization. *Automation in Construction*, 80(March), 37–47. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.04.002>
- Zou, L., Wang, L., Lin, A., Zhu, H., Peng, Y., & Zhao, Z. (2016). Estimation of global solar radiation using an artificial neural network based on an interpolation technique in southeast China. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. <https://doi.org/10.1016/j.jastp.2016.05.013>

-
1. Ingeniero Electricista, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. Estudiante de especialización [en Gestión Eficiente de Energía](#), Grupo de Investigación en Gestión Eficiente de la Energía, Kaí, Barranquilla, Colombia ivansarmientonieto@yahoo.es
 2. Ingeniera Industrial, Universidad del Atlántico, Estudiante de [maestría en Gestión Energética](#), Grupo de Investigación en Gestión Eficiente de la Energía, Kaí, Barranquilla, Colombia, ydcardenas@mail.uniatlantico.edu.co
 3. M.Sc. Ingeniería Mecánica, Docente, Facultad de Ingeniería, Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación en Gestión Eficiente de la Energía, Kaí, Barranquilla, Colombia. guillermoevalencia@mail.uniatlantico.edu.co
-

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 47) Año 2017
Indexado em Scopus, Google Scholar

[Index]

[En caso de encontrar un error en esta página notificar a [webmaster](#)]