



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN, 2019”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Autores:

Coronado Laiza, Marco Antonio

Flores Ramos, Edwin Frank

Palacios Mendoza, Felix Santiago

Asesor:

Ing. Dr. Mg. Lic. Nombres y Apellidos

Trujillo - Perú

2019

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.03	NÚMERO VERSIÓN	02	PÁGINA	Página 1 de 23
FECHA DE VIGENCIA	11/04/2019				

DEDICATORIA

A Richard y José Luis

AGRADECIMIENTO

A los docentes y personal administrativos de UPN

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	12
CAPÍTULO III. RESULTADOS	15
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	19
REFERENCIAS	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01	14
Tabla N° 02	17
Tabla N° 03	17
Tabla N° 04	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01	14
--------------------	----

RESUMEN

El estudio presenta la revisión sistemática del estado de la tecnología BIM en la gestión de proyectos. Actualmente concebimos a BIM como el uso de software para el dibujo; sin embargo, tiene la capacidad de enlazar y controlar las fases de gestión y ejecución de proyectos. Para la búsqueda de información se ha consultado una base de datos académicas profesionales como Proquest; los datos han sido clasificados metodológicamente para lograr el máximo aprovechamiento de esta información. Los criterios de selección incluyen revistas científicas y profesionales en idioma inglés y los cuales dispongan del texto completo; también se consideró criterios de exclusión geográfica y temática.

Los resultados muestran que la tecnología BIM es relativamente nueva y se observa un incremento en las publicaciones en los últimos 5 años. Los países con mayor cantidad de publicaciones son Inglaterra y Estados Unidos; también vemos en el sector en donde se han encontrado más publicaciones de trabajos con BIM es el de Construcción por sobre las publicaciones en Software o de uso académico.

Finalmente, el estudio muestra en las publicaciones que BIM representa un control integral y direccional en los proyectos; Sin embargo, para tener un criterio más amplio de estas técnicas de control se debe evaluar los resultados históricos de artículos similares y ampliar la base de datos de búsqueda a otros idiomas y regiones geográficas.

PALABRAS CLAVES: Building Information Modeling, Project Management, Construction.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Building Information Modeling (BIM) es un concepto que en los últimos años se expandido significativamente y se ha implementado, principalmente, en los sectores de Arquitectura, Ingeniería y Construcción (Wang, 2015). Al principio, la tecnología BIM se utilizó para generar modelos virtuales de edificios en 3D, en los cuales se podían visibilizar los objetos de construcción y, de este modo, hacer su diseño más comprensible (Pucko, 2014). Actualmente, BIM se define por como una representación digital de una característica física y funcional de una instalación. Como tal, sirve como una fuente de conocimiento compartido para la información sobre una instalación que forma una base confiable y rápida para la toma de decisiones durante su ciclo de vida; el objetivo de BIM no solo a un campo de diseño sino también a uno de gestión de proyectos, debido a que trasciende hacia la idea de sistema de gestión en el que la tecnología informática tiene un papel preponderante como medio para la concepción, diseño, construcción, administración y en términos generales, la gestión integral de proyectos del sector de la construcción (Ocampo, 2015).

Los procesos BIM tienen muchos beneficios en el desarrollo integral de la construcción: mejoran la capacidad del proyecto para compartir información de manera eficiente, asiste durante la fase de construcción proporcionando información oportuna para tomar decisiones informadas, ayuda con el monitoreo y control, y permite la aplicación eficiente de otras técnicas de gestión, como la administración del valor ganado, donde se analiza la relación entre el costo y el cronograma para evaluar el estado del proyecto. Otro de los factores importantes que son abordados por BIM está referido a los proyectos que requieren la colaboración de numerosas partes, a veces separadas geográficamente; es allí

donde se explotan al máximo las bondades de BIM sobre brindar información continua, precisa y en tiempo real compartida entre los participantes del proyecto para facilitar la resolución de conflictos, ayudar a resolver problemas y mantener los proyectos a tiempo y dentro del presupuesto asignado (McConnell, 2015).

BIM tiene un gran potencial como una iniciativa novedosa que puede incentivar cambios radicales en una amplia gama de paradigmas de la práctica de la construcción. Sus beneficios se han ido contextualizado recientemente en diversa literatura de arquitectura, ingeniería, construcción y gestión de instalaciones. Los conocimientos, a la fecha, sobre BIM abarcan varias facetas de las aplicaciones actuales de la tecnología de la información (TI) que podrían desencadenar un mejor rendimiento y una mejor satisfacción general de todos los interesados en los procesos de desarrollo de infraestructura de lo que la construcción ha sido testigo a lo largo de la historia (Oluwole, 2011).

La ventaja de la gestión de proyectos de construcción con BIM es la aplicación de la gestión total del proyecto, la capacidad de utilizar esta tecnología para planificar, diseñar y construir el proyecto, y luego entregar el modelo terminado como construido durante la fase de cierre al propietario para que la instalación puede ser administrada de manera más eficiente. (McConnell, 2015).

La Construcción es una de las áreas de la industria donde se ha identificado menor dinamismo en avances tecnológicos por lo que nos puede parecer una sector no muy avanzado o sofisticado en comparación con otras industrias como la fabricación y la comunicación. La automatización de los procesos de construcción ha sido relativamente un problema sin resolver (Childress, 2014).

Por otro lado, se han evidenciado ciertas deficiencias que se condicen con la forma en que se relacionan los diferentes especialistas entre los que se destaca al patrocinador, el equipo de diseño, el equipo de construcción, diferentes especialidades de Ingeniería, subcontratos, y otros. En general, todos ellos focalizan su atención en cumplir particularmente con su parte del trabajo, en un ambiente individual donde cada uno busca obtener el mayor beneficio personal, olvidando el objetivo y éxito global del proyecto, restándose de aportar nuevas ideas, soluciones y/o mejoras. Adicionalmente, ocurre que la relación entre los equipos de trabajo se rige en respetar las cláusulas y restricciones que se expresan en el contrato, generando un ambiente de desconfianza al presentarse conflictos y que cuando ocurren, generalmente se prolongan a lo largo de todo el desarrollo del proyecto. Por último, y en base a proyectos estudiados, se ha comprobado que muchos finalizan con sobrecostos, atrasos considerables y con obras de baja calidad (Vio, 2017).

Los problemas actuales con la gestión de la calidad y eficiencia del diseño y la construcción son claros llamados a la acción para mejorar una industria que se queda atrás en su intento de ser más competitiva y proporcionar un mejor servicio a los clientes y a la sociedad en general: para reducir disputas y para compartir riesgos y avanzar la industria hacia el siglo XXI. Un hallazgo bien conocido del estudio NIST (2004) establece que se pierden más de US\$ 15.8 mil millones cada año debido a la falta de interoperabilidad de datos en la administración de instalaciones de capital en los EE. UU (Aranda-Mena, 2009).

En nuestro país y específicamente en nuestra región no somos ajenos a los problemas y desafíos que afronta el sector construcción; actualmente vemos un buen ritmo en la inversión pública y privada; sin embargo, las metodologías de diseño, construcción y gestión siguen siendo las mismas de hace algunas décadas atrás. Los profesionales del sector

continúan usando técnicas manuales para los diseños y metrados, los cuales son muy susceptibles a error y por ende a fiscalización.

Sin embargo, el modelo BIM de integración de diseño e información no siempre ha sido efectivo en su aplicación en proyectos de la mayor economía de la construcción del mundo, China, en la actualidad (Cao, 2015). Muchos estudios señalan que existen barreras institucionales para la aplicación y el uso efectivo de BIM y que diversos usos y expectativas no ayudan a su aceptación en toda la industria. Este escenario es similar y constituye los mismos problemas que se enfrentan en Europa y América del Norte, de hecho, a nivel mundial (Rowlinson, 2017). Para aprovechar todos los beneficios de la tecnología BIM se requiere un cambio de enfoque paradigmático, con el fin de lograr la evolución del desempeño de los proyectos en todas sus fases y que los esfuerzos por implementarlos sean exitosos (McAdam, 2010).

Debido a las consideraciones expuestas es necesario revisar la información disponible para conocer en qué estado se encuentra la tecnología BIM y su influencia en la gestión de proyectos de Construcción en la última década. Así el objetivo general de esta investigación es analizar e identificar los avances, tendencias y desafíos de esta tecnología con la revisión de literatura disponible enmarcada en los últimos diez años. De esta manera los objetivos específicos son: (a) Describir los conceptos del modelo BIM; (b) identificar los desafíos de su implementación y evaluar su proyección futura (Oluwole, 2011)

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Tipo de estudio

El presente estudio corresponde a una revisión sistemática de la literatura, que consta de un proceso desarrollado para identificar lo medular de una revisión de la literatura de interés para la práctica, realizando la búsqueda y extracción de lo más relevante acorde a criterios que han sido evaluados y respetados por otros (Urrea, 2010).

La pregunta de investigación establecida definida para el proceso metodológico fue la siguiente: *¿En qué estado se encuentra la tecnología BIM y su influencia en la gestión de proyectos de Construcción en la última década?*

Proceso de selección

Los artículos se seleccionaron de la base de datos Proquest utilizando las siguientes palabras clave: Building Information Modeling, Project Management y Construction. La búsqueda se realizó en el idioma inglés debido a la mayor oferta de literatura sobre el tema en cuestión. Se escogieron estas palabras con el fin de consolidar los criterios de búsqueda. Para el presente estudio se tuvo en cuenta los siguientes criterios de inclusión, Primero: Artículos publicados en la base Proquest en la última década, es decir entre los años 2008 y 2018. El criterio principal fueron las publicaciones referidas a la temática de investigación. Otro criterio de inclusión de los estudios fue que sólo se tomarían en cuenta publicaciones en revistas profesionales y revistas científicas; Se tomó en cuenta el tipo de artículo y la ubicación geográfica. Se excluyeron las publicaciones en diarios y reportes y aquellas que no contenían el documento completo.

Muestra

La muestra inicial estuvo conformada por 289 publicaciones; después de los criterios primarios se obtuvieron 77 publicaciones o unidades de análisis a las cuales se le aplicaron los criterios de inclusión y exclusión hasta quedar con 25 publicaciones finales.

La figura N°01 muestra las fases del procedimiento de análisis de datos de la revisión sistemática.



Figura N° 01. Fases de la etapa de análisis de datos de la revisión bibliográfica para el estudio.

Proceso de revisión

De los artículos referenciados se realizaron lecturas completas por parte del investigador, Posteriormente se continuó con el registro de los datos, para lo cual se utilizó un protocolo que permitió organizar la información de cada publicación. El protocolo clasificaba información de los siguientes campos: título, autor, lugar de publicación, fecha de publicación y temática de investigación. Los datos fueron organizados y presentados en la Tabla N° 01.

Tabla N° 01

Artículos incluidos en la revisión según criterios de inclusión

Item	Título	Autor	Lugar	Fecha de Publicación	Temática
1	Setting new trends of integrated Building Information Modelling (BIM) for construction industry	Wang, Xiangyu	England	2015	Construction industry
2	Building Information Modeling Based Time And Cost Planning In Construction Projects	Pucko, Zoran	Croatia	2014	Construction industry

3	Modelling the costs of corporate implementation of building information modelling	Oluwole, Alfred Olatunji	England	2011	Studies
4	Implementing Building Information Modeling (BIM) for Construction Management of Sports Arena of University of Alaska Anchorage	McConnell, Chris C	U.S.A.	2015	Construction industry
5	Building construction and building information modeling	Childress, Vincent W	U.S.A.	2014	Construction industry
6	On the Building Information Modeling of Capital Construction Projects Market Development	Vladimirovna, Olga	Canadá	2016	Construction industry
7	Building Information Modeling	Murphy, Mike	U.S.A.	2009	Construction industry
8	Building Information Modelling (BIM) and Project Management: a Stakeholders Perspective	Travaglini, Agnese	Croatia	2014	Construction industry
9	Towards building information modelling for existing structures	Arayici, Yusuf	England	2008	Construction industry
10	Building information modelling (BIM) for sustainable building design	Kam-din Wong	England	2013	Construction industry
11	Building information modeling: the present of the construction industry	Katz, Gerald I	U.S.A.	2010	Construction industry
12	Building information modelling, integrated project delivery and all that	Rowlinson, Steve	England	2017	Construction industry
13	Building information modelling demystified: does it make business sense to adopt BIM?	Aranda-Mena	England	2009	Construction industry
14	Building information modelling: the UK legal context	McAdam, Brodie	England	2010	Studies
15	Information technology and safety	Hallowell, Matthew Ryan	England	2016	Construction industry
16	Future perspectives on product data management in building information modeling	Palos, Salla	England	2014	Software
17	Integrated Design and Engineering using Building Information Modelling: A Pilot Project of Small-Scale Housing Development in The Netherlands	Sebastian, Rizal	England	2010	Construction industry
18	Attributes of Building Information Modelling Implementations in Various Countries	Wong, Andy K D	England	2010	Studies
19	Optimizing Energy Efficiency in Operating Built Environment Assets through Building Information Modeling: A Case Study	Petri, Ioan	Switzerland	2017	Studies

20	The Obstruction to the Use of Building Information Modeling in China	Liu, Hua	Switzerland	2013	Studies
21	Building Information Modeling (BIM) and Analysis of more Traditional CAD	Li, Jian	Switzerland	2014	Construction industry
22	Recent Advances on Building Information Modeling	Yu-Shen, Liu	Egypt	2015	Software
23	A measurement model of building information modelling maturity	Chen, Yunfeng	England	2014	Software
24	The Effects of Building Orientation on Energy Consumption using Building Information Modeling	Singh, Randeep	U.S.A.	2017	Studies
25	The Future Lies in Building Information Modeling	Krawcke, Nicole	U.S.A.	2016	Construction industry

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

La búsqueda de publicaciones científicas en la base de datos de Proquest arrojó un total de 289 artículos durante el periodo seleccionado en los últimos años; es decir entre 2008 a 2018. A este número de artículos se aplicaron los criterios primarios de inclusión. En cuanto al idioma se seleccionó el inglés debido a que se considera que existe mayor diversidad de investigaciones en países de habla inglesa; Con respecto al lugar de la publicación se consideró aquellos países de habla inglesa y se suprimieron los de las regiones asiáticas. Se aplicaron otros criterios como considerar los artículos de revistas científicas profesionales y el de tener por lo menos la palabra *Building Information Modeling* en el título. Es así como se lograron obtener 77 artículos; de este número se eliminaron los duplicados y se consideraron los artículos con texto completo; con lo que se suprimieron 52 artículos para tener un número final de 25 publicaciones para la presentación de resultados.

La fecha de publicación de los artículos nos muestra que de las 25 publicaciones revisados las dos terceras partes de ellos fueron publicados entre los años 2012 a 2018. Estos resultados nos muestran que las investigaciones sobre BIM se han venido intensificando en los últimos años; por lo que se pronostica un mayor desarrollo y expansión de esta tecnología.

A medida que BIM logre evidenciar sus beneficios, permitirá su aceptación en diversos sectores de la industria. En la tabla N° 02 podemos ver los resultados de esta clasificación por fecha de publicación.

Tabla N° 02

Clasificación de artículos por rango de fecha de publicación

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Artículos Científicos entre 2008-2001	8
2	Artículos Científicos entre 2012-2018	17

Fuente: Elaboración propia

El lugar de publicación, el cual esta generalmente relacionado a las sedes de universidades nos muestra que en Inglaterra y Estados Unidos se encuentran la mayor cantidad de publicaciones sobre BIM; abarcando mas del 70% de los artículos. Los resultados de por lugar de publicación puede observarse en la tabla N°03.

Tabla N° 03

Clasificación de artículos por lugar de publicación

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Publicados en Inglaterra	12
2	Publicados en U.S.A	6
3	Publicados en Suiza	3
4	Publicados en otros países	4

Fuente: Elaboración propia

Para analizar el estado e influencia de la tecnología BIM en la gestión de proyectos fue necesario enfatizar en los artículos que estudien casos prácticos de su implementación en la Industria de la Construcción, en Estudios propiamente dicho y en su aplicación en Software.

Construcción, Se encontraron 16 artículos referidos a la Industria de la construcción. En estas investigaciones se describe sobre los beneficios de los proyectos administrados con BIM. Los beneficios asociados a su aplicación con más frecuencia de BIM están relacionados con la reducción de costos y el control, lo que equivale a reducir los cambios y reducir el cronograma. (McConnell, 2015). En estos estudios se menciona que en los proyectos de construcción con BIM se logra mayor colaboración, así como anticipar problemas antes. Esto reduce el desperdicio no deseado debido a una mejor gestión de la construcción y, por lo tanto, reduce el costo del proyecto. Además, BIM ayuda a optimizar el diseño, reduciendo los costos de capital y de vida a través de una mejor eficiencia de materiales y energía (Kam-din, 2013).

Estudios, Se encontraron 6 artículos referidos a estudios donde se evidencia los beneficios de BIM. Estos artículos muestran que la investigación y el desarrollo profesional en BIM deberían centrarse más en las disposiciones y la gestión de los contratos de servicios BIM y las formas de coordinación BIM entre los consultores y el contratista. También existen demandas en la industria para el establecimiento de mecanismos de capacitación e indicadores de desempeño para monitorear y controlar los procesos de relacionados con la Certificación BIM (Katz, 2010).

Software, Encontramos 3 artículos sobre la verificación de beneficios de BIM en proyectos de Software. La tecnología de BIM ha recibido una atención cada vez mayor en la industria de la de Software. A diferencia de la tecnología tradicional de diseño asistido por computadora (CAD), la tecnología BIM permite almacenar tanto información geométrica como información semántica rica de modelos de construcción, así como sus relaciones, para admitir el intercambio de datos del ciclo de vida. En términos de adopción de tecnología de la información (TI), BIM es una nueva tendencia en la industria en general (Chen, 2014).

Tabla N° 04

Clasificación de artículos por temática

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Construction industry	16
2	Studies	6
3	Software	3

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La revisión se realizó enmarcando la búsqueda con el estado actual de la tecnología BIM en el desarrollo de proyectos, entendiendo el término “gestión” como el grupo de procesos que inicia con la concepción y diseño hasta su ejecución final. Los resultados muestran que en los últimos años hemos tenido un incremento positivo de publicaciones. Dividendo el rango de tiempo estudiado que es de 10 años, encontramos que en los últimos 5 años se duplica la cantidad de publicaciones seleccionada. Para profundizar y mostrar mas claramente la tendencia la investigación debería ampliarse el rango de tiempo seleccionado. Con respecto a la ubicación geográfica encontramos que en Inglaterra y Europa en general tenemos más del 60% de publicaciones. El tener un criterio de inclusión como el idioma ingles es de esperar que no se tenga una visión del status apreciable de BIM en Latinoamérica.

Con respecto al sector donde se ha visto los mayores esfuerzos por trabajar con BIM, encontramos que en más del 64% de publicaciones corresponden a la Industria de la Construcción y menor cantidad de aplicaciones para desarrollo de software. Se espera que el avance de proyectos BIM diversifique la oferta de Software como aplicaciones de oficina, aplicaciones específicas de proyectos, bases de datos y bibliotecas virtuales (Oluwole, 2011).

La selección de criterios de exclusión como países de Asia u Oceanía, también limita la posibilidad de un análisis más amplio de BIM. Otro aspecto por mencionar es el uso de una sola base de datos en esta investigación como Porquest, es necesario plantear la investigación trabajando con 3 o 4 bases de datos en total.

De lo expuesto podemos concluir que en los últimos años se viene incrementando el uso de la tecnología BIM en la gestión de proyectos. La literatura nos muestra que el

concepto de BIM va más allá de el “uso” del software; sino que comprende el control dimensional desde la concepción y diseño de proyectos hasta su ejecución; Sin embargo, aún existen aspectos por mejorar como unificar conceptos y procedimientos lo cual se puede lograr poniéndolo bajo normativa tipo Iso y sin dejar de lado los esfuerzos no solo privados sino gubernamentales (Hallowell, 2016).

REFERENCIAS

Aranda-Mena, G., Crawford, J., Chevez, A., & Froese, T. (2009). Building information modelling demystified: Does it make business sense to adopt BIM? *International Journal of Managing Projects in Business*, 2(3), 419-434. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/17538370910971063>.

Cao, D., Wang, G., Li, H., Skitmore, M., Huang, T. and Zhang, W. (2015), "Practices and effectiveness of building information modelling in construction projects in China", *Automation in Construction*, Vol. 49, pp. 113-122.

Chen, Y., Dib, H., & Cox, R. F. (2014). A measurement model of building information modelling maturity. *Construction Innovation*, 14(2), 186-209. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/CI-11-2012-0060>

Childress, V. W. (2014). Building construction and Building Information Modeling. *Technology and Engineering Teacher*, 73(4), 24-29. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1468440572?accountid=36937>

Kam-din Wong, & Fan, Q. (2013). Building information modelling (BIM) for sustainable building design. *Facilities*, 31(3), 138-157. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/02632771311299412>

Katz, G. I., E.S.Q., & Crandall, J. C., E.S.Q. (2010). BUILDING INFORMATION MODELING: THE PRESENT OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY. *Construction Accounting & Taxation*, 20(1), 26-32. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/232104841?accountid=36937>

Matthew, R. H., Hardison, D., & Desvignes, M. (2016). Information technology and safety. *Construction Innovation*, 16(3), 323-347. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/CI-09-2015-0047>

McAdam, B. (2010). Building information modelling: The UK legal context. *International Journal of Law in the Built Environment*, 2(3), 246-259. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/17561451011087337>.

McConnell, C. C., & Wang, S. H. (2015). Implementing building information modeling (BIM) for construction management of sports arena of university of alaska anchorage. *IIE Annual Conference Proceedings*, , 3199-3220. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1792029272?accountid=36937>

Ocampo Hurtado, J.G. (2015). La gerencia BIM como sistema de gestión para proyectos de construcción. En R, Llamosa Villalba (Ed.). *Revista Gerencia Tecnológica Informática*, 14(38), 17-29

Oluwole, A. O. (2011). Modelling the costs of corporate implementation of building information modelling. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 16(3), 211-231. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/13664381111179206>

Rowlinson, S. (2017). Building information modelling, integrated project delivery and all that. *Construction Innovation*, 17(1), 45-49. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/CI-05-2016-0025>.

Urra Medina E, Barría Pailaquilén RM. La revisión sistemática y su relación con la práctica basada en la evidencia en salud. *Rev. Latino-Am. Enfermagem* [Internet]. jul.-ago. 2010 [acceso en: 24/06/2019];18(4):[08 pantallas]. Disponible en: http://www.scielo.br/pdf/rlae/v18n4/es_23.pdf

Vio, Jaime. (2017). La estrategia de ejecución de proyectos IPD (integrated project delivery) situación actual y tendencias. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile. Santiago de Chile.

Wang, X., & Heap-Yih Chong. (2015). Setting new trends of integrated building information modelling (BIM) for construction industry. *Construction Innovation*, 15(1), 2-6. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/CI-10-2014-0049>