

02-018

ANALYSIS OF BARRIERS AGAINST THE ADOPTION OF BIM TECHNOLOGY.

Villena Manzanares, Francisco ⁽¹⁾; García-Segura, Tatiana ⁽²⁾; Pellicer, Eugenio ⁽³⁾

⁽¹⁾ Universidad de Sevilla, ⁽²⁾ Universitat Politècnica de València, ⁽³⁾ Universitat Politècnica de València

To this day, there are still many barriers against the adoption of BIM (Building Information Modelling) despite it being mandatory in Spain in public building tenders (since 17/12/2018) and in public infrastructure tenders (since 26/07/2019). According to literature, some examples of such barriers could be; a high initial investment, a lack in software training, absence of many collaborative processes, legal resources, intellectual property, etc. A survey was carried out by the authors through a questionnaire they had prepared for the managers of 96 AEC (Architecture, Engineering and Construction) design companies who had not yet adopted BIM technology in their project design stage. Subsequently, a descriptive analysis of the results was carried out to obtain the current state of BIM barriers in Spain. It should be noted that 75.8% of planning companies in the analysed sample admit to adapting to BIM in the future, leading to the estimate of only 6.6% of them actually adapting to BIM in under a year, 34.2 % taking from 2 to 3 years, 27.6% will take from 3 to 5 years and the rest will probably take over 5 years' time.

Keywords: BIM technology; project management; project design; construction industry.

ANÁLISIS DE LAS BARRERAS A LA ADOPCIÓN TECNOLÓGICA BIM EN LA FASE DE DISEÑO DE PROYECTOS EN ESPAÑA.

A pesar de que en España es obligatorio el uso de BIM (Building Information Modeling) en licitaciones públicas de edificación (desde el 17/12/2018) y en licitaciones públicas de infraestructuras (desde el 26/07/2019), siguen existiendo actualmente barreras hacia su adopción tecnológica. La literatura acepta como barreras a dicha adopción, por ejemplo: la falta de formación en “software” y la elevada inversión inicial, falta de procesos colaborativos, recursos legales, propiedad intelectual, etc. A través de un cuestionario elaborado por los autores, se llevó a cabo una encuesta a los gerentes de 96 empresas proyectistas de AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción) que todavía no han adoptado BIM en la fase de diseño proyectual. Posteriormente se realizó un análisis descriptivo de los resultados para obtener el estado actual de las barreras BIM en España. Se destaca que el 75,8% de las empresas proyectistas de la muestra analizada reconocen que en un futuro se adaptarán a BIM, estimándose que únicamente 6,6% se adaptará a BIM en un rango temporal menor a un año, el 34,2% en un rango entre 2 y 3 años, el 27,6% en un rango entre 3 y 5 años, adaptándose el resto en más de 5 años.

Palabras claves: Tecnología BIM; gestión de proyectos; diseño de proyectos; sector de la construcción.

Correspondencia: Francisco Villena Manzanares fvillena@us.es



1. Introducción: BIM España

Generar modelos de información de la construcción (“Building Information Modeling”, BIM), a través de un “software” dinámico, es el objetivo que persiguen las políticas de desarrollo del BIM en España. La adopción de esta metodología en el sector AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción) incrementa la productividad y el control de la información del proyecto a través de un modelo virtual 3D de la construcción. La adopción de esta metodología en el sector AEC posicionaría a España dentro de las tendencias internacionales. Existen beneficios para las empresas que adoptan esta metodología analizando el último informe elaborado por la comisión BIM: a) aumento de la calidad de los proyectos y de las obras públicas; b) reducción de costes de obras e infraestructuras; c) mejor gestión y reducción de tiempos y costes en fase de construcción; d) aumento de transparencia en el intercambio de información; e) mayor cuidado para la sostenibilidad de las infraestructuras; f) mayor competitividad de las empresas en el mercado internacional; g) mayor seguridad en las obras; y h) mejor eficiencia energética.

Toda la información de la implantación BIM en España puede consultarse en el portal de la Comisión Interministerial BIM (CBIM) en el portal (<https://cbim.mitma.es>). Las fechas clave del programa español 2018/2019 sobre el BIM en las tres etapas principales son :

- 12/03/2018: adopción recomendada de BIM en licitaciones públicas
- 12/12/2018: adopción obligatoria del BIM en licitaciones públicas
- 26/07/2019: adopción obligatoria del BIM en todas las obras públicas e infraestructuras.

Según datos del observatorio de licitaciones, el último trimestre del año 2020 se cierra con un aumento notable del número de licitaciones con requisitos BIM publicadas, incrementándose en un 52% el número de licitaciones del trimestre anterior. En cuanto a la evolución anual, desde el año 2017 se muestra un aumento progresivo tanto en el número como en la inversión realizada, alcanzando en 2020 unos valores de 440 licitaciones publicadas, lo que supone un aumento del 14% respecto a los valores del año anterior. Actualmente tanto el sector de la edificación como el de las infraestructuras, han registrado datos del uso de BIM en España recogidos por CBIM para la implantación de BIM en la contratación pública. En concreto, los datos actuales en el 2021 del observatorio BIM, arrojan un 44% por ciento de las licitaciones BIM correspondientes a la Edificación y el 56% a infraestructuras. Respecto al objeto del contrato se observa que BIM en España está presente con mayor proporción en el proyecto constructivo, seguido por su uso en direcciones de obra o asistencias técnicas. BIM está presente también, aunque en menor medida, en la ejecución de obra y en los estudios de seguridad y salud. Respecto a la fase del ciclo de vida de la infraestructura o edificio, BIM está presente principalmente en la fase de diseño con el 85% y en la fase de construcción con el 15%. Se observa que en las fases de explotación es nula su presencia actualmente. A pesar del uso gradual del BIM en el número de licitaciones, siguen existiendo actualmente barreras hacia su adopción tecnológica en España. La literatura acepta como barreras a dicha adopción, por ejemplo: la falta de formación en “software” y la elevada inversión inicial, la falta de procesos colaborativos, los recursos legales, la propiedad intelectual, etc. (Piroozfar et al., 2019; Shen, Edirisinghe y Yang, 2016). Por lo tanto, el objetivo de este estudio es indagar y clarificar los motivos por los cuales las empresas del sector AEC no implementan BIM en fase de diseño. A través de un cuestionario elaborado por los autores se aplicó dicha encuesta a los gerentes de 96 empresas proyectistas AEC que no han adoptado BIM en la fase de diseño.

Posteriormente se realiza un análisis descriptivo de los resultados para obtener el estado actual de las barreras BIM en el caso español. Para ello, en la Sección 2 se realiza una revisión de la literatura de las barreras BIM. A continuación, en la Sección 3, se expone la metodología de investigación, y en la Sección 4 se presentan los resultados obtenidos. Por último, en la Sección 5, se despliegan las conclusiones y discusiones del estudio.

2. Las principales barreras BIM en el mundo: una revisión de la literatura.

Para Antwi-Afari et al. (2018) la implementación BIM está convenientemente establecida en países desarrollados como Australia (Hong et al., 2018), los países nórdicos (Jensen y Johannesson, 2013), Reino Unido (Eadie et al., 2013), Estados Unidos (Haliburton, 2016) y Corea del Sur (Kim, Park y Chin, 2016). Por otro lado, Antwi-Afari et al. (2018) encuentran que los países en vías de desarrollo, como China (Zhou, Yang y Yang, 2019), India (Ahuja et al., 2016), Malasia (Yaakob, Ali y Radzuan, 2016), Nigeria (Amuda-Yusuf, 2018) y Singapur (Liao y Teo, 2017), se están quedando atrás en la implementación de BIM. En el caso de España, es el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) quien ostenta la Presidencia y Secretaría de la Comisión Interministerial para la Incorporación de la Metodología BIM en la Licitación Pública (CBIM), que contempla la gestión sostenible de los recursos y la economía circular, así como la innovación digital en su Agenda Urbana y el uso de la metodología BIM en el documento de debate de la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030, todavía en fase de elaboración.

2.1 Barreras u obstáculos a la adopción BIM por países.

A continuación, en la Tabla 1, se realiza un cuadro sintetizado de las principales barreras localizadas por autor y país. Como podemos apreciar de la Tabla 1, adoptar tecnología BIM para proyectos de construcción conlleva diferentes problemas que son específicos de cada país y esto se explica porque cada país tiene diferentes entornos socioculturales, económicos y regulatorios.

Tabla 1. Barreras BIM por países. Fuente: Elaboración propia

PRINCIPALES BARRERAS BIM	Referencias	País
Complejidad del software BIM Problemas relacionados con el tecnicismo y el desarrollo tecnológico Problemas organizativos y de gestión Recursos económicos limitados para inversiones relacionadas con BIM Proyectos BIM no están adecuadamente estandarizados en forma y contenido	(Von Both, 2012)	Alemania
Falta de compromiso de la alta dirección Falta de conciencia y conocimiento Falta de colaboración Problemas culturales y humanos Problemas de interoperabilidad entre software	(Piroozfar et al., 2019)	Reino Unido
Falta de formación debido a la falta de voluntad de la alta dirección en BIM Adecuar la estructuración organizativa a BIM Falta de voluntad para adoptar nuevos métodos, sistemas y tecnologías innovadoras Problemas de competencia técnica	(Shen, Edirisinghe y Yang, 2016)	Singapur
Diseño del proyecto complejo e incompleto Falta de colaboración entre contratistas y profesionales en la fase de diseño Falta de estándares BIM Falta de conocimiento sobre BIM Mala comunicación entre las partes interesadas del proyecto	(Mehran, 2016).	Emiratos Árabes Unidos
Falta de actitud de la alta dirección para el cambio Desconocimiento de las aplicaciones de BIM en construcción	(Memon et al., 2014)	Malasia

Problemas derivados de la colaboración		
Problemas de interoperabilidad		
No disponibilidad de biblioteca paramétrica		
Mala comunicación y coordinación entre las partes interesadas	(Saka y Chan, 2019)	Uganda
Pocas habilidades de gestión del proyecto		
Diseño constructivo BIM complejo		
Problemas relacionados con el equipo y los procesos		
Pocos estándares gubernamentales	(Andreas, Van Roy & Adrian Firdaus, 2020)	Indonesia
Poca formación		
Alto coste de formación		
Complejidad del proyecto		
Aspectos legales de responsabilidad por fallos en la implementación de BIM		
Método de entrega del proyecto no especificado, problemas posibles de licencia		
Problemas de propiedad intelectual		
Elevados costes de adquisición de tecnología, resistencia directiva al cambio	(Firas Alsaeedi, Jessam Lafta y Ahmed, 2020)	Irak
Falta de apoyo gubernamental		
Falta de incentivos a la adopción BIM		
No llevar a cabo BIM como metodología de trabajo y proceso	(Arrotéia, Freitas y Melhado, 2021)	Brasil
Falta de profesionales capacitados BIM		
Falta de tecnología digital en el sector		
Resistencia de la cultura laboral en la adopción de nuevas tecnologías		
Elevada inversión en formación y adquisición de hardware y software		
Falta de regulación gubernamental sobre BIM	(Farooq et al., 2020)	Pakistán
Falta de seminarios sobre nuevas tecnologías como BIM por parte de las organizaciones		
Adaptar estructura organizativa para la adopción de BIM		
Pocos profesionales BIM		
La alta dirección no apoya el cambio tecnológico,		
La falta de habilidades para gestionar proyectos utilizando BIM		
Alto coste inicial de BIM		
Comunicación y colaboración inadecuada entre agentes		
Falta de formación sobre software en las empresas		
Falta de habilidades técnicas y de gestión subcontratación excesiva	(Chan et al., 2018).	Ghana
Retrasos en la toma de decisiones		
Falta de apoyo en las políticas gubernamentales		
Problemas tecnológicos BIM		
Resistencia al cambio por parte de los directivos		
Falta de interés por parte de clientes y mercados		
Falta de conocimiento y habilidades inadecuadas	(Saleh, 2015)	Libia
Falta de capacidad para implementar BIM		
Falta de colaboración		
Cultura organizativa resistente al cambio		
La elevada inversión inicial de BIM	(Ahmed, 2018)	Países Asiáticos
Falta de conocimiento de BIM		
Resistencia al cambio directivo		
Contratación no establece un protocolo BIM		
Falta de experiencia en BIM		
Complejidad del software BIM		
Responsables políticos no apoyan el cambio		
Dificultad de aprendizaje BIM		
Los clientes no requieren el proyecto en BIM		
Falta de tiempo para experimentar con nuevas tecnologías		

A continuación, se van a exponer las barreras comunes localizadas entre todos los países analizados. De forma general, se puede afirmar que la resistencia cultural a BIM, los elevados costes de adquisición de la tecnología BIM, la falta de formación, la poca colaboración entre las partes interesadas, la falta de protocolos BIM y los problemas organizativos pueden considerarse barreras comunes en todos los países analizados. En concreto, la falta de apoyo gubernamental la localizamos en países asiáticos, Libia, Ghana, Pakistán, Brasil e Irak. Por otra parte, destacamos que en países donde BIM lleva años empleándose como Alemania o Reino Unido, las principales barreras están

relacionadas con los problemas propios del desarrollo tecnológico como son la interoperabilidad entre “softwares” y tecnicismos. Por último, los aspectos legales y de propiedad intelectual se observa que son las barreras a BIM menos frecuentes.

2.2 Beneficios del uso BIM versus barreras del uso BIM.

Los beneficios del uso de BIM han sido un aspecto estudiado desde hace más de una década. Este apartado tiene como objetivo identificar, en base a la literatura, los beneficios del uso de BIM y las barreras potenciales para la implementación de BIM en los proyectos de construcción. Para ello se realiza un cuadro comparativo donde se resumen los mas representativos para cada tipo (ver Tabla 2).

Tabla 2: Beneficios versus barreras del uso de BIM. Fuente: Elaboración propia

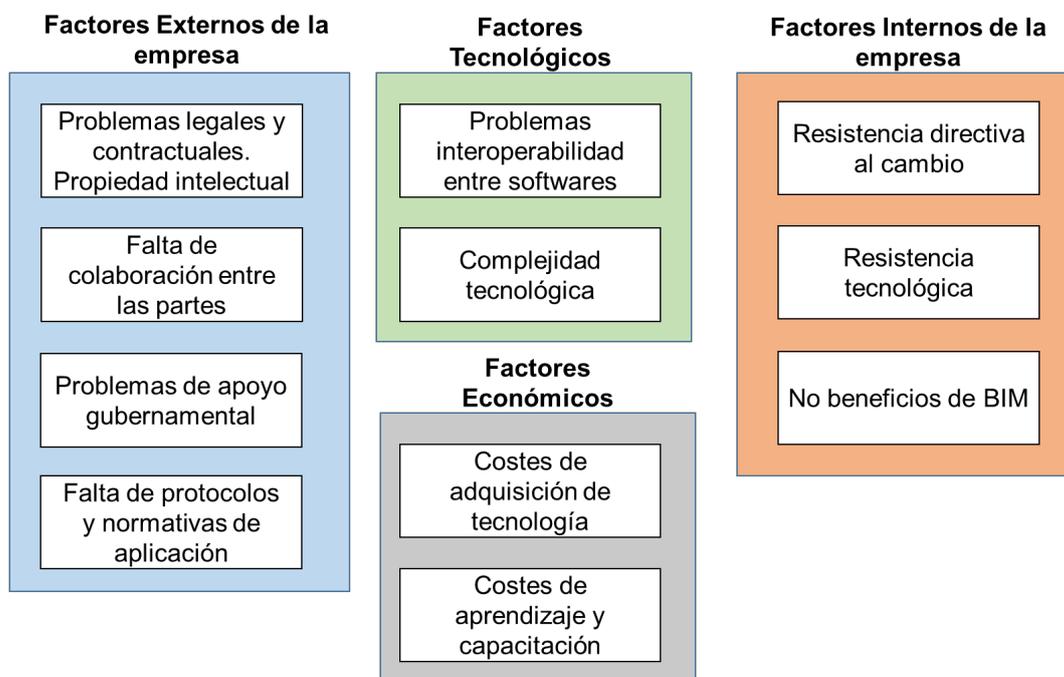
BENEFICIOS BIM	Referencias	BARRERAS BIM	Referencias
Ventaja competitiva en el mercado	(Ghaffarianhoseini et al., 2017)	Elevada inversión inicial (licencias y tecnologías)	(Ayinla y Adamu, 2018; Ahmed, 2018; Vidalakis, Abanda y Oti, 2020; Evans y Farrell, 2020)
Reducir el tiempo de duración del diseño del proyecto	(Badi y Diamantidou, 2017)	Alto coste de formación o capacitación BIM	(Vidalakis, Abanda y Oti, 2020; Evans y Farrell, 2020)
Control y reducción del coste del proyecto	(Bryde, Broquetas, y Volm, 2013)	Problemas de interoperabilidad con IFC	(Singh et al., 2017; Ayinla y Adamu, 2018; Vidalakis, Abanda y Oti (2020)
Mejor productividad	(Cidik, Boyd y Thurairaja, 2014)	Barreras culturales y resistencias directivas	(Chan et al., 2019)
Mejora el desempeño de la seguridad en la construcción	(Ghaffarianhoseini et al., 2017)	Problemas de protocolos o reglas de implementación	(Ahmed, 2018; Wang et al., 2017)
Colabora con la construcción sostenible	(Alwan, Jones y Holgate, 2017)	Fallos de coordinación, colaboración y protocolos	(Kapogiannis y Sherratt, 2018; Ahmed, 2018; Liao y Teo, 2019; Wang et al., 2017)
Información del proyecto controlada	(Rodgers et al., 2015)	Miedo al fracaso	(Díaz, 2016)
Mayor colaboración	(Ghaffarianhoseini et al., 2017; Rogers, Chong y Preece, 2015)	Problemas de propiedad intelectual o legales	(Ibrahim y Abdullahi, 2016; Ayinla y Adamu, 2018; Ullah, Lill, y Witt, 2019; Vidalakis, Abanda y Oti, 2020; Evans y Farrell, 2020)
Mejora la visualización 3d del proyecto	(Elmualim y Gilder, 2014)	Falta de interés del cliente	(Ayinla y Adamu, 2018; Ullah, Lill, y Witt, 2019; Mostafa et al., 2020)
Mejora la calidad del proyecto	(Aibinu y Venkatesh, 2014)	Falta de apoyo BIM por administración pública	(Sanni-Anibire, 2019; Tan et al., 2019; Ahmed, 2018)

Mejor comprensión del diseño y seguimiento de la construcción	(Dossick, 2010)	Falta de experiencia y conocimiento del equipo BIM	(Almuntaser, Sanni-Anibire, y Hassanain, (2018; Ahmed, 2018; Gamil y Rahman, 2019)
--	-----------------	---	--

2.3 Clasificación de los factores críticos o potenciales para la no adopción BIM

Se sabe que la tecnología BIM incorpora muchos desafíos e impedimentos que ralentizan su proceso de implementación en los proyectos de construcción. Algunos autores conciben que la adopción BIM se ralentiza principalmente por el miedo al fracaso debido al desconocimiento al cambio tecnológico (Siebelink et al., 2021). En base a los estudios de Siebelink et al. (2021), Xiaozhi et al. (2020) y Olanrewaju, et al. (2020), se va a realizar en la Figura 1, una clasificación de las barreras de la adopción BIM en la industria de la construcción atendiendo al motivo del origen del entorno de dicha barrera.

Figura 1. Categorías de factores para la no implementación BIM. Fuente: Adaptado de Siebelink et al. (2021), Xiaozhi et al. (2020) y Olanrewaju, et al. (2020).



3. Metodología e investigación

Como se indica en la Figura 2, el proceso de investigación para este estudio se divide en cuatro pasos: (1) la elaboración de la encuesta basada en revisión bibliográfica; (2) el diseño y distribución de cuestionarios; (3) la recopilación y análisis de datos obtenidos para la elaboración de un diagrama causa-efecto; y (4) la presentación de resultados y discusión conforme a la literatura existente. Dado que el objetivo de este estudio es determinar los motivos por los cuales las empresas proyectistas no implementan BIM en España, se elaboró un cuestionario que incluía preguntas relativas a cada grupo de factores determinados en la Figura 1 (ver Tabla 3).

Figura 2: Proceso de investigación. Fuente: Elaboración propia

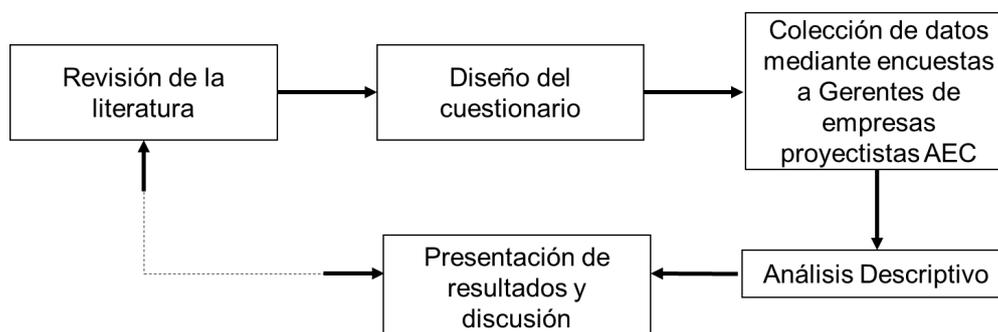


Tabla 3. Cuestionario sobre la no adopción BIM. Fuente: Elaboración propia adaptado de Xiaozhi et al. (2020) y Olanrewaju, et al. (2020).

FACTORES EXTERNOS DE LA EMPRESA
<ul style="list-style-type: none"> • Asuntos legales me impiden aplicar BIM • Considero que el apoyo de la administración es insuficiente para aplicar BIM • No tenemos una idea clara de cómo aplicar BIM • Existe ausencia de requisitos contractuales para la implementación de BIM • Los desacuerdos sobre cuestiones de derechos de autor y licencias, la falta de legislación y claridad sobre contratos en BIM frenan su aplicación en nuestros proyectos • Únicamente me adaptaría a proyectos BIM si mis clientes me lo solicitaran • La falta de expertos en la metodología impide aplicar BIM
FACTORES TECNOLÓGICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Los proyectos que realizamos son demasiado sencillos para utilizar BIM • Las complejidades de nuestros proyectos impiden implementar BIM • La incertidumbre de la interoperabilidad entre programas de “software” BIM es un problema para implementar BIM
FACTORES ECONÓMICOS
<ul style="list-style-type: none"> • No implanto la metodología BIM porque el gasto inicial para adquirir la tecnología (licencias de “software”) es muy elevado • El gasto en formación y capacitación del equipo de proyectos en BIM supone un esfuerzo que la empresa no puede asumir • Subcontrato la modelización BIM y por eso no es rentable para la empresa la adopción de la tecnología
FACTORES INTERNOS DE LA EMPRESA
<ul style="list-style-type: none"> • No implanto una metodología BIM porque no quiero modificar mi estructura organizativa • La implantación de BIM implica cambiar la cultura de la empresa, lo cual no es admisible • La falta de apoyo directivo impide aplicar BIM • Nuestro equipo no tiene motivación para aplicar BIM al proyecto • Considero que la metodología BIM no aporta valor añadido a mis proyectos • La utilización de BIM no supondría un ahorro de tiempo en la realización de los proyectos • Tenemos falta de conocimiento sobre los beneficios de BIM • Consideramos que la calidad del proyecto no mejora por utilizar BIM
Situación futura de adopción tecnológica BIM España
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Considera que en un futuro va a adaptarse su empresa a esta metodología BIM aplicando dicha tecnología a sus proyectos? • Si la respuesta anterior fue positiva, en qué rango temporal futuro cree que va a adoptar la implementación BIM en sus proyectos.

A través de un cuestionario elaborado por los autores se aplicó dicha encuesta a los gerentes de 96 empresas proyectistas AEC de España que no han adoptado BIM en la fase de diseño. En la Tabla 1, se presenta el cuestionario elaborado agrupando los factores por las categorías identificadas. Se utilizó en este estudio preguntas con escalas de medida, que representan la percepción del gerente con respecto a las barreras BIM clasificadas. Los indicadores se establecieron en base a una escala Likert de cinco ítems: (1 = totalmente en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = neutral; 4 = de acuerdo; 5 = totalmente de acuerdo). Posteriormente se realizaron preguntas para conocer la situación futura de adopción tecnológica BIM en los proyectos. El trabajo de campo se llevó a cabo desde noviembre de 2019 hasta abril de 2020. En la Tabla 1 se muestra el cuestionario elaborado y los estudios consultados. Se han examinado empresas que no implementan BIM para realizar proyectos de arquitectura e ingeniería.

4. Resultados

Los resultados cuantitativos y descriptivos del cuestionario aplicado se resumen en la Tabla 4.

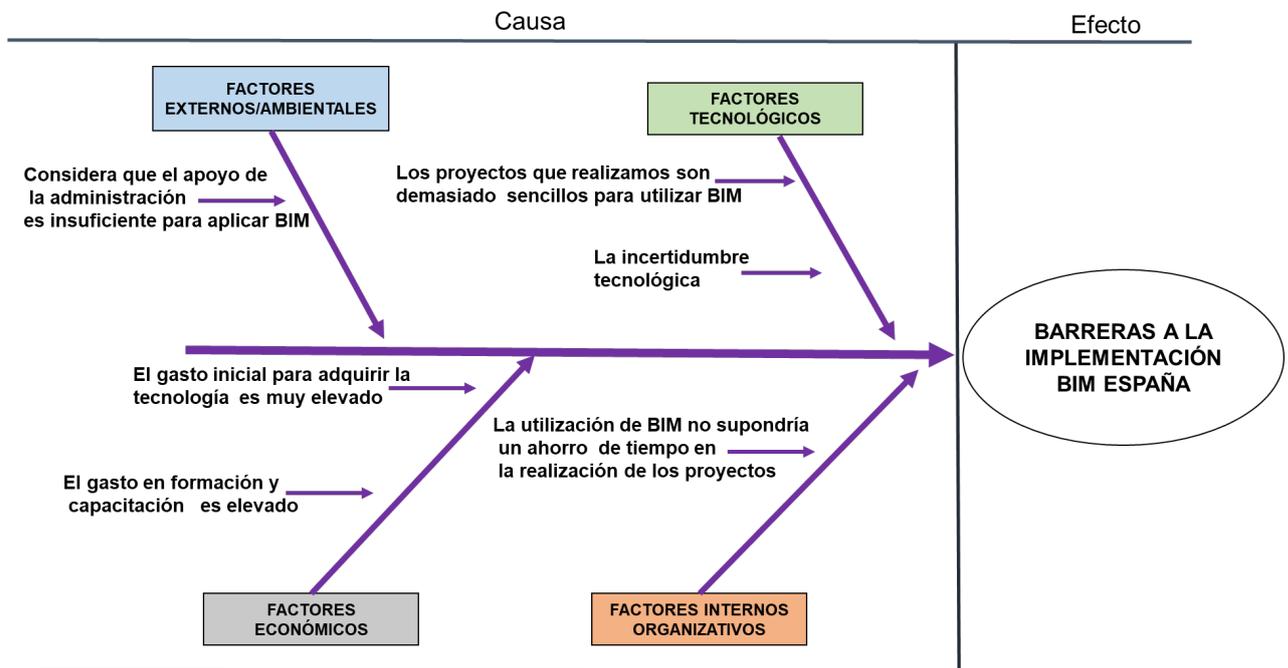
Tabla 4. Resultados del cuestionario. Fuente: Elaboración propia

1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = neutral, 4 = De acuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo					
FACTORES EXTERNOS DE LA EMPRESA	1	2	3	4	5
Asuntos legales me impiden aplicar BIM	66,30%	13,70%	16,80%	3,20%	0
Considera que el apoyo de la administración es insuficiente para aplicar BIM	2,10%	4,20%	15,60%	25,00%	53,10%
No tenemos una idea clara de cómo aplicar BIM	13,50%	15,60%	27,10%	27,10%	16,70%
Existe ausencia de requisitos contractuales para la implementación de BIM	12,60%	10,50%	38,00%	24,20%	14,70%
Los desacuerdos sobre cuestiones de derechos de autor y licencias, la falta de legislación y claridad sobre contratos en BIM frenan su aplicación en nuestros proyectos	11,60%	9,50%	54,70%	13,70%	10,50%
Únicamente me adaptaría a proyectos BIM si mis clientes me lo solicitarán	13,50%	16,80%	20,80%	26,00%	22,90%
La falta de expertos en la metodología impide aplicar BIM	17,90%	14,70%	28,40%	25,30%	13,70%
FACTORES TECNOLÓGICOS	1	2	3	4	5
Los proyectos que realizamos son demasiado sencillos para utilizar BIM	14,60%	11,50%	21,90%	33,30%	18,70%
Las complejidades de nuestros proyectos impiden implementar BIM	41,10%	18,90%	24,20%	10,50%	5,30%
La incertidumbre de la interoperabilidad entre programas de software BIM es un problema para implementar BIM	11,60%	13,70%	24,20%	31,60%	18,90%
FACTORES ECONÓMICOS	1	2	3	4	5
No implanto la metodología BIM porque el gasto inicial para adquirir la tecnología (licencias de software) es muy elevado	3,10%	8,30%	17,70%	30,20%	40,70%
El gasto en formación y capacitación del equipo de proyectos en BIM supone un esfuerzo que la empresa no puede asumir	4,20%	11,50%	18,80%	26%	39,60%
Subcontrato la modelización BIM y por eso no es rentable para la empresa la adopción de la tecnología	56,80%	15,80%	21,10%	4,20%	2,10%
FACTORES INTERNOS DE LA EMPRESA	1	2	3	4	5
No implanto una metodología BIM porque no quiero modificar mi estructura organizativa	30,20%	20,80%	30,20%	10,40%	8,40%
La implantación de BIM implica cambiar la cultura de la empresa lo cual no es admisible	22,90%	27,10%	28,10%	16,70%	5,20%
La falta de apoyo directivo impide aplicar BIM	42,10%	12,60%	25,30%	14,70%	5,30%
Nuestro equipo no tiene motivación para aplicar BIM al proyecto	19,10%	20,20%	23,40%	25,50%	11,70%
Considero que la metodología BIM no aporta valor añadido a mis proyectos	31,30%	25%	17,70%	13,50%	12,50%
La utilización de BIM no supondría un ahorro de tiempo en la realización de los proyectos	10,40%	14,60%	22,90%	24%	28,10%
Tenemos falta de conocimiento sobre los beneficios de BIM	16,70%	17,70%	20,80%	21,90%	22,90%
Consideramos que la calidad del proyecto no mejora por utilizar BIM	27,10%	19,80%	19,80%	17,70%	15,60%

Respecto a la estadística descriptiva de la muestra, cabe destacar que el 87,5% son microempresas, el 9,4% son pequeñas empresas, el 2,1% son medianas empresas y el 1% grandes empresas proyectistas. En cuanto al tipo de proyectos, el 59,4% de las empresas realizan proyectos de ingeniería, el 34,4% de arquitectura y el 6,3% de obra civil y arquitectura. Respecto al ámbito de actuación, el 88,4% de la muestra diseña proyectos de ámbito nacional, siendo un 11,6% de ámbito proyectual internacional. Respecto a la facturación, el 90,6% de la muestra factura por debajo de los 2 millones de euros, el 6,3% factura entre 2 y 10 millones de euros, el 2,1% factura entre 10 y 50 millones de euros y el 1% factura por encima de los 50 millones de euros. Respecto al porcentaje de proyectos contratados con las administraciones públicas (PCAP) en los últimos 3 años, el 86,3% tiene menos de un 20% de PCAP, el 5,3% tiene entre un 20-40% de PCAP, el 2,1% tiene entre un 40-60% de PCAP y el 4,2% tiene más de un 80% de PCAP.

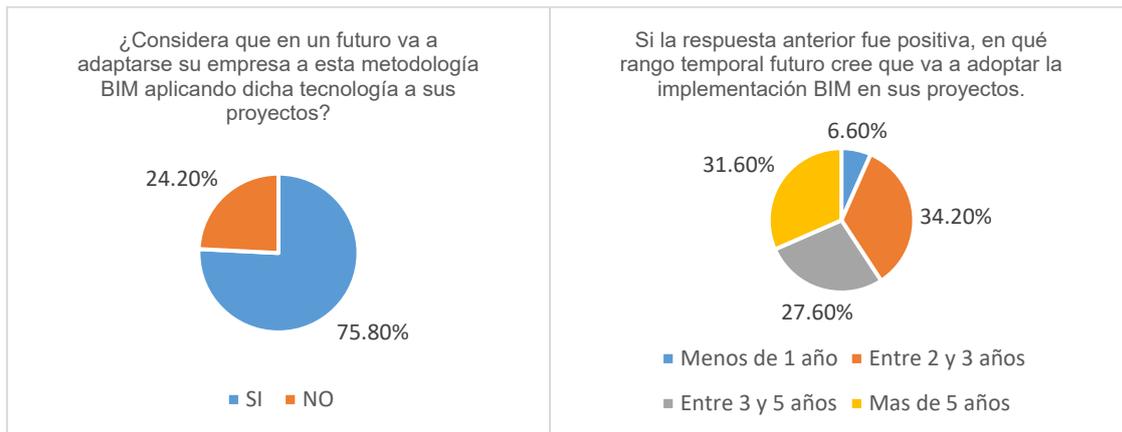
Una vez obtenidos los resultados del cuestionario, se realiza un análisis causal (cola de pez). Para ello se toma como criterio juez que un motivo de un factor supere sumando las ponderaciones de las puntuaciones 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo) un valor igual o superior al 50% del peso del factor. De esta manera el motivo del factor asociado pasa a considerarse una barrera a la implementación en el caso BIM España. No se tiene en cuenta las respuestas neutrales, es decir, ponderaciones de las puntuaciones 3 (neutral). Ahora bien, si la suma de las ponderaciones de las puntuaciones 1 (totalmente en desacuerdo) y 2 (en desacuerdo) supera el 50% del peso del factor, dicho motivo no es considerado una barrera a la implementación en el caso BIM España para dicho factor asociado. Teniendo en cuenta los criterios establecidos, se realiza el diagrama causa-efecto representado en la Figura 3.

Figura 3: Diagrama causa-efecto de las barreras a la adopción BIM en España. Fuente: Elaboración propia



En la Figura 4 se representan los resultados a la situación futura de implementación BIM. Se destaca que el 75,8% de las empresas proyectistas de la muestra analizada reconocen que en un futuro se adaptaran a BIM, estimándose que únicamente 6,6% se adaptará a BIM en un rango temporal menor a un año, el 34,2% en un rango entre 2 y 3 años, el 27,6% en un rango entre 3 y 5 años, adaptándose el resto en más de 5 años.

Figura 4: Situación futura de la adopción BIM en España. Fuente: Elaboración propia



5. Discusión y Conclusiones

A nivel nacional todavía no existe un protocolo establecido único sobre cómo introducir los requisitos BIM en los pliegos de condiciones de las licitaciones públicas. Por este motivo se considera que el apoyo de la administración es insuficiente para aplicar BIM dentro de los factores categorizados como externos a la empresa. En el año 2019, aparecen requisitos relacionados con el uso de sistemas de clasificación con formatos abiertos y estandarizados (IFC); así como la definición del equipo BIM y la realización del Plan de Ejecución BIM (PEB). En base a lo anterior se puede afirmar que actualmente, se tienen determinados unos requisitos de entrega. Lo anterior indica que España tiene un cierto nivel de madurez BIM comparado con países en vías en desarrollo. Respecto a los factores tecnológicos, cabe destacar que hay acuerdo al afirmar que la sencillez del proyecto no requiere implementación BIM. Lo anterior puede darse porque existen desconocimiento de los beneficios de BIM, e incluso resistencia a cambios culturales u organizativos. También se destaca que la incertidumbre tecnológica (problemas de interoperabilidad, complejidad tecnológica, etc.) sigue siendo reconocida en España como un obstáculo a superar. Respecto a los factores económicos, existe consenso en que los gastos derivados del coste inicial de adquisición de la tecnología y la capacitación y formación son elevados, siendo ambas barreras localizadas en la adopción BIM España.

Por otra parte, los gerentes reconocen las ventajas del uso de BIM (reducción de tiempo, disminución de costes, eficiencia energética, transparencia, calidad, seguridad), pero dichas ventajas las relacionan con el desarrollo de proyectos de gran envergadura. Lo anterior se deduce al detectarse una barrera al uso de BIM debido a que no reconocen el ahorro de tiempo a la hora de realizar el proyecto con BIM. Está barrera localizada indirectamente está relacionada con el miedo al cambio, donde la flexibilidad cultural sigue siendo un obstáculo a superar. La metodología BIM no sólo es un “software”, sino que exige una adecuada coordinación entre los agentes que participan en cada fase del proyecto, y un mayor esfuerzo en tareas de planificación y redacción del proyecto. Dicho esfuerzo debe venir acompañado de una disminución de errores en la fase de diseño del proyecto. Finalmente, este estudio sirve como base para que las empresas proyectistas puedan reflexionar sobre los obstáculos que les impiden adoptar BIM. Asimismo, este estudio abre una reflexión a las administraciones públicas, para que sigan trabajando en optimizar el apoyo a empresas privadas en su proceso de implementación. De alguna manera la administración pública debería facilitar ciertas ayudas en la adquisición de “software” y ayudas en formación BIM. Si se comparan los resultados obtenidos de este estudio con respecto a las barreras que aún existen en

muchos países del mundo se puede concluir que, con mayor o menor grado de madurez en su implantación, BIM es ya una realidad en España.

6. Referencias

- Ahmed, S. (2018). Barriers to implementation of building information modeling (BIM) to the construction industry: a review. *Journal of Civil Engineering and Construction*, 7(2), 107-113. <https://doi.org/10.32732/jcec.2018.7.2.107>
- Ahuja, R., Jain, M., Sawhney, A. & Arif, M. (2016). Adoption of BIM by architectural firms in India: technology–organization–environment perspective, *Architectural Engineering and Design Management*, 12(4), 311-30.
- Aibinu, Ajibade, and Venkatesh, Sudha. (2014). Status of BIM Adoption and the BIM Experience of Cost Consultants in Australia. *Journal of Professional Issues in Engineering and Practice*, 140(3), 10, doi:10.1061/(ASCE) EI.1943-5541.0000193
- Almuntaser, T., Sanni-Anibire, M.O. & Hassanain, M.A. (2018). Adoption and implementation of BIM–case study of a Saudi Arabian AEC firm, *International Journal of Managing Projects in Business*, 11(3), 608-624.
- Alwan, Z.; Jones, P.; Holgate, P. (2017). Strategic sustainable development in the UK construction industry, through the framework for strategic sustainable development, using Building Information Modelling. *Journal of Cleaner Production*, 140, 349–358.
- Al-Yami, A. & Sanni-Anibire, M.O. (2019). BIM in the Saudi Arabian construction industry: state of the art, benefit and barriers, *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, doi:10.1108/IJBPA-08-2018-0065.
- Amuda-Yusuf, G. (2018). Critical success factors for building information modelling implementation, *Construction Economics and Building*, 18(3), 55-73.
- Andreas F., Van Roy & Adrian Firdaus (2020). Building Information Modelling in Indonesia: Knowledge, implementation and barriers. *Journal of Construction in Developing Countries*, 25(2), 199-217. <https://doi.org/10.21315/jcdc2020.25.2.8>
- Antwi-Afari, M.F., Li, H., Parn, E.A. & Edwards, D.J. (2018). Critical success factors for implementing building information modelling (BIM): a longitudinal review, *Automation in Construction*, 91,100-10.
- Arrotéia A.V., Freitas R.C. & Melhado S.B. (2021) Barriers to BIM Adoption in Brazil. *Frontiers in Built Environment*. 7:520154. doi: 10.3389/fbuil.2021.520154
- Ayinla, K.O. & Adamu, Z. (2018). Bridging the digital divide gap in BIM technology adoption, *Engineering Construction and Architectural Management*, 25(10), 1398-1416.
- Badi, S.; Diamantidou, D. (2017). A social network perspective of building information modelling in Greek construction projects. *Architectural Engineering and Design Management*, 13, 406–422.
- BIM España, el desarrollo de la estrategia nacional, [consultado 2 febrero 2021]. Disponible en:<https://biblus.accasoftware.com/es/bim-espana-el-desarrollo-de-la-estrategia-nacional/>
- Bryde, D.; Broquetas, M.; Volm, J.M. (2013). The project benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal Project of Management*, 31, 971–980.
- Chan, A.P.C.; Darko, A.; Olanipekun, A.O. & Ameyaw, E.E. (2018). Critical barriers to green building technologies adoption in developing countries: The case of Ghana. *Journal of Cleaner Production*, 172, 1067-1079.
- Chan, D.W., Olawumi, T.O., & Ho, A.M. (2019). Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong. *Journal of Building Engineering*, 25, 100764. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100764>
- Cidik, M.S.; Boyd, D.; Thurairaja, N.(2014). Leveraging collaboration through the use of building information models. In Proceedings of the 30th Annual Association of

- Researchers in Construction Management Conference (ARCOM), Portsmouth, UK, 1–3 September 2014.
- Diaz, P.M. (2016). Analysis of benefits, advantages and challenges of building information modelling in construction industry, *Journal of Advances in Civil Engineering*, 2(2), 1-11.
- Dossick, C.S. ; Neff, G. (2010). Organizational divisions in BIM-enabled commercial construction, *Journal of Construction Engineering Management*. ASCE 136, 459–467, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000109](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000109).
- Eadie, R., Browne, M., Odeyinka, H., McKeown, C. & McNiff, S. (2013). BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: an analysis, *Automation in Construction*, 36, 145-51.
- Elmualim, A.; Gilder, J. (2014). BIM: Innovation in design management, influence and challenges of implementation. *Architectural Engineering and Design Management*, 10, 183–199.
- Evans, M. & Farrel, P. (2021) Barriers to integrating building information modelling (BIM) and lean construction practices on construction mega-projects: a Delphi study. *Benchmarking: An International Journal*, 28(2), 652-669. doi: 10.1108/BIJ-04-2020-0169
- Farooq, U.; Rehman, S.K.U.; Javed, M.F.; Jameel, M.; Aslam, F.; Alyousef, R. (2020). Investigating BIM Implementation Barriers and Issues in Pakistan Using ISM Approach. *Applied Science*, 10, 7250.
- Firas Alsaedi, Mouhamed Jessam Lafta and Abdulazeez Ahmed. (2020). State of Building Information Modelling (BIM) adoption in Iraq. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 737 012007
- Gamil, Y. & Rahman, I.A.R. (2019). Awareness and challenges of building information modelling (BIM) implementation in the Yemen construction industry, *Journal of Engineering, Design and Technology*, 17(5), 1077-1084.
- Ghaffarianhoseini, A.; Tookey, J.; Ghaffarianhoseini, A.; Naismith, N.; Azhar, S.; Efimova, O.; Raahemifar, K. (2017). Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 75, 1046–1053.
- Haliburton, J.T. (2016). Building Information Modelling and Small Architectural Practice: An Analysis of Factors Affecting BIM Adoption, Texas A and M University, Texas.
- Hong, Y., Hammad, A.W.A., Sepasgozar, S. & Akbarnezhad, A. (2018). BIM adoption model for small and medium construction organisations in Australia, *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(2), 154-183.
- Ibrahim, Y.M. & Abdullahi, M. (2016). Introduction to Building Information Modelling, Presented at a 3-day workshop/annual general meeting of the Nigerian Institute of Quantity Surveyors, Nigerian Institute of Quantity Surveyors, Lagos.
- Jensen, P.A. & Johannesson, E.I. (2013). Building information modelling in Denmark and Iceland, *Engineering, Construction and Architectural Management*, 20(1), 99-110.
- Kapogiannis, G. & Sherratt, F. (2018). Impact of integrated collaborative technologies to form a collaborative culture in construction projects, *Built Environment Project and Asset Management*, 8(1), 24-38, doi: 10.1108/bepam-07-2017-0043.
- Kim, S., Park, C.H. & Chin, S. (2016). Assessment of BIM acceptance degree of Korean AEC participants, *Ksce Journal of Civil Engineering*, 20(4), 1163-77.
- Liao, L. & Teo, E.A.L. (2017). Critical success factors for enhancing the building information modelling implementation in building projects in Singapore, *Journal of Civil Engineering and Management*, 23(8), 1029-44.
- Liao, L., & Teo, E.A.L. (2019). Managing critical drivers for building information modelling implementation in the Singapore construction industry: an organizational change perspective. *International Journal of Construction Management*, 19(3), 240-256. <https://doi.org/10.1080/15623599.2017.1423165>

- Mehran, D. (2016). Exploring the adoption of BIM in the UAE construction industry for AEC firms. *Procedia Engineering*, 145, 1110–1118.
- Memon, A.H.; Rahman, I.A.; Memon, I. & Azman, N.I.A. (2014). BIM in Malaysian construction industry: Status, advantages, barriers and strategies to enhance the implementation level. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 8, 606-614.
- Mostafa, S., Kim, K.P., Tam, V.W. & Rahnamayiezekavat, P. (2020). Exploring the status, benefits, barriers and opportunities of using BIM for advancing prefabrication practice, *International Journal of Construction Management*, 20(2), 146-156.
- Observatorio de licitaciones 2020. Análisis de la Inclusión de Requisitos BIM en la Licitación Pública Española, [consultado 12 marzo 2021]. Disponible en: https://cbim.mitma.es/recursos_cbim/informe_licitaciones_bim_diciembre_2020.pdf
- Olanrewaju, O.I., Chileshe, N., Babarinde, S.A. & Sandanayake, M. (2020). Investigating the barriers to building information modeling (BIM) implementation within the Nigerian construction industry, *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(10), 2931-2958. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2020-0042>.
- Piroozfar, P., Farr, E.R., Zadeh, A.H., Inacio, S.T., Kilgallon, S. & Jin, R. (2019). Facilitating Building Information Modelling (BIM) using Integrated Project Delivery (IPD): A UK perspective. *Journal of Building Engineering*, 26, 100907.
- Rodgers, C.; Hosseini, M.R.; Chileshe, N.; Rameezdeen, R. (2015). Building Information Modelling (BIM) within the Australian construction related small and medium sized enterprises: Awareness, practices and drivers. In Proceedings of the 31st Annual Conference of the Association of Researchers in Construction Management, (ARCOM), Lincoln, UK, 7–9 September 2015
- Rogers, J.; Chong, H.-Y.; Preece, C. (2015). Adoption of Building Information Modelling technology (BIM). *Engineering, Construction and Architectural Management*, 22, 424–445.
- Saka, A.B. & Chan, D.W. A (2019). Scientometric review and Metasynthesis of building information modelling (BIM) research in Africa. *Buildings*, 9, 85.
- Saleh, M.A.D. (2015). Barriers and Driving Factors for Implementing Building Information Modelling (BIM) in Libya; Eastern Mediterranean University (EMU)-Doğu Akdeniz Üniversitesi (DAÜ): Famagusta, Cyprus.
- Shen, L.; Edirisinghe, R. & Yang, M. (2016). An investigation of BIM readiness of owners and facility managers in Singapore: Institutional case study. In Proceedings of the 20th CIBWorld Building Congress 2016, Intelligent Built Environment for Life, Tampere, Finland, 30 May-3 June 2016
- Siebelink, S., Voordijk, H., Endedijk, M. & Adriaanse, A. (2021). Understanding barriers to BIM implementation: Their impact across organizational levels in relation to BIM maturity. *Frontiers of Engineering Management*. 8, 236-257 <https://doi.org/10.1007/s42524-019-0088-2>
- Singh, N., Singh, B., Singh, H. & Singh Rai, H. (2017). Building information modelling interoperability issues, *International Journal of Engineering Technology Science and Research*, 12(4), 58-66.
- Tan, T., Chen, K., Xue, F., & Lu, W. (2019). Barriers to Building Information Modeling (BIM) implementation in China's prefabricated construction: An interpretive structural modeling (ISM) approach. *Journal of Cleaner Production*, 219, 949–959. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.141>
- Ullah, K., Lill, I., & Witt, E. (2019). An overview of BIM adoption in the construction industry: Benefits and barriers. In 10th Nordic Conference on Construction Economics and Organization, 2, 297–303. doi.org/10.1108/S2516-285320190000002052

- Vidalakis, C., Abanda, F.H. & Oti, A.H. (2020). BIM adoption and implementation: focusing on SMEs. *Construction Innovation*, 20(1),128-147. doi.org/10.1108/CI-09-2018-0076
- Von Both, P. (2012). Potentials and barriers for implementing BIM in the German AEC market: Results of a current market analysis. In Proceedings of the Digital Physicality—Proceedings of the 30th eCAADe Conference, Prague, Czech Republic, 12-14 September 2012.
- Wang, Y. Gosling, J. Kumar, M. & Naim, M. (2017). Accelerating BIM adoption in the supply chain.[consultado 10 marzo 2021] Disponible en : https://www.researchgate.net/publication/323497997_Accelerating_BIM_adoption_in_the_supply_chain#fullTextFileContent
- Xiaozhi Ma, Amos Darko Albert P. C. Chan, Rong Wang & Boyu Zhang (2020): An empirical analysis of barriers to building information modelling (BIM) implementation in construction projects: evidence from the Chinese context, *International Journal of Construction Management*, DOI: 10.1080/15623599.2020.1842961
- Yaakob, M., Ali, W.N.A.W. & Radzuan, K. (2016). Critical success factors to implementing building information modeling in Malaysia construction industry, *International Review of Management and Marketing*, 6(8), 252-6.
- Zhou, Y., Yang, Y. & Yang, J.-B. (2019). Barriers to BIM implementation strategies in China, *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(3), 554-574.

Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

