

09-020

## **IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE INDUSTRIAL PROJECTS USING BIM METHODOLOGY IN A UNIVERSITY-ENTERPRISE COLLABORATIVE ENVIRONMENT**

*Zulueta Pérez, Patricia <sup>(1)</sup>; Sánchez Lite, Alberto <sup>(1)</sup>*

<sup>(1)</sup> Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Valladolid

This work is part of one line of teaching and research about the BIM methodology carried out in Project subjects of the School of Industrial Engineering of the University of Valladolid. One of the objectives of this new stage, which is part of an educational innovation project, is that students know and participate in a real process of execution of industrial projects through the real collaboration between the academic and business environment. However, the main objective is for the student to understand industrial construction as a sustainable fact based on ethical principles, social equity and environmental awareness, applying the principles of ecological quality and energy saving. In order to achieve this objective, the aesthetic aspects of the engineering project will be considered, both in terms of their contribution to the creation of the industrial landscape that surrounds us, and relating to the experience of the people who work daily in that space. Always with the aim of achieving the highest learning results.

*Keywords: industrial projects; sustainability; BIM; teaching; collaborative work*

## **REALIZACIÓN DE PROYECTOS INDUSTRIALES SOSTENIBLES MEDIANTE METODOLOGÍA BIM EN UN ENTORNO COLABORATIVO UNIVERSIDAD- EMPRESA**

El presente trabajo se enmarca en una línea docente e investigadora sobre la metodología BIM llevada a cabo en las asignaturas de proyectos de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid. Entre los objetivos de esta nueva etapa, que forma parte de un proyecto de innovación educativa, se encuentra el de conseguir que el estudiante conozca y participe de un proceso real de ejecución de proyectos industriales a través de la colaboración real entre el entorno académico y empresarial. Sin embargo, el objetivo principal consiste en lograr que, durante su recorrido por el proceso proyectual, el alumno llegue a entender la edificación industrial como un hecho sostenible fundamentado en principios éticos, de equidad social y conciencia ambiental, aplicando los principios de calidad ecológica y ahorro energético. Para lograr este objetivo se valorará, además, la consideración de los aspectos estéticos que lleva consigo el proyecto de ingeniería tanto en lo que concierne a su contribución a la creación del paisaje industrial que nos rodea, como, de manera fundamental, a la propia experiencia de las personas que desarrollan diariamente su actividad laboral en ese espacio. Todo ello con el propósito constante de alcanzar los más elevados resultados del aprendizaje.

*Palabras clave: proyectos industriales; sostenibilidad; BIM; docencia; trabajo colaborativo*

Correspondencia: Patricia Zulueta Pérez pzulueta@eii.uva.es



©2020 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción y objetivos

La tecnología BIM (Building Information Modeling) se está convirtiendo en un requisito indispensable en el desarrollo de proyectos dentro del contexto mundial, lo que ha obligado a las escuelas técnicas a introducir dicha metodología sus planes de estudio.

Este trabajo se enmarca en una línea docente e investigadora sobre la metodología BIM, de amplio recorrido, llevada a cabo en las asignaturas de proyectos de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid. Tras un periodo que abarca varios cursos en los que se ha procedido a implantar BIM en diferentes fases y niveles (Blanco et al, 2017), se ha evaluado la percepción de nuestros estudiantes de los diferentes Grados en ingeniería industrial sobre las ventajas y dificultades de incorporar BIM en el desarrollo de sus proyectos en el marco de la enseñanza reglada. Los resultados mostraron una correlación directa entre su elevada valoración sobre los beneficios de la implementación de BIM en proyectos industriales y las ventajas de trabajar en equipo desarrollando proyectos colaborativos. Por lo tanto, la incorporación de BIM como metodología en asignaturas obligatorias de los planes de estudios de ingeniería industrial parece tener éxito y los resultados son alentadores (Sánchez et al, 2019).

Bajo la anterior premisa, en esta nueva etapa de la implantación de BIM, se ha decidido ir un paso más allá con la intención de que durante su recorrido por el proceso proyectual, el alumno llegue a entender la edificación industrial como un hecho sostenible fundamentado en principios éticos, de equidad social y conciencia ambiental, aplicando los principios de calidad ecológica y ahorro energético. Para lograr este objetivo se valorará, además, la consideración de los aspectos estéticos que lleva consigo el proyecto de ingeniería tanto en lo que concierne a su contribución a la creación del paisaje industrial como a la propia vivencia de los espacios de producción.

Una vez reconocidos los graves problemas ambientales causados por la actual economía lineal, diseñadores e investigadores de todo el mundo han comenzado a analizar posibilidades de un modelo más sostenible, el de la economía circular. La industria de la construcción no es una excepción a este cambio, y BIM, aún con sus limitaciones, es reconocido como una poderosa herramienta para edificios basados en la economía circular (Chang & Hsieh, 2019). La fusión entre los principios de la economía circular, la metodología BIM, y la construcción Lean, permitirá materializar edificios sostenibles. La construcción Lean y BIM son iniciativas bastante diferentes, pero ambas están teniendo profundos impactos en la industria de la construcción. Un análisis riguroso de las innumerables interacciones específicas entre ellos indica que existe una sinergia que, si se entiende adecuadamente en términos teóricos, puede explotarse para mejorar los procesos de construcción más allá del grado de mejora alcanzado en el caso de aplicarse cualquiera de estos paradigmas de forma independiente (Sacks et al, 2010).

Otro de los objetivos de esta iniciativa educativa, en una nueva etapa de innovación, es que el estudiante conozca y participe de un proceso real de ejecución de proyectos industriales sostenibles a través de la colaboración real entre el entorno académico y empresarial. Para llevar a cabo la experiencia se incluye a una empresa real del sector como agente involucrado del desarrollo académico del proyecto industrial, manteniendo, en todo momento, elevados condicionantes educativos en cuanto a la adquisición de competencias básicas y específicas y a la consecución de los resultados del aprendizaje previstos para la asignatura. Esta nueva etapa supondrá para el alumno de Ingeniería Industrial un estímulo como verdadero enlace entre los estudios universitarios y la práctica profesional al participar en un proyecto técnico integral, compartido, en el que se reúnen las partes interesadas aportando conocimientos para que pueda alcanzar el grado de madurez necesario para su integración en la vida profesional (Sánchez & Zulueta, 2019).

## 2. BIM y sostenibilidad

La protección del medio ambiente es, actualmente, uno de los temas socioculturales más importantes. La calidad del medio ambiente está intensamente influenciada por la construcción que, entre otros muchos factores, requiere un consumo considerable de fuentes de energía. En este sentido, es necesario buscar formas y métodos alternativos para promover la eficiencia energética y la reducción de residuos y emisiones (Krajníková, Smetanková & Behúnová, 2019).

La sostenibilidad se ha convertido en un aspecto esencial al integrarse plenamente en el diseño, construcción y uso de los edificios. En este sentido, están surgiendo diversas iniciativas en todo el mundo en las que el enfoque de BIM está siendo considerado como un método que podría generar beneficios sustanciales en términos de diseño y evaluación del costo ambiental de los edificios (Oduyemi & Okoroh, 2016).

BIM se está desarrollando en el mundo de la construcción como una solución a los problemas de sostenibilidad jugando varios roles en el diseño sostenible. Sus contribuciones más significativas se han producido en relación con el desarrollo de la eficiencia energética y la iluminación y ventilación naturales, aunque es cierto que existen barreras para su aplicación como pueden ser el conocimiento insuficiente de las herramientas por falta de capacitación, o el elevado coste del software BIM (Xu et al, 2018). Las consideraciones de sostenibilidad ambiental se tratan a menudo como un complemento del diseño del edificio, siguiendo los procesos adecuados para su implementación. Como resultado, el problema más común para lograr un resultado de construcción sostenible es la ausencia de la información correcta en el momento adecuado para tomar decisiones críticas.

Los conceptos de BIM y sostenibilidad son relativamente nuevos en la industria de Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC). En una investigación llevada a cabo por Olawumi & Chan (2018) sobre los beneficios de la integración de BIM y otras prácticas sostenibles en proyectos de construcción, se adoptó un enfoque cuantitativo y se recogieron datos de catorce expertos invitados pertenecientes al mundo académico e industrial a través de una encuesta Delphi en dos etapas. Los datos fueron analizados para establecer la clasificación de cada factor y se utilizó la prueba de concordancia de Kendall para determinar el nivel de consenso entre los encuestados en cada ronda. La mayoría de los beneficios percibidos se clasificaron como significativos e importantes. Más aún, de 36 factores beneficiosos, cuatro fueron calificados como altamente importantes, los relacionados con el intercambio de datos del proyecto, la mejora en diseño de productos, las representaciones geométricas precisas de modelos de construcción con datos de sostenibilidad integrados, y la facilidad para simular el rendimiento del edificio y el uso de la energía. Con estos beneficios clave y el trabajo colaborativo en la industria de AEC, se puede alcanzar el concepto de una ciudad urbana sostenible. (Olawumi & Chan, 2018)

La industria de la construcción necesita urgentemente nuevos enfoques para diseñar edificios que puedan incorporarse a la economía circular. Los edificios aún se conciben predominantemente como estructuras estáticas con una opción de final de vida, la demolición, que conlleva cantidades excesivas de desechos. Para reducir los residuos, los edificios deben diseñarse como estructuras reversibles que permitan transformaciones, desmontaje y reutilización de elementos de construcción. Esto puede ser complejo en la práctica, pero algunas investigaciones sugieren que BIM podría resultar valioso en la recopilación, interpretación y síntesis de la información necesaria. En este sentido, en un estudio llevado a cabo por van der Berg & Durmisevic (2017) se analiza como BIM puede favorecer el diseño de edificios reversibles a través de un estudio de caso en profundidad de las prácticas de diseño de este tipo de edificios en Holanda. Se identificaron y clasificaron sistemáticamente ocho usos de BIM de acuerdo con el grado que puede soportar el diseño reversible de edificios. La conclusión a la que llegaron es que tres usos BIM pueden soportar

completamente el diseño reversible de edificios (autoría de diseño, coordinación 3D y producción de dibujos), dos usos son viables parcialmente (cantidades y revisión de diseño) y los otros tres usos BIM se consideran insignificantes (planificación de fases, validación de código y análisis de ingeniería). Se espera que las ideas y recomendaciones derivadas de esta investigación ayuden a seleccionar los usos de BIM para diseñar y estudiar los edificios reversibles del mañana. (van der Berg & Durmisevic, 2017)

La llegada de BIM ha revolucionado las prácticas convencionales de la industria de la construcción reforzando el impacto del proceso de diseño en el ciclo de vida general del proyecto de edificación. La industria se está moviendo hacia la sostenibilidad adquiriendo el compromiso de conseguir edificios e infraestructuras con calificación ecológica. Sin embargo, en el proceso de diseño y construcción de los “green buildings” -edificios verdes- existen varios obstáculos que dificultan su sostenibilidad. En este sentido se está intentando encontrar la aportación de BIM a dicho proceso (Raouf & Al-Ghamdi, 2018). Charles J. Kibert (2004) se refería a los edificios verdes como instalaciones saludables diseñadas y construidas de manera eficiente en el uso de recursos, utilizando principios ecológicos que tras una evaluación pueden obtener diferentes certificados como LEED o BREEAM.

Un número creciente de estudios de investigación indican que BIM puede mejorar la cooperación, la eficiencia del trabajo y realizar simulaciones y análisis de sostenibilidad en proyectos de construcción. Sin embargo, en determinados aspectos específicos, como por ejemplo la eficiencia en la gestión del agua en la construcción, el impacto potencial que pueda tener BIM está en proceso de investigación (Liu et al, 2019).

Para que los miembros de un equipo de diseño aprecien los requisitos de la colaboración multidisciplinar, se hace patente la necesidad de transparencia y de compartición del conocimiento. Zanni, Zoetanto & Ruikar (2016) llevaron a cabo una investigación en la que se realizaron 25 entrevistas en profundidad con profesionales de la industria sobre 10 casos de estudio de edificios que alcanzaron altas calificaciones de certificación de sostenibilidad (BREEAM o Passivhaus) para identificar las mejores prácticas en diseño de edificios sostenibles (sustainable building design-SBD). Los resultados identificaron los roles y responsabilidades, las tareas, los entregables y los puntos críticos de decisión para conseguir un SBD. Estos componentes fueron coordinados explícitamente en un proceso sistemático que utiliza las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), el modelado de información de la edificación (BIM) y el análisis de rendimiento de construcción (BPA).

La industria de la construcción es responsable de varios impactos negativos en el medio ambiente que está produciendo un aumento de la demanda de edificios sostenibles. Existen varios métodos de evaluación de la sostenibilidad del edificio que permiten a los diseñadores valorar y optimizar el nivel de sostenibilidad de este. Debido al enorme potencial de BIM, surge la oportunidad de que dichos métodos de evaluación adopten y se beneficien de esta metodología (Carvalho, Braganza & Mateus, 2019)

### **3. Metodología y caso de estudio**

El proyecto industrial que constituye nuestro caso de estudio, pertenece al trabajo realizado en la asignatura de Proyectos Técnicos Industriales, ubicada en el último curso de la titulación de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. Se trata de una asignatura cuatrimestral de carácter obligatorio.

El trabajo para desarrollar mediante metodología BIM, consistía en un Centro de I+D+I en el sector de la automoción, situado en un polígono industrial de la provincia de Valladolid.

Las premisas de partida fueron las siguientes:

- Aplicación de un diseño inclusivo.
- Criterios de innovación y emprendimiento.
- Conciencia del entorno aplicando desde el diseño los criterios de sostenibilidad en la ingeniería de proyectos: conciencia ambiental, calidad ecológica, ahorro energético con uso razonable de materiales y energías renovables.
- Respeto de los criterios del ecodiseño. Realización de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV)
- Consideración de aspectos estéticos en cuanto a su contribución a la creación del paisaje industrial, a la experiencia de las personas que desarrollan su actividad laboral en ese espacio y la de los clientes externos.

En todo momento se trabajó de manera colaborativa a través de la plataforma Dropbox con la organización propia de una oficina técnica, mediante un archivo central y subproyectos.

El software utilizado ha sido el siguiente:

- Metodología BIM:  
Revit Autodesk 2019.  
SketchUp 2017.  
Magicad
- Diseño de sistemas de iluminación. DIALux
- Sistemas de CAD: Dassault Systemmes, AutoDesk AutoCad,
- Métodos heurísticos de equilibrado de líneas: Flexible Line Balancing.
- Análisis de Ciclo de Vida (ACV): SimaPRO.
- Trello, para la organización interna de los equipos de trabajo.

**Figura 1: Exterior de un Edificio industrial. Fuente: Render de elaboración propia**



### 3.1. Requerimientos del proyecto

El proyecto se compone de diversas zonas:

- Zonas de ensayo de motores (eléctricos y de combustión), bancos de ensayo de vehículos (de combustión, híbridos, eléctricos).
- Área de Investigación y Desarrollo
- Sala de exposiciones.
- Zona administrativa.
- Zona de áreas auxiliares: almacenes, laboratorios, vestuarios, aseos...
- Zona de instalaciones.

Hay que destacar que, en el presente proyecto, no solo se debía tener en cuenta el diseño del edificio industrial, sino también el del proceso productivo y de ensamblaje, de las líneas de instrumentación y de la maquinaria a emplear.

**Figura 2: Interior de un Edificio industrial y puesto de trabajo. Fuente: Render de elaboración propia**



### 3.2. Aspectos sostenibles del Proyecto

El grupo que constituía la asignatura lo integraban 35 alumnos. Se dividió este en 5 equipos de trabajo de 7 personas, de las que una de ellas realizaba labores de coordinación, muy necesarias debido a la envergadura del trabajo a desarrollar.

Cada uno de estos equipos llevó a cabo una propuesta diferente de proyecto, con lo cual, centrándonos en las aportaciones en materia de sostenibilidad, que son las que nos ocupan en este trabajo, fueron bastantes. Hay que tener en cuenta que, además de los aspectos académicos, entraban en consideración otros matices importantes derivados del nuevo agente que, en un marco de innovación docente, se había incorporado al desarrollo de la asignatura: una empresa del sector. Por ese motivo, la competitividad y la motivación también jugaron un papel decisivo como comentaremos en el apartado 3.3 de esta comunicación.

Por lo tanto, si hacemos una síntesis de aspectos sostenibles que se trabajaron y desarrollaron en el conjunto de los proyectos, los fundamentales fueron los siguientes:

- *Cubiertas vegetales*: diseño de diferentes tipos de cubierta vegetal,
  - Intensiva*: con zona de descanso y esparcimiento para el descanso de los empleados de la nave y oficinas.
  - Extensiva*: es una cubierta capaz de reducir la contaminación del agua, así como almacenar del 50 al 90 % de las precipitaciones que se den en el lugar. Con este tipo de cubiertas se mejora la calidad del aire filtrando las partículas en suspensión que hay existentes en la atmósfera. Son aislantes térmicas y acústicas, con el consiguiente ahorro energético. El mantenimiento es mínimo, realizando dos o tres revisiones anuales.
- *Placas Fotovoltaicas* instaladas en la cubierta para el aprovechamiento de la energía solar.
- *Aprovechamiento Solar*: se han realizado estudios solares, dependiendo de diversos factores, mediante las herramientas que proporciona Revit.
- *Pavimento fotocatalítico*: utilizado en el exterior de la parcela, ya que, además de ser más resistente que el pavimento habitual de zonas de circulación rodada, reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Figura 3: Cubierta vegetal. Fuente: Render de elaboración propia**



- *Diseño de patios al aire libre* en el interior del edificio industrial libre con árboles y bancos. Realiza las funciones de descanso y paseo de los trabajadores propiciando un espacio antiestrés.

**Figura 4: Patios interiores. Fuente: Render de elaboración propia**



- *Recuperación de energía* de los gases de escape provenientes de los motores en los ensayos mediante un sistema compuesto por una caldera de vapor y una turbina. La caldera de recuperación producirá vapor mediante el agotamiento del calor sensible de los humos. El vapor que produzca esta caldera alimentará a la turbina, haciéndola girar y produciendo energía eléctrica que se puede consumir en fábrica. De este modo, se consigue aprovechar energéticamente un residuo de los ensayos,
- *Realización de pozos canadienses* que se encargan de la climatización del edificio.
- *Control de la transmitancia de los elementos constructivos* para evitar el exceso de carga térmica del edificio industrial, siempre cumpliendo sobradamente el Código Técnico de la Edificación Documento Básico HE. Es conveniente resaltar, que el CTE DB HE, en su versión de diciembre de 2019, es mucho más restrictivo en este sentido que en el momento de realizar los proyectos objeto de este trabajo.

Revit proporciona herramientas para realizar un control exhaustivo de la carga térmica de la edificación, facilitando la modificación de elementos constructivos hasta obtener los datos deseados por el proyectista.

- *Análisis del ciclo de vida* de parte de los elementos de la línea de producción y análisis del eco indicador.
- *Gestión de residuos*
- *Recuperación y reutilización de aguas grises.*

### **3.3. Colaboración Universidad-Empresa**

Tras la idea inicial de innovación llevada a cabo por el equipo docente autor de esta propuesta, se comenzaron a establecer los términos de colaboración con una empresa de ingeniería de ámbito internacional que, conocedora de los métodos educativos en materia de Proyectos que están siendo llevados a cabo en nuestras asignaturas de proyectos,



mostró interés en participar. Las reuniones del equipo, académico-empresarial, se mantuvieron a lo largo de todo el desarrollo del proyecto.

Al momento de finalización del proyecto, se realizó una exposición de los resultados por parte de cada equipo, en la cual, tras una evaluación llevada a cabo por los profesores, los profesionales, y el resto de los estudiantes, se realizó una entrega de premios, que consistieron en lo siguiente:

- Entrega de diploma de participación en el proceso a todos los equipos de proyecto.
- Entrega de sendos accésits a los trabajos seleccionados en 2º y 3º puesto.
- Entrega del 1º premio al trabajo seleccionado en 1º lugar consistente en una estancia de formación en la empresa de 10 días (a cargo de la empresa) para los componentes del equipo ganador.

#### **4. Resultados y conclusiones**

Tras la experiencia llevada a cabo se ha constatado que la metodología BIM puede resultar de gran ayuda en la elaboración de proyectos industriales sostenibles, por la interoperabilidad existente entre diferentes programas para llevar a cabo no solo el diseño del proyecto sino determinados estudios y análisis necesarios para la consecución de un proyecto basado en criterios sostenibles.

La metodología BIM, brinda una oportunidad excepcional para llevar a cabo un proyecto colaborativo en equipo, con labores de coordinación y liderazgo tan necesarias en la práctica profesional del ingeniero.

Tras la experiencia de innovación llevada a cabo al incluir a una empresa como “stakeholder” de nuestro proyecto, se ha constatado la necesidad de nuestros alumnos de último curso de las titulaciones de grado de entrar en contacto de manera directa y real con el mundo empresarial. De manera que el alumno egresado esté preparado para formar parte de un equipo de trabajo profesional.

Finalmente, las prácticas educativas realizadas por el equipo docente, con la colaboración empresarial, han resultado eficaces, realistas, motivadoras y esencialmente innovadoras para lograr que los futuros ingenieros formados en la EII-UVa alcancen el necesario y obligado nivel de formación en materia de Proyectos Industriales sostenibles.

#### **5. Referencias bibliográficas**

- Blanco, M., Zulueta, P., Sánchez, A., & Alonso, I. (2017). Evolución del Proceso de implementación de BIM en la docencia de proyectos en una escuela de ingenierías industriales. En A. Pastor & J. L. Yagüe (Eds.), *Nuevas tendencias de enseñanza y aprendizaje aplicadas a la formación en Dirección de Proyectos*, (pp. 246-277). Cádiz: UCA, AEIPRO.
- Carvalho, J.P., Braganza, L., & Mateus, R. (2019). Optimising building sustainability assessment using BIM. *Automation in Construction*, 102, 170-182.
- Chang, Y-T, & Hsieh, S-H. (2019). A Preliminary Case Study on Circular Economy in Taiwan's Construction. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Sci. 225 012069.
- Kibert, C. J. (2004). Green Buildings: an overview of progress. *Journal of Land Use & Environmental Law* 19 (2), 491-502.
- Krajníková, K., Smetanková, J., & Behúnová, A. (2019). Building Sustainability and Building Information Modelling. *Acta Tecnología - International Scientific Journal about Technologies*, 5, 1-4.

- Liu, Z., Zhang, C., Guo, Y., Osmani, M., & Demian, P. (2019). A Building Information Modelling (BIM) based Water Efficiency (BWe) Framework for Sustainable Building Design and Construction Management. *Electronics*, 8, 599.
- Oduyemi, O., & Okoroh, M. (2016). Building performance modelling for sustainable building design. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 5, 461–469.
- Olawumi, T.O. & Chan, D.W.H., (2018). Beneficial Factors of Integrating Building Information Modelling (BIM) and Sustainability Practices in Construction Projects. *Hong Kong International Conference on Engineering and Applied Science, (HKICEAS), (1), January 24 – 26, 2018.*
- Raouf, A.M.I., & Al-Ghamdi, S. (2018). Building information modelling and greenbuildings: challenges and opportunities. *Architectural Engineering and Design Management*, 15,1-28
- Sacks, R., Koskela, L., Dave, B.A., & Owen, R. (2010)., Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(9), 968-980.
- Sánchez, A., González-Gaya, C., Zulueta, P., Sampaio, Z. (2019). Introduction of Building Information Modeling in Industrial Engineering Education: Students' Perception. *Applied sciences*, 9 (16), 3287.
- Sánchez, A., & Zulueta, P. (2019). Generación de un entorno colaborativo BIM (Building Information Modeling) educativo-empresarial en asignaturas de proyectos técnicos industriales: Muestra tu proyecto. En Ed. Dykinson, *Innovación docente e investigación en ciencias, ingeniería y arquitectura*, (pp. 569-578).
- van der Berg, M., & Durmisevic, E. (2017). BIM uses for reversible building design: Identification, classification & elaboration. *Conference Proceedings of 3rd Green Design Conference Mostar, Bosnia and Herzegovina 4-7 October 2017.*
- Xu, C., Hu, X., Tivendale, L., Reza Hosseini, M., & Liu, C. (2018). Building information modelling in sustainable design and construction. *International Journal of Sustainable Real Estate and Construction Economics*, 1 (2), 164-181.
- Zanni, M., Soetanto, R., & Ruikar, K. (2016). Towards a BIM-enabled sustainable building design process: roles, responsibilities, and requirements. *Architectural Engineering and Design Management*, 13 (2), 101-129.

## Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

