



# Uso de tecnologías disruptivas con BIM (Building Information Modelling)

## The application of BIM (Building Information Modelling) with disruptive innovation

Leonardo Morales-Conejo<sup>1</sup>

---

Morales-Conejo, L. Uso de tecnologías disruptivas con BIM (Building Information Modelling). *Tecnología en Marcha*. Vol. 34, especial. ALTAE. Diciembre 2021. Pág 106-113.



<https://doi.org/10.18845/tm.v34i7.6017>

<sup>1</sup> Instituto Costarricense de Electricidad. Costa Rica.  
Correo electrónico: [lmoralesc@ice.go.cr](mailto:lmoralesc@ice.go.cr)  
 <https://orcid.org/0000-0003-0804-8175>



## Palabras clave

BIM; IoT; realidad aumentada; realidad virtual; big data; blockchain; gemelos digitales.

## Resumen

El BIM (Building Information Modelling) es un método de trabajo cuya función es gestionar la información de un proyecto o activo por medio de una interface gráfica y documental. Este artículo se enfoca en hacer un repaso de algunas de las tecnologías disruptivas como IoT, Big Data, Realidad Aumentada, Realidad Virtual y Blockchain pueden complementarse con el uso del BIM con el fin de crear herramientas más poderosas y que permitan tener funcionalidades más dinámicas para el usuario final. Para tal fin, se ha investigado principalmente varias tesis de grado, artículos y publicación referentes al tema. Durante el desarrollo de este artículo se pudo observar como la combinación entre el método de trabajo BIM junto con el IoT nos permite la creación de gemelos digitales, la aplicación del Big Data nos ayuda a administrar la información de diferentes fuentes y finalmente como la realidad aumentada junto con la realidad virtual, nos lleva a observar cómo quedarán las obras construidas antes de que se haya iniciado el proceso de ejecución de la construcción. Si el uso de cada una de estas tecnologías nos brinda habilidades de gestión y manejo de información antes no sospechadas, con la combinación de las mismas nos lanzan a una nueva dimensión en el uso de los datos.

## Keywords

BIM; IoT; augmented reality; virtual reality; big data; blockchain; digital twins.

## Abstract

BIM (Building Information Modelling) work method's primary function is to manage information of a given project or asset, using a graphical interface enriched with additional information and documentation. The aim of this article is to review some of the disruptive innovations, such as IoT, Big Data, Augmented Reality, Virtual Reality, Blockchain and their potential to complement BIM; thus generating even more powerful dynamic tools to the end user. This article is based on several undergraduate thesis and publications related to the subject. This article concludes that combining BIM with IoT allows the creation of digital twins, the application of Big Data helps to manage information from different sources, and how augmented and virtual reality can illustrate the end result of a building project even before its construction ever starts. Each of these individual innovations provides better management of information on their own, and the combination of these with BIM can open new dimensions in data management.

## Introducción

El término llamado cuarta revolución industrial es relativamente nuevo (2016), este fue mencionado por primera vez en el Foro Económico Mundial por Klaus Schwab [1] el cual establece que la fusión de las tecnologías hará que desaparezcan las fronteras entre lo físico y virtual por medio de la gestión de los datos en tiempo real creando aplicaciones inteligentes con el fin de optimizar la forma como se llevan los negocios y la vida en general.

La tendencia a la digitalización y al manejo de datos nos está llevando en una dirección vertiginosa de herramientas para la gestión de información. Los buscadores como Google, redes sociales como Facebook o Twitter, son grandes contenedores de información que



desencadenan en información relevante para los mercados, empresas y gobiernos. Estos datos procesados y analizados llevan la información a ser un elemento predictivo para ejecutar las acciones de una forma más asertiva y con menos riesgo.

Cuando hablamos del BIM el tema está íntegramente relacionado con la gestión de información. Actualmente estamos inmersos en la transformación digital que establece como uno de sus principios la automatización y la gestión de datos, es aquí, donde el BIM como gestor de datos con una visualización gráfica puede potenciar sus funciones con las tecnologías disruptivas actuales como el IoT (Internet de las Cosas), Blockchain, realidad aumentada, realidad virtual y Big Data. Esta combinación de tecnologías nos llevará a un paso más allá de la gestión de la información. El objetivo de este artículo es demostrar cómo la combinación de estas herramientas nos pueden beneficiar en nuestro quehacer.

Para cumplir con el objetivo el artículo se divide en cuatro secciones para abordar cada uno de los temas y su compatibilidad con el método de trabajo BIM.

## **Materiales y métodos**

El proceso de información se basó en fuentes secundarias como artículos, tesis de grado y publicaciones.

A pesar que este es un tema con tecnologías nuevas existe abundante información, pero no desarrollada desde el punto de vista del uso de las tecnologías en todo un ciclo de vida de un activo.

La información fue desglosada desde lo general a lo específico usando el método analítico-sintético en cada uno de los temas y posteriormente se realiza un análisis de los usos del BIM con cada una de estas tecnologías.

## **BIM y las tecnologías disruptivas**

### **BIM y el IoT**

Cuando un proyecto es concebido bajo el método de trabajo BIM, al final de la construcción se entrega un Modelo de Información del Activo (AIM por sus siglas en inglés) [5]. Este modelo tendrá dentro de su información todos los requerimientos del operador del activo necesarios y solicitados de manera previa al inicio de la construcción, con el fin de gestionar el activo en la etapa de operación y mantenimiento.

El AIM es un modelo digital con la información gráfica, alfanumérica y documental de las características, físicas y mecánicas de los equipos y materiales.

La información del AIM es un modelo digital que requiere de la interacción humana para realizar las modificaciones, si se hace un cambio en el modelo físico, se debe de hacer el cambio en el modelo digital.

Con el uso del IoT (internet de las cosas) permite que exista una interacción mayor entre el modelo digital y el modelo físico.

A diferencia de los datos de un AIM que son datos “estáticos” el IoT permite tener información en tiempo real, basado en la lectura de sus sensores y permitiendo controlar de una manera más eficiente el activo. Otra de las ventajas del uso del IoT en BIM es que al tener esta información disponible de manera inmediata esto nos permite comprender mejor los procesos que se presenten durante el ciclo de vida del activo, mejorando el mantenimiento y pasando de un mantenimiento correctivo a un mantenimiento preventivo. [2]

El tener la información tanto del modelo BIM (AIM) como el de los sensores de IoT, nos obliga a contar con un sistema que realice el análisis de la información y nos muestre mediante tableros resumen el estado de la estructura. [7]

Con el uso de la información se pueden hacer simulaciones de diferentes eventos que puedan presentarse durante la vida útil del activo y conocer de antemano como se pueden resolver esto nos lleva al mantenimiento predictivo.

La combinación del modelo BIM con el IoT nos llevan a tener un gemelo digital. Este es una representación que emula la realidad de la infraestructura. [3]

### **BIM y el Big Data**

En la sección anterior, se hizo referencia a los datos tanto “estáticos” como en tiempo real, ambos generan una cantidad importante de datos que debe de ser ordenada y analizada con el fin de obtener información importante para la toma de decisiones con respecto al uso y desempeño de nuestros activos.

El BIM, como lo habíamos indicado es un gestor de información el cual es alimentado de forma constante en función de los eventos que se presenten durante su operación y mantenimiento. Si adicionalmente, además de tener un BIM tenemos un gemelo digital, los datos que provienen del modelo son numerosos y difíciles de administrar.

Es aquí donde entra el uso del Big Data. Esta herramienta, extrae tanto los datos estructurados como no estructurados, los transforma y los carga de tal manera que puede analizarlos de una forma ordenada.

En la teoría del Big Data existen varios valores importantes llamados las 5V, volumen, variedad, velocidad, valor y veracidad, estos valores permiten que los datos generen información de calidad, claro está al procesar una cantidad de datos masiva en periodos de tiempo cortos pueden existir algún margen de error. [10]

Los beneficios de realizar análisis con Big Data, es comprender la información en una abundante cantidad de datos, además, mejora la accesibilidad de información en diferentes niveles en la empresa, crea un mejor entendimiento del negocio y permite realizar predicciones en el manejo del activo, entre otras ventajas.

Al entender la información nos permite también tener el juicio de que información puede ser vista en función de los diferentes niveles de jerarquía en la organización, así mismo nos permite tener un criterio acerca de la seguridad y diseñar que niveles de información puede ser vista y por cuales jerarquías a nivel de la organización. [6]

### **BIM y la realidad virtual y realidad aumentada**

Gracias a los modelos en BIM y sus dimensiones como la 3D, y 4D (cronograma) permite al usuario tener una experiencia inmersiva con el modelo permitiendo tener una experiencia entre la realidad y la virtualidad. Estas herramientas, han sido diseñadas para que nuestros modelos nos puedan dar información basados en una experiencia digital.

#### *Realidad aumentada*

La interacción entre la realidad y los modelos virtuales se pueden hacer presentes por medio de la realidad aumentada. La realidad aumentada es una visualización virtual sobre un elemento físico real. Esta interacción nos permite visualizar elementos antes que sean construidos en los entornos reales donde se va a construir, de igual manera permite por medio de una presentación



de una maqueta virtual, realizar visitas y conocer la obra en una escala menor a la real. [8] De estos modelos se puede extraer información referente a los materiales o especificaciones de los equipos en la misma maqueta virtual.

En etapas tempranas de la obra, tener una maqueta virtual es de gran ventaja en el momento de vender una idea o convencer a un ente de financiamiento ya que observar un modelo tridimensional, en el cual se pueda explorar es de fácil entendimiento a diferencia de un juego de planos en 2D.

Si se posee información civil, eléctrica o mecánica se puede escoger en la maqueta virtual que elementos observar por separado.

Otro en el proceso donde la realidad aumentada es de gran provecho es en la etapa de inspección donde superponemos el modelo virtual con la realidad. Se hacen coincidir los ejes de la obra en construcción y el modelo de realidad aumentada y se podrá observar el avance planificado contra el avance real por medio de una interacción gráfica, y de manera visual se pueden observar las diferencias y realizar las observaciones. [12]

Así mismo, la ubicación de tuberías, ductos, dentro de las paredes pueden ser localizados y revisados para su inspección. Este tipo de tecnología, también permite al constructor observar la obra antes de construirla y facilitar el entendimiento de los pasos a seguir, con el fin de disminuir errores y plazos en dicho proceso.

Al igual que en el uso de la realidad aumentada como maqueta virtual en la fase de inspección se puede observar los elementos eléctricos, civiles y mecánicos por separado, así mismo como las características de los materiales y especificaciones de los equipos.

### *Realidad virtual*

A diferencia de la realidad aumentada la realidad virtual es una inmersión total en el modelo que permite tener una experiencia visual de cómo se verá cada elemento como si se estuviera en el sitio, esto hace que se puedan tomar decisiones y ajustes con la información visual. En este tipo de tecnología se puede evaluar elementos de ergonomía no solo para la persona, también para definir los espacios en función de las herramientas que se vayan a usar en proceso de operación y mantenimiento.

La realidad virtual ayuda al usuario a entender el entorno y el impacto que la obra va a tener en sus alrededores y facilitando la toma de decisiones antes de la construcción, ahorrando dinero antes de que este problema o cambio se presente. [9]

La relación de ambas tecnologías (BIM-Realidad virtual) es total y pueden ser tan inmersivas como lo permitan los accesorios que se usen, desde lo más básico como el uso del casco a el uso de guantes, controles y caminadoras, esto hace que la experiencia sea total.

### **BIM y el Blockchain**

La tecnología del Blockchain ha aparecido desde el año 2008, cuando en la internet apareció un artículo que hacía referencia a un modelo descentralizado para hacer transacciones sin necesidad de pasar por un ente centralizador como un banco. La validación de la transacción sin este ente centralizador, se realizaba a través de cada uno de los participantes en el sistema de encadenamiento.

Posteriormente en el año de 2013 se realizan investigaciones y se demuestra que la lógica del Blockchain se puede aplicar en otros usos como contratos inteligentes (Smart Contracts).

Con la llegada del BIM y su gestión de la información por medio del Entorno Común de Datos (CDE por sus siglas en inglés) se observan varios usos que puede dar el Blockchain al método de trabajo BIM los cuales se presentarán a continuación. [11]

#### *Uso del Blockchain en materiales y suministros usados en construcción*

Durante el proceso constructivo existe un listado de materiales, equipos y suministros que se usarán en diferentes partes de la obra en diferentes momentos, por diferentes proveedores. Llevar el control de esta información es gigantesca. En muchas ocasiones, los materiales no llegan a tiempo, en cantidades diferentes a las establecidas o sin las especificaciones de calidad y tipo de material que se requiere.

El Blockchain tiene la capacidad de ayudar a la trazabilidad del material o equipo que se debe instalar. En este seguimiento se pueden establecer métricas que permitan conocer el origen del material, los tipos de certificación y el impacto potencial que puede tener en el ambiente.

Así mismo, el seguimiento de los materiales por medio de Blockchain se mantiene a lo largo de la vida útil del activo y en el momento de fin de su vida útil este puede ser identificado y cuantificado en la fase de demolición o desmantelamiento del activo y determinar que materiales son reciclables, cuales no y que materiales ameritan un cuidado especial por su impacto al ambiente.

La relación con el BIM radica que este control se puede llevar desde las especificaciones del modelo de cada una de las partes y realizar una co-relación entre el modelo y el Blockchain para garantizar que suministros o materiales se han usado, y cuales hacen falta, permitiendo una trazabilidad total durante todo el ciclo de vida del proyecto y el activo.

#### *Uso del Blockchain en Entornos comunes de Datos*

Los entornos comunes de datos es la forma como el método de trabajo BIM resuelve el uso de la información y garantiza que esté actualizada. Unos de los grandes beneficios del CDE es su sistema de carpetas con reglas para que se garantice la calidad de la información. [2] A diferencia de otros sistemas este centraliza la información en un solo sitio, con el fin de tener la trazabilidad del avance del trabajo, transparencia, y encontrar en un solo sitio las últimas versiones de los modelos.

Al ser centralizado se tiene el riesgo que la información se pierda por algún tipo de ataque o “hacking” y Este tema de seguridad toma relevancia si la información del ECD es de algún ente del gobierno o militar, no obstante, cualquier ataque crea una pérdida sin importar la importancia del proyecto.

El Blockchain permite tener copias de la información encriptada en cada uno de los interesados descentralizando el CDE, haciendo que la pérdida de información tenga una probabilidad muy baja o casi nula aumentando la confianza entre los interesados del proyecto.

Este tipo de soluciones tienen la desventaja del trasiego de grandes cantidades de información.

#### *Uso del Blockchain en Contratos Inteligentes en el ciclo de vida del proyecto*

El uso del Blockchain es de gran beneficio en la etapa de inversión de los proyectos, principalmente en la fase constructiva, es aquí donde los contratos inteligentes pueden agilizar varios elementos de control y seguimiento. Los contratos inteligente o Smart Contracts son programas informáticos que establecen una serie de condiciones que deben de ser cumplidas por las partes involucradas, cuando estas condiciones son totalmente satisfechas el programa ejecuta una acción, ya sea un pago, avance, alerta, etc.



En relación con el BIM los contratos inteligentes pueden determinar los avances de los modelos de tal manera que al cumplir con una serie de requisitos se ejecute una orden, para determinar un avance o pago por la tarea realizada, este tipo de elementos elimina una serie de pasos y permite que exista una fluidez en el trabajo.

En el proceso constructivo, se pueden hacer contratos inteligentes para definir las diferentes etapas de avance y pago al contratista por medio de un modelo BIM y la inspección en la obra que permita ya sea por mediciones directas o nubes de puntos determinar esos avances

Los contratos inteligentes al igual que la tecnología Blockchain de donde proviene son totalmente descentralizados

## Conclusiones

Después de haber realizado un repaso por alguna de las tecnologías disruptivas y su relación con el BIM, se realizan las siguientes conclusiones:

- Con la llegada de la revolución 4.0, la forma de como trabajamos, como hacer negocios y como vivimos será cambiada por una fuerte experiencia digital que reducirá las fronteras entre las vivencias físicas y virtuales
- La tendencia de la transformación tecnológica en las diferentes tecnologías permite que estas sean compatibles y sumen sus capacidades en el momento que son combinadas.
- Al hacer una aplicación del IoT con el método de trabajo BIM, logramos que ambas tecnologías generen información tanto “estática” (dimensiones, materiales, propiedades físicas, especificaciones técnicas, etc.) como información en tiempo real, proveniente de los equipo y sensores, permitiendo tener dominio sobre el comportamiento y desempeño del activo.
- Se pueden crear gemelos digitales por medio de la combinación entre el BIM y el IoT, teniendo una réplica del activo físico en el ámbito virtual y favoreciendo la gestión del activo.
- Unido al uso de gemelos digitales, el procesamiento de información por medio de Big Data permite al operador del activo transformar gran cantidad de datos en información, útil para la operación y mantenimiento, generando un criterio fiable en la toma de decisiones.
- Cuando se usa la tecnología del Blockchain en BIM evita la pérdida de información producto a la descentralización de la información en los entornos comunes de datos
- Los Smart Contract ayudan a automatizar el seguimiento de los avances y pagos en el momento que se satisfagan los requisitos establecidos en el contrato, agilizando los complejos proceso de seguimiento y control,
- El seguimiento de los materiales y equipos durante todo el ciclo de vida del proyecto y del activo se puede manejar por medio de Blockchain con el beneficio de tener una trazabilidad del origen y clasificación de los materiales y suministros de acuerdo a los requerimientos establecidos en el alcance del proyecto y a las solicitudes de requerimiento del cliente.
- La desventaja del Blockchain es la cantidad de gasto en cómputo para procesar la información.
- Con la realidad aumentada permite realizar maquetas virtuales para presentaciones con información, o comparaciones entre modelos reales y modelos virtuales en escala 1:1 para fines de inspección.

- La realidad virtual permite una inmersión al 100% en el modelo, que ayuda a visualizar los posibles cambios y/o problemas antes que estos sucedan.

## Referencias

- [1] A. Arch, R. Cortijo, E. Romero (2020, febrero) "La revolución digital de la energía hidroeléctrica en los países latinoamericanos" Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Nota técnica N° IBD-TN-01761.
- [2] A. Barrio (2018), "Internet de las Cosas" Universidad Carlos III de Madrid ISBN: 978-84-29-0-2038-0
- [3] E. Kim, Y. Cho, G. Kim (2018, noviembre) "Real Time Building Data collecting Using IoT and BIM" Conference: 2018 Asian Conference on Design and Engineering, <https://www.researchgate.net/publication/330564570>
- [4] INTECO (2020). "Organización y digitalización de la información sobre edificaciones e infraestructura, incluyendo modelado de la información (BIM). Gestión de la información con el uso del Modelado de la Información de la Construcción (BIM). Parte". Conceptos y principios. INTE/ISO 19650-1. San José, Costa Rica.
- [5] INTECO (2020). "Organización y digitalización de la información sobre edificaciones e infraestructura, incluyendo modelado de la información (BIM). Gestión de la información con el uso del Modelado de la Información de la Construcción (BIM). Parte 2" Fase de desarrollo de los activos. INTE/ISO 19650-2. San José, Costa Rica.
- [6] INTECO (2021). "Organización y digitalización de la información sobre edificaciones e infraestructura, incluyendo modelado de la información (BIM). Gestión de la información con el uso del Modelado de la Información de la Construcción (BIM). Parte 3" Fase de Operación de los activos. INTE/ISO 19650-3. San José, Costa Rica.
- [7] J. Muñoz, (2019) "Aplicación de un gemelo digital a un SCADA Industrial" Universitat Politècnica de València. Grado de ingeniería en Informática.
- [8] J. Santamaría, J. Mas (2017. Marzo) "BIM, realidad aumentada y técnicas holográficas aplicadas a la construcción." Anales de Edificación, vol 4, ISSN 24444-1309
- [9] M. Agudo (2020 enero) "Realidad Virtual y BIM: Inmersión en la Arquitectura" Universidad de Sevilla <https://www.researchgate.net/publication/338805762>
- [10] M. Toro, H. Laniado, (2019, enero) "Big Data: historia, definición, herramientas y aplicaciones en la industria" VIRTUAL PRO N°204. ISSN 1900-6241
- [11] R. Rivas (2019, junio) "Estudio del desarrollo de BIM en conjunto con el Blockchain en el sector de la construcción" Escola Politècnica Superior d Edificació de Barcelona, Trabajo final de Master.
- [12] S Heuser, W. Eyrich, M. Kokorus (2016 enero) " Smart Substation model-challenges in the development fo a Building Information Modeling (BIM) based software for substation design" CIGRE, Comité Nacional México, Paper 106