

# ESTUDIO DE LA METODOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) EN LA CONSTRUCCION Y LAS PRINCIPALES APLICACIONES INFORMATICAS DISPONIBLES

Jesús Manuel Bernal Camacho<sup>1</sup>, Ana Paulina Alfaro Rodríguez<sup>2</sup>, Mónica del Carmen Olivarría González<sup>2</sup>, Edgar Omar Burgueño Sánchez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Facultad de Ingeniería y Tecnología Mazatlán, Universidad Autónoma de Sinaloa (MÉXICO)*

<sup>2</sup> *Facultad de Informática Mazatlán, Universidad Autónoma de Sinaloa (MÉXICO)*

## Resumen

Los constantes avances tecnológicos han revolucionado un gran número de sectores productivos en el mundo y en nuestro país. La ingeniería civil en el ramo de la construcción, ha experimentado estos beneficios potenciando la concepción de obras de magnitudes nunca antes pensadas. El desarrollo de estas tecnologías se ha dado en manos de científicos, profesionales y técnicos afines al ramo, lo cuales gracias a su empeño han permitido la creación de nuevos materiales, equipos, maquinaria avanzada y aplicaciones informáticas de alta calidad. La creación de programas computacionales con potentes funciones e intuitivos para el usuario, han permitido detonar teorías y metodologías que sin la presencia de estas plataformas no hubiera sido posible que emergieran al área profesional. Es así el caso de la Metodología Building Information Modeling (BIM), la cual tiene como eje principal conseguir un trabajo colaborativo y simultaneo durante la concepción y gestión de proyectos de edificación y obra civil. Para lograr esta meta ha sido necesario la interacción de profesionales que funjan como agentes facilitadores y que muestren el dominio total de la metodología y de las aplicaciones informáticas relacionados con su área de experties. Asimismo, se ha detectado que la rápida evolución de la metodología BIM de la mano de las plataformas digitales, no ha sido acompañada con la adaptación de planes de estudios y cursos que ayuden en la formación de los profesionales. Para atender estas necesidades es importante que desde la formación de los alumnos en las aulas tengan clara la importancia de BIM y las grandes ventajas que se obtienen una vez que se logra su implementación. Para analizar detalladamente las ideas antes mencionadas, se llevó a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica que permitió establecer resultados y definir conclusiones del desarrollo y estado actual de la metodología BIM en el ámbito de la construcción.

Palabras clave: Construcción, implementación, Metodología BIM, software, tecnologías, trabajo colaborativo.

## Abstract

The constant technological advances have revolutionized a large number of productive sectors in the world and in our country. The civil engineering in the construction area has experienced important changes related with the technology, which has permitted the conception of project of magnitudes never before thought. The development of these technological advances has been in hands of scientist, professionals and technics, which thanks to their efforts have created new materials, new equipment and latest technology machinery and high quality software. The creation of computer programs with powerful functions and highly intuitive environment for the user, has allowed the development of theories and methodologies, which without the presence of these platforms would not have been possible to emerge in the professional area. This is the case of the Building Information Modeling (BIM) Methodology, whose main axis is to achieve collaborative and simultaneous work during the conception and management of building and civil works projects. To achieve this goal, it has been necessary to interact with professionals who serve as facilitating agents with complete mastery of the methodology and software related to their area of expertise. Likewise, it has been detected that the rapid evolution of the BIM methodology, hand in hand with digital platforms, has not been accompanied by the adaptation of study plans and courses that help them in the training of professionals. To cover these needs, it is important that from the training of students in the classrooms they are clear about the importance of BIM and the great advantages that are obtained once its implementation is achieved. To analyze in detail the aforementioned ideas, an exhaustive bibliographic review was carried out that allowed

establishing results and defining conclusions of the development and current state of the BIM methodology in the field of construction.

Keywords: Construction, implementation, BIM Methodology, software, technologies, collaborative work.

## 1 INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el ámbito de la construcción ha evolucionado de manera vertiginosa impulsado por la presencia de nuevos materiales y nuevas tecnologías que buscan la optimización de los recursos, desde el momento de la concepción del proyecto hasta su puesta en marcha. Las áreas de digitalización, diseño, ejecución, supervisión y gerencia de los proyectos no han sido la excepción, su evolución también ha sido requerida y se ha basada en la implementación de software (aplicaciones informáticas) que permiten trabajar de manera colaborativa en un entorno multidisciplinario facilitando la simultaneidad durante la elaboración de los proyectos.

La globalización de la información ha generado la necesidad de desarrollar nuevos procesos y metodologías que permitan obtener la mayor ventaja de los avances tecnológicos mediante respuestas objetivas y precisas. Con el objetivo de cubrir esta necesidad surge la metodología Building Information Modeling (BIM), la cual consiste en gestionar la información que involucran diversas disciplinas bajo un mismo esquema. El origen de BIM se deriva de los grandes avances tecnológicos y con las primeras computadoras que permitían manejar un gran número de información y generar cálculos más precisos para evitar errores, surgieron empresas pioneras que dieron origen a las bases que conocemos como BIM, una de esas empresas fue la húngara Graphisoft -muy conocida por su *software* Archicad-, que desde 1994 implementó el nombre 'Virtual building' [1].

En relación al desarrollo e idónea implementación de la metodología BIM, estudios recientes han identificado que es sumamente necesario que sea inculcada en los profesionales de la construcción desde el momento que se encuentran en el aula adquiriendo conocimientos. De igual manera se han detectado como áreas de oportunidad de mejora la optimización de las estructuras organizacionales de las empresas que desean implementar BIM y el uso de mayor cantidad de aplicaciones informáticas que cubran la totalidad de los proceso de la metodología BIM.

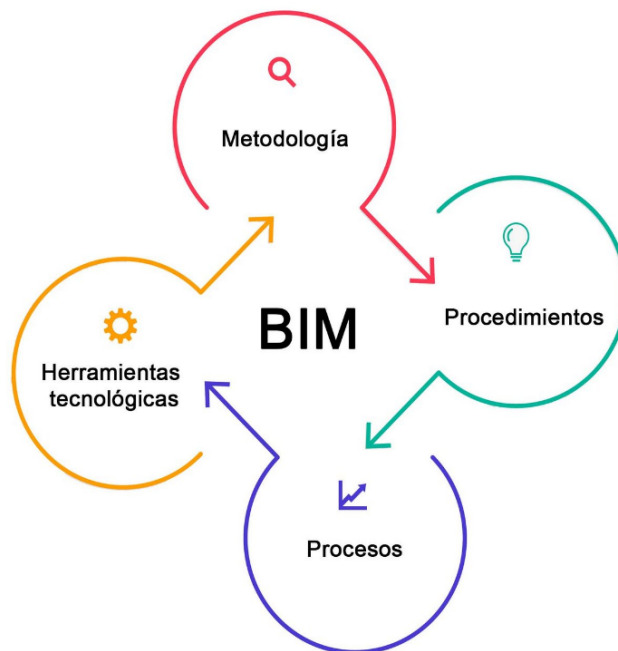


Figura 1 Representación esquemática de la Metodología Building Information Modelling

## 2 METODOLOGIA “BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)”

La metodología Building Information Modeling (BIM) se basa en el trabajo colaborativo para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. Sus principales aplicaciones radican en el desarrollo de diseños, ejecución y dirección de proyectos de construcción de edificios e infraestructura por parte de arquitectos, ingenieros y constructores [2]. La metodología BIM coadyuva en la profesionalización de los proyectos, mediante la determinación de directrices que pueden ser ejecutadas de manera simultánea entre las diferentes especialidades que interactúa en el proceso de concepción del proyecto, siendo respetuosos de los tiempos, procesos y movimientos de cada especialidad [3], [4].

Hoy en día la metodología BIM se ha convertido en la tecnología de tendencia dentro de las disciplinas de arquitectura e ingeniería, aun y cuando es posible establecer que sus usos y beneficios no se han maximizado en su totalidad [5]. Algunas de las razones predominantes que han propiciado dicha situación radican en la falta de normativa relacionada a BIM, contrato de servicios profesionales que no incluyen el uso de BIM, la falta de incentivos para los colaboradores con habilidades para implementar BIM, etc. Asimismo, en estudios recientes realizados al respecto, se ha definido a la falta de habilidades en BIM por parte de los profesionales recién egresados como la mayor razón para que no se implemente dicha metodología [6].

### 2.1 Enseñanza de la metodología BIM en carreras pertinentes a la construcción

Aun y cuando se han definido diferentes estrategias para impulsar la metodología BIM en las carreras relacionadas al área de la construcción, existen retos importantes que deben ser superados para lograr la completa implementación de esta valiosa herramienta. La mayor parte de estos retos recaen en las universidades, los estudiantes y los programas de estudio de las carreras afines a esta metodología, a continuación se muestran algunos de estos [6]:

- 1) La falta de expertos interesados en compartir sus conocimientos en el aula: Debido a que existe una alta demanda de profesionales capacitados que se sumen a empresas en el ámbito profesional, muchos programas de estudios se enfrentan con grandes dificultades para lograr sumar docentes de calidad que dominen la metodología BIM.
- 2) Falta de interés entre los estudiantes: El aprendizaje del uso e implementación de la metodología BIM significa una curva de aprendizaje de mayor dificultad que los métodos tradicionales de representación gráfica y coordinación de proyectos. Esto significa un reto aun mayor para los estudiantes que practican el autoaprendizaje, ya que al ser una visión novedosa del uso de las tecnologías surgen muchas dudas en el camino del dominio de la aplicación.
- 3) Falta de materias específicas que enseñen la metodología BIM: La lista de materias que integran los planes de estudios de carreras afines a la metodología BIM no considera de manera sustancial la formación del alumno bajo estas teorías. La capacitación de los alumnos suele ser de manera parcial, es decir, se centran principalmente en la representación tridimensional del proyecto arquitectónico, o en algunos casos, se enseña a como representa con aplicaciones informáticas afines a BIM la parte estructural o de ingenierías eléctricas, sanitarias o hidráulicas, pero nunca de manera integral.
- 4) Ausencia de información bibliográfica o tutoriales actualizada: Después de más 15 de años de desarrollo y uso de la metodología BIM dentro de la construcción, no existe un acervo bibliográfico claramente identificado que pueda coadyuvar al alumno o profesionista al momento que desea adquirir conocimientos de BIM [6].

### 2.2 Evolución de la metodología BIM en los proyectos de construcción

Durante muchos años la representación de proyectos en 2 dimensiones es la forma tradicional que se ha implementado para los proyectos de construcción, y por ende, es la más empleada dentro de los planes estudios de las profesiones relacionadas a la construcción. Asimismo, es importante mencionar que los requisitos de la normativa vigente en nuestro país en relación a la presentación de proyectos

arquitectónicos y de ingeniería, se pueden atender con las herramientas que las aplicaciones informáticas en 2 dimensiones ofrecen. Una singularidad importante por destacar del dibujo en 2d, consiste en que el conocimiento previo que requiere el estudiante para la correcta interpretación de los planos se basa en la interpretación de líneas y símbolos, además de su habilidad para la concepción virtual de la estructura. Lo anterior, no representa un gran reto para los alumnos y están en sus manos el adquirir dichos conocimientos a través de la consulta de bibliografía existente [7]. El uso de la metodología BIM ha significado un reto entre los profesionales que se aferran a los procesos de diseño, control y ejecución de proyectos de construcción de la manera tradicional. Las teorías y herramientas que se integran estratégicamente en la metodología BIM, inicialmente llegan a significar un reto de importante escalada, el cual una vez que es alcanzado le abona enormes beneficios al proyecto. La importancia del uso de la metodología BIM radica principalmente en el correcto manejo y control del flujo de la información de las distintas especialidades, diferentes investigación han indicado que los profesionales del área de la construcción se consideran erróneamente expertos en el uso de metodología BIM solamente por ser capaces de hacer uso específico de una aplicación informáticas que facilita una de todas las etapas. Lo anterior, es importante que sea aclarado y asumido por los profesionista, ya que una mala interpretación en alguna de las etapas de la metodología BIM podría significar comprometer de forma importante el éxito de un proyecto [6].

Actualmente el uso de BIM en los proyectos de construcción es latente y sumamente exitoso, la adopción de su teoría ha permitido alcanzar altos niveles de profesionalismo en los proyectos, acortando los tiempos en la concepción de los proyectos ejecutivos. Esto ha sido posible gracias al uso de aplicaciones informáticas especializadas, que permiten concentrar una gran cantidad de información dentro de un modelo tridimensional para analizar y valorar la idoneidad con la que son elaboradas cada especialidad. La representación en 3D del modelo a construir facilita la concepción del proyecto de forma fehaciente, además de que permite representa a detalle características que una representación en 2d no sería posible [8].

## **2.3 Funcionalidad e implementación de la metodología BIM en la construcción**

El éxito y uso de la metodología BIM radica en la aplicación de restricciones paramétricas que deben ser respetadas y adoptadas por todos los usuarios, refiriéndose con esto a cada especialidad del proyecto. De esta forma los procesos de compilado, edición y evaluación de la información y reportes serán fáciles de realizar. A continuación se enlistan los principales beneficios que se detonan durante el uso de la metodología BIM.

### **2.3.1 Visualización virtual de todos los componentes del proyecto**

Es importante mencionar que las aplicaciones informáticas permiten la visualización tridimensional del estado final del proyecto, sumando un grado importante de realismo. Esto hace que la información de la aplicación sea más amigable para usuarios que no tiene una formación técnica pertinente al área de la construcción.

### **2.3.2 Facilidad para generar múltiples alternativas de diseño**

Las relaciones paramétricas, la coherencia del diseño y la generación y el diseño automatizados de componentes detallados permiten a los diseñadores manipular la geometría del diseño de manera eficiente.

### **2.3.3 Resguardo integral de la información de las distintas áreas de diseño**

Dado que cada parte de la información se almacena en las herramientas BIM inmediatamente sin ningún tipo de información en común, es posible evitar la repetición en los sistemas de dibujo. Además, las capacidades de verificación de conflictos de las herramientas de software de integración de modelos se utilizan para identificar y eliminar los choques físicos entre las piezas del modelo, por lo que la integridad geométrica está potenciado.

### **2.3.4 Generación rápida y automática de dibujo y documentos**

Existen distintos grados de automatización para la generación inicial de dibujos y documentos, pero en su mayoría estos son ofrecidos por diferentes paquetes de aplicaciones informáticas BIM. En la mayoría de

los casos es necesario establecer pautas y criterios para que la información se comparta de manera adecuada a las necesidades del usuario.

### 2.3.5 Interacción en diseño y construcción

La automatización de los cambios que se generen se llevan a cabo de manera dinámica, una vez que el departamento de proyectos defina los ajustes, estos se verán reflejados de manera inmediata en el proyecto matriz que es tomado de referencia por el constructor.

### 2.3.6 Rápida respuesta de planes alternativos de construcción

Muchos paquetes comerciales ofrecen la visualización de la construcción en cuatro dimensiones (4D), esto permite controlar tareas y requisitos previos, por ejemplo: el empleo de revisiones de espacio, información y seguridad, finalización de tareas y recursos anteriores, entre otros. De esta manera se puedan realizar los cambios en los planos en cuestión de horas mediante bibliotecas de métodos de construcción.

### 2.3.7 Comunicación en línea de todas las especialidades

El trabajo de forma simultánea sobre un mismo modelo concentrador de información posibilita la comunicación inmediata entre especialidades. Esto dinamiza el cruce de información entre ellas y armoniza su convivencia en los espacios.

### 2.3.8 Optimización del manejo de los espacios

La visualización tridimensional y la percepción realista de los espacios ayuda en la determinación de los proyectos de manera eficiente y óptima. Un valor agregado para quien adquiere un inmueble es que su active represente un entorno de ventajas frente a otros producto del mercado, esto se puede conseguir a través de las aplicaciones informáticas BIM [8].

## 2.4 Estructura organizacional para la metodología BIM en la construcción

La implementación exitosa de la metodología BIM en un proyecto de construcción estará en función de la correcta asignación del equipo de trabajo y los roles que cada elemento activo realiza. Es evidente que dicho arreglo organizacional estará en función del tipo de proyecto que se ejecute. En ocasiones será posible que la función de un equipo pueda ser llevada a cabo por una persona de manera individual [9].

A continuación se establece una propuesta de los equipos que deben intervenir:

- Equipo del promotor / cliente
- Equipo de gestión del proyecto
- Equipo de diseño del proyecto
- Equipo de construcción
- Equipo de operación y mantenimiento

Asimismo es importante definir los roles que los profesionistas que integran los equipos durante la realización de un proyecto coordinado por la metodología BIM. A continuación se establecen los roles de los colaboradores [9]:

- Promotor / Cliente
- Director de proyecto BIM
- Director de la gestión de la información
- Director técnico BIM
- Director de la gestión del diseño
- Director de la gestión de la ejecución
- Director del equipo de trabajo
- Coordinador BIM
- Modelador BIM

- Otros profesionales BIM:
  - analista BIM
  - coordinador CAD
  - director técnico CAD
  - programador de aplicaciones BIM
  - especialista IFC
  - facilitador BIM
  - consultor BIM
  - investigador BIM

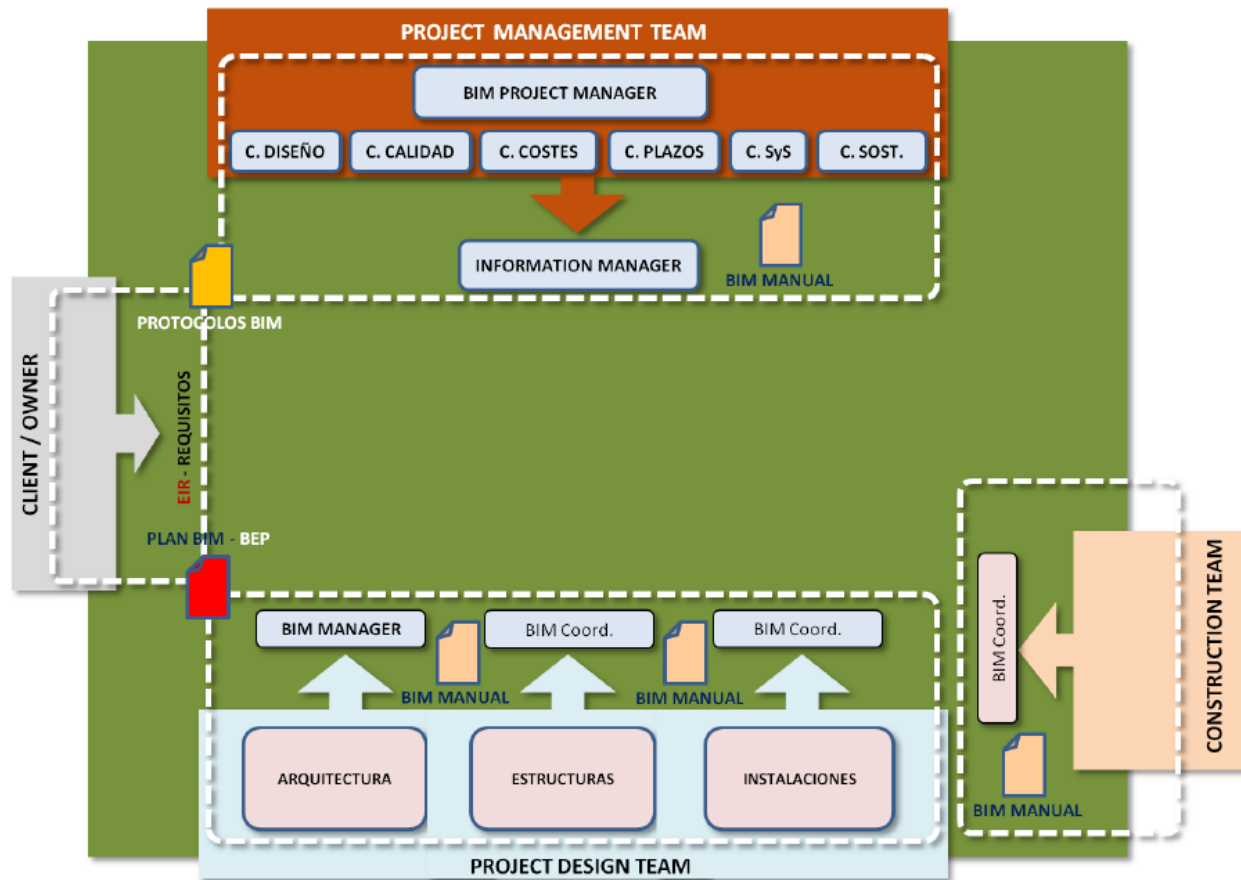


Figura 2 Representación grafica de los equipos que intervienen en la metodología BIM.

## 2.5 Aplicaciones informáticas que implementan la metodología BIM en diferentes fases del proyecto

Las aplicaciones informáticas que implementan la metodología BIM permiten actualizar automáticamente la información que es editada en cualquier parte del modelo. Esto quiere decir que si un elemento es modificado en una planta, se modifica automáticamente en las secciones, alzados y vistas 3D, igual que si se modifica una característica en un listado, cambia automáticamente en todo el proyecto. No hay posibilidad de error humano. La información siempre es coherente. Estas ventajas han potenciado de manera importante el uso de la metodología BIM en las diferentes etapas del proceso como modelado, visualización, planificación de obra, presupuesto y control de obras, gestión ambiental y eficiencia energética, generación de proyectos y diseños de ingenierías. A continuación se muestran los principales aplicaciones informáticas y la función que desempeñan [10].

### 2.5.1 Aplicaciones para el modelado BIM

#### ArchiCAD Graphisoft

Es una aplicación informática de Modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling), desarrollado por la empresa húngara Graphisoft, disponible para sistemas operativos Windows y Mac OS. Permite al usuario un diseño paramétrico de los elementos, con un banco de datos que contiene el ciclo de vida completo de la construcción, desde el concepto pasando por la edificación y la operación. Mediante esta aplicación informática es posible trabajar con “smart objects” y ha sido uno de los pioneros en BIM, diseñado para generar, no solo dibujos en 2D sino modelos virtuales completos con toda una base de datos con información constructiva. Cuenta con una gran biblioteca de objetos prediseñados como paredes, techos, puertas, ventanas y muebles [11].

#### REVIT\_Autocad

Autodesk Revit es una aplicación informática de Modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling), para Microsoft Windows, desarrollado actualmente por Autodesk. Permite al usuario diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico. De este modo, Revit provee una asociatividad completa de orden bi-direccional. Un cambio en algún lugar significa un cambio en todos los lugares, instantáneamente, sin la intervención del usuario para cambiar manualmente todas las vistas [12].

### 2.5.2 Aplicaciones empleadas como visores BIM

#### BIM Collab Zoom

BIMcollab Zoom es una opción para la validación de modelos perfectamente integrada con una plataforma de coordinación BIM como es BIMcollab Nexus. Combina modelos fácilmente, analiza las propiedades de los objetos y encuentra colisiones más rápido que nunca usando herramientas intuitivas [13].

#### BIMx Graphisoft

Es uno de los mejores visores del mercado, tanto en versión móvil como en versión escritorio. Con la tecnología Hyper-Modelo, ofrece una navegación fluida dentro del proyecto en 2d y 3d. Tiene compatibilidad total con ArchiCAD. Entre sus mayores ventajas, se encuentra la mejoría de la comunicación y la colaboración con los clientes con modelos virtuales más interactivos. Oculta y aparece elementos 3D, o incluso invierte la vista para un mayor enfoque. Oculta varios elementos al instante por capas, carpetas de capas y combinaciones de capa para controlar su visibilidad [14].

#### BIM Vision

Es un visor de modelos IFC gratuitos. Permite visualizar modelos virtuales procedentes de sistemas de CAD como ArchiCAD, Revit, VectorWorks, Allplan y otros sin necesidad de una licencia comercial de estos sistemas o de tener un visor de cada sistema en particular. BIM Visualiza los modelos BIM creados en formato IFC 2x3 y 2x4 [15].

### 2.5.3 Aplicaciones utilizadas para elaborar presupuesto y control de obras por BIM

#### Arquimedes (CYPE)

Arquimedes es una herramienta de gestión de obra que permite realizar todo tipo de presupuestos de un proyecto, sus mediciones, certificaciones, múltiples documentos técnicos asociados al proyecto, así como la planificación y el control de obra durante su proceso constructivo [16].

#### Presto – Cost It

Puede generar las mediciones completas del modelo, de forma estructurada y con trazabilidad, convertir las mediciones en el presupuesto necesario para valorar o licitar el proyecto y obtener toda información relacionada, como las superficies útiles y construidas, los parámetros relevantes para determinar el precio o la documentación [17].

### 2.5.4 Aplicaciones para controlar la gestión ambiental y eficiencia energética por BIM

#### EcoDesigner (Graphisoft)

Permite al usuario realizar la evaluación del rendimiento energético del edificio con una tecnología que cumple las normativas, con el soporte de múltiples bloques térmicos. Como resultado, los diseñadores pueden hacer cálculos de energía de forma dinámica y precisa desde el mismo principio, durante y hasta el final del proyecto [18].

#### Green Building Studio (Autodesk)

Servicio flexible basado en la nube que le permite ejecutar simulaciones de rendimiento del edificio para optimizar la eficiencia energética al principio del proceso de diseño. Tiene herramientas para diseñar edificios de alto rendimiento en una fracción del tiempo y costo menor que los métodos convencionales [19].

### 2.5.5 Aplicaciones utilizadas en el diseño de ingenierías por BIM

#### Cypecad MEP

CYPECAD MEP es un programa para el diseño y dimensionamiento de la envolvente, la distribución, y las instalaciones del edificio sobre un modelo 3D integrado con los distintos elementos del edificio. La aplicación integra en un único modelo todas las instalaciones de un edificio de diversos tipos (viviendas, oficinas, hospitales, centros docentes, comerciales, residenciales, etc.) [20].

#### DDS CAD

Se ha extendido a todo el mundo con su probado aplicación informática CAD/BIM para el diseño de proyectos MEP. Con respecto a la funcionalidad. DDS ofrece soluciones para sistemas eléctricos, sanitarios, calefacción, ventilación, aire acondicionado y sistemas fotovoltaicos. Es compatible con el proceso de diseño Open BIM [21].

#### Tricalc

Aplicación informática que calcula estructuras de acero, de hormigón y de cualquier material, incluso estructuras de concreto con armaduras de acero, y naves de acero con forjados, losas, muros resistentes y muros de contención y pilotes; con una misma forma de trabajo y con todas sus prestaciones [22].

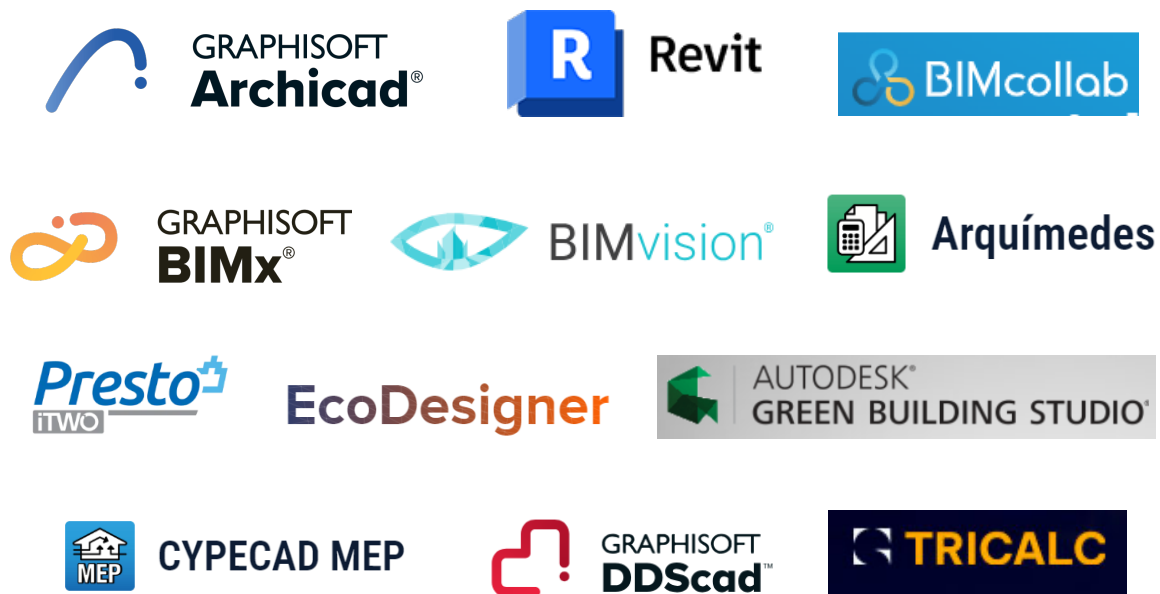


Figura 3 Aplicaciones informáticas implementados para el desarrollo de la metodología BIM en la construcción.



### 3 RESULTADOS

De acuerdo a la información reunida para su análisis se puede establecer que la implementación de la metodología BIM en los proyectos de construcción ha sido posible gracias a los grandes avances tecnológicos que se han generado en las últimas décadas dentro del área de la ingeniería de software. El diseño de una aplicación informática con capacidad para gestionar grandes volúmenes de información ha permitido que la velocidad de ejecución de los proyectos sea cada vez mayor y con altos estándares de calidad. La simultaneidad en la realización de los procesos de las diferentes disciplinas que impactan en un proyecto de construcción ha posibilitado el diseño, ejecución, dirección y operación de proyectos sin precedentes.

Entre los principales retos que se detectan en relación a la implementación de la metodología BIM, esta la falta de cursos que coadyuven en la formación de los alumnos pertinentes al área de la construcción. La forma de representar los proyectos de construcción se ha visto estancando desde hace muchos años en el formato de 2 dimensiones, lo cual atiende a la mayoría de normativas y procesos que se han estandarizado en muchos países. Asimismo, se ha identificado la falta de bibliografía accesible y bien conformada que sirva de guía para los profesionista que tengan el interés de aprender e incursionar en el desarrollo de proyectos basados en las directrices de la metodología BIM.

Las principales ventajas del uso de BIM radican en ofrecer a los usuarios una visualización virtual con un alto grado de realismo de todos los componentes del proyecto, una mayor rapidez para generar múltiples alternativas de diseño, una correcta captación y resguardo de la totalidad de la información del proyecto, la generación automática de dibujos y documentos, la fácil interacción entre el área de diseño y construcción, entre otras tantas alternativas que permiten una conformación precisa del proyecto. La programación de las diferentes aplicaciones informáticas compatibles con BIM, ha radicado en la atención de las diversas áreas que un proyecto de construcción demanda, desde el inicio en la fase de diseño arquitectónico y de ingenierías pasando por el cálculos de los costos del proyecto ejecutivo, el control y supervisión del proyecto hasta llegar al funcionamiento y operación del mismo. Las aplicaciones informáticas analizadas en el presente documento no son posible de comparar sus ventajas y desventajas entre ellas ya que brindas soluciones a diferentes aspectos dentro del área que se ubican.

### 4 CONCLUSIONES

El uso de la metodología BIM ha revolucionado el área de la construcción mediante la dinamización de los procesos que realizan las especialidades que se suman al interior de un proyecto de construcción de forma simultánea y eficaz. La incorporación de la enseñanza de la metodología BIM dentro de los planes de estudios de las carreras afines a la construcción resulta preponderante para que a corto plazo se logre la realización de proyectos BIM de manera cotidiana. La correcta valorización de los profesionales que dominan la metodología BIM debe ser rápidamente impulsada dentro del mercado laboral, ya que de esta forma los profesionista encontrarán estímulos económicos que motiven a la adopción de estos conocimientos. La reglamentación y normativa existente debe requerir, en proyectos que así lo ameriten, el uso obligatorio de las directrices que ofrece la metodología BIM con la finalidad de facilitar el acceso, control y supervisión de la información que gira en torno a un proyecto de construcción.

La gran variedad de aplicaciones informáticas disponibles en el mercado permiten que desde un aparato móvil o una PC de escritorio puedas visualizar un proyecto en 3 dimensiones con un alto grado de realismo. El uso adecuado de la metodología BIM en los proyectos de construcción permite una convivencia armoniosa de todas las especialidades que se suman en un proyecto de edificación o infraestructura, de esta forma previene una gran cantidad de conflictos y controversias antes de llegar sitio de la construcción. La metodología BIM en pocos años será el único y mejor procedimiento que exista para la concepción de un proyecto de construcción, la tendencia del uso de aplicaciones informáticas en todos los procesos impulsará a que los nuevos profesionista basen sus capacidades en el manejo universal de los paquetes computacionales que se suman a esta metodología.

### REFERENCIAS

- [1] <https://www.duabitad.com/mosaico/qu-es-bim-cmo-implementarlo>

- [2] Jia Yi, C., Seow, T. W., Kai Chen, G., & Shafii, H. (2021). Waste Minimization in Construction Using Building Information Modeling (BIM) Approach. *Research in Management of Technology and Business*, 2(1), 999-1020.
- [3] Mehrbod, S., Staub-French, S., Mahyar, N., & Tory, M. (2019). Beyond the clash: Investigating BIM-based building design coordination issue representation and resolution. *Journal of Information Technology in Construction*, 24(October 2017), 33–57.
- [4] Ganbat, T., Chong, H. Y., Liao, P. C., & Wu, Y. Di. (2018). A Bibliometric Review on Risk Management and Building Information Modeling for International Construction. *Advances in Civil Engineering*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8351679>
- [5] Zhao, D., McCoy, A. P., Bulbul, T., Fiori, C., and Nikkhooda, P. 2015. "Building Collaborative Construction Skills through BIM-integrated Learning Environment." *International Journal of Construction Education and Research* 11 (2): 97-120.
- [6] Huang, Y. (2018). A Review of Approaches and Challenges of BIM Education in Construction Management. *Journal of Civil Engineering and Architecture*
- [7] Zolfagharian, S., Gheisari, M., Irizarry, J., and Meadati, P. 2013. "Exploring the Impact of Various Interactive Displays on Student Learning in Construction Courses." In *Proceedings of the 120th ASEE Annual Conference and Exposition, Atlanta, GA*
- [8] Abd Jamil, A.H. and Fathi, M.S. (2018), "Contractual challenges for BIM-based construction projects: a systematic review", *Built Environment Project and Asset Management*, Vol. 8 No. 4, pp. 372-385. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-12-2017-0131>
- [9] Building Smart Spain, "Que es BIM", 2018, Disponible: <https://www.buildingsmart.es/bim/>
- [10] KAIZEN (2015). *Arquitectura y Ingeniería, "Que es el BIM"*. Disponible <https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>
- [11] Graphisoft, "Archicad-BIM por arquitectos para arquitectos, 2024, Disponible: <https://graphisoft.com/mx/solutions/archicad>
- [12] Autodesk Revit: software BIM para diseñar y crear todo lo que te propongas, 2024, Disponibles: <https://www.autodesk.com/mx/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- [13] BIMcollab, "Lidera la colaboracion basada en modelos", 2024, Disponible: <https://www.bimcollab.com/es/>
- [14] Graphisofa BIMx (2024). BIMx explora, involucre, moviliza. Disponible: <https://graphisoft.com/es/solutions/bimx>
- [15] BIMvision, "BIM Vision FOR WHOM", 2024, Disponible: <https://bimvision.eu/es/descargar/>
- [16] CYPE, "Soluciones para profesionales: Arquimedes", 2024, Disponible: <https://info.cype.com/es/software/arquimedes/>
- [17] Presto iTWO, "BIM-Cost-it- IFC, 2024, Disponibles: [https://prestosoftware.mx/cost\\_it](https://prestosoftware.mx/cost_it)
- [18] Graphisoft (2024) "EcoDesigner STAR" Disponible <https://graphisoft.com/es/downloads/ecodesigne>
- [19] Autodesk Green Building Studio, "Building Performance Analysis", 2024, Disponible: <https://gbs.autodesk.com/gbs>
- [20] Cype, "Soluciones para profesionales: CYPECAD MEP", 2024, Disponible: <https://info.cype.com/es/software/cypecad-mep/>
- [21] Graphisoft (2024). Intelligent planning of building systems. Disponible <https://graphisoft.com/solutions/ddscad>
- [22] Graitec, "Tricalc, calculo estructural", 2024, Disponible: <https://graitec.com/es/products/tricalc/>