

# IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EN COLOMBIA



**Autor:**

Edwin Samuel Galvis Lizarazo  
Código 7304083

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

**Ingeniero Civil**

**Tutor:**

Kelly Andrea Rodríguez Polo

Universidad Militar Nueva Granada  
Programa de Ingeniería Civil - FAEDIS  
Opción de Grado  
Bogotá, 2022

La implementación de modelos de información de construcción (BIM) en la industria de la construcción ha avanzado a pasos agigantados en los últimos años a nivel mundial. Colombia, a pesar de no estar al nivel de otros países a nivel arquitectónico, no se queda atrás y actualmente se encuentra en la implementación de la Estrategia Nacional BIM 2020-2026. La adopción de modelos BIM en proyectos de infraestructura pública permite centralizar toda la información de un proyecto mejorando la productividad, la eficiencia, la calidad y la confianza de los financiadores. Por medio de la consulta de distintos artículos académicos y no académicos, ofrecidos por bases virtuales como la biblioteca de la Universidad Militar Nueva Granada, Google Scholar y plataformas gubernamentales, este trabajo presenta una identificación de los componentes del BIM, su conceptualización, los antecedentes de la implementación en otros países, como en otros sectores de la construcción, y finalmente se compara y muestra la situación actual de la implementación de modelos BIM en proyectos de infraestructura en el país.

## Tabla de Contenido

iii

Introducción.....	1
Construcción 4.0.....	2
Building Information Modeling (BIM) .....	4
BIM en Proyectos de Infraestructura.....	4
Implementación BIM para Proyectos de Infraestructura en Colombia .....	7
Modelo de Implementación Para el Uso Correcto de BIM en Colombia.....	10
Conclusiones.....	12
Lista de referencias .....	14

## Introducción

La implementación de modelos de información de construcción (BIM) en la industria de la construcción ha avanzado a pasos agigantados en los últimos años a nivel mundial, la incidencia de herramientas o metodologías adecuadas, son esenciales para el progreso del sector de la construcción en sus distintos contextos (vivienda, infraestructura, medio ambiente, materiales y equipos, entre otros), beneficiando las prácticas de este en cuanto a su desempeño, productividad, rentabilidad y eficiencia. Desde la denominada cuarta revolución industrial o industria 4.0, de acuerdo con (Galán, 2022) el campo de la construcción ha representado diversos desafíos en el transcurso de su desarrollo, desafíos que requieren la integración de múltiples procesos, de los cuales, la cuarta revolución industrial beneficia al sector aportándole, desde la introducción de “análisis de datos e inteligencia artificial; robótica y automatización; gestión de la información de los edificios; sensores y conectividad industrial, mediante la aplicación del internet de las cosas” etc., impactando de manera favorable la puesta en práctica de metodologías asociadas a esta labor.

Por otra parte, en cuanto al modelado de información de construcción BIM, de acuerdo con (Bradley et al., 2016), BIM se ha presentado como una solución a los retos establecidos por la industria de la construcción, en cuanto a que se ha establecido como una base y un tema fundamental para la industria AECO (Arquitectura, Ingeniería, Construcción, Propietario y Operador), brindando las metodologías necesarias para el correcto desarrollo de las prácticas dentro de la industria de la construcción. La adopción de modelos BIM en proyectos de infraestructura pública permite centralizar toda la información de un proyecto mejorando la productividad, la eficiencia, la calidad y la confianza de los financiadores.

Colombia es la cuarta economía de Latinoamérica, y el sector de la construcción representa el 54% del aparato productivo del país y el 5.17% del PIB, por tanto, la importancia de la implementación de la metodología BIM en proyectos de infraestructura públicos o cofinanciados por el Estado. De acuerdo con lo anteriormente mencionado, en este trabajo, se hará hincapié en la importancia de BIM como agente de transformación y evolución dentro de la industria de la construcción, específicamente en el contexto del desarrollo de la infraestructura en Colombia, buscando mostrar la situación actual de la implementación de modelos BIM en proyectos de infraestructura en el país.

#### **Construcción 4.0**

De acuerdo con (Ynzunza et al., 2017) la cuarta revolución industrial, está orientada al desarrollo de tecnologías que hacen parte de diversos elementos como lo pueden llegar a ser, el internet de las cosas, de la gente y de los servicios, la fabricación aditiva, la impresión 3D, la ingeniería inversa, el big data, la inteligencia artificial, entre otras, de manera que, logra articular los diversos procesos que todos los componentes ya mencionados implican, permitiendo adaptarse a los continuos cambios y transformaciones de los que somos espectadores hoy en día.

A pesar de que es un concepto el cual todavía se encuentra en desarrollo, la industria 4.0 logra integrar factores que permiten anticipar que en el corto plazo estas nuevas tecnologías sustituirán a las tecnologías convencionales. (Ynzunza et al., 2017)

La industria 4.0 en el sector de la construcción se deriva en el término Construcción 4.0, que es un concepto relativamente nuevo, y que de acuerdo con autores como (Kozlovska et al., 2021) y (Lau et al., 2021) la Construcción 4.0 se basa en dos pilares: la digitalización de la industria de la construcción y la industrialización de los procesos constructivos, con el Modelado

de Información de Construcción (BIM) como el catalizador potencial para el cambio de la industria. (Begić & Galić, 2021)

(Muñoz et al., 2021) adicionan al concepto de Construcción 4.0, automatizar y digitalizar los procesos de diseño y construcción, con un fuerte componente de captura de datos en tiempo real y la incorporación de sensores en los procesos de construcción in situ, para optimizar el tiempo y los costes, el control de calidad y la seguridad de los trabajadores. Implicando otras metodologías como Lean Construction, para promover la mejora continua en las empresas de construcción, minimizando los residuos y maximizando el valor de los proyectos finales, a través de directrices claras y sistemas de planificación y control.

Lo anterior, se puede presentar como un repertorio hacia la construcción 4.0, en la que, según (Muñoz et al., 2021) se ve representada por componentes relacionados con el “dominio/automatización física” que se compone de la articulación digital desde el punto de vista de la ingeniería; “simulaciones y modelado” en cuanto a las herramientas y estrategias aplicadas para la construcción se refiere, y; “digitalización y virtualización” donde se integran metodologías para la articulación de los dos primeros dominios.

La construcción 4.0 se ve respaldada por una propuesta metodológica, brindando soporte gracias a tres agentes principales, “Lean Construction (LC), Building Information Modeling (BIM) y Integrated Project Delivery (IPD)”.

Para la elaboración de este ensayo, se hará énfasis en el BIM, ya que, de acuerdo con (Vilutienė et al., 2020) brinda un soporte fundamental en cuanto a sus herramientas desde el diseño, la documentación, la visualización e información a partir del procesamiento de la misma, de manera que logra incidir de manera positiva en el funcionamiento y desarrollo de las industrias enfocadas en la construcción; a pesar de que no se evidencia material considerable en

cuanto a la investigación del mismo y su impacto en este campo de acción, si es correcto considerar que los suministros de información otorgados hasta el momento, respaldan las utilidades de este agente en la evolución en la construcción.

### **Building Information Modeling (BIM)**

Teniendo en cuenta la revisión bibliográfica realizada, los distintos autores coinciden que BIM, es la herramienta más completa y eficaz en el desarrollo de la Construcción 4.0, (Begić & Galić, 2021) afirman que la introducción de BIM puede considerarse el primer paso hacia una comunicación digital colaborativa y también ha empujado a la industria de la construcción a buscar en cómo puede entregar valor a través de los datos. Para (Kozlovska et al., 2021) BIM tiene el potencial de ser la clave para transformar toda la industria. Mediante el uso de herramientas integradas como la detección de colisiones, la planificación 4D y la estimación de costes 5D, los procesos empresariales pueden gestionarse directamente en el ámbito digital. Además, para (Muñoz et al., 2021) BIM promueve la comunicación, el trabajo colaborativo, la integración de equipos, el modelado y la visualización paramétricos, la generación automática de documentos, las diferentes simulaciones de edificios y la gestión a lo largo de su ciclo de vida.

Los modelos BIM permiten la integración de otras herramientas de la Construcción 4.0 como son: la realidad aumentada (RA), Big Data (BD), la computación en la nube (CC), sistemas ciberfísicos (CPS), gemelo digital (DT), los sistemas de información geográfica (SIG), el internet de las cosas (IoT), los vehículos aéreos no tripulados (como los drones), y la realidad virtual (VR) entre otros. Esto permite la coordinación bidireccional entre los dominios físico y virtual, que conduce al gemelo digital, mejora el control y la optimización del proceso de construcción, generando también datos valiosos para el registro de la empresa (Muñoz et al., 2021).

### **BIM en Proyectos de Infraestructura**

(Vilutienė et al., 2020) señalan que, dadas las múltiples herramientas que el BIM otorga al campo de acción desde la construcción, se puede considerar como un agente potencialmente fundamental en la transformación en el área de la infraestructura y todas las dimensiones que esta abarca, como, por ejemplo, la infraestructura en transporte, I. energética, I. de servicios públicos, i. de instalaciones recreativas e i. Ambiental.

De acuerdo con Sánchez et al., citados por (Vilutienė et al., 2020) afirman que implementar el BIM como estrategia en la elaboración de un Proyecto de infraestructura, podría beneficiar al mismo en cuanto a que:

- Influiría en las ganancias de productividad.
- Permitiría un costo-beneficio completo, desde el análisis hacia a ahorros significativos en costos operativos.
- Coordinar la planificación del alumbrado público y vial en relación con otros aspectos energéticos y ambientales.
- Permitir la medición de indicadores clave, incluidos los factores de impacto a largo plazo que podrían transferirse a lo largo del ciclo de vida del Proyecto.
- Permitir que los documentos de diseño se integren con los objetivos de sostenibilidad a lo largo de su ciclo de vida.

Desde el punto de vista de Mahamadu et al., citados por (Vilutienė et al., 2020) basados en la realización de diversos proyectos, la implementación del BIM en la fase de diseño, garantiza la efectividad en la precisión de información utilizada en el mismo, así mismo, una mejor integración en la aplicación de estrategias en el campo de acción, análisis completo de colisión y, así mismo, brinda un estadio de diseño y toma de decisiones racionales.



Yang, & Chou, citados por (Vilutienė et al., 2020) tuvieron en cuenta 13 proyectos en los que el BIM fue aplicado, tanto en proyectos de infraestructura, como estaciones, ingeniería de muelles y proyectos de tres edificios, donde el BIM mejoró procesos en los que se veían involucrados componentes tales como: cita textual "El estudio encontró que BIM dio como resultado una mejora del 38,5 % en la calidad, una reducción del conflicto del 38,5 %, un diseño más claro del 61,5 %, una reducción del 23,1 % en las modificaciones y estimaciones de costos un 30,8 % más precisas.

Por parte de (Klinc & Turk, 2019) uno de los desafíos por los cuales se tuvo que enfrentar la informática en la construcción, fue el "intercambio estructurado de información sobre los productos de construcción " para lo cual, el BIM, empieza a surgir como recurso frente al diseño asistido por computadora (CAD) y de dibujo (CADD), teniendo en cuenta que su funcionamiento se basaba en el procesamiento de información dentro del campo de la construcción, el BIM se integra como un pilar para el desarrollo eficiente del mismo.

De acuerdo con EU BIM Task Group, citados (Klinc & Turk, 2019) en la actualidad el procesamiento de información estructurado, basado en un software especializado, se ha convertido en una base fundamental para el desarrollo de proyectos enfocados en la arquitectura y construcción, de manera que se convierte en un apoyo de gran importancia para la evolución de los mismos, siendo así que, el uso de esta, se va convirtiendo en una exigencia para el desarrollo de proyectos de infraestructura, dado que, en el mismo, las soluciones son factibles gracias a un proceso de administración de información o de datos.

Desde el área de la infraestructura, por parte de, (Bradley et al., 2016) dentro del concepto de BIM, existen dos factores base fundamentales para garantizar la efectividad del proyecto relacionado con la misma, esto en cuanto a los componentes tiempo/costo, garantizando la

efectividad de los mismos. Lo anterior gracias sus estrategias orientadas, por ejemplo, en proyectos específicos: a "verificación de conflictos de espacio en proyectos de puentes, el uso de imágenes aéreas y satelitales para el monitoreo de la construcción, o el uso de modelos integrados de costos y cronogramas para una evaluación rápida de alineaciones de carreteras". De igual manera, estos y otros beneficios otorgados por el BIM se basan en el término "utilidad de los datos", el cual implica estrategias, como se han mencionado anteriormente, desde el modelado y la inclusión de la información, generando ganancias en distintos ámbitos del campo de la infraestructura, pues se dejará a un lado procesos y tareas que no aporten al mismo, y que de alguna u otra manera, retrasan los objetivos establecidos inicialmente.

### **Implementación BIM para Proyectos de Infraestructura en Colombia**

(Moreno, 2021) Asegura que, en el 2020 el gobierno Nacional a través del Departamento Nacional de Planeación (DNP), la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN), los ministerios de transporte (MINTRANSPORTE) y vivienda (MINVIVIENDA), con el apoyo de otras entidades como la Embajada Británica en Colombia, Camacol y BIM Fórum Colombia, entre otras, crea y establece la Estrategia Nacional BIM 2020-2026, dentro de la cual se establece una implementación progresiva de la metodología BIM en el desarrollo de proyectos de infraestructura del sector público, con la finalidad que en 2026 se establezca por mandato para todos los proyectos de orden nacional o cofinanciados por el gobierno.

De acuerdo con la Estrategia Nacional BIM (Gobierno Nacional de Colombia, 2020), en la estrategia de "fomento para la transformación digital del sector de la construcción e infraestructura.", se evidencia que Colombia es la cuarta economía de Latinoamérica, y el sector de la construcción representa el 54% del aparato productivo del país y el 5.17% del PIB. Por tanto, la importancia de la modernización de modelos de gestión de este sector, que por medio de

la adopción de la metodología BIM se pretende impulsar la transformación digital para lograr la entrega de una infraestructura más económica y de mejor calidad.

En la encuesta BIM América Latina y el Caribe 2020 desarrollada por (BIM Forum Latam, 2020) revela que en Colombia el 85,71% de los proyectos desarrollados bajo la metodología BIM son edificios e interiores, y tan solo el 14,29% son de obras de infraestructura e industriales, demostrando que las empresas del sector privado son quienes han tenido mayor avance en la implementación BIM. De igual manera, este estudio reveló que 75 de las 84 empresas colombianas consultadas trabajan con BIM, las cuales informaron que su proceso de implementación actual se encuentra enfocado al componente de diseño y planificación, menos del 50% realiza implementación en la construcción y menos de 5% el componente de operación.

Se puede evidenciar que la aplicación de estrategias establecidas desde el BIM, pueden beneficiar el desarrollo de diversos proyectos independientemente del contexto establecido por el proyecto, por lo que se considera fundamental, establecer relaciones asociadas a la implementación de este en el marco colombiano, dados los desafíos a nivel arquitectónico y de ingeniería por los que se encuentra.

Por lo que de acuerdo con (Moreno, 2021) se presentan estrategias que, dentro del contexto colombiano, podrían resultar útiles para el desarrollo de proyectos de infraestructura, dentro de estos beneficios podemos encontrar:

- En cuanto al presupuesto del proyecto, genera ahorro en cuanto a costos y tiempo, pues como ya se mencionó, desecha componentes que no aportan al desarrollo de este.
- Brinda mayor control frente a la calidad y resultados del proyecto.
- Mayor interacción de flujo frente a las tareas o trabajo asignado.
- Integra múltiples disciplinas para el correcto desarrollo del proyecto.

- Otorga un mejor manejo de los procesos establecidos.

(Moreno, 2021) hace énfasis en la importancia del BIM frente a la ingeniería civil dados sus múltiples beneficios, puesto que, como menciona Quiroga, 2019 citado por (Moreno, 2021), Colombia se encuentra en una fase de desarrollo que, a comparación de otros países, se encuentra significativamente un paso atrás en cuanto al tema de la infraestructura, específicamente, desde la infraestructura vial, lo que hace fundamental el empezar a implementar estrategias o herramientas que permitan el adecuado desarrollo de la arquitectura a nivel país. Por lo cual, las estrategias implementadas por el BIM "surgen como una solución digital que permite la optimización de la aplicación de recursos en la construcción".

(Moreno, 2021) afirma que, comparado con países de la región, Colombia se encuentra todavía muy por detrás de México y Argentina, países que actualmente manejan estándar BIM desde 2017 y mandato BIM desde 2021 respectivamente, donde la implementación BIM en proyectos de infraestructura esta aproximadamente en un 40%. (BIM Forum Latam, 2020). Respecto a países como Brasil, Chile, y Costa Rica, que hacen parte de BIM Fórum Latam, quienes cuentan con mandato BIM, Colombia a pesar de estar en su proceso de implementación BIM en proyectos de infraestructura, se encuentra al mismo nivel de los países mencionados.

A pesar de lo anterior, (Acero, 2021) afirma que, Colombia se encuentra en una fase productiva, en la que se trabaja para la implementación de una "normativa BIM", de manera que le permita al sector de la infraestructura generar mejores y más resultados frente a sus objetivos establecidos inicialmente, generando más competitividad en la industria, llevando a cabo metodologías dirigidas a "la gestión de cambio, a desarrollar prototipos digitales, a la correcta administración documental y que permitan realizar simulaciones tanto estructurales como análisis que vinculen cronogramas, costos y prototipos digitales en un solo entorno", para esto, es

necesario la "adopción de nuevas metodologías" que permitan el desarrollo de la industria, no solo a nivel práctico, sino a nivel teórico, por lo que Corfo, Plan BIM Chile y la Cámara Colombiana de la Construcción, desarrollan un modelo para la adecuada implementación de BIM en el contexto colombiano.

### **Modelo de Implementación Para el Uso Correcto de BIM en Colombia**

Desde el grupo BIM formado por el gobierno nacional, se brinda un modelo de implementación de estrategias para el correcto uso del BIM en el contexto colombiano, conocido como BIM KIT-BIM FORUM COLOMBIA, del cual se compone por:

- Roles:
  - BIM MANAGER – Estrategia: "Es el encargado de marcar las directivas de implementación BIM a medio y largo plazo".
  - COORDINADOR BIM - Gestión: el rol se define por coordinar el trabajo a fin de que se cumplan los requerimientos acordados.
  - ESPECIALISTA BIM – Producción: se encarga de analizar las estrategias datos fundamentales en cuanto a las metodologías de los proyectos,
  - MODELADOR BIM- Producción: "Es el encargado de dar uso del BIM como herramienta a fin de desarrollar las actividades propias de su disciplina".
- Flujos de Trabajo.
- Gestión de la información.
- Indicadores BIM
  - AVT Ambiente Natural de Trabajo.
  - BEP BIM Execution Plan.
  - CDE Common Data Environment.

- MIDP Máster Information Delivery Plan.
- PIM Project Information Model.
- PIP Project Implementation Plan.
- WIP Work In Progress.

Siendo las estrategias que permiten identificar las dimensiones de tiempo, costo y alcance dentro de la industria.

- Creación de contenido.
- Infraestructura vial.
- Hoja de ruta para la implementación BIM: Compuesta por cinco fases: inicio, planeación, ejecución, medición y seguimiento y retroalimentación.
- Fichas de uso BIM: Esta metodología brinda estrategias para el uso adecuado y el alcance de la herramienta BIM en la industria.
- Usos básicos: Autoría de diseño, coordinación 3D, revisión de diseño, estimación de costos, planeación de fases.
- Planeación: Análisis de sitio, modelado de condiciones existentes y programa arquitectónico.
- Construcción: Planificación de utilización del sitio, diseño de sistemas de construcción, fabricación digital, seguimiento y administración de campo y modelado récord.
- Operación: Gestión y seguimiento de espacios, planeación de desastres, programación de mantenimiento y gestión de activos.
- Análisis: Códigos de verificación, análisis de otros sistemas de ingeniería, evaluación de sostenibilidad y validación de normas.

- Requerimientos BIM para trámites de Licencias: En esta fase, se implementa las metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio para entrega de modelo BIM para radicación, estudio y expedición licencias urbanísticas.
- BEP: Tiene en cuenta datos e información de la industria de la construcción, en especial, " El plan de Ejecución BIM desarrollado BIM Fórum Colombia reúne los capítulos basados en estándares internacionales".

Información obtenida de (Morales et al., 2020a), (Morales et al., 2020b)(Morales et al., 2019)

## **Conclusiones**

Los rápidos avances tecnológicos y la intensa competencia en el mercado de la construcción por un mejor servicio contribuyen a cambios significativos en el desarrollo de esta industria. La digitalización del proceso de construcción acelerará y es una oportunidad para cambiar las prácticas tradicionales y aplicar nuevas formas de completar los proyectos de construcción. BIM es considerado el método más innovador en toda la industria de la construcción en la actualidad. Aunque los procesos relacionados con BIM han mejorado significativamente, todavía se están subutilizando, principalmente debido a los cambios significativos que se requieren en el sector, así como a los riesgos y desafíos asociados con dichos cambios.

La revisión de la literatura existente reveló que el número de publicaciones sobre aplicaciones BIM en proyectos de vivienda e infraestructura en Colombia es muy escasa, a diferencia de las publicaciones de otros países de la región, por tanto, se necesita más investigación con prioridad en este campo, teniendo en cuenta que desde el gobierno nacional en la Estrategia BIM 2020-2026 se reconoce la importancia de la contribución académica para

ayuda en el proceso de la elaboración de los estándares de implementación de modelos BIM en los proyectos de infraestructura del país.

Colombia va por buen camino en su fase de desarrollo para la implementación de la metodología BIM en los proyectos de infraestructura del sector público o cofinanciados por el Estado, a pesar de estar en esta fase, se encuentra a la par de países como Brasil, Chile y Costa Rica quienes ya cuentan con mandato BIM actualmente. Claro está que el proceso es largo y complejo, y es muy pronto para decir que cuando se cuente con este mandato, se van a solucionar los problemas actuales que se presentan en los proyectos de infraestructura de orden nacional como la corrupción, errores de diseño, desfases en los tiempos de ejecución o sobre costos, principalmente. Sin embargo, el desarrollo de la Estrategia BIM 2020-2026, enmarca un cambio significativo en la industria de construcción en el país, incorporándose al plan de transformación digital que busca el gobierno nacional en todas las industrias productivas.



## Lista de referencias

- Acero, A. (2021). *Estado del arte de la metodología BIM en la infraestructura de Colombia - hdl:11349/28736*. <http://hdl.handle.net/11349/28736>
- Begić, H., & Galić, M. (2021). A systematic review of construction 4.0 in the context of the BIM 4.0 premise. *Buildings*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS11080337>
- BIM Forum Latam. (2020). *Encuesta BIM Latam 2020*.  
<https://camacol.co/sites/default/files/ENCUESTA BIM LATAM 2020.pdf>
- Bradley, A., Li, H., Lark, R., & Dunn, S. (2016). BIM for infrastructure: An overall review and constructor perspective. *Automation in Construction*, 71, 139–152.  
<https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2016.08.019>
- Galán, A. (2022). *Desafíos para la implementación de tecnologías de la industria 4.0 para el sector de la construcción en Colombia*.  
<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/9476>
- Gobierno Nacional de Colombia. (2020). *Estrategia Nacional BIM*.  
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Estrategia-Nacional-BIM-2020-2026.pdf>
- Klinc, R., & Turk, Ž. (2019). Construction 4.0 – Digital Transformation of One of the Oldest Industries. *Economic and Business Review*, 21(3). <https://doi.org/10.15458/EBR.92>
- Kozlovska, M., Klosova, D., & Strukova, Z. (2021). Impact of industry 4.0 platform on the formation of construction 4.0 concept: A literature review. *Sustainability (Switzerland)*, 13(5), 1–15. <https://doi.org/10.3390/su13052683>
- Lau, S. E. N., Aminudin, E., Zakaria, R., Saar, C. C., Roslan, A. F., Hamid, Z. A., Zain, M. Z. M., Maaz, Z. N., & Ahamad, A. H. (2021). Talent as a Spearhead of Construction 4.0 Transformation: Analysis of Their Challenges. *IOP Conference Series: Materials Science*

- and Engineering*, 1200(1), 012025. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1200/1/012025>
- Morales, L., Buitrago, E., Sánchez, L., Plata, N., Hurtado, J., Peláez, N., Rojas, G., Jiménez, S., Bautista, A., Giraldo, D., & Rojas, J. (2019). BIM KIT- 5. Indicadores BIM. *BIM FORUM COLOMBIA*. [https://camacol.co/sites/default/files/descargables/5- Indicadores BIM.pdf](https://camacol.co/sites/default/files/descargables/5-Indicadores BIM.pdf)
- Morales, L., Buitrago, E., Sánchez, L., Plata, N., Hurtado, J., Peláez, N., Rojas, G., Jiménez, S., Bautista, A., Giraldo, D., & Rojas, J. (2020a). BIM KIT- 9. Fichas de Usos BIM. *BIM FORUM COLOMBIA*. [https://bim.psu.edu/bim\\_uses/](https://bim.psu.edu/bim_uses/)
- Morales, L., Buitrago, E., Sánchez, L., Plata, N., Hurtado, J., Peláez, N., Rojas, G., Jiménez, S., Bautista, A., Giraldo, D., & Rojas, J. (2020b). BIM KIT 2 Documentos Técnicos BIM Fórum Colombia Infraestructura Vial. *BIM FORUM COLOMBIA*. [https://camacol.co/sites/default/files/descargables/01\\_Infraestructura\\_Vial.pdf](https://camacol.co/sites/default/files/descargables/01_Infraestructura_Vial.pdf)
- Moreno, R. (2021). *Estado del conocimiento de la aplicabilidad de la Metodología BIM en proyectos de infraestructura vial en Colombia*. <http://hdl.handle.net/10654/40445>
- Muñoz, F., Mora, J., Valero, I., & Oñate, E. (2021). *Marco metodológico-tecnológico para la construcción 4.0*.
- Vilutienė, T., Šarkienė, E., Šarka, V., & Kiaulakis, A. (2020). Bim application in infrastructure projects. *Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 15(3 Special Issue), 74–92. <https://doi.org/10.7250/BJRBE.2020-15.485>
- Ynzunza, C., Izar, J. M., Bocarando, J., Aguilar, F., & Larios, O. (2017). El entorno de la industria 4.0: implicaciones y perspectivas futuras. *Conciencia Tecnológica*, 54, 33–45. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6405835&info=resumen&idioma=ENG%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6405835&info=resumen&idioma=SPA%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6405835%0Ahttps://www.redalyc.org>