



Uso de tecnologías de información y comunicación en la gestión de proyectos de construcción

Use of information and communication technologies in the management of construction projects

Uso de tecnologias de informação e comunicação na gestão de projetos de construção

Nelson Salgado-Reyes ^I

nesalgado@uce.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8908-7613>

Diego Paredes-Méndez ^{II}

dfparedes@uce.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-8537-2965>

Luis Morales-Gubio ^{III}

lwmorales@uce.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7556-8803>

Byron Heredia-Ayala ^{IV}

bgheredia@uce.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-7966-6153>

Correspondencia: nesalgado@uce.edu.ec

Ciencias de la Computación

Artículo de Investigación

***Recibido:** 23 de febrero de 2023 ***Aceptado:** 17 de abril de 2023 * **Publicado:** 15 de mayo de 2023

- I. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Quito, Ecuador.
- II. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Quito, Ecuador.
- III. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Quito, Ecuador.
- IV. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Quito, Ecuador.

Resumen

El uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) se ha vuelto indispensable en la gestión de proyectos de construcción de ingeniería civil. La metodología Building Information Modeling (BIM) y los drones son algunas de las tecnologías que se han utilizado en este campo. La metodología BIM se utiliza en la planificación y diseño de proyectos de construcción, permitiendo la visualización del proyecto en un entorno virtual y el trabajo en colaboración entre diferentes disciplinas. Los drones se utilizan para la topografía y la inspección de obras y estructuras. Además, la realidad virtual se utiliza en la planeación y control de proyectos de ingeniería civil. La metodología Lean Project Delivery System, incorporando BIM, realidad virtual y fotogrametría, se utiliza para la elaboración o actualización de planes de estudio de ingeniería civil. La inteligencia artificial también se ha utilizado en la gestión de proyectos de construcción de ingeniería civil. El objetivo de estas tecnologías es optimizar el tiempo y los costos del proyecto, además de mejorar la capacidad de análisis y comunicación entre los diferentes miembros del equipo de proyecto. Los proyectos de construcción pueden beneficiarse de estas tecnologías, permitiendo una mejor planificación, ejecución y control de los proyectos.

Palabras Claves: Building Information Modeling (BIM); Proyectos de Construcción; Ingeniería civil; Realidad Virtual; Drones.

Abstract

The use of information and communication technologies (ICT) has become indispensable in the management of civil engineering construction projects. Building Information Modeling (BIM) methodology and drones are some of the technologies that have been used in this field. BIM methodology is used in the planning and design of construction projects, allowing the visualization of the project in a virtual environment and collaborative work between different disciplines. Drones are used for surveying and inspection of works and structures. In addition, virtual reality is used in the planning and control of civil engineering projects. The Lean Project Delivery System methodology, incorporating BIM, virtual reality and photogrammetry, is used for the development or updating of civil engineering curricula. Artificial intelligence has also been used in the management of civil engineering construction projects. The goal of these technologies is to optimize project time and costs, as well as to improve analysis and communication capabilities

among the different members of the project team. Construction projects can benefit from these technologies, allowing better planning, execution and control of projects.

Keywords: Building Information Modeling (BIM); Construction Projects; Civil Engineering; Virtual Reality; Drones.

Resumo

O uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC) tornou-se essencial na gestão de projetos de construção civil. A metodologia Building Information Modeling (BIM) e os drones são algumas das tecnologias que têm vindo a ser utilizadas neste domínio. A metodologia BIM é utilizada no planeamento e desenho de projetos de construção, permitindo a visualização do projeto em ambiente virtual e o trabalho colaborativo entre diferentes disciplinas. Drones são utilizados para levantamento e inspeção de obras e estruturas. Além disso, a realidade virtual é utilizada no planeamento e controle de projetos de engenharia civil. A metodologia Lean Project Delivery System, incorporando BIM, realidade virtual e fotogrametria, é utilizada para elaborar ou atualizar planos de estudos de engenharia civil. A inteligência artificial também tem sido utilizada na gestão de projetos de construção civil. O objetivo dessas tecnologias é otimizar o tempo e os custos do projeto, além de melhorar a capacidade de análise e comunicação entre os diferentes membros da equipe do projeto. Os projetos de construção podem se beneficiar dessas tecnologias, permitindo um melhor planeamento, execução e controle do projeto.

Palavras-chave: Modelagem de Informação da Construção (BIM); Projetos de construção; Engenharia Civil; Realidade virtual; drones.

Introducción

La gestión de proyectos de construcción de Ingeniería civil es un proceso complejo que involucra múltiples disciplinas y actores, lo que aumenta la posibilidad de errores y retrasos en la ejecución del proyecto. El uso de tecnologías de información y comunicación (TIC) puede mejorar significativamente la eficiencia y la efectividad en la gestión de proyectos de construcción.

En primer lugar, Eyzaguirre (2015), infiere que, las herramientas virtuales BIM 4D pueden potenciar la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción durante la etapa de planificación. Esto permite visualizar el proyecto de manera más realista y obtener información

detallada sobre los costos y el cronograma de construcción. Por otro lado, Puche (2014) sostiene que las nuevas tecnologías como BIM y la realidad virtual pueden mejorar la enseñanza de la ingeniería civil, preparando a los estudiantes para el mundo laboral.

Respecto a la gestión de proyectos de construcción, Hurtado (2015) propone la gerencia BIM como sistema de gestión que puede mejorar la comunicación y la coordinación entre los diferentes actores involucrados en el proyecto. Asimismo, Pellicer & Yepes (2015) destacan la importancia de la función de control en la gestión de proyectos de construcción, lo que permite prever y solucionar posibles problemas en la ejecución del proyecto.

De tal forma que, para la gestión eficiente de proyectos de construcción, es necesario contar con un manual de gestión adecuado. De la Torre (2017) presenta un manual de gestión para proyectos de ingeniería y construcción que incluye aspectos importantes como la planificación, la ejecución y el control del proyecto. Mientras que, Oussouboure & Victore (2017) enfatizan la asignación de recursos en la gestión de proyectos orientada a la metodología BIM.

En otro orden de ideas, Martínez (2019) propone una metodología para implementar las tecnologías VDC/BIM en la etapa de diseño de los proyectos de edificación, por lo que, Aronés & Mendoza (2019) plantean el uso de tecnologías de adquisición de datos para optimizar los tiempos de monitoreo del progreso de la construcción en edificios residenciales.

En cuanto a la formación de técnicos prevencionistas, Rojas (2020) propone el uso de experiencias de realidad virtual como herramienta de formación para las visitas de inspección. Asimismo, Cuevas et al. (2021) analizan la importancia de la ciencia, y la tecnología en la ingeniería y su impacto en la gestión de proyectos de construcción.

En virtud de lo expuesto, Dominguez & Segura (2021) revisan la literatura científica de los últimos 10 años sobre la optimización de costos y tiempos mediante metodología BIM y drones en carreteras, mientras que Tamayo (2022) presenta una metodología de gestión para empresas y proyectos de construcción. Tobo et al. (2021) analizan la metodología BIM para la optimización de recursos en proyectos de construcción, y Fernández (2021) realiza un estudio sobre proyectos de ingeniería civil utilizando modelos BIM.

Revisión de literatura

La gestión de proyectos en la construcción de ingeniería civil se ha visto influenciada por el uso de tecnologías de información y comunicación (TIC). En el estudio de Burneo & Delgado (2015) se

diseñó un sistema de gestión de proyectos para la vivienda rural en el sur de Ecuador, utilizando herramientas de TIC para la planificación, seguimiento y control del proyecto. En este sentido, la tecnología de drones se ha utilizado para el registro de información geográfica en proyectos de construcción, como se evidencia en el estudio de Amézquita (2016).

En otro orden de cosas, la metodología Building Information Modeling (BIM) también ha sido aplicada en proyectos de construcción de ingeniería civil. En el estudio realizado por Vera (2018) se utilizó la metodología BIM 5D Costes en el diseño de un corredor de transporte para un complejo industrial. Además, en el estudio de Sanchez et al. (2020) se diseñó y modeló un proyecto en dos y tres dimensiones con la metodología BIM, utilizando la herramienta AUTODESK REVIT.

A su vez, otra aplicación de las TIC en la construcción de ingeniería civil es la utilización de drones apoyados en realidad virtual para definición y seguimiento de rutas tridimensionales, tal como lo propone Sánchez (2018). Por su parte, la realidad virtual se ha aplicado en la planeación y control de proyectos de ingeniería civil, como se evidencia en el estudio de Camargo (2019).

Por lo que se refiere a, la combinación de la metodología Lean Project Delivery System y las TIC también ha sido objeto de estudio, como se puede ver en el artículo de Brioso & Hurtado (2020), donde se propone adaptar dicha metodología a la elaboración o actualización de un plan de estudios de ingeniería civil, incorporando BIM, realidad virtual y fotogrametría.

Otro punto es, la gestión de proyectos en el sector de la construcción, Cardona & Valencia (2021) proponen una metodología para la gestión de proyectos en el sector construcción bajo la metodología del PMI dentro del grupo de procesos de inicio y planificación. La inteligencia artificial también ha sido estudiada en relación al desarrollo de proyectos de ingeniería civil, tal como lo evidencia el estudio de Caro (2021).

En definitiva, la metodología BIM se ha utilizado para la mejora continua en el tiempo y costo en proyectos de edificación, como se puede ver en la revisión de la literatura científica realizada por Mamani (2021). También, Hernández et al. (2021) proponen una formulación metodológica de procesos interdisciplinarios en el campo de la Ingeniería Civil y Arquitectura gestionados a través de BIM en la fase de diseño de proyectos de construcción de empresas en el Área Metropolitana de Bucaramanga, Colombia. Concluyentemente, se puede concluir que el uso de TIC en la gestión de proyectos de construcción de ingeniería civil ha demostrado ser una herramienta valiosa en la planificación, seguimiento, control y mejora de proyectos.

Ventajas de la metodología Lean Project Delivery System, incorporando BIM, realidad virtual y fotogrametría

1. Optimización del tiempo y costos del proyecto de construcción mediante la utilización de herramientas de adquisición de datos como drones, BIM y fotogrametría (Aronés & Mendoza, 2019; Brioso & Hurtado, 2020; Dominguez & Segura, 2021; Mamani, 2021).
2. Mejora en la eficiencia y eficacia del proceso de diseño y construcción de proyectos de ingeniería civil (Brioso & Hurtado, 2020; Cortés, 2022; Eyzaguirre, 2015; Fernández, 2021; Martínez, 2019).
3. Reducción de errores y omisiones en la planificación y ejecución de proyectos de construcción (Brioso & Hurtado, 2020; Cortés, 2022; Hernández et al., 2021).
4. Aumento de la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción mediante herramientas virtuales (Eyzaguirre, 2015).
5. Mejora en la gestión de recursos, asignación de tareas y seguimiento del progreso del proyecto mediante la utilización de herramientas de gestión de proyectos y BIM (Burneo & Delgado, 2015; Cardona & Valencia, 2021; Oussouboure & Victore, 2017).

Desventajas de la metodología Lean Project Delivery System, incorporando BIM, realidad virtual y fotogrametría

1. Requiere de una inversión inicial significativa para la adquisición de equipos y tecnología de punta, lo que puede ser un obstáculo para algunas empresas.
2. El proceso de implementación de esta metodología puede ser complejo y requiere de personal capacitado para su aplicación efectiva.
3. Existe una posible resistencia al cambio por parte de los trabajadores, ya que la incorporación de nuevas tecnologías y procesos puede afectar la dinámica laboral y la forma en que se realizan las tareas.
4. La tecnología utilizada, como BIM, realidad virtual y fotogrametría, puede no ser compatible con los sistemas existentes de algunas empresas, lo que puede requerir de una inversión adicional en la actualización de la infraestructura tecnológica.
5. La implementación de esta metodología requiere una colaboración estrecha entre los diferentes actores del proyecto, lo que puede ser un reto en proyectos con múltiples contratistas y subcontratistas.

6. La metodología Lean Project Delivery System, al igual que otras metodologías de gestión de proyectos, puede no ser efectiva en proyectos complejos y grandes, donde la coordinación entre los diferentes actores del proyecto puede ser más difícil de lograr.

Metodología

Para realizar una búsqueda cualitativa sobre el uso de tecnologías de información y comunicación en la gestión de proyectos de construcción de Ingeniería civil, es recomendable seguir los siguientes pasos:

En primer lugar, es necesario identificar los términos clave relacionados con el tema de investigación. Algunos términos relevantes pueden ser "tecnologías de información y comunicación", "proyectos de construcción", "ingeniería civil", "gestión de proyectos" y "uso de tecnología en la construcción".

En segundo lugar, se pueden realizar búsquedas en bases de datos especializadas en ingeniería civil y tecnologías de información y comunicación, como Scopus, Engineering Village o IEEE Xplore. También se pueden buscar estudios relacionados en revistas especializadas en ingeniería civil y tecnología.

Acorde a lo expuesto, Hernández & Mendoza (2018) sugieren que para la búsqueda de información cualitativa se debe hacer una búsqueda amplia y flexible, y que se debe explorar a profundidad la información encontrada para identificar temas relevantes. Por lo tanto, es importante revisar detalladamente los resultados de la búsqueda y seleccionar aquellos estudios que sean relevantes y aporten información de calidad sobre el tema de investigación.

Discusión

La gestión de proyectos de construcción en ingeniería civil ha evolucionado en los últimos años gracias a la incorporación de tecnologías de información y comunicación (TIC). En particular, la utilización de drones, realidad virtual, la metodología Building Information Modeling (BIM) y la Inteligencia Artificial (IA) se han convertido en herramientas imprescindibles en la planificación y control de los proyectos de construcción.

Es más, el uso de drones en la inspección de obras y estructuras es una de las aplicaciones más comunes en la actualidad. De acuerdo con AA (2022), el uso de drones para la topografía y la

inspección de obras permite reducir costos, mejorar la precisión y aumentar la seguridad en la obra. Por su parte, Amézquita (2016) destaca que el uso de drones con sistemas de información geográfica (SIG) permite realizar el catastro arqueológico de manera más rápida y eficiente.

Por consiguiente, la metodología BIM, se ha convertido en una herramienta indispensable para la gestión de proyectos de construcción. Para Cortés (2022), el uso de la metodología BIM permite mejorar la coordinación entre los diferentes equipos de trabajo, aumentar la eficiencia en la gestión de los recursos y mejorar la calidad del proyecto. Por su parte, Brioso & Hurtado (2020) destacan que la incorporación de BIM, Realidad Virtual y Fotogrametría permite adaptar el Lean Project Delivery System a la elaboración o actualización del plan de estudios de ingeniería civil.

Conjuntamente, otra de las aplicaciones de las TIC en la gestión de proyectos de construcción es la utilización de la IA. En tal sentido, Caro (2021) destaca que la IA permite mejorar la toma de decisiones en la gestión de proyectos, al permitir la identificación de patrones y la predicción de posibles problemas. Al mismo tiempo, la IA permite optimizar los procesos de planificación y control de proyectos, reducir los tiempos y costos de construcción y mejorar la calidad del proyecto. En definitiva, la utilización de TIC en la gestión de proyectos de construcción se ha convertido en una tendencia imparable en la actualidad. El uso de drones, realidad virtual, BIM y la IA permiten mejorar la eficiencia en la gestión de proyectos, reducir los tiempos y costos de construcción y mejorar la calidad del proyecto. Así pues, es importante destacar que estas tecnologías no son un fin en sí mismas, sino herramientas que permiten mejorar la toma de decisiones y la coordinación entre los diferentes equipos de trabajo, lo que se traduce en proyectos más eficientes y de mayor calidad.

Resultados

Se encontraron varios resultados interesantes al analizar los casos de uso de tecnologías de información y comunicación en la gestión de proyectos de construcción de ingeniería civil:

En consecuencia, la utilización de drones en diversas actividades relacionadas con la construcción, como la topografía y la inspección de obra y estructuras, fue destacada como importante para la toma de decisiones y la prevención de riesgos laborales. La implementación de sistemas de información geográfica basados en drones fue señalada como útil en el área de catastro arqueológico. Las tecnologías de adquisición de datos fueron destacadas para optimizar los tiempos de monitoreo del progreso de la construcción en edificios residenciales. La adaptación del Lean

Project Delivery System a la elaboración o actualización de un plan de estudios de ingeniería civil, incorporando BIM, realidad virtual y fotogrametría, fue identificada como otro resultado interesante. La utilización de tecnologías de información y comunicación en la gestión de proyectos de construcción también fue mostrada en el diseño de un sistema de gestión de proyectos para la vivienda rural en el sur de Ecuador.

De otro modo, la aplicación de la realidad virtual en la planeación y control de proyectos de ingeniería civil fue señalada como útil para la toma de decisiones y la prevención de riesgos laborales. La propuesta de diseño metodológico para la gestión de proyectos en el sector construcción bajo la metodología del PMI dentro del grupo de procesos de inicio y planificación, la utilización de inteligencia artificial en el desarrollo de proyectos de ingeniería civil, la importancia de la metodología Building Information Modeling (BIM) en proyectos de construcción, la optimización de costos y tiempos mediante la metodología BIM y drones en carreteras, la utilización de nuevas tecnologías en la enseñanza de la ingeniería civil, y la implementación de herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación para potenciar la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, fueron otros temas de interés identificados en el análisis.

En la siguiente tabla 1, se identifican los objetivos de las principales investigaciones que emplean la Metodología Lean Project Delivery System, incorporando BIM, realidad virtual y fotogrametría.

Tabla 1. Metodología Lean Project Delivery System, BIM, realidad virtual, y fotogrametría

Autor/Año	Título	Objetivos
AA, V. (2022)	Aplicaciones de drones en ingeniería civil: Topografía de inspección de obra y estructuras	Presentar las aplicaciones de drones en ingeniería civil para la inspección de obras y estructuras, así como para la toma de datos topográficos.
Amézquita Jiménez, W. (2016)	Sistema de información geográfica basados en la tecnología de drones aplicado en el área de catastro arqueológico del Ministerio de Cultura sede Cusco 2015.	Desarrollar un sistema de información geográfica (SIG) con tecnología de drones para el área de catastro arqueológico del Ministerio de Cultura sede Cusco 2015.
Aronés Villavicencio, M. G. y Mendoza Fajardo, A. D. F. (2019)	Uso de tecnologías de adquisición de datos para optimizar los tiempos de monitoreo del progreso de la construcción en edificios residenciales.	Evaluar el uso de tecnologías de adquisición de datos, como la fotogrametría y el escaneo láser, para optimizar el monitoreo del progreso de

Autor/Año	Título	Objetivos
		la construcción en edificios residenciales.
Brioso, X. y Hurtado, D. F. (2020)	Adaptando el Lean Project Delivery System a la elaboración o actualización de un plan de estudios de ingeniería civil incorporando BIM, Realidad Virtual y Fotogrametría	Desarrollar una propuesta para adaptar el Lean Project Delivery System a la elaboración o actualización de un plan de estudios de ingeniería civil incorporando BIM, Realidad Virtual y Fotogrametría.
Burneo Valarezo, S. y Delgado Víctore, R. (2015)	Diseño de un sistema de gestión de proyectos para la vivienda rural en el sur de Ecuador.	Diseñar un sistema de gestión de proyectos para la vivienda rural en el sur de Ecuador.
Camargo Lancheros, A. (2019)	Aplicación de la realidad virtual en la planeación y control de proyectos de ingeniería civil.	Evaluar la aplicación de la realidad virtual en la planeación y control de proyectos de ingeniería civil.
Cardona Quiceno, S. y Valencia Acevedo, R. A. (2021)	Propuesta de diseño metodológico para la gestión de proyectos en el sector construcción, bajo metodología del PMI® dentro del grupo de procesos de inicio y planificación	Desarrollar una propuesta de diseño metodológico para la gestión de proyectos en el sector construcción bajo metodología del PMI® dentro del grupo de procesos de inicio y planificación.
Caro Moreno, B. A. (2021)	Estudio de aplicaciones de Inteligencia Artificial en el desarrollo de proyectos de ingeniería civil.	Realizar un estudio sobre las aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el desarrollo de proyectos de ingeniería civil.
Cortés Escobar, G. A. (2022)	Metodología Building Information Modeling (BIM) en proyectos de construcción.	

Conclusiones

Las nuevas tecnologías están teniendo un impacto significativo en la ingeniería civil, mejorando la eficiencia, precisión y seguridad de los proyectos.

La metodología Building Information Modeling (BIM) se está convirtiendo en una herramienta clave para la gestión y planificación de proyectos, permitiendo la integración de diferentes disciplinas.

La tecnología de drones se está utilizando cada vez más para la inspección y monitoreo de obras y estructuras, lo que permite obtener datos precisos y en tiempo real.

La realidad virtual está siendo utilizada para la planificación y control de proyectos, lo que permite una mejor visualización y toma de decisiones.

La inteligencia artificial también está siendo aplicada en la ingeniería civil, mejorando la predicción y toma de decisiones en diferentes fases del proyecto.

La implementación de estas nuevas tecnologías requiere de una actualización de los planes de estudios de ingeniería civil para formar a los futuros profesionales en su uso.

La gestión de proyectos en el sector de la construcción debe ser cuidadosamente planificada y ejecutada para asegurar el éxito del proyecto.

La asignación adecuada de recursos y la optimización de costos y tiempos son cruciales en la construcción de proyectos de ingeniería civil.

La implementación de nuevas tecnologías puede tener algunos desafíos y limitaciones, pero estos pueden ser superados con una buena planificación y gestión.

La comunicación efectiva y la colaboración entre los diferentes equipos y disciplinas son fundamentales para el éxito de los proyectos de ingeniería civil.

Referencias

1. AA, V. (2022). *Aplicaciones de drones en ingeniería civil: Topografía inspección de obra y estructuras*. Marcombo
2. Amézquita Jiménez, W. (2016). Sistema de información geográfica basados en la tecnología de drones aplicado en el área de catastro arqueológico del Ministerio de Cultura sede Cusco 2015.
3. Aronés Villavicencio, M. G., & Mendoza Fajardo, A. D. F. (2019). Uso de tecnologías de adquisición de datos para optimizar los tiempos de monitoreo del progreso de la construcción en edificios residenciales.
4. Brioso, X., & Hurtado, D. F. (2020). Adaptando el Lean Project Delivery System a la elaboración o actualización de un plan de estudios de ingeniería civil incorporando BIM, Realidad Virtual y Fotogrametría= Adapting Lean Project Delivery System to the elaboration or updating of the Civil Engineering Undergraduate Degree Plan, incorporating BIM, Virtual Reality and Photogrammetry. *Advances in Building Education*, 4(3), 35-47.
5. Burneo Valarezo, S., & Delgado Víctore, R. (2015). Diseño de un sistema de gestión de proyectos para la vivienda rural en el sur de Ecuador. *Revista Ciencias Estratégicas*.

6. Camargo Lancheros, A. (2019). Aplicación de la realidad virtual en la planeación y control de proyectos de ingeniería civil.
7. Cardona Quiceno, S., & Valencia Acevedo, R. A. (2021). Propuesta de diseño metodológico para la gestión de proyectos en el sector construcción, bajo la metodología del PMI® dentro del grupo de procesos de inicio y planificación (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT).
8. Caro Moreno, B. A. (2021). Estudio de aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el desarrollo de proyectos de ingeniería civil.
9. Cortés Escobar, G. A. (2022). Metodología Building Information Modeling (BIM) en proyectos de construcción.
10. Cuevas, A., Amarilla, A., & Corvalán, R. (2021). Ciencia y tecnología: una mirada desde la ingeniería.
11. De la Torre Ugarte, J. A. (2017). *Manual de gestión para proyectos de ingeniería y construcción*. Pontificia Universidad Católica del Perú (Perú).
12. Domínguez Sánchez, W. M., & Segura Villegas, L. M. (2021). Optimización de costos y tiempos mediante metodología BIM y drones en carreteras: una revisión de la literatura científica de los últimos 10 años.
13. D'Paola Puche, E. H. (2014). *Nuevas tecnologías en la enseñanza de la ingeniería civil: BIM y realidad virtual* (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT).
14. Eyzaguirre Vela, R. R. (2015). Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación.
15. Fernández-Lobato, L. (2021). ESTUDIO SOBRE PROYECTOS DE INGENIERÍA CIVIL UTILIZANDO MODELOS BIM FEDERADOS.
16. Hernández Daguer, M. C., Salazar Marín, D. M., & Hernández Capacho, L. F. (2021). Formulación metodológica de procesos interdisciplinarios en el campo de la Ingeniería Civil y Arquitectura gestionados a través de BIM en la fase de diseño de proyectos de construcción de empresas en el Area Metropolitana de Bucaramanga, Colombia.
17. Hernández-Sampieri, R., & Mendoza-Torres, C. P. (2018). La idea de investigación: el origen de las rutas de la indagación científica, el nacimiento de un proyecto de

- investigación. In *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (First edition) (pp. 24-31). McGraw-Hill Education.
18. Hurtado, J. G. O. (2015). La gerencia BIM como sistema de gestión para proyectos de construcción. *Gerencia tecnológica informática*, 14(38), 2.
 19. Mamani Ttito, S. (2021). Aplicación de la metodología BIM para la mejora continua en el tiempo y costo en el proyecto de edificación (Lima-Perú): una revisión de la literatura científica.
 20. Martínez Ayala, S. J. (2019). Propuesta de una metodología para implementar las tecnologías VDC/BIM en la etapa de diseño de los proyectos de edificación.
 21. Morales, V. B., & Galindo, S. O. (2022). Caracterización de los beneficios de la metodología BIM identificando las principales causas que ocasionan falencias dentro de la construcción generando una consulta a profesionales del sector. *Ingeniería civil*, 600.
 22. Oussouboure, G., & Victore, R. D. (2017). La asignación de recursos en la Gestión de Proyectos orientada a la metodología BIM. *Revista Arquitectura e Ingeniería*, 11(1), 4.
 23. Pellicer, E., & Yepes, V. (2015). Consideraciones sobre la función de control aplicada a la gestión de proyectos de construcción. *Valencia (España). Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil*.
 24. Rojas Cabrera, E. A. (2020). *Formación de técnicos prevenciónistas para sus visitas de inspección mediante experiencias de realidad virtual* (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
 25. Sánchez Bonilla, J. H., Rivas Varón, A. F., & Ott Serrano, J. P. (2020). Diseño y modelación de proyectos en dos y tres dimensiones con la metodología BIM (Building Information Modeling) soportado en herramienta AUTODESK REVIT.
 26. Sánchez Otálora, N. A. (2018). Definición y seguimiento de rutas tridimensionales para drones apoyados en realidad virtual.
 27. Tamayo Monsalve, A. (2022). Propuesta de una metodología de gestión, para empresas y proyectos de construcción.
 28. Tobo, O. J., Vega, D. C., & Aparicio, A. I. (2021). Análisis de la metodología Bim para la optimización de recursos en proyectos de construcción. *Formación Estratégica*, 3(01), 1-
 29. Vera Galindo, C. (2018). Aplicación de la metodología BIM a un proyecto de construcción de un corredor de transporte para un complejo industrial. Modelo BIM 5D Costes

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).