

Metodología Building Information Modeling en la gestión de ejecución de obras públicas en la Municipalidad Provincial de Chachapoyas, 2022

Building Information Modeling methodology in the execution management of public works in the Provincial Municipality of Chachapoyas, 2022

Erik Bazán¹ *

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue diseñar una propuesta de mejora en la Gestión de Ejecución de Obras Públicas implementando la metodología Building Information Modeling en la Municipalidad Provincial de Chachapoyas 2022, el enfoque fue cuantitativo y el tipo de investigación descriptiva propositiva, su diseño fue no experimental transversal, se utilizó la técnica de la encuesta, la fiabilidad del instrumento se realizó con Alfa de Cronbach, así mismo la hipótesis se determinó por la correlación de Tau-b de Kendall. Los resultados muestran tecnologías básicas, así como los recursos humanos con el perfil óptimo para el cargo, sin embargo el software y hardware es deficiente, respecto del Reglamento de Organización y Funciones, no tiene una integración que masifique la Gerencia de Infraestructura y Gestión de Inversiones y la Gerencia de Urbanismo y Transportes, finalmente al evaluar las dimensiones de la metodología Building Information Modeling se determinó que si existe una confiabilidad de 0.948 de la variable Metodología BIM y una confiabilidad de 0.796 de la variable Gestión de Ejecución de Obras Públicas, finalmente se propone una propuesta de diseño aplicado desde el 2022 hasta el 2030 para que se implemente BIM en la Municipalidad Provincial de Chachapoyas.

Palabras clave: Integrar, software, hardware, tecnologías, implementación.

ABSTRACT

The objective of this research was to design a proposal for improvement in the Management of Execution of Public Works by implementing the Building Information Modeling methodology in the Provincial Municipality of Chachapoyas 2022, the approach was quantitative and the type of proactive descriptive research, its design was non-experimental. cross-sectional, the survey technique was used, the reliability of the instrument was performed with Cronbach's Alpha, likewise the hypothesis was determined by Kendall's Tau-b correlation. The results obtained show basic technologies, as well as human resources with the optimal profile for the position, however the software and hardware is deficient, with respect to the Regulation of Organization and Functions, it does not have an integration that massifies the Management of Infrastructure and Management of Investments and the Urban Planning and Transportation Management, finally when evaluating the dimensions of the Building Information Modeling methodology, it was determined that if there is a reliability of 0.948 of the BIM Methodology variable and a reliability of 0.796 of the Public Works.

Keywords: Integrate, software, hardware, technologies, implementation.

DOI: <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v10i4.340>

Recibido: 20/08/2022. Aceptado: 04/11/2022

* Autor para correspondencia

¹ Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), Perú. Email: erik.bazan@untrm.edu.pe

INTRODUCCIÓN

El Building Information Modeling o Modelado de Información para la Construcción, BIM por sus siglas en inglés, es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar colaborativa e interdisciplinariamente una edificación o infraestructura, a lo largo de su ciclo de vida, en un espacio virtual (PlanBIM, 2019). Salinas y Prado (2019) sostienen que los referentes a nivel mundial en el desarrollo de estándares y normativas BIM son Estados Unidos, Reino Unido y Singapur. En América del Sur, Brasil y Chile son los más avanzados en la implementación BIM desde el sector público. En Argentina, el estándar BIM surgió desde el sector privado, pero con la participación del sector público. El resto de la región, presenta iniciativas individuales, sin concretar documentos que reflejen un trabajo colaborativo.

Sánchez (2020) indica que el cambio mundial acelerado en los últimos años con la cuarta revolución industrial, llevó a los países desarrollados a buscar la manera de hacer frente y adaptarse, en el sector construcción se desarrolló un sistema de producción mediante un sistema inteligente que integra a las personas conocido como la metodología BIM.

La implementación de la metodología BIM, constituye un cambio sustancial en la forma en que es generada la información, así como también en la posibilidad de integrar tecnología IoT (Internet of Things) y, en consecuencia, Blockchain, Big Data, inteligencia Artificial o bien Realidad Virtual y Aumentada (Grant Thornton, 2018). Dave et al. (2018), destacan que la mayoría de los servicios IoT se desarrollan a los fines de satisfacer distintos aspectos de la vida humana, es decir, que el entorno construido representa su campo de acción, y por ende las plataformas BIM constituyen una oportunidad para la automatización de edificios y sus sistemas.

Moncayo (2018), en su estudio en Ecuador, indica que la gestión de los precios durante el ciclo de vida de los proyectos de inversión pública son uno de los principales obstáculos para el sector construcción, también el presupuesto base para una obra dependerá de la toma de decisiones iniciando en la fase de diseño y finalizando en la operación y mantenimiento. Según el grado de estimación la mayor medida se debe al error humano y de fraccionar de información entre Consultorías y Constructoras en los diferentes procesos de diseño y ejecución a causa a la gestión habitual del proyecto que trata independientemente la información técnica, costos y presupuestos.

Flórez y García (2018) mencionan que, en Colombia, las construcciones que son financiadas a través de recursos públicos son cuestionadas por generar sobrecostos, ampliaciones de plazo y mala calidad de los

productos que son ocasionados por la precaria utilización de herramientas avanzadas de gestión y el uso de metodologías habituales.

Contraloría (2021) identificó en el 2019 que el daño patrimonial producido al presupuesto del Estado, estaba concentrado principalmente en el rubro de contratación en los gobiernos subnacionales, en el segundo caso están más expuestas al cambio de personal, en el 2020 aumenta el perjuicio económico en todos los niveles de gobierno a nivel nacional en lo que respecta a bienes y servicios, así mismo, una baja en la inversión de obras públicas, en el Caso de Amazonas a nivel de gobierno regional hubo un perjuicio económico de S/ 49,545,205.00 y gobiernos locales de S/ 32,346,547.00.

En base a lo mencionado, el objetivo de la investigación fue proponer un diseño de mejora de Gestión de ejecución de obras públicas con una hoja de ruta implementando la metodología Building Information Modeling en la Municipalidad Provincial de Chachapoyas 2022.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en los ambientes de la Gerencia de Infraestructura y Gestión de Inversiones y la Gerencia de Urbanismo y Transporte de la Municipalidad Provincial de Chachapoyas ubicada en el Distrito de Chachapoyas con el objetivo de proponer un diseño de mejora a través de un plan BIM, la población estuvo representada por un 100% de los elementos de la población que equivale a los 20 trabajadores.

La investigación es del tipo descriptiva, el diseño se clasifica como diseño no experimental transversal, para el método de recolección de datos se trabajó aplicando el método inductivo y para técnica de recolección de datos se empleó en la investigación la encuesta, se trabajó con dos variables, V1: Metodología BIM y una V2: Gestión de Ejecución de Obras Públicas, en cuanto al instrumento de recolección de datos se empleó el cuestionario con una escala de valoración , finalmente para el análisis de datos se realizó a través de la escala ordinal empleando la escala de Likert, así mismo se procesó la información en el software SPSS para determinar la fiabilidad utilizando alfa de Cronbach del instrumento obteniendo para la V1 un valor de 0.948 con una fiabilidad alta y la V2 un valor de 0.796 con una fiabilidad buena, respecto de la correlación entre las variables se empleó el coeficiente de correlación tau-b de Kendall en escala ordinal y para probar la hipótesis por correlación de tau-b de kendall.

RESULTADOS

La MPCH no cuenta con Tecnologías de Información y los profesionales que se desempeñan en las diferentes subgerencias fueron seleccionados mediante concurso, con perfiles de acuerdo al cargo, los equipos de cómputo tienen instalados softwares básicos.

Análisis del Reglamento de Organización y Funciones “ROF” de la Municipalidad Provincial de Chachapoyas 2022 – ORDENANZA N° 0229-MPCH. La Tabla 1 presenta un análisis del Reglamento de Organización y Funciona de la Municipalidad Provincial de Chachapoyas respecto de las funciones que desempeñan los trabajadores en la Gerencia de Infraestructura y Gestión de Inversiones y la Gerencia de Urbanismo y Transporte.

Tabla 1. Análisis del Reglamento de Organización y Funciones por Sub Gerencia

Gerencias en estudio	Sub gerencias en estudio	Finalidad del reglamento de organización y funciones “ROF”	Análisis
	Sub Gerencia de Formulación de Proyectos	Entre sus funciones específicas se debe elaborar fichas técnicas y estudios de pre inversión, con la finalidad de amparar la concepción técnica y el fraccionamiento de los proyectos de inversión, elaborar los términos de referencia para la contratación de la formulación de las inversiones, en coordinación con las áreas y normativas vigentes, así mismo, promulgar la viabilidad de los PIP.	Método tradicional, no realiza un trabajo colaborativo.
Gerencia de Infraestructura y Gestión de Inversiones	Sub Gerencia de Ejecución de Inversiones Públicas	Área responsable de la fase de inversión en la Programación Multianual de Inversiones; entre sus funciones específicas se elaboran los expedientes técnicos para el proyecto de inversiones, expedientes técnica para IOARR, responsable por la ejecución física y financiera del proyecto de inversión, ya sea directa o indirectamente, aprobar informes de control de calidad y validad las valorizaciones mensuales.	Método tradicional usado para la elaboración de expediente, la mayoría es entrampado por las observaciones en su elaboración.
	Sub Gerencia de Liquidaciones	Encargada de llevar a cabo el proceso de calcular la parte técnica, su función es determinar el costo total de la obra además el saldo económico el cual puede estar a favor o en contra del contratista la entidad. Recepcionar la liquidación formulada por el contratista, pronunciarse con cálculos detallados, ya sea aprobando, observando o elaborando otra.	Método tradicional, no realiza un trabajo colaborativo.
	Sub Gerencia de Operaciones y Mantenimiento	Subgerencia se encarga de planificar y garantizar la operatividad y mantenimiento, planificar y dirigir actividades de mantenimiento rutinario de las vías en la ciudad, tales con bacheo de calzadas, reparación de barandas, etc.	Método tradicional, no realiza un trabajo colaborativo.

Gerencia de Urbanismo y Transportes	Sub Gerencia de Catastro y Acondicionamiento Territorial	Subgerencia encargada de desarrollar estudios e instrumentos de planificación para el desarrollo urbano, peri urbano y rural de la provincia, también mantener actualizado el catastro de la ciudad, así mismo preparar, evaluar y actualizar el plan de desarrollo urbano, actualizar el catastro urbano y rural, proponer proyectos de renovación urbana, formular y proponer cambios de zonificación.	Método tradicional, no realiza un trabajo colaborativo.
	Sub Gerencia de Licencias y Control Urbano	Subgerencia encargada de evaluar y dar conformidad a los expedientes de habilitaciones y edificaciones, verificar e inspeccionar las obras públicas que se ejecuten en la jurisdicción, también presentar propuestas de programas municipales de vivienda para las familias de escasos recursos.	Método tradicional, no realiza un trabajo colaborativo.
	Sub Gerencia de Bienes Culturales Inmuebles	Subgerencia encargada de vigilar y determinar las limitaciones especiales de conservación de zonas monumentales y de bienes declarados monumentos históricos artísticos de la ciudad, así mismo debe diseñar y proponer limitaciones especiales de conservación de zonas monumentales y de edificios declarados monumentos históricos o artísticos, proponer proyectos de protección en en restauración y conservación de inmuebles incorporados al patrimonio cultural, implementar base de dato.	Método tradicional, no realiza un trabajo colaborativo.
	Sub Gerencia de Transportes y Circulación Vial	Encargada de planificar y regular el servicio público de transporte terrestre, elaborar propuestas normativas y reguladas para el funcionamiento de transporte público.	Método tradicional, no realiza un trabajo colaborativo.

Tabla 2, muestra la confiabilidad de la Metodología BIM, la cual tiene como objetivo estadístico verificar si la variable de estudio requiere se realice un estudio.

Tabla 2. Confiabilidad de la variable Metodológica BIM

		N	%	Alfa de Cronbach	N de elementos
Casos	Valido	20	100,0	0.948	28
	Excluido ^a	0	,0		
	Total	20	100,0		

Según el dato obtenido el valor de alfa de Cronbach es de 0.948, con una fiabilidad alta

La Tabla 3 muestra la confiabilidad de la variable Gestión de Ejecución de Obras Públicas.

Tabla 3. Confiabilidad de la variable Gestión de Ejecución de Obras Públicas

		N	%	Alfa de Cronbach	N de elementos
Casos	Valido	20	100,0	0,796	9
	Excluido ^a	0	0,0		
	Total	20	100,0		

Según el dato obtenido el valor de alfa de Cronbach es de 0.796, con una fiabilidad buena respecto de la segunda variable lo que garantiza su aplicación

Tabla 4, muestra la correlación entre la V1 Metodología BIM y V2 Gestión de Ejecución de Obras Públicas, evidenciado con el valor del coeficiente de correlación $t = 0.721^{**}$, el cual interpreta como una correlación alta entre las variables de estudio.

Tabla 4. Correlación entre la variable V1 y la variable V2

		V1 Metodología BIM	V2 Gestión de Ejecución de Obras Públicas
Tau_b de Kendall	V1 Metodología BIM	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	1.000 20
	V2 Gestión de Ejecución de Obras Públicas	Coeficiente de correlación Sig. (bilateral) N	0.721 ^{**} 20

Figura 1, muestra la propuesta de diseño de mejora en la Gestión de Ejecución de Obras Públicas implementando la Metodología Building Information Modeling, indica la propuesta de diseño sugiere que todo plan liderado por el sector público resulta ser más eficaz cuando las cuatro líneas estratégicas están debidamente definidas así mismo desarrolladas al mismo tiempo involucrando las dos gerencias en estudio.

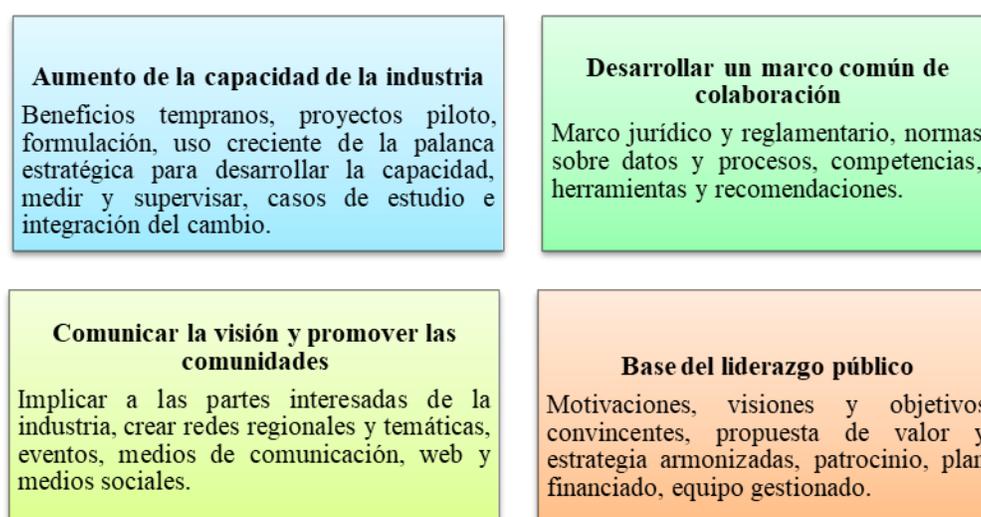


Figura 1. Marco estratégico para los planes de implementación

Figura 2, muestra el Plan propuesto que debería implementar la Municipalidad Provincial de Chachapoyas en sus dos Gerencias en estudio programado hasta el 2030, con la finalidad de ir implementado progresivamente la Metodología BIM.

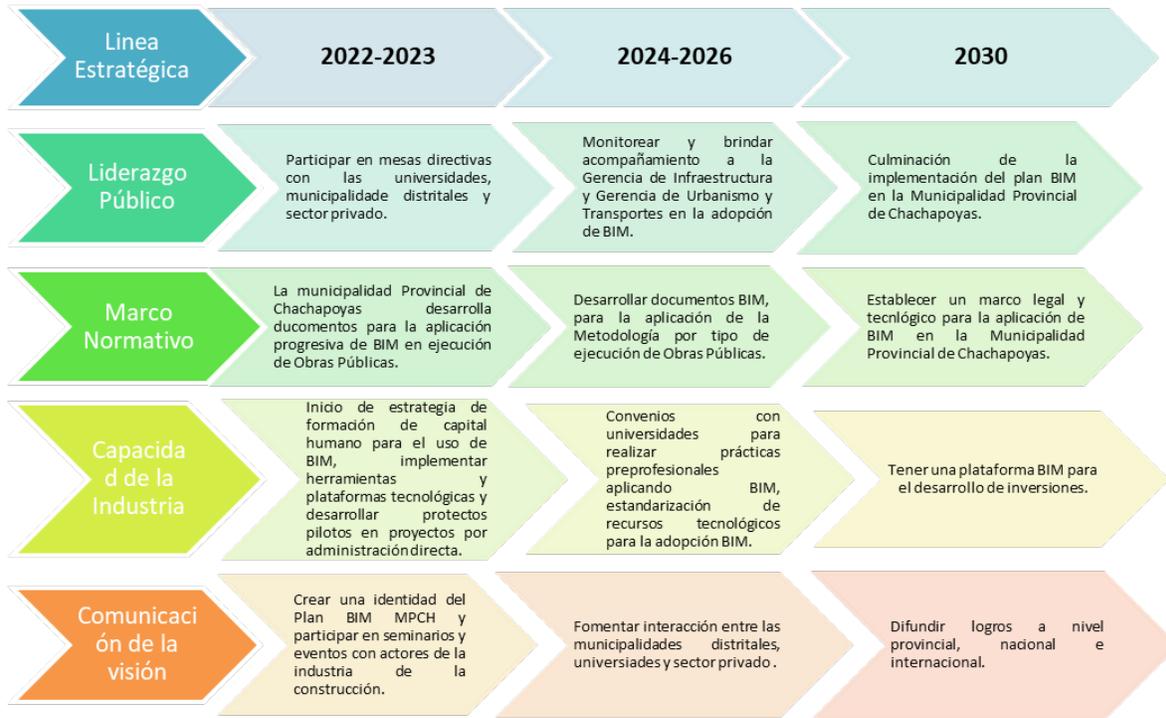


Figura 2. Plan de implementación de la Metodología BIM en la Municipalidad Provincial de Chachapoyas

DISCUSIÓN

Existe relación entre la metodología BIM y la Gestión de Ejecución de Obras Públicas investigados en la Municipalidad Provincial de Chachapoyas, coincidiendo con Benavente (2021), en su investigación indica que la Metodología BIM y la Gestión de Proyectos muestran una relación directa y significativa entre las variables estudiadas, así mismo BIM permite una adecuada articulación para el cumplimiento de los proyectos.

Los resultados obtenidos con la Variable de la Metodología BIM guarda relación con Huaricallo y Montesinos (2020), quienes verificaron que en la Municipalidad Provincial de Puno los procesos son muy lentos y burocráticos, así mismo no muestran interés a la implementación de la metodología BIM, mismo que sucede en Municipalidad Provincial de Chachapoyas, reflejados en los procesos

administrativos burocráticos y sus tecnologías muy básicas así mismo deberán realizar las mejoras en el Reglamento de Organización y Funciones.

Fuentes et al. (2021), indican que el Estado peruano está impulsado el uso obligatorio de la metodología BIM en todo proyecto de inversión pública que tengan componentes de infraestructura para el año 2030, sin embargo, a la fecha aún no se cuenta con el marco legal y técnico que permitan a los gobiernos locales implementar el uso de esta metodología en las inversiones públicas. De manera similar en la MPCH en la Gerencia de Infraestructura y Gestión de Inversiones y la Gerencia de Urbanismo y Transporte no han iniciado el proceso de implementación BIM.

Parra et al. (2021), sostienen que el esquema metodológico propuesto es beneficiado por la visualización proporcionada por la simulación digital BIM 5D que fortalece la detección de falencias o incoherencias en las actividades de obra planificadas. Además, la simulación puede ser utilizada como herramienta de apoyo en la definición de las fechas de compra de materiales y alquiler de equipos, lo cual se convierte en egresos que afectan el flujo de caja del constructor de manera significativa. Egresos que en ocasiones ponen en riesgo la disponibilidad de recursos financieros para suplir las necesidades del proceso de construcción.

Ripoll et al. (2020), destaca que los softwares BIM constituyen herramientas muy potentes que deben ser exploradas para lograr alcanzar todas las potencialidades y beneficios de su uso. En este sentido, se subraya la transparencia y trazabilidad de los datos asociados a su implementación, lo cual es de primordial importancia en relación con emprendimientos ligados a la obra pública. De manera similar en la MPCH se destaca la importancia de priorizar softwares BIM para iniciar con proyectos pilotos que potencien los proyectos de inversión pública.

Los ahorros de tiempo que tendrían los procedimientos para cambios de diseños. Con metodologías BIM se pueden llevar a cabo cambios en los diseños que se puedan ver en tiempo real y con la manipulación experta del usuario no se tomaría más de un día en hacer de 5 a 6 cambios de diseño con su respectivo análisis financiero para la mejor toma de decisiones sostenidos por (Tibaduiza et al., 2019). En esa línea se propone realizar las mejoras al ROF de la MPCH.

Los estándares BIM desarrollados en Argentina y Chile, facilita la planificación de una experiencia pedagógica orientada a la incorporación de variables de sustentabilidad edilicia en etapas iniciales del proceso de diseño con base en el trabajo colaborativo sostenidos por Álvarez y Meyer (2020). De manera similar se propone desarrollar competencias en el Plan de Estudios en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNTRM con el objetivo de establecer un trabajo colaborativo BIM.

Los resultados obtenidos con la Variable Gestión en Ejecución de Obras Públicas en la que se utiliza software antiguos en la elaboración de expedientes para Proyectos por administración directa guardan relación con lo que indica (Benavides, 2019), que la elaboración de los expedientes necesitan tecnologías avanzadas, que permitan analizar las obras de forma virtual y que permitan detectar fallas en el proceso de ejecución con un rendimiento alto que optimice los tiempos y mejore la rentabilidad y calidad de las obras.

CONCLUSIONES

La MPCH en las oficinas de la Gerencia de Infraestructura y Gestión de Inversiones y la Gerencia de Urbanismo y Transporte cuenta tecnologías básicamente administrativo con equipamiento y equipos desfasados, en mal estado y con un personal regular, tiendo herramientas de gestión tradicionales, por lo que propone implementar la metodología Building information Modeling la cual se rige a cuatro principios aplicado a corto, mediano y largo plazo un el periodo del 2022 al 2030.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, A., y Meyer, V. (2020). Propuesta para la implementación de la metodología bim en una experiencia áulica orientada a la sustentabilidad edilicia, Scielo, 10(1), 42.
- Benavente, C. (2021). "Metodología bim en la gestión de proyectos de la municipalidad distrital de aucallama". [Tesis de Maestría, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión] Repositorio Institucional – UNJFSC <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/4755>
- Benavides, E. (2019). Método de análisis del proceso de construcción virtual: una aplicación de la tecnología bim para evaluar la rentabilidad desde el expediente técnico [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] Repositorio Institucional UNSA <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8737>
- Contraloría, (2021). Incidencia de la corrupción y la inconducta funcional en el Perú 2020. Perú.
- Dave, B., Buda, A., Nurminen, A. y Främling, K. (2018). A framework for integrating BIM and IoT through open standards. *Automation in Construction*, 95, 35–45. doi: 10.1016/j.autcon.2018.07.022

- Florez, D., y Garcia, M. (2018). Propuesta de un estándar para implementar la metodología bim en obras de edificación financiadas con recursos públicos en Colombia. [tesis de maestría, Ponticia Universidad Javeriana Facultad de Ingeniería] Repositorio Institucional <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/40875>
- Fuentes, F., Leiva, M., y Pinedo, W. (2021). Modelo de gestión integrado de la metodología bim con la gestión de interesados, comunicaciones y recursos de la guía del pmbok® en la elaboración de expedientes técnicos para proyectos de inversión pública para edificaciones. [Tesis de Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] Repositorio Académico UPC <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/656741>.
- Grant Thornton (2018). BIM Transparencia, competitividad y productividad para el sector de la construcción. Madrid, España, Grant Thornton. Recuperado de <https://www.grantthornton.es/globalassets/1.-member-firms/spain/folletos/bim.pdf>
- Huaicallo, Y., Montesinos, L. (2020). Implementación de bim en obras de edificaciones en la municipalidad. [Tesis de Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] Repositorio Académico UPC <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653409>.
- Moncayo, F. (2018). Propuesta metodológica para la aplicación de programas bim en el análisis y evaluación de costos en proyectos edificatorios. [Tesis de Maestría, UNIVERSIDAD DE CUENCA] Repositorio Institucional Universidad de Cuenca <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/29455>
- Parra, M., Rivera, G. y Díaz, H. (2021). Planificación del flujo de caja de proyectos de construcción basada en BIM y dinámica de sistemas. Scielo, 17(1), 286.
- PlanBIM. (2019). Estándar BIM para proyectos públicos Intercambio de Información entre Solicitante y Proveedores. Comité de Transformación Digital CORFO. Recuperado de <https://planbim.cl/estandar-bim-para-proyectos-publicos-intercambio-deinformacion-en-solicitante-y-proveedores-sebastian-manriquez/>
- Ripollo, V., Álvarez, A., Campos, L. y Ortega, A. (2020). Lineamientos para la implementación BIM en la evaluación ambiental de la vivienda social. Scielo, 9(18), 88.
- Salinas, J. y Prado, G. (2019). Building information modeling (BIM) to manage desing and construction phases of Peruvian public projects. Building & Management, 3(2), 48-59. <http://dx.doi.org/10.20868/bma.2019.2.3923>

Sánchez, V. (2020). Plan de trabajo para la implementación de la metodología B.I.M. en el Departamento de Infraestructura del ministerio de justicia y paz. [Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio Tecnológico de Costa Rica <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/12367>

Tibaduiza, A., Vega, M., Martínez, P. J. y Remírez, L.E. (2019). Propuesta de herramienta para la integración de BIM a la toma decisiones financieras en proyectos de construcción, Scielo, 15(29), 99.