

Tendencias del business intelligence en la ingeniería civil: aplicaciones para la gestión, planificación y control de proyectos

Business intelligence trends in civil engineering: applications for project management, planning and control

Jennifer Elizabeth Pino Arguello*
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
jdbpinoq@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0004-8386-5786>

Raúl Alexis Salazar Flores
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
raul.salazar@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6483-2613>

Andrés Francisco Pacheco Logroño
Universidad Estatal Amazónica
Pastaza - Ecuador
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
pacheco.laf@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0005-2086-9998>

Luis Felipe Pacheco Logroño
Universidad Estatal Amazónica
Pastaza - Ecuador
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba - Ecuador
pacheco.luisfl@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0004-2384-6815>

*Correspondencia:
jdbpinoq@gmail.com

Cómo citar este artículo:
Pino, J., Salazar, R., Pacheco, A., & Pacheco, L. (2026). Tendencias del business intelligence en la ingeniería civil: aplicaciones para la gestión, planificación y control de proyectos. *Esprint Investigación*, 5(1), 654-677. <https://doi.org/10.61347/ei.v5i1.276>

Recibido: 19 de febrero de 2026
Aceptado: 31 de marzo de 2026
Publicado: 8 de abril de 2026

Copyright: Derechos de autor 2026 Jennifer Elizabeth Pino Arguello, Raúl Alexis Salazar Flores, Andrés Francisco Pacheco Logroño, Luis Felipe Pacheco Logroño.



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0.

Resumen: La ingeniería civil enfrenta crecientes desafíos derivados de la complejidad de los proyectos y de la limitada capacidad para aprovechar los datos disponibles, lo que genera ineficiencias, retrasos, sobrecostos y decisiones basadas en enfoques tradicionales; esta problemática se ve agravada por la baja adopción de tecnologías digitales y la resistencia al cambio organizacional. En este contexto, el presente estudio analiza las tendencias del *business intelligence* (BI) y su aplicación en la gestión, planificación y control de proyectos de ingeniería civil, con el objetivo de evaluar su contribución a la mejora de la eficiencia operativa y la toma de decisiones basada en datos. Se empleó un enfoque cualitativo, con diseño documental y alcance descriptivo-analítico, mediante la revisión de literatura en bases de datos académicas, priorizando estudios recientes y relevantes, cuya información fue organizada en matrices comparativas para identificar tecnologías emergentes, beneficios, desafíos y herramientas asociadas al BI en el sector. Los resultados evidencian que las principales tendencias incluyen la inteligencia artificial, el *machine learning*, el *Big Data*, el Internet de las Cosas (IoT), la integración con BIM, los *dashboards* y la analítica predictiva, las cuales permiten transformar grandes volúmenes de datos en información estratégica, optimizando la toma de decisiones, el monitoreo en tiempo real y la asignación de recursos. Asimismo, el BI se consolida como un eje transversal en todas las fases del ciclo de vida del proyecto, fortaleciendo la eficiencia operativa, el control de costos y la gestión de riesgos; no obstante, persisten desafíos como la falta de interoperabilidad, la escasa estandarización de datos, la resistencia organizacional, la limitada capacitación y los altos costos de adopción, por lo que su implementación requiere enfoques integrales de gestión de datos y transformación organizacional.

Palabras clave: Analítica de datos, business intelligence, gestión de proyectos, ingeniería civil.

Abstract: Civil engineering faces increasing challenges arising from project complexity and the limited capacity to leverage available data, resulting in inefficiencies, delays, cost overruns, and decisions based on traditional approaches; this issue is further exacerbated by the low adoption of digital technologies and resistance to organizational change. In this context, the present study analyzes trends in business intelligence (BI) and its application in the management, planning, and control of civil engineering projects, with the aim of evaluating its contribution to improving operational efficiency and data-driven decision-making. A qualitative approach was employed, with a documentary design and a descriptive-analytical scope, through a literature review in academic databases, prioritizing recent and relevant studies, whose information was organized into comparative matrices to identify emerging technologies, benefits, challenges, and tools associated with BI in the sector. The results show that the main trends include artificial intelligence, machine learning, Big Data, the Internet of Things (IoT), BIM integration, dashboards, and predictive analytics, which enable the transformation of large volumes of data into strategic information, improving decision-making, real-time monitoring, and resource allocation. Furthermore, BI is consolidated as a transversal axis across all phases of the project life cycle, strengthening operational efficiency, cost control, and risk management; however, challenges such as lack of interoperability, limited data standardization, organizational resistance, insufficient training, and high implementation costs persist, indicating that its effective adoption requires comprehensive approaches to data governance and organizational transformation.

Keywords: Business intelligence, civil engineering, data analytics, project management.

1. Introducción

El acelerado avance de las tecnologías de la información, junto con la creciente complejidad de los proyectos de infraestructura, ha puesto en evidencia una problemática central en la ingeniería civil: la limitada integración y el escaso aprovechamiento de las tendencias de *business intelligence* (BI) en la gestión, planificación y control de proyectos (Carvajal-Rivadeneira et al., 2024). A pesar de la disponibilidad de grandes volúmenes de datos, muchas organizaciones carecen de herramientas analíticas avanzadas y de una cultura orientada a la toma de decisiones basada en datos.

Esta situación se traduce en ineficiencias, retrasos, sobrecostos y una baja capacidad para anticipar riesgos (Montesdeoca, 2025). La ingeniería civil desempeña un papel fundamental en la configuración del entorno construido y en el desarrollo sostenible. Esta disciplina abarca el diseño, la construcción y el mantenimiento de infraestructuras esenciales, impactando directamente en la calidad de vida de la sociedad (Zavala et al., 2024).

Asimismo, su contribución es clave en el desarrollo económico y social, al facilitar la conectividad, promover la equidad y fortalecer la resiliencia de las comunidades. Sin embargo, los proyectos de ingeniería civil se caracterizan por su alta complejidad debido a los elevados costos, la participación de múltiples actores y la gestión constante de riesgos.

Esta complejidad exige enfoques integrales que permitan coordinar recursos, optimizar procesos y garantizar resultados sostenibles (Herrera et al., 2024). No obstante, la persistencia de métodos tradicionales, la falta de planificación adecuada y la resistencia al cambio tecnológico continúan generando retrasos, sobrecostos y deficiencias en la ejecución de obras.

En este contexto, el sector ha experimentado una evolución hacia la digitalización, impulsada por la transformación tecnológica y los principios de la Industria 4.0 y 5.0. Estas corrientes promueven la integración de tecnologías como la automatización, el Internet de las Cosas (IoT) y la inteligencia artificial para mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad (Malawani et al., 2025).

En consecuencia, surge la necesidad de formar profesionales capaces de adaptarse a estos cambios e incorporar herramientas tecnológicas avanzadas en la gestión de proyectos. Dentro de este escenario, el *business intelligence* se presenta como un enfoque clave para transformar datos en información útil para la toma de decisiones.

El BI comprende procesos, tecnologías y herramientas orientadas a la recolección, almacenamiento, análisis y visualización de datos (Golestanizadeh et al., 2023). Sus componentes incluyen integración de datos, almacenamiento en *data warehouses*, análisis mediante OLAP y minería de datos, y visualización a través de *dashboards*.

La importancia del BI radica en su capacidad para proporcionar información precisa y oportuna, permitiendo decisiones fundamentadas y mejora del desempeño organizacional. En la ingeniería civil, esto se traduce en optimización de recursos, reducción de la incertidumbre y mayor competitividad (Cobeña et al., 2025). Su aplicación es relevante debido a la naturaleza intensiva en datos de los proyectos, debido a que permite analizar costos, cronogramas, recursos y avances de obra. Esto facilita el monitoreo en tiempo real y la evaluación del desempeño del proyecto (Carvajal-Rivadeneira et al., 2024).

Además, el BI permite automatizar procesos, mejorar la comunicación entre actores y responder de manera ágil a cambios del entorno. En comparación con métodos tradicionales, ofrece mayor precisión, análisis predictivos, reducción de riesgos y mejor coordinación del proyecto (Khan, 2025).

Las tendencias actuales del BI están vinculadas con tecnologías emergentes como BIM y Big Data. BIM permite gestionar el ciclo de vida del proyecto, mientras que Big Data facilita el análisis de grandes volúmenes de información generados por sensores y dispositivos IoT (Adebayo et al., 2025).

Asimismo, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático potencian la analítica predictiva, permitiendo anticipar fallas y optimizar procesos. Estas tecnologías también posibilitan sistemas de monitoreo en tiempo real mediante *dashboards*, fortaleciendo el control del proyecto (Harle, 2024).

En términos de aplicación, la inteligencia artificial contribuye en la gestión, planificación y control. En la gestión optimiza recursos y reduce costos; en la planificación mejora cronogramas y simulaciones; y en el control permite monitoreo en tiempo real y mantenimiento predictivo (Idongesit et al., 2024). A pesar de estos beneficios, la adopción del BI enfrenta barreras como la falta de conocimiento, resistencia al cambio y limitada infraestructura tecnológica. Esta brecha limita el aprovechamiento del potencial de los datos para mejorar la eficiencia de los proyectos.

Por ello, esta investigación se justifica en la necesidad de analizar el impacto del *business intelligence* en la ingeniería civil. La incorporación de Big Data e inteligencia artificial permite mejorar la toma de decisiones, optimizar recursos y reducir riesgos. En este sentido, la eficiencia operativa se posiciona como eje central para mejorar el desempeño de los proyectos, al optimizar recursos, reducir costos y minimizar riesgos. El uso de herramientas como BI fortalece esta eficiencia mediante decisiones informadas.

El objetivo del estudio es analizar las tendencias del *business intelligence* y su aplicación en la gestión, planificación y control de proyectos de ingeniería civil. Asimismo, se evalúa su contribución a la eficiencia operativa considerando beneficios, desafíos y herramientas de software. Finalmente, se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿Qué tendencias del *business intelligence* se aplican en proyectos de ingeniería civil? ¿Cómo se aplica en la gestión de proyectos y cuáles son sus beneficios, desafíos y herramientas de software asociadas?

2. Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con un diseño documental y un alcance descriptivo-analítico, orientado a identificar, analizar y sintetizar las principales tendencias del *business intelligence* (BI) aplicadas a la ingeniería civil, así como sus beneficios, desafíos y herramientas tecnológicas asociadas.

El proceso metodológico se estructuró en tres fases principales. En la primera fase, se realizó una búsqueda sistemática de información científica en bases de datos académicas reconocidas, como Scopus, Google Scholar y Scielo, así como en repositorios institucionales. Para ello, se emplearon operadores booleanos mediante la combinación de términos, tales como “Business Intelligence” AND “Civil Engineering” AND “data analytics” AND “trends”, así como “ingeniería civil” AND “BI”. Se consideraron publicaciones recientes y se priorizaron artículos de los últimos cinco años, con el fin de garantizar la actualidad y relevancia de la información.

En la segunda fase, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para la selección de las fuentes. Se incluyeron artículos científicos, revisiones sistemáticas, libros y trabajos académicos relacionados directamente con la aplicación del *business intelligence* en la gestión de proyectos de ingeniería civil. Asimismo, se excluyeron documentos duplicados, fuentes sin respaldo académico y aquellos que no presentaron relación directa con el objeto de estudio.

En la tercera fase, se llevó a cabo un análisis de contenido de la información recopilada, mediante la categorización de las principales tendencias del BI, su aplicación en la ingeniería civil y sus implicaciones en la gestión, planificación y control de proyectos. La información fue organizada en matrices y tablas comparativas, lo que permitió identificar patrones, relaciones y aportes relevantes de los diferentes autores.

Finalmente, los resultados fueron sistematizados en tablas y figuras, lo que facilitó la interpretación de las tendencias, beneficios, desafíos y herramientas del *business intelligence* en el contexto de la ingeniería civil.

3. Resultados

Los resultados de la presente investigación se presentan en función de las preguntas de investigación planteadas, abordando las principales tendencias del *business intelligence* (BI), su aplicación en la ingeniería civil y sus beneficios, desafíos y herramientas tecnológicas. Esta organización permitió una comprensión integral del papel del BI en el contexto actual del sector y evidenció su contribución a la mejora del desempeño de los proyectos de ingeniería civil, en coherencia con el objetivo del estudio.

Tabla 1

Tendencias del business intelligence en proyectos de ingeniería civil

Tendencias BI	Autores	Descripción	Aplicación en ingeniería civil	Beneficios principales
Inteligencia artificial	Jaimes-Quintanilla y Zabala-Vargas (2024)	Se aplica a procesos como planificación, programación, gestión de riesgos, calidad, costos, alcance y tiempos, proporcionando soporte para una administración más eficiente y efectiva. Esta tendencia presenta un crecimiento sostenido a nivel global.	<ul style="list-style-type: none"> - Optimización de la planificación y programación mediante algoritmos. - Identificación anticipada de riesgos con análisis predictivo. - Uso de sistemas conversacionales para la gestión del conocimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora en la toma de decisiones. - Optimización de recursos. - Reducción de errores mediante automatización. - Detección temprana de riesgos.- - Incremento de la productividad. - Apoyo al cumplimiento normativo y sostenibilidad.
Integración de BIM	Prieto-Tibaduiza et al. (2019)	Uso de modelos digitales BIM (incluyendo 4D) junto con análisis financieros para mejorar la planificación y evaluación económica. Permite gestionar cambios de diseño de forma automatizada y precisa.	<ul style="list-style-type: none"> - Modelado arquitectónico y estructural. - Generación automatizada de costos y presupuestos. - Evaluación financiera en etapas tempranas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor precisión en indicadores financieros. - Reducción de tiempos de análisis. - Disminución de errores. - Mejora en la coordinación del proyecto.

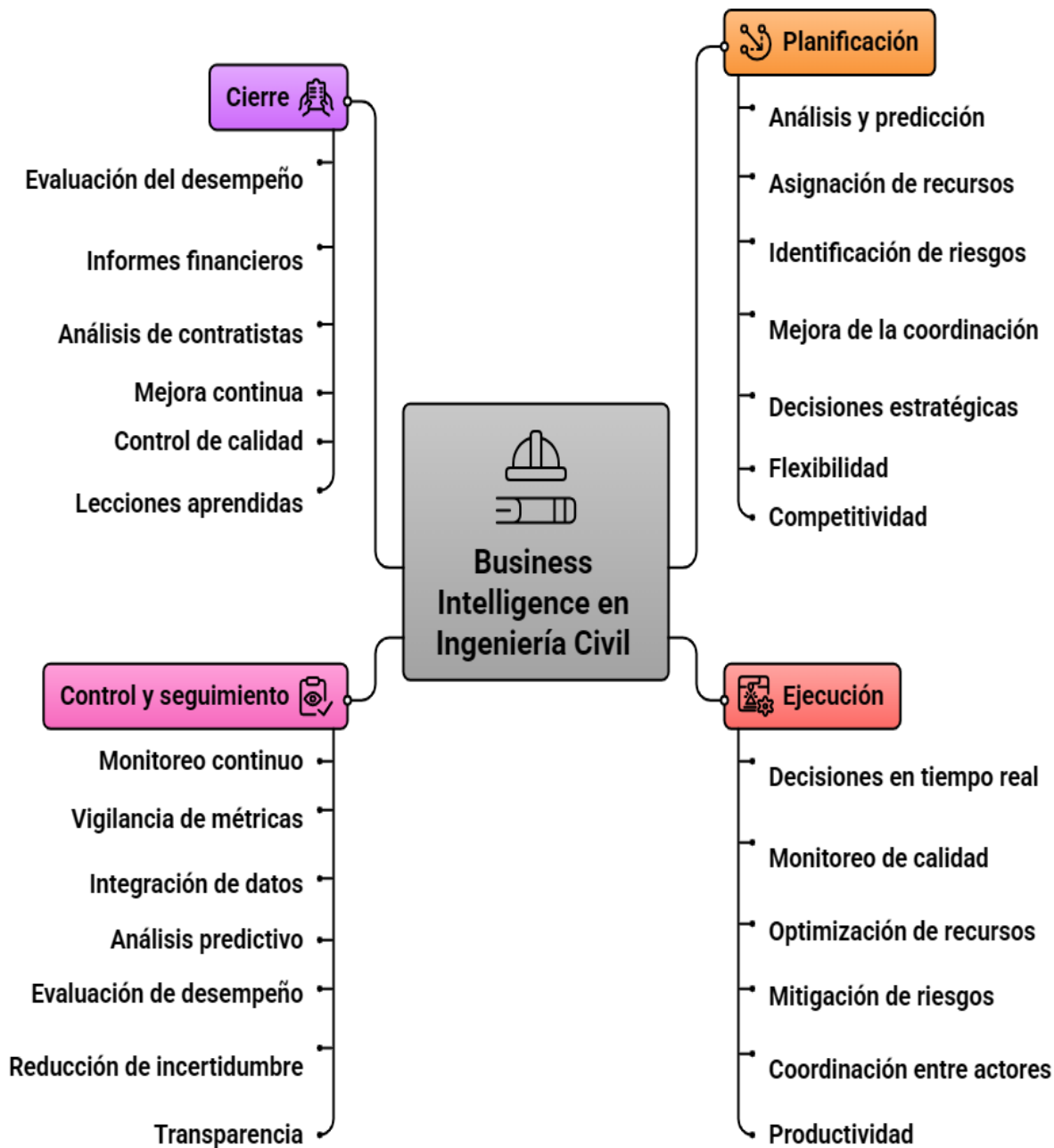
Internet de las Cosas (IoT)	Zabala-Vargas y Jaimes-Quintanilla (2025)	Tecnologías que permiten el monitoreo en tiempo real mediante sensores conectados para recolectar datos sobre condiciones del proyecto, materiales y seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo ambiental y estructural. - Gestión de inventarios con sensores. - Supervisión de seguridad en obra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión continua. - Mejora en la seguridad. - Optimización de recursos. - Mantenimiento predictivo. - Cumplimiento de plazos y costos.
Machine learning	Jain et al. (2025)	Uso de técnicas de aprendizaje automático para analizar grandes volúmenes de datos y generar modelos predictivos en ingeniería civil.	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo estructural - Modelado geotécnico. - Predicción hidráulica. - Supervisión en tiempo real. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor precisión en predicciones. - Automatización de procesos. - Reducción de costos. - Enfoque predictivo en la gestión.
Big Data	Ghosh et al. (2024)	Uso de grandes volúmenes de datos para identificar patrones, tendencias y relaciones que apoyan la toma de decisiones.	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de costos, tiempos y riesgos. - Uso de datos históricos y en tiempo real. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora en la gestión de riesgos. - Optimización de recursos. - Incremento de la productividad. - Toma de decisiones informada.
Dashboards	Jain et al. (2025)	Herramientas de visualización que integran datos en tiempo real sobre indicadores clave (KPIs), con interactividad y personalización.	<ul style="list-style-type: none"> - Seguimiento de costos, progreso y calidad. - Integración con IoT y BIM. - Visualización del avance del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora en la comunicación. - Mayor transparencia. - Identificación de desviaciones. - Apoyo en la toma de decisiones.
Analítica predictiva	Ghosh et al. (2024)	Uso de técnicas estadísticas y computacionales para modelar y predecir costos y escenarios en proyectos.	<ul style="list-style-type: none"> - Estimación temprana de costos. - Evaluación de viabilidad económica. - Análisis de alternativas de diseño. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor precisión en estimaciones. - Mejora en la planificación financiera. - Apoyo en decisiones estratégicas. - Estandarización metodológica.

Para complementar las tendencias identificadas y su aplicación en el ciclo de vida del proyecto, se presenta la figura 1, la cual ilustra el rol del *business intelligence* (BI) como eje transversal en las distintas fases del proyecto. En este sentido, se evidencia que el BI actúa como un componente integrador a lo largo de todo el ciclo de vida, articulando las etapas de planificación, ejecución, control y cierre mediante el uso estratégico de datos.

En la fase de planificación, el BI permite realizar análisis predictivos, optimizar la asignación de recursos, identificar riesgos de manera temprana, mejorar la coordinación entre los actores involucrados y fortalecer la toma de decisiones estratégicas. Como resultado, se incrementan la flexibilidad, eficiencia y competitividad del proyecto (Cobeña et al., 2025).

Figura 1

Aplicación del business intelligence en ingeniería civil

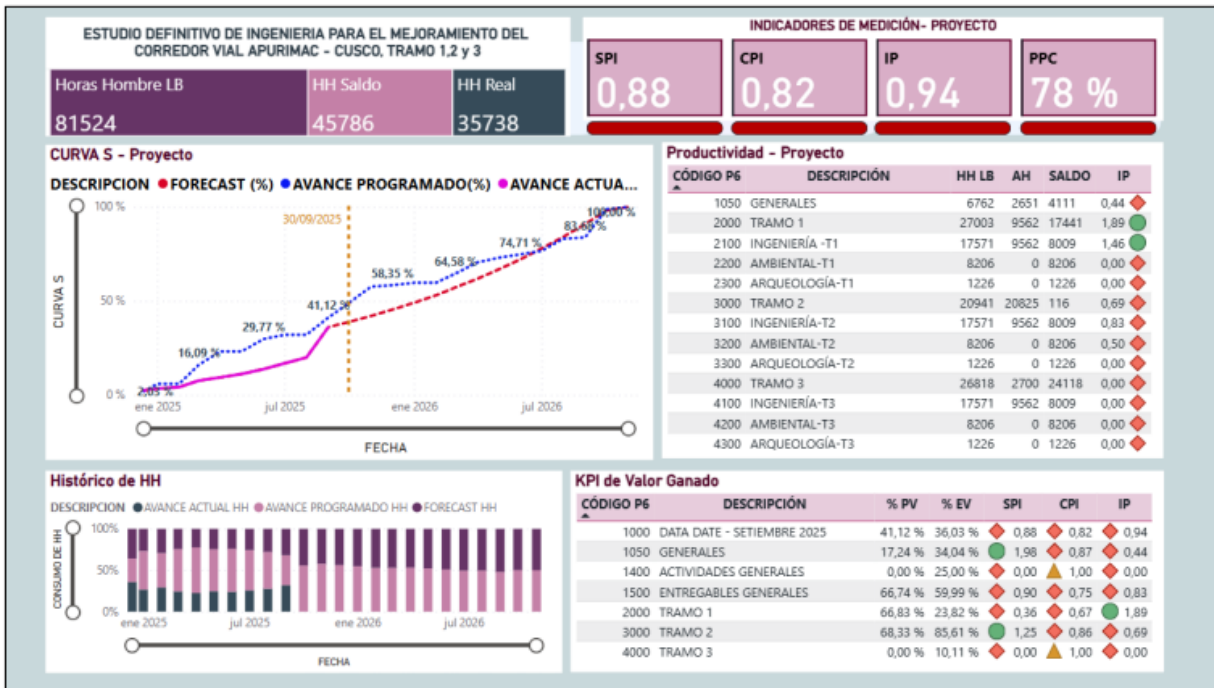


Durante la fase de ejecución, el *business intelligence* (BI) facilita la toma de decisiones en tiempo real mediante el uso de *dashboards*, lo que permite monitorear la calidad, optimizar la asignación de recursos y costos, mitigar riesgos y mejorar la coordinación entre los actores involucrados. Asimismo, contribuye al incremento de la productividad al reducir errores y retrabajos, fortaleciendo la eficiencia en la gestión del proyecto (Adebayo et al., 2025).

Como parte de las herramientas más representativas del BI, los *dashboards* permiten la visualización integrada de información clave en tiempo real, favoreciendo el análisis y la interpretación de datos para la toma de decisiones informadas. En este contexto, la Figura 2 presenta un ejemplo de *dashboard* aplicado a la gestión de proyectos de ingeniería civil.

Figura 2

Dashboard aplicado a la gestión de proyectos



Nota: Tomado del estudio realizado por Ancco & Espinoza (2025)

En la etapa de control y seguimiento, el *business intelligence* (BI) posibilita un monitoreo continuo en tiempo real, así como la supervisión de métricas de calidad y la integración de datos provenientes de múltiples fuentes. Asimismo, permite el uso de análisis predictivo para la prevención de fallos, la evaluación del desempeño de recursos y contratistas, y la reducción de la incertidumbre, lo que contribuye al fortalecimiento de la transparencia y la rendición de cuentas en la gestión del proyecto (Zohourian et al., 2025).

Finalmente, en la fase de cierre, el BI facilita la evaluación integral del desempeño del proyecto, la generación de informes financieros consolidados y el análisis del rendimiento de contratistas y proveedores. De igual manera, promueve la mejora continua organizacional, el control de calidad, el cierre documental y la sistematización de lecciones aprendidas, las cuales constituyen una base para la optimización de futuros proyectos. En este sentido, se evidencia que la aplicación del BI permite una gestión más eficiente, informada y orientada a resultados en la ingeniería civil (Khan, 2025).

En la tabla 2 se presentan los principales beneficios, desafíos y herramientas del *business intelligence* (BI) aplicados a la ingeniería civil, organizados en distintas dimensiones (operativas, económicas, estratégicas y técnicas). El propósito de esta clasificación es ofrecer una visión integral que permita comprender tanto el valor que aporta el BI en la gestión de proyectos como las limitaciones que condicionan su implementación, así como las herramientas tecnológicas más utilizadas en el sector.

Tabla 2

Beneficios, desafíos y herramientas de software del business intelligence en la ingeniería civil

Categoría	Autores	Dimensión	Descripción
Beneficios	Zohourian et al. (2025)	Operativos	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora de la eficiencia operativa mediante monitoreo en tiempo real del progreso, uso de recursos y productividad a través de <i>dashboards</i> dinámicos. - Automatización de procesos mediante herramientas como PowerApps, que digitalizan controles y optimizan flujos administrativos.
		Económicos	<ul style="list-style-type: none"> - Control eficiente de costos mediante el seguimiento de indicadores financieros en tiempo real. - Reducción de sobrecostos y optimización de recursos a partir del análisis de datos y la predicción de riesgos.
		Estratégicos	<ul style="list-style-type: none"> - Soporte a la toma de decisiones mediante visualización de datos y análisis de escenarios. - Impulso a la transformación digital organizacional basada en datos. - Alineación con objetivos de sostenibilidad mediante el monitoreo de indicadores ambientales.
		Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> - Integración de datos provenientes de múltiples fuentes (BIM, IoT, sensores, sistemas empresariales). - Desarrollo de visualizaciones avanzadas mediante <i>dashboards</i> dinámicos que superan limitaciones de herramientas tradicionales.
Desafíos	Sanusi (2024)	Tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Interoperabilidad limitada entre sistemas, especialmente entre BIM y herramientas de BI. - Falta de estandarización de datos y ausencia de KPIs definidos. - Infraestructura tecnológica insuficiente para soportar soluciones de BI.
		Organizacionales	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia al cambio en la cultura organizacional. - Falta de gobernanza de datos y liderazgo estratégico. - Déficit de capacitación y habilidades analíticas en el personal.
		Económicos	<ul style="list-style-type: none"> - Altos costos iniciales de implementación (software y tecnología). - Costos asociados a capacitación y adaptación organizacional.
		Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> - Automatización limitada en la recolección de datos. - Complejidad en la integración de múltiples fuentes de información.

		Visualización y <i>dashboards</i>	- Power BI como herramienta líder para integrar múltiples fuentes de datos y generar <i>dashboards</i> interactivos que facilitan el monitoreo y la toma de decisiones.
Herramientas	Nabizadeh y Nabizadeh (2023)	Gestión de datos	- Importancia de la gobernanza de datos y de procesos estructurados para consolidar información en entornos centralizados (<i>data warehouse</i>). - Limitaciones asociadas a la falta de estandarización y automatización.
		Integración con construcción	- Integración de Power BI con BIM y software de planificación (p. ej., Primavera, MS Project), permitiendo vincular modelos 3D con datos de costos y cronogramas para el monitoreo del proyecto.

En cuanto a los beneficios, el business intelligence (BI) aporta valor en cuatro niveles interrelacionados. En el ámbito operativo, mejora la eficiencia mediante el monitoreo en tiempo real y la automatización de procesos, lo que contribuye a la reducción de retrabajos. Desde la perspectiva económica, permite un control más preciso de los costos y una asignación más eficiente de los recursos, disminuyendo la probabilidad de sobrecostos. A nivel estratégico, fortalece la toma de decisiones basada en datos, impulsa la transformación digital y contribuye al cumplimiento de objetivos de sostenibilidad. En el plano técnico, destaca su capacidad para integrar múltiples fuentes de datos (como BIM, IoT y sensores) y generar visualizaciones avanzadas que superan las limitaciones de herramientas tradicionales.

Sin embargo, los desafíos limitan la implementación efectiva del BI en el sector. A nivel tecnológico y técnico, persisten problemas de interoperabilidad, falta de estandarización y alta complejidad en la integración de datos provenientes de diversas fuentes. En el ámbito organizacional, la resistencia al cambio, la ausencia de liderazgo estratégico y la limitada disponibilidad de capacidades analíticas dificultan su adopción. Desde la perspectiva económica, la inversión inicial requerida y los costos asociados a la capacitación y adaptación organizacional constituyen barreras relevantes para su implementación.

Finalmente, en relación con las herramientas, se identifica a Power BI como un eje central dentro del ecosistema del BI, destacando por su capacidad de visualización e integración de datos. No obstante, su efectividad depende directamente de una adecuada gestión de datos —incluyendo gobernanza, calidad y centralización—, así como de su integración con sistemas propios del sector de la construcción, como BIM y software de planificación.

4. Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que el *business intelligence* (BI) se consolida como un eje transversal en la gestión de proyectos de ingeniería civil, trascendiendo su función instrumental para convertirse en un componente estratégico de integración y análisis de datos. Este hallazgo es consistente con los planteamientos teóricos reportados en la literatura, donde se reconoce al BI como un facilitador clave en la transformación de datos en información útil para la toma de decisiones (Golestanizadeh et al., 2023; Cobeña et al., 2025). En este sentido, se identifica una convergencia entre las tendencias emergentes como la inteligencia artificial, *Big Data*, IoT, *dashboards* y analítica predictiva— y los marcos conceptuales que sustentan el uso del BI en entornos complejos, lo que refuerza su relevancia en el sector.

En relación con la inteligencia artificial y el *machine learning*, los resultados muestran su aplicación en la optimización de la planificación, la gestión de riesgos y la automatización de procesos, lo que evidencia una transición desde enfoques tradicionales hacia modelos predictivos basados en datos. Este resultado se alinea con lo señalado por Jaimes-Quintanilla y Zabala-Vargas (2024) y Jain et al. (2025), quienes sostienen que estas tecnologías permiten abordar problemas complejos mediante modelos predictivos y análisis de grandes volúmenes de datos. Asimismo, los hallazgos coinciden con lo expuesto por Carvajal-Rivadeneira et al. (2024), quienes destacan que la inteligencia artificial mejora la eficiencia operativa y la toma de decisiones en proyectos de ingeniería civil. En consecuencia, se confirma que la incorporación de estas tecnologías impulsa un cambio de paradigma hacia una gestión más proactiva, anticipativa y basada en evidencia.

Respecto a la integración de BIM con BI, los resultados confirman su papel determinante en la mejora de la planificación, el control financiero y la coordinación de proyectos, lo cual concuerda con Prieto-Tibaduiza et al. (2019), quienes destacan la capacidad de esta integración para reducir errores y mejorar la precisión en la evaluación económica. De igual forma, se observa concordancia con Adebayo et al. (2025), quienes señalan que la combinación de tecnologías digitales fortalece la gestión integral del ciclo de vida del proyecto. Este hallazgo permite inferir que la interoperabilidad entre herramientas digitales no solo optimiza procesos, sino que también constituye un factor crítico para la modernización y digitalización del sector de la construcción.

En cuanto al uso de *Big Data* e IoT, los resultados demuestran su contribución significativa al monitoreo en tiempo real, la optimización de recursos y la mejora en la gestión de riesgos, lo que resulta consistente con lo expuesto por Ghosh et al. (2024) y Zabala-Vargas y Jaimes-Quintanilla (2025). Estas tecnologías permiten una mayor capacidad de análisis y respuesta ante entornos dinámicos, facilitando la toma de decisiones informada y oportuna. Además, se refuerza lo indicado por Harle (2024), quien señala que el uso de datos masivos y sensores incrementa la capacidad de adaptación frente a condiciones cambiantes. En este contexto, se evidencia que la integración de datos en tiempo real representa un elemento clave para la resiliencia y eficiencia operativa de los proyectos.

Por otra parte, los *dashboards* se consolidan como herramientas fundamentales dentro del ecosistema BI, al facilitar la visualización de indicadores clave y el monitoreo del desempeño del proyecto. Este resultado es coherente con lo reportado por Jain et al. (2025) y Ghosh et al. (2024), quienes resaltan su utilidad para mejorar la comunicación, la transparencia y la toma de decisiones en tiempo real. Asimismo, los hallazgos empíricos coinciden con lo planteado por Ancco y Espinoza (2025), quienes evidencian su efectividad en el seguimiento de la productividad y el control de indicadores. En consecuencia, se puede afirmar que estas herramientas no solo optimizan la gestión operativa, sino que también fortalecen la gobernanza del proyecto mediante el acceso oportuno a la información.

En términos de beneficios, los resultados evidencian impactos positivos en los niveles operativo, económico, estratégico y técnico, lo cual se alinea con lo señalado por Zohourian et al. (2025), quienes destacan que el BI mejora la eficiencia, reduce costos y fortalece la toma de decisiones basada en datos. De igual manera, se confirma lo expuesto por Khan (2025) en relación con la capacidad del BI para optimizar el rendimiento del proyecto y promover una gestión más eficiente e informada. Estos resultados sugieren que la adopción del BI genera ventajas competitivas sostenibles en el sector de la ingeniería civil.

No obstante, también se identifican desafíos significativos que limitan la adopción del BI, tales como la falta de interoperabilidad, la resistencia al cambio organizacional, la escasez de capacidades técnicas y los altos costos de implementación. Estos resultados coinciden con lo señalado por Sanusi (2024), quien indica que las barreras tecnológicas, organizacionales y económicas dificultan la integración efectiva de herramientas basadas en datos. Asimismo, se refuerza lo planteado en la introducción del estudio, respecto a la limitada cultura de toma de decisiones basada en datos en el sector (Montesdeoca et al., 2025). En este sentido, se evidencia la necesidad de desarrollar estrategias integrales que incluyan formación, inversión tecnológica y fortalecimiento de la gobernanza de datos para facilitar la adopción del BI.

Finalmente, en cuanto a las herramientas, los resultados identifican a Power BI como un componente central en la implementación del BI, lo cual es consistente con lo señalado por Nabizadeh y Nabizadeh (2023), quienes enfatizan su capacidad de integración y visualización. Sin embargo, también se evidencia que su efectividad depende de una adecuada gestión y gobernanza de datos incluyendo calidad, estandarización y centralización de la información, lo que coincide con los planteamientos teóricos sobre la importancia de la estructuración de los datos para maximizar el valor del BI. Por tanto, la adopción de herramientas tecnológicas debe ir acompañada de estrategias sólidas de gestión de datos para garantizar su impacto en la toma de decisiones.

5. Conclusiones

Las principales tendencias identificadas incluyen la inteligencia artificial, el *machine learning*, el *Big Data*, el Internet de las Cosas (IoT), la integración con BIM, los *dashboards* y la analítica predictiva, las cuales configuran un ecosistema tecnológico orientado a la gestión basada en datos. Estas tecnologías se caracterizan por su capacidad para procesar grandes volúmenes de información, generar análisis en tiempo real y apoyar la toma de decisiones estratégicas, lo que evidencia una transformación progresiva hacia entornos digitales integrados. Asimismo, su adopción conjunta se alinea con los principios de la Industria 4.0 y 5.0, fortaleciendo la eficiencia, precisión y sostenibilidad en los proyectos de ingeniería civil.

El *business intelligence* (BI) se aplica de manera transversal a lo largo de todas las fases del ciclo de vida del proyecto planificación, ejecución, control y cierre, consolidándose como un componente articulador de la gestión. En la fase de planificación, facilita el desarrollo de análisis predictivos y la optimización en la asignación de recursos; en la ejecución, permite el monitoreo en tiempo real y la toma de decisiones operativas oportunas; en el control, posibilita la supervisión continua y la detección temprana de desviaciones; y en el cierre, contribuye a la evaluación integral del desempeño y a la generación de conocimiento organizacional para proyectos futuros.

En cuanto a los beneficios, el BI mejora la eficiencia operativa mediante la automatización de procesos y el monitoreo en tiempo real, optimiza el control de costos y la asignación de recursos, fortalece la toma de decisiones basada en datos y permite la integración de múltiples fuentes de

información. No obstante, su implementación enfrenta desafíos significativos, tales como la falta de interoperabilidad entre sistemas, la ausencia de estandarización de datos, la resistencia al cambio organizacional, la limitada capacitación del personal y los costos asociados a su adopción. Estos factores evidencian la necesidad de estrategias integrales que articulen dimensiones tecnológicas, organizacionales y económicas para garantizar una implementación efectiva del BI.

Finalmente, se concluye que herramientas como Power BI desempeñan un papel central en la implementación del BI en la ingeniería civil, debido a su capacidad de integración, visualización y análisis de datos. Sin embargo, su efectividad está condicionada por la existencia de una adecuada gestión y gobernanza de datos incluyendo calidad, estandarización y centralización, así como por su integración con otras tecnologías clave del sector, como BIM y sistemas de planificación. En este sentido, el valor del BI no radica únicamente en las herramientas utilizadas, sino en la capacidad organizacional para gestionar y transformar los datos en conocimiento estratégico.

Referencias

- Adebayo, Y., Udoh, P., Kamudyariwa, X., & Osobajo, O. (2025). Artificial intelligence in construction project management: A structured literature review of its evolution in application and future trends. *Digital*, 5(3), Article 26. <https://doi.org/10.3390/digital5030026>
- Ancco, R., & Espinoza, G. (2025). *Implementación de dashboards para controlar la productividad del staff de profesionales en la etapa de ingeniería de detalle en un proyecto de infraestructura vial, aplicando la metodología del EVM, PMBOK – 7ma edición, Primavera P6 y Power BI* [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://n9.cl/9vhv3>
- Carvajal-Rivadeneira, D., Guaranda-Mero, B., Domínguez-Gálvez, D., & Regalado-Jalca, J. (2024). Aplicación de la inteligencia artificial en proyectos de ingeniería civil. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 7(14), 390–404. <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/259>
- Cobeña, W., Mera, J., Mendoza, J., Lavalle, A., Venegas, E., & Tubay-Zambrano, R. (2025). Ingeniería civil del siglo XXI: Innovación y sostenibilidad en la construcción. *Sinergia Académica*, 8(10), 310–328. <https://n9.cl/bqhdg>
- Ghosh, S., Mukherjee, N., & McCuen, T. (2024). Use of visual dashboards in construction projects. En *Proceedings of the 60th Annual Associated Schools of Construction Conference* (Vol. 5, pp. 486–494). <https://n9.cl/vijg98>
- Golestanizadeh, M., Sarvari, H., Chan, D., Banaitienè, N., & Banaitis, A. (2023). Managerial opportunities in application of business intelligence in construction companies. *Journal of Civil Engineering and Management*, 29(6), 487–500. <https://doi.org/10.3846/jcem.2023.19533>
- Harle, S. (2024). Advancements and challenges in the application of artificial intelligence in civil engineering: A comprehensive review. *Asian Journal of Civil Engineering*, 25, 1061–1078. <https://doi.org/10.1007/s42107-023-00760-9>
- Herrera, R., Canto, J., & Cortazar, M. (2024). Educación en ingeniería civil y la industria 5.0. En *Transforming education: Technological tools for effective learning* (Cap. 15). https://researchgate.net/publication/382465857_Transforming_Education_Technological_Tools_for_Effective_Learning
- Idongesit, C., Ipede, O., Adejumo, A., Adenekan, I., Adebayo, D., Ojo, A., & Ayodele, P. (2024). Data-driven decision making in IT: Leveraging AI and data science for business intelligence. *World*

Journal of Advanced Research and Reviews, 23(1), 472–480.
<https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.1.2010>

- Jaimes-Quintanilla, M., & Zabala-Vargas, S. (2024). Inteligencia artificial en la gestión de proyectos: Caso construcción y obra civil. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1–21. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1615>
- Jain, R., Singh, S., Palaniappan, D., Parmar, K., & Premavathi, T. (2025). Data-driven civil engineering: Applications of artificial intelligence, machine learning, and deep learning. *Turkish Journal of Engineering*, 9(2), 354–377. <https://doi.org/10.31127/tuje.1581564>
- Khan, S. (2025). The application of artificial intelligence and machine learning in civil engineering. *Doupe Journal of Top Trending Technologies*, 1(1), 1–11. <https://n9.cl/vy6lj>
- Malawani, L., Sanguinoa, R., & Tato, J. (2025). A systematic literature review on the impact of business intelligence on organization agility. *Administrative Sciences*, 15(7), 250. <https://doi.org/10.3390/admsci15070250>
- Montesdeoca, R., Valdivieso, K., Loor, M., Lino, V., & Carvajal, D. (2025). Aplicación de la inteligencia artificial en planificación de obras civiles: Un análisis textual discursivo. *Código Científico Revista de Investigación*, 6(E1), 768–787. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/nE1/717>
- Nabizadeh, H., & Nabizadeh, A. (2023). Towards human-centered artificial intelligence (AI) in architecture, engineering, and construction (AEC) industry. *Computers in Human Behavior Reports*, 11, 100319. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2023.100319>
- Prieto-Tibaduiza, W., Rocha-Vega, S., Páez, H., & Lozano-Ramírez, N. (2019). Proposal of a tool for integrating BIM and financial decisions in construction projects. *Ingeniería y Ciencia*, 15(29), 75–101. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.15.29.3>
- Sanusi, B. (2024). The Role of Data-Driven Decision-Making in Reducing Project Delays and Cost Overruns in Civil Engineering Projects. *SAMRIDDHI: A Journal of Physical Sciences, Engineering and Technology*, 16(04), 182-192. <https://doi.org/10.18090/samriddhi.v16i04.08>
- Zabala-Vargas, S., & Jaimes-Quintanilla, M. (2025). Tecnologías 4.0 (IoT y ciencia de datos) orientada a optimizar la gestión de proyectos de construcción. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1–21. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1621>
- Zavala, C., Lino, V., Cordero, M., & Sornoza, D. (2024). El rol de la ingeniería civil en el desarrollo sostenible: Tendencias y desafíos. *Revista Alcance*, 7(1). <https://n9.cl/mk13h>
- Zohourian, M., Pamidimukkala, A., & Kermanshachi, S. (2025). Artificial intelligence in the construction industry: A comprehensive review of benefits and challenges. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, 18(1), 04525081. <https://doi.org/10.1061/JLADAH.LADR-1397>

Transparencia

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés de naturaleza alguna como parte de la presente investigación.

Fuente de financiamiento

Los autores financiaron completamente la investigación.

Contribución de autoría

Jennifer Elizabeth Pino Arguello: Conceptualización, metodología, validación, análisis formal, investigación, gestión de datos, visualización, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, recursos.

Raúl Alexis Salazar Flores: Conceptualización, validación, análisis formal, investigación, gestión de datos, visualización, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, administración del proyecto, recursos, supervisión.

Andrés Francisco Pacheco Logroño: Conceptualización, metodología, software, validación, análisis formal, investigación, gestión de datos, visualización, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, recursos, supervisión.

Luis Felipe Pacheco Logroño: Conceptualización, metodología, software, validación, análisis formal, investigación, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, recursos.

Los autores contribuyeron activamente en el análisis de los resultados, revisión y aprobación del manuscrito final.