



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Adopción de Gemelos Digitales en la Gestión del Ciclo de Vida de la Infraestructura Vial: Retos y Perspectivas para su Implementación.

Estudiante :

Yonier Camilo Reyes Parra

Conferencia de Estudiantes
Cátedra APUN 50- años
2025-2

Introducción

Sí realizamos una mirada hacia atrás en el tiempo, para comparar los métodos de construcción de infraestructura veremos que podría parecerse en muchos sentidos a la actualidad , a pesar de ser uno de los sectores de mayor peso en la economía mundial, ha sido la industria con la más lenta digitalización y el más bajo nivel de innovación. Pero como lo afirma Blanco (et al. , 2023) la alta demanda en infraestructura , la escasez de mano de obra cualificada y la creciente exigencia de la integración digital, ha provocado un aumento casi exponencial de la inversión en el sector. Su ecosistema tecnológico ha experimentado según los datos de los autores entre el año 2022 y 2023 un 85 % más de inyección de capital en esta área en específico.

Estado del Arte

“Una simulación Multifísica, multiescala y probabilística integrada de un vehículo o sistema que utiliza los modelos físicos disponibles, actualizaciones de sensores e historia de la flota y otros datos para replicar la vida útil de su contraparte física.”



*Ilustración 3. sala de control como interfaz con el gemelo digital de la construcción.
Soman et al. (2025).*

Aplicaciones de los Gemelos Digitales

1. Fase de Diseño y Planeación

- Planeación Urbana Inteligente.
- Toma de decisiones multicriterio considerando factores como el uso del suelo y el tráfico.
- Toma de decisiones de sobre el equipamiento y desarrollo de las trama vial.

2. Construcción

- Garantizar la calidad, la seguridad y la durabilidad.
- Supervisar la calidad y el progreso de la construcción.
- Incorporación del BIM con datos de sensores.

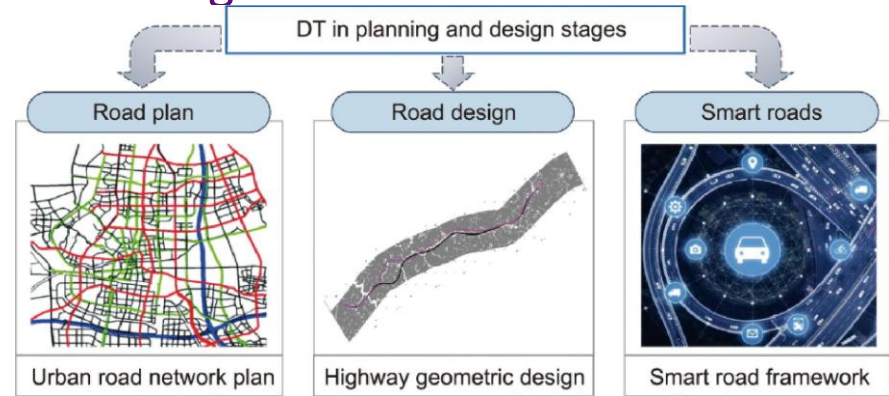


Ilustración 1. aplicación de DT en la fase de planificación y diseño. Fuente Yan et al. (2024).

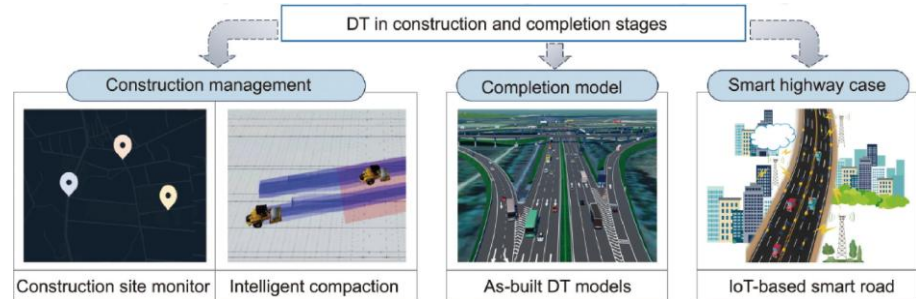


Ilustración 2. Aplicación de DT en la fase de construcción y finalización. Yan et al (2024).

Aplicaciones de los Gemelos Digitales

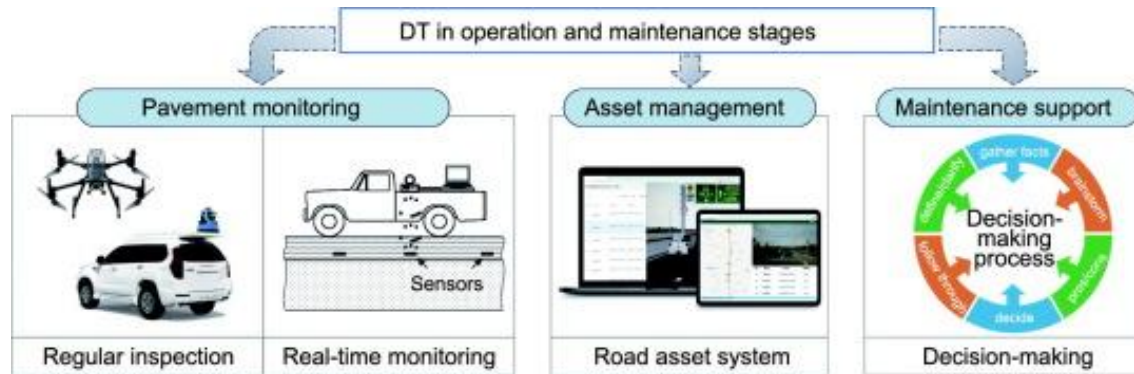
3. Operación y Mantenimiento.

El potencial de los Gemelos Digitales (DT) en la **gestión de O&M vial**, permitiendo estrategias más eficientes y sostenibles.

Ecosistema inteligente de gestión vial, integrando sensores IoT, IA, Big Data y BIM-GIS para aplicar **mantenimiento proactivo**.

4. Demolición y Reconstrucción

La demolición y reconstrucción vial, pese a su escasa atención en la literatura, son fases clave ante deterioros severos. Los Gemelos Digitales ofrecen soporte estratégico mediante simulación, trazabilidad y planificación dentro de una **gestión vial integral**.



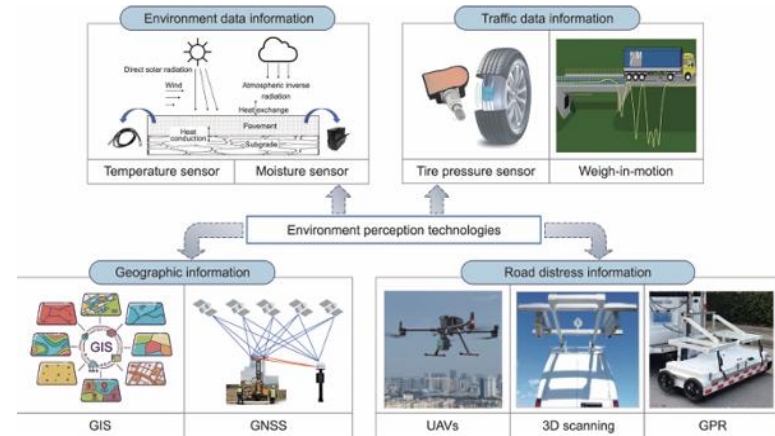
Escenarios de aplicación de DT en la fase de operación y mantenimiento . Yan et al. (2025)

Conclusiones y Desafíos

Aunque los Gemelos Digitales son una tecnología reciente, ya permiten mejorar la gestión de infraestructura vial mediante modelos virtuales y monitoreo en tiempo real.

Su aplicación es más común en operación y mantenimiento, pero limitada en diseño y casi ausente en demolición. La falta de estándares técnicos frena su adopción masiva.

Sin embargo, su potencial para optimizar procesos y decisiones los posiciona como herramientas clave para una gestión vial más inteligente y sostenible



Tecnologías de percepción del entorno: sensores, GIS, GNSS, UAV, escaneo 3D y GPR. Yan et al. (2025)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Blanco, J. L., Rockhill, D., Sanghvi, A., & Torres, A. (2023). *Accelerating growth in construction technology*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/private-capital/our-insights/from-start-up-to-scale-up-accelerating-growth-in-construction-technology>
2. Chacón, R., Posada, H., Ramonell, C., Jungmann, M., Hartmann, T., Khan, R., & Tomar, R. (2024). *Digital twinning of building construction processes: Case study: A reinforced concrete cast-in structure*. *Journal of Building Engineering*, 84, 108522. <https://doi.org/10.1016/j.job.2024.108522>
3. Hoskere, V., Hassanlou, D., Ur Rahman, A., Bazrgary, R., & Taseer Ali, M. (2025). *Unified framework for digital twins of bridges*. *Automation in Construction*, 175, 106214. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106214>
4. Soman, R. K., Farghaly, K., Mills, G., & Whyte, J. (2025). *Digital twin construction with a focus on human twin interfaces*. *Automation in Construction*, 170, 105924. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105924>
5. Wang, Y., Wang, H., Wang, W., Song, S., & Fu, X. (2024). *Architecture, application, and prospect of digital twin for highway infrastructure*. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 11(5), 835–852. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2024.03.003>
6. Yan, Y., Ni, L., Sun, L., Wang, Y., & Zhou, J. (2025). *Digital twin enabling technologies for advancing road engineering and lifecycle applications*. *Engineering*, 44, 184–206. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2024.12.017>

Gracias

Universidad Nacional de Colombia