

BIM como estrategia para equilibrar CAPEX, OPEX y sostenibilidad en el ciclo de vida de los activos.

Por Dulce Barocio

Introducción

La industria de la construcción y la infraestructura enfrenta en la actualidad una transformación impulsada por la digitalización, la sostenibilidad y la necesidad de optimizar el desempeño de los activos durante todo su ciclo de vida. Durante muchos años, las decisiones de inversión se enfocaron principalmente en reducir el CAPEX (Capital Expenditure), priorizando los costos iniciales de diseño y construcción. Sin embargo, la experiencia internacional y los principios establecidos en la serie ISO 55000 han demostrado que minimizar el costo inicial no necesariamente garantiza infraestructura eficiente, resiliente ni rentable a largo plazo, ya que la gestión de activos debe considerar el equilibrio entre costo, riesgo, desempeño y valor durante todo el ciclo de vida del activo (ISO, 2024).

Actualmente, las organizaciones líderes en infraestructura, operación de activos y gestión patrimonial han migrado hacia enfoques de ciclo de vida, donde el equilibrio entre CAPEX y OPEX considera no únicamente cuánto cuesta construir un activo, sino también los costos asociados a su operación, mantenimiento, adaptación y desempeño a largo plazo. Este enfoque ha sido aplicado ampliamente en sectores como aeropuertos, hospitales, infraestructura energética, transporte ferroviario y edificaciones inteligentes, donde la eficiencia operativa, la resiliencia y la sostenibilidad representan factores estratégicos durante toda la vida útil del activo (RICS, 2017; OECD, 2021).

En este contexto, BIM (Building Information Modeling) se ha consolidado como una metodología estratégica para integrar información y toma de decisiones durante todo el ciclo de vida del proyecto. La evolución conceptual BIM–BAM–BOOM refleja esta transformación digital: mientras BIM se enfoca en diseño y construcción, BAM (Building Asset Management) amplía el modelo hacia la gestión integral de activos y BOOM (Building Operation Optimization Management) incorpora optimización operativa mediante Digital Twins, sensores IoT e inteligencia artificial. Estudios desarrollados por la Universidad de Stanford, Universidad de Florida y Universidad de Ottawa, así como reportes de McKinsey, demuestran que BIM no solo mejora procesos constructivos, sino que permite reducir riesgos, optimizar costos operativos y fortalecer la sostenibilidad de los activos durante toda su vida útil. (University of Florida, 2025; University of Ottawa, 2024; CIFE Stanford, 2007; McKinsey, 2025).

BIM como estrategia de integración del ciclo de vida de un activo

Inicialmente, BIM fue entendido principalmente como una metodología de modelado tridimensional orientada a mejorar coordinación y visualización. No obstante, su evolución ha transformado la forma en que se diseñan, construyen y operan los activos. Actualmente, BIM funciona como una plataforma de gestión de información capaz de integrar diseño, construcción, mantenimiento, sostenibilidad y operación inteligente.

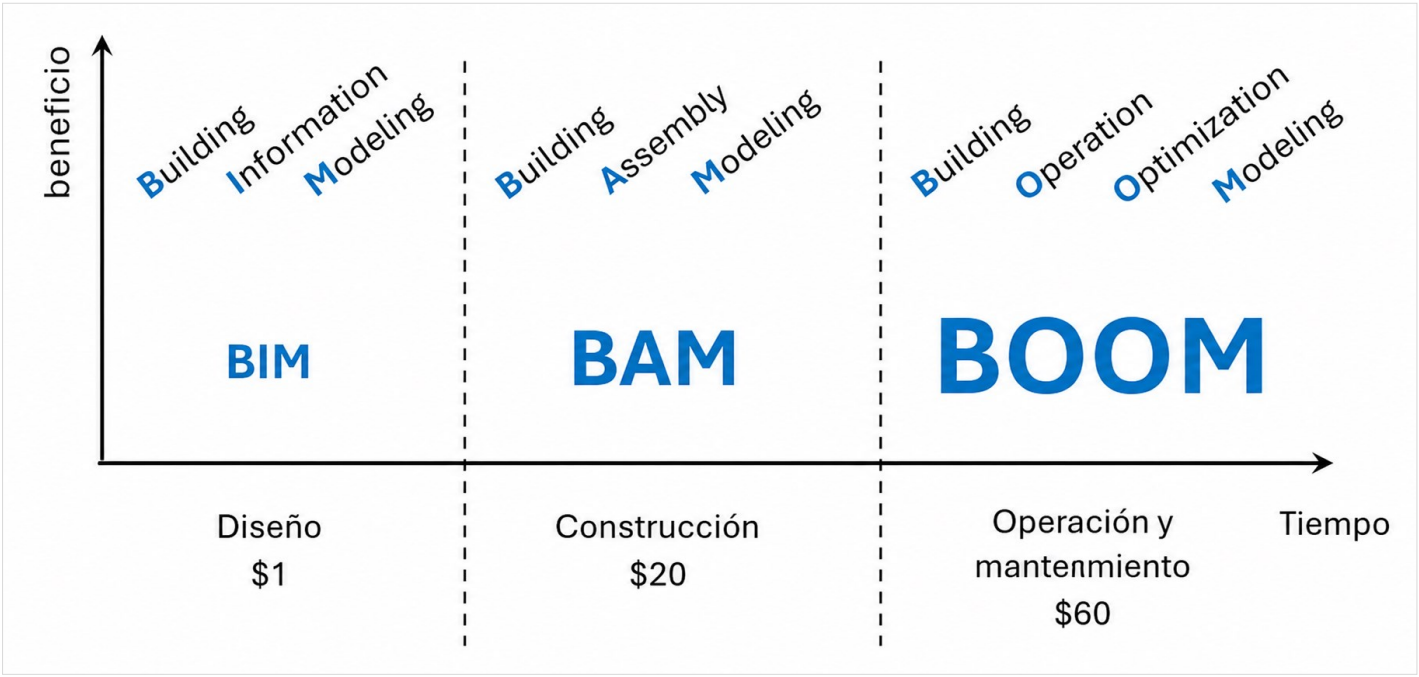
De acuerdo con Eastman et al. (2018), entre el 60% y el 80% del costo total de un edificio ocurre durante la fase operativa, lo que significa que pequeñas decisiones tomadas durante diseño y construcción pueden generar impactos económicos y ambientales significativos durante toda la vida útil del activo. Esto ha impulsado una transición global desde modelos tradicionales centrados únicamente en construcción hacia enfoques integrales de gestión del ciclo de vida.

Azhar (2011) señala que BIM mejora significativamente la coordinación interdisciplinaria, reduce retrabajos, disminuye errores constructivos y facilita la toma de decisiones tempranas, impactando directamente el CAPEX mediante reducción de riesgos y contingencias.

Sin embargo, el mayor valor estratégico aparece cuando BIM trasciende la etapa constructiva y se convierte en la base digital para la operación y administración de activos.

En este contexto surge el concepto evolutivo BIM–BAM–BOOM, propuesto por Patrick MacLeamy, el cual representa la madurez de la transformación digital en la industria de la construcción. Este enfoque amplía la visión tradicional de BIM, pasando del modelado y coordinación durante diseño y construcción hacia la gestión integral de activos y la optimización operativa basada en datos.

Mientras BIM (Building Information Modeling) se enfoca en diseño y construcción, BAM (Building Asset Management) incorpora la administración integral de activos, y BOOM (Building Operation Optimization Management) integra tecnologías como Digital Twins, sensores IoT e inteligencia artificial para optimizar el desempeño operativo durante todo el ciclo de vida del activo (MacLeamy, 2004).



Fuente: Patrick Macleamy, 2010

BIM (Building Information Modeling) se enfoca en la generación y gestión de información durante diseño y construcción.

BAM (Building Asset Management) amplía el uso del modelo hacia la administración integral del activo y Facility Management.

BOOM (Building Operation Optimization Management) incorpora optimización operativa continua mediante datos en tiempo real, sensores IoT, Digital Twins e inteligencia artificial.

Esta evolución permite que la información generada desde etapas tempranas continúe aportando valor durante toda la vida útil del activo, conectando directamente las decisiones CAPEX con el desempeño OPEX.

Decisiones de inversión con visión de ciclo de vida

Uno de los principales problemas históricos de la industria de la construcción ha sido la separación entre quienes diseñan, quienes construyen y quienes operan los activos. En muchos casos, las decisiones de diseño se toman sin considerar las necesidades futuras de mantenimiento, operación o adaptación tecnológica.

Esta desconexión genera activos más costosos de operar y menos resilientes ante cambios futuros.

La visión de ciclo de vida promovida por BIM permite precisamente romper estas barreras. Gracias al análisis integrado de información, es posible evaluar no solamente el costo inicial de un sistema, sino también su consumo energético, frecuencia de mantenimiento, durabilidad, emisiones de carbono y capacidad de adaptación futura.

Por ejemplo, en edificios hospitalarios o centros de datos, la continuidad operativa es crítica. Una decisión aparentemente menor relacionada con accesibilidad de mantenimiento, redundancia energética o ubicación de equipos puede representar millones de dólares en costos operativos o pérdidas por interrupción de servicio durante la vida útil del activo. BIM permite analizar estas variables desde etapas tempranas mediante simulaciones multidisciplinarias y análisis predictivos.

El equilibrio CAPEX–OPEX tiene además una relación directa con los criterios ESG (Environmental, Social and Governance), cada vez más relevantes para inversionistas, gobiernos y organismos financieros internacionales. Fondos de inversión y organismos multilaterales evalúan hoy no solamente el costo de construcción, sino el desempeño ambiental y operativo de los activos a largo plazo.

En este escenario, BIM se convierte en la herramienta que permite demostrar ese desempeño con datos, facilitando acceso a financiamiento verde y fortaleciendo la competitividad de las organizaciones.

Asimismo, BIM permite reducir riesgos relacionados con:

- Retrabajos, conflictos constructivos e incrementos de costos no previstos.
- Interrupciones operativas e ineficiencia energética.
- Deficiencias de mantenimiento y pérdida de información técnica.

Incumplimiento de objetivos de sostenibilidad y cumplimiento ambiental.

La integración de BIM con estrategias de sostenibilidad también ha cobrado relevancia global. Actualmente, gobiernos y organizaciones utilizan BIM para analizar carbono embebido, eficiencia energética, análisis de ciclo de vida y estrategias Net Zero, fortaleciendo la toma de decisiones orientadas a descarbonización y resiliencia climática.

Evidencia internacional y estudios universitarios

Diversas universidades y organismos internacionales han documentado beneficios medibles relacionados con BIM, CAPEX y OPEX. Stanford University, a través del Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), identificó reducciones de hasta 40% en cambios no presupuestados, mejoras significativas en precisión de costos y disminución importante de retrabajos mediante implementación BIM (CIFE Stanford, 2007).

Investigaciones de University of Florida y University of Ottawa destacan que el verdadero valor de BIM surge cuando se integra con análisis de ciclo de vida, Facility Management, Digital Twins y gestión inteligente de activos. De manera complementaria, estudios desarrollados en Hong Kong, Canadá y Europa, junto con reportes de McKinsey, documentan beneficios consistentes en productividad, reducción de riesgos y optimización operativa, consolidando a BIM como herramienta estratégica para equilibrar inversión inicial y desempeño futuro.

Digital Twins y el futuro del OPEX

La evolución natural de BIM hacia Digital Twins representa uno de los cambios más importantes en la gestión de infraestructura. Mientras BIM funciona como una representa-

ción digital del activo, los gemelos digitales incorporan información dinámica en tiempo real proveniente de sensores y sistemas operativos.

Esto permite desarrollar modelos predictivos capaces de optimizar:

- Consumo energético.
- Mantenimiento preventivo y predictivo.
- Gestión de espacios.
- Riesgos estructurales.
- Condiciones ambientales.
- Desempeño operativo.

En este escenario, el OPEX deja de ser un gasto reactivo y se transforma en una variable gestionable mediante inteligencia operativa basada en datos. McKinsey & Company (2025) destaca que la digitalización de infraestructura será uno de los factores más importantes para mejorar productividad, sostenibilidad y resiliencia en la industria de la construcción durante las próximas décadas.

Conclusión

Las decisiones CAPEX–OPEX definen el desempeño futuro de los activos construidos. La experiencia internacional demuestra que reducir costos iniciales sin considerar operación, mantenimiento y sostenibilidad puede generar impactos negativos financieros, operativos y ambientales durante décadas.

Para revertir esta tendencia, los profesionales e instituciones pueden adoptar acciones concretas. Primero, integrar análisis de ciclo de vida desde las etapas tempranas de diseño, incorporando simulaciones de consumo energético y costos de mantenimiento como criterio de decisión junto al presupuesto de construcción. Segundo, establecer un Plan de Ejecución BIM que defina los usos de los modelos más allá de la construcción, incluyendo su transferencia al equipo de operaciones como base para el Facility Management. Tercero, avanzar progresivamente hacia Digital Twins conectando el modelo BIM con sensores IoT para monitorear desempeño en tiempo real, comenzando con sistemas críticos como climatización o energía. Casos de aeropuertos, hospitales e infraestructura ferroviaria en Europa y Asia documentan reducciones de entre 15% y 25% en costos operativos mediante esta integración.

La metodología BIM, y su evolución hacia BAM y BOOM, no requiere una transformación total e inmediata: organizaciones de distintos tamaños han demostrado que es posible iniciar con proyectos piloto, medir resultados y escalar gradualmente. El aprendizaje central es claro: el valor de BIM no termina en la entrega del activo, sino que se multiplica durante su operación. El futuro de la infraestructura no dependerá únicamente de cuánto cuesta construir, sino de cuánto valor puede generar, conservar y optimizar durante toda su vida útil. **FML**

Dulce Barocio. Es conferencista internacional y líder en transformación digital de la construcción. Impulsa iniciativas y alianzas estratégicas que fortalecen la competitividad, la sostenibilidad y la digitalización del sector, en México y el extranjero. Es Maestra en negocios internacionales por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); es líder en innovación tecnológica y promotora de ciudades inteligentes.



FM LATINOAMÉRICA INSIGHTS

Tendencias y datos clave del Facility Management en América Latina.

De acuerdo a un estudio ¿Sabías que la cultura organizacional y la resistencia al cambio impactan más que la tecnología en la adopción de prácticas sostenibles en las operaciones FM en Latinoamérica?

Accede a la encuesta ►