Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 05/06/2026 | Aceptación: 08/06/2026 | Publicación: 11/06/2026

Gestión de la información en BIM y seguridad laboral: integración preventiva en instalaciones eléctricas y construcción.

Gestión de la información BIM y seguridad laboral: integración preventiva en el sector eléctrico.
Instalaciones y construcción

Gestión de la información BIM y seguridad laboral: integración preventiva en instalaciones eléctricas y de construcción.

Adriano César Notario

Ingeniero eléctrico, ingeniero civil, especialista en instalaciones e ingeniería eléctrica.
Seguridad en el lugar de trabajo

Resumen

Este artículo analiza la integración entre la gestión de la información en BIM, la compatibilidad de las instalaciones eléctricas, la planificación 4D y la prevención de riesgos en la construcción. La revisión narrativa utiliza estándares internacionales y literatura científica relevante sobre el tema. Se discuten los requisitos de información, la interoperabilidad, la detección de interferencias, la constructibilidad, la prevención por diseño, el control de energías peligrosas, la validación y la madurez organizacional. Se propone una matriz conceptual que relaciona las fases del ciclo de vida, la información mínima, la toma de decisiones preventivas y la evidencia, sin presentarla como un método clínicamente o empíricamente validado. Se concluye que BIM puede anticipar conflictos y mejorar la trazabilidad cuando se integra con las responsabilidades profesionales, los estándares, la revisión técnica y la participación del equipo. La tecnología no reemplaza la inspección, los procedimientos de seguridad ni el juicio de ingeniería.

Palabras clave: BIM; gestión de la información; seguridad laboral; instalaciones eléctricas; planificación 4D; prevención mediante el diseño

Abstracto

Este artículo analiza la integración de la gestión de información BIM, la coordinación de instalaciones eléctricas, la planificación 4D y la prevención de riesgos en la construcción. Esta revisión narrativa se basa en
Normas internacionales y literatura científica relevante para el tema. Se analizan los requisitos de información, la interoperabilidad, la detección de conflictos, la constructibilidad, la prevención basada en el diseño, el control de energía peligrosa, la validación y la madurez organizacional. Una matriz conceptual vincula las fases del ciclo de vida, la información mínima, las decisiones preventivas y la evidencia, sin presentarla como un método validado empíricamente. El documento concluye que BIM puede anticipar conflictos y mejorar la trazabilidad cuando se integra con las responsabilidades profesionales, las normas, la revisión técnica y la participación de la fuerza laboral. La tecnología no reemplaza la inspección, los procedimientos de seguridad ni el criterio de ingeniería.
Palabras clave: BIM; gestión de la información; seguridad laboral; instalaciones eléctricas; planificación 4D; prevención mediante el diseño

Introducción

La construcción reúne disciplinas, organizaciones y decisiones que evolucionan a ritmos diferentes.

Las incompatibilidades entre la arquitectura, la estructura y las instalaciones pueden dar lugar a modificaciones de última hora.

Si bien los fallos en la planificación exponen a los trabajadores a condiciones imprevistas, BIM ofrece...

Una plataforma digital para coordinar información, pero su beneficio depende del proceso. La serie ISO

19650 cambia el enfoque del archivo tridimensional a los requisitos, producción, intercambio y uso de

información a lo largo del ciclo de vida (ISO, 2018a).

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite su uso.
Se permite su distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 05/06/2026 | Aceptación: 08/06/2026 | Publicación: 11/06/2026

Las instalaciones eléctricas tienen requisitos específicos en cuanto a espacio, segregación, protección, acceso y
Mantenimiento. Los conflictos pueden no ser colisiones visibles. Una bandeja puede encajar geométricamente y
aún impiden la apertura del panel, reducen la distancia de trabajo o bloquean la ruta. Coordinación
Debe integrar geometría, propiedades, secuencia y riesgo. Esta amplitud hace que el tema sea adecuado para...
Convergencia entre la ingeniería eléctrica, la ingeniería civil y la seguridad laboral.
La construcción sigue siendo un sector de alto riesgo. Las estadísticas laborales internacionales muestran descensos.
Los impactos, los atrapamientos y las electrocuciones se encuentran entre las causas recurrentes de muertes. La tecnología puede...
Fomentar la prevención permitiendo que se discutan los riesgos antes de su implementación. Estudios BIM 4D.
Muestran aplicaciones en la planificación territorial, protecciones temporales y comunicación, pero advierten...
por dependencia del cronograma y la calidad de los datos (PHAM et al., 2020).
El objetivo es examinar cómo la gestión de la información en BIM puede respaldar la compatibilidad y
Seguridad de las instalaciones eléctricas durante el diseño, la construcción y la operación. La pregunta clave es:
¿Qué requisitos de proceso permiten transformar la visualización digital en toma de decisiones preventivas?
¿Rastreable? El artículo diferencia entre capacidad potencial, evidencia y limitación, evitando atribuir responsabilidad a la herramienta.
Resultados que dependen de la cultura, la competencia y el control sobre el terreno.

Metodología

Se realizó una revisión narrativa y crítica de las normas y los estudios sobre BIM y seguridad en la construcción.
Prevención mediante el diseño, planificación 4D y coordinación de instalaciones. Se priorizó la serie ISO.
19650, publicaciones de agencias de seguridad laboral y artículos revisados por pares.
Los descriptores abarcaban la gestión de la información BIM, la detección de interferencias y las instalaciones.
Electricidad, seguridad, salud laboral, planificación 4D, prevención mediante el diseño y ciclo de vida.
Se excluyeron los textos promocionales, las fuentes sin metodología identificable y las afirmaciones sobre productividad.
sin fundamento. El análisis distinguió entre revisiones, estudios de caso, propuestas de sistemas y estándares, ya que estos
Los distintos tipos de evidencia tienen distintos alcances.
Los hallazgos se agruparon por función del proceso: gobernanza de la información, compatibilidad,
Planificación del tiempo, integración del ciclo de vida, seguridad eléctrica y validación. La tabla era
Desarrollado como una síntesis conceptual derivada de estas categorías, organiza las decisiones y las pruebas.
pero no constituye un protocolo normativo ni un modelo de eficacia probada.
Las limitaciones incluyen la heterogeneidad de las definiciones de BIM, las diferencias entre jurisdicciones y...
Los estudios se centraron en casos específicos. No se realizó ningún metaanálisis ni evaluación.
experimental. Por lo tanto, las conclusiones identifican condiciones para un uso responsable y brechas, sin
Calcular la reducción porcentual universal de accidentes o retrabajos.

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite su uso.
Se permite su distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 05/06/2026 | Aceptación: 08/06/2026 | Publicación: 11/06/2026

1. BIM como sistema de gestión de la información

El modelado de información para la construcción debe entenderse como un proceso de gestión de la información, y no solo como modelado tridimensional. La serie ISO 19650 organiza los conceptos de producción, Intercambio, revisión, control de versiones y uso de la información a lo largo del ciclo de vida del activo. Modelos Los elementos geométricos forman parte de este entorno, pero su valor depende de los requisitos definidos. Responsabilidades, estados de aprobación y trazabilidad. Cuando se aplica a instalaciones eléctricas y En el contexto de la seguridad laboral, BIM permite la coordinación de objetos, espacios, actividades y riesgos sobre una base unificada (ISO, 2018a; ISO, 2018b).1

La calidad de la información comienza con su propósito. Un modelo diseñado para una compatibilidad precisa... contenido diferente del utilizado para la presupuestación, planificación, operación o análisis de Seguridad. Exigir detalles indiscriminados aumenta el esfuerzo y puede generar una falsa confianza. Los requisitos de información deben indicar qué decisiones se respaldarán, quién produce cada dato, cuándo se necesita y cómo se validará. Esta disciplina impide la creación de modelos con estructura visual. Los productos sofisticados pueden contener propiedades incompletas o inadecuadas para el uso previsto. El entorno de datos común organiza las versiones y reduce la circulación de archivos conflictivos. Estados Las tareas en curso, compartidas, publicadas y archivadas ayudan a controlar el grado de fiabilidad. Sin embargo, la plataforma no reemplaza la gobernanza. Convenciones de nomenclatura, La autorización, revisión y aprobación deben ser coherentes con el tamaño del proyecto. La gerencia debe para permitir la identificación del origen y la responsabilidad sin una burocracia desproporcionada, preservando evidencia suficiente para decisiones y cambios técnicos.

La interoperabilidad sigue siendo un desafío. Las disciplinas utilizan software, bibliotecas y niveles de... desarrollos distintos. Las pérdidas en el intercambio pueden afectar la conectividad, las propiedades, la clasificación y geometría. Los formatos abiertos y las comprobaciones de exportación reducen la dependencia, pero no garantizan Equivalencia completa. La validación debe comparar la información recibida con los requisitos, y no solo... Confirme que el archivo se abre. En instalaciones eléctricas, un pequeño error de referencia o propiedad... Puede comprometer los datos cuantitativos, el análisis espacial o la coordinación.

La gestión de la información tiene una dimensión humana. Diseñadores, planificadores, implementadores, los responsables. Por razones de seguridad, los operadores interpretan los riesgos de diferentes maneras. Reuniones de coordinación

[1] 1BIM se utiliza en el contexto de los procesos de gestión de la información, según la serie ISO 19650, y no simplemente como... Modelo tridimensional.

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite su uso.
Se permite su distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 05/06/2026 | Aceptación: 08/06/2026 | Publicación: 11/06/2026

Las medidas que respalda el modelo pueden visibilizar los conflictos, pero es necesario registrar las decisiones y...
Comunicado en un lenguaje accesible. BIM crea valor cuando acerca las disciplinas y anticipa...
opciones. Si se utiliza únicamente como entrega final, pierde su capacidad preventiva y se convierte en...
Representación tardía de decisiones ya tomadas.

2. Compatibilidad de las instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas comparten espacio con estructuras, arquitectura, fontanería, aire acondicionado,
Sistemas de protección contra incendios y comunicación. Pueden surgir conflictos geométricos en
Bandejas, conductos, cuadros eléctricos, pozos y salas técnicas. La detección automática identifica intersecciones,
Pero una colisión geométrica es solo un tipo de desajuste. El análisis debe incluir el acceso,
radio de curvatura, disipación de calor, segregación, mantenimiento, expansión y vías de escape.
El criterio de los ingenieros sigue siendo indispensable para distinguir entre conflicto genuino, tolerancia y resolución.
aceptable.

La coordinación debe realizarse antes de la consolidación de los detalles. Los cambios tardíos tienen
mayores costos porque afectan las compras, la fabricación, la programación y los servicios ya realizados. Modelos
Los sistemas federados permiten comparar disciplinas sin eliminar la autoría. Los informes de interferencia deben
Asigne responsabilidades y plazos, evitando listas extensas sin prioridad. Los criterios de gravedad pueden...
Considere la seguridad, el impacto funcional, el costo y la dificultad de la corrección. La reunión de coordinación.
Hay que tomar decisiones, no solo visualizar problemas.

Los objetos eléctricos deben contener propiedades útiles, como identificación, circuito, voltaje, potencia,
Requisitos de fase, origen, clasificación y mantenimiento. La fiabilidad de estos datos depende de:
Reglas y validación. Las bibliotecas genéricas pueden no representar productos, pero aun así pueden servir de apoyo para el análisis.
Espacial. En etapas posteriores, las propiedades deben actualizarse según sea necesario. Exceso de
Los atributos no controlados aumentan las inconsistencias. Un conjunto mínimo confiable es más valioso que
cientos de campos vacíos.

El análisis de constructabilidad relaciona el modelo con las condiciones de ensamblaje. Secuencia, acceso de
El equipo, el apoyo, el izamiento y las áreas temporales influyen en la ejecución. Una ruta
Lo que es técnicamente posible en el proyecto puede volverse impracticable una vez que se cierra una pared o...
Instalación de otro sistema. La participación de profesionales del sector en las revisiones mejora...
anticipación. Los modelos deben respaldar preguntas concretas sobre cómo ensamblar, probar, alimentar y
Mantener, y no solo localizar, los componentes.

La actualización del plano "tal como se construyó" debe registrar los cambios relevantes con discreción. Una simple...
La entrega del modelo del proyecto no representa el activo ejecutado. Verificaciones en el sitio,

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite su uso.
Se permite su distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 05/06/2026 | Aceptación: 08/06/2026 | Publicación: 11/06/2026

Se requiere la documentación de las desviaciones y la aceptación formal. Para su funcionamiento, la información debe ser...
Vinculado a manuales, pruebas e identificación física. Continuidad digital entre diseño y mantenimiento.
Reduce el tiempo de diagnóstico, siempre que la base de datos se mantenga gestionada y actualizada.

3. Planificación 4D y prevención de riesgos

BIM 4D asocia componentes con actividades y tiempo. Esta relación permite visualizar la evolución de...
Obra en construcción, conflictos de espacio, acceso e interfaces simultáneas. En términos de seguridad, el valor reside en...
anticipar condiciones que aún no existen físicamente. Los estudios demuestran aplicaciones para
Colocación de barreras de protección temporales, planificación de las zonas de trabajo y comunicación de riesgos.
(SULANKIVI et al., 2010; PHAM et al., 2020). La simulación no predice todo el comportamiento humano.
pero amplía la capacidad de revisar secuencias antes de la exposición.[2]
La prevención desde el diseño busca eliminar o reducir los peligros en su origen. Decisiones relativas al acceso, áreas
Los procedimientos de mantenimiento, los puntos de anclaje, la desenergización y el montaje influyen en la seguridad futura.
BIM puede asociar reglas e información sobre riesgos a los objetos, facilitando así las revisiones interdisciplinarias.
La aplicación debe respetar la jerarquía de controles: eliminar, reemplazar, aplicar controles.
Ingeniería, gestión y uso de equipos de protección personal. La visualización no debe desplazar la prioridad.
para medidas menos efectivas.
La planificación de la seguridad requiere información de tiempo confiable. Si el cronograma no representa la
En una secuencia real, la simulación puede ocultar las exposiciones. Las actividades deben detallarse a ese nivel.
necesario para la decisión, sin una fragmentación excesiva. Hitos de instalación, eliminación de la protección.
Deben destacarse los cambios temporales, la energización y los cambios de acceso. La integración entre la planificación es fundamental.
La seguridad nos permite analizar cuándo surge un riesgo, cuánto tiempo persiste y qué barreras existen.
Debería estar disponible.
La comunicación visual beneficia a equipos con diferentes perfiles, pero no sustituye al diálogo.
Las simulaciones pueden servir de apoyo para reuniones de preparación, capacitación y análisis preliminar de riesgos. Escenarios
Deben ser breves, concisas y acompañadas de preguntas. Una animación compleja puede causar una buena impresión.
y aún así quedan preguntas operativas sin respuesta. La persona a cargo debe confirmar que ha comprendido la información e incorporarla.
Conocimiento del trabajador. La herramienta es un mediador del aprendizaje colectivo, no una fuente de conocimiento del trabajador.
Comportamiento seguro automático.
La norma ISO 19650 Parte 6, publicada en 2025, estructura el ciclo de información sobre salud y seguridad en
Contexto BIM. El documento refuerza la identificación, el uso, el intercambio y la generalización de

---

2. La planificación 4D asocia los elementos del modelo con actividades o intervalos de tiempo en el cronograma.

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite su uso.
Se permite su distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 05/06/2026 | Aceptación: 08/06/2026 | Publicación: 11/06/2026

Información sobre riesgos a lo largo de todo el ciclo de vida del activo. Su existencia indica madurez internacional.
del tema. Sin embargo, su aplicación requiere adaptación a las obligaciones locales, la madurez de la organización y...
Naturaleza del proyecto. La estandarización guía el proceso, pero no transfiere la responsabilidad profesional.
al modelo (ISO, 2025).

4. Integración entre el ciclo de vida, la información y el control preventivo.

La prevención eficaz distribuye las decisiones a lo largo del ciclo de vida. En la etapa de diseño, define los requisitos y
Elimina las incompatibilidades fundamentales. En la fase de diseño, coordina las disciplinas e incorpora un acceso seguro.
En la planificación, relaciona la secuencia, el espacio y la protección temporal. En la ejecución, controla
Cambia y comunica las condiciones. Durante la puesta en marcha, verifica las funciones y los registros. Durante la operación,
Mantiene información para inspección y mantenimiento. La tabla resume esta lógica sin pretender...
reemplazar procedimientos regulatorios específicos.
La división en fases no implica límites rígidos. Las decisiones operativas deben guiar el diseño.
mientras que las observaciones de campo deberían proporcionar retroalimentación a las bibliotecas y a los requisitos futuros. El ciclo de
La información hace que el aprendizaje sea reutilizable. Para lograrlo, es fundamental contar con registros de incidentes, desviaciones y dificultades.
Estos deben traducirse en criterios de diseño o reglas de verificación. Presentar informes sin
La incorporación de lecciones limita la prevención a cada proyecto aislado.
La autoridad para tomar decisiones debe ir acompañada de responsabilidades. El coordinador BIM no asume estas responsabilidades.
asume automáticamente la responsabilidad de los cálculos eléctricos o la seguridad. Diseñadores disciplinarios,
Los planificadores, los implementadores y los profesionales de seguridad tienen cada uno sus propias responsabilidades específicas. La matriz de
Responsabilidades aclara quién produce, revisa, aprueba y utiliza cada pieza de información. Esta definición
Reduce las brechas y evita la falsa idea de que el software centraliza las distintas habilidades profesionales.
Los cambios son inevitables y constituyen una fuente importante de riesgo. Un cambio geométrico puede afectar
Distancia de seguridad, vía de escape, carga, soporte o secuencia. El flujo de cambios debe registrarse.
Justificación, impactos, responsables y aprobación previa a la publicación. Revisiones urgentes in situ.
Requieren un mecanismo proporcional, pero no pueden permanecer fuera del registro. El modelo debe reflejar
Decisiones autorizadas, no todas las hipótesis discutidas.
La tabla propuesta funciona como una matriz de trazabilidad conceptual. Relaciona la etapa,
Información mínima, toma de decisiones preventivas y evidencia. No presenta efectividad cuantitativa y no debería
debe interpretarse como validación empírica. Su uso adecuado es apoyar la organización de requisitos y

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite su uso.
Se permite su distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 05/06/2026 | Aceptación: 08/06/2026 | Publicación: 11/06/2026

Auditorías. Cada proyecto debe complementar la matriz con estándares, riesgos y responsabilidades.

específico.3

Paso	Información y toma de decisiones preventivas	Evidencia de control
Concepción y proyecto	Definir requisitos y coordinar modelos. preservar el acceso, la segregación y el mantenimiento.	Requisitos y coordinación Aprobado.
Planificación	Relacionar horarios, espacios y medidas de protección. Medidas temporales para revisar secuencias e interfaces.	Simulación 4D y análisis de riesgos.
Ejecución y puesta en marcha	Controla las versiones, los cambios, las actualizaciones y las pruebas. de la configuración final.	Archivos de Campo y ensayos.
Operación	Conservar el modelo tal como fue construido y el historial. para guiar la inspección y el aislamiento.	Archivos de mantenimiento.

Tabla 1. Matriz conceptual de integración entre información y toma de decisiones preventivas. Fuente: [Nombre de la empresa] por el autor basándose en ISO (2018a, 2018b, 2025), Sulankivi et al. (2010) y Pham et al. (2020).

5. Seguridad eléctrica y control de energías peligrosas

La electricidad puede producir descargas eléctricas, arcos eléctricos, incendios y explosiones. La OSHA reconoce estos riesgos.
Riesgos en las actividades de construcción y mantenimiento. La prevención comienza con la eliminación de los trabajos peligrosos.
Se activará el sistema eléctrico cuando sea técnicamente posible, seguido de aislamiento, bloqueo, verificación y control.
Accesibilidad. BIM puede representar zonas, fuentes y relaciones, pero la condición de seguridad depende de...
Procedimientos, competencia y herramientas adecuadas. El modelo no confirma la ausencia de tensión.4
La representación de circuitos y fuentes ayuda en el análisis de aislamiento. Sistemas con generación
Los sistemas distribuidos, las baterías o los generadores pueden mantener la energía a través de vías no evidentes. Diagramas
Los diagramas unifilares actualizados y la identificación de dispositivos son esenciales. Los vínculos entre objetos y
La documentación puede facilitar la consulta, siempre que la información esté verificada. La seguridad requiere...
Considere la energía almacenada, la retroalimentación, la energía auxiliar y las fuentes móviles. Simplificaciones gráficas.
No deberían ocultar los caminos reales.

3. La tabla es un resumen conceptual y no reemplaza el análisis de riesgos preliminar, las normas ni los procedimientos específicos.
4. La expresión "prevención desde el diseño" se refiere a la consideración anticipada de los riesgos de construcción, uso, mantenimiento y desmantelamiento en las decisiones de diseño y detalle.

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite su uso.
Se permite su distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 05/06/2026 | Aceptación: 08/06/2026 | Publicación: 11/06/2026

La coordinación entre el diseño y la secuencia de encendido reduce la exposición. Áreas parcialmente protegidas
Los proyectos terminados pueden contener equipos en funcionamiento cerca de los frentes de trabajo. Planificación 4D
Puede marcar las etapas de prueba, encendido y entrega, lo que permite revisar las barreras y los puntos de acceso. Cambios
Las acciones secuenciales deberían desencadenar una nueva evaluación. La visualización facilita la comprensión de la situación, pero...
La autorización formal y la comunicación sobre el terreno siguen siendo indispensables.
Es necesario proteger las distancias de trabajo, los espacios de acceso y las vías de evacuación contra la ocupación.
por otras disciplinas. Los conflictos pueden no aparecer como colisiones, ya que implican volúmenes de
Seguridad y mantenimiento. Estos volúmenes pueden modelarse como objetos de verificación. Reglas.
Los sistemas automatizados identifican las intrusiones, pero es necesario revisar los resultados para evitar alarmas excesivas.
Los criterios deben poder vincularse a la norma aplicable y al tipo de equipo.
La información sobre riesgos debe permanecer accesible durante la operación y el mantenimiento. Cambios,
Las sustituciones y ampliaciones pueden modificar las corrientes, la selectividad y la energía incidente. El modelo
Debe indicarse que los estudios tienen fechas y premisas, evitando su uso fuera de contexto. Gobernanza
La documentación y la revisión periódica son tan importantes como el modelado inicial. La seguridad eléctrica es
Proceso continuo de control de configuración.

6. Limitaciones, validación y madurez organizacional

La adopción de BIM no conlleva automáticamente una reducción de accidentes o retrabajos. Los estudios indican que...
Barreras de interoperabilidad, competencia, coste, calidad de los datos y resistencia organizativa.
La evidencia de los beneficios a menudo depende del contexto y del método de evaluación. Es insuficiente.
Atribuir causalidad a una herramienta sin controlar los cambios en el proceso, el equipo y el proyecto. El valor
Esto debe demostrarse mediante indicadores y comparaciones transparentes, reconociendo al mismo tiempo las limitaciones.
(WAQAR et al., 2024).
La validación debe realizarse por capas. Se comprueba el formato y la integridad de los archivos;
modelos, en términos de geometría y propiedades; procesos, en términos de estados, responsabilidades y
Aprobaciones; usos, en relación con la capacidad de respaldar decisiones. Se puede realizar una verificación automática.
Aprobar campos con valores incorrectos. Muestreo, reglas semánticas y revisión.
Es necesario que las técnicas coexistan. La intensidad del control debe reflejar la criticidad.
Los posibles indicadores incluyen el tiempo de resolución de conflictos, el número de cambios después de la ejecución,
Cumplimiento de la entrega, disponibilidad de la información y resolución de riesgos. Cada métrica puede...
Puede generar comportamientos indeseables si se usa de forma aislada. Reducir los conflictos registrados puede significar...
Mejor diseño o menor detección. Los indicadores deben interpretarse con base en evidencia cualitativa.
y tendencias. El objetivo es aprender, no generar cifras favorables.

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite su uso.
Se permite su distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 05/06/2026 | Aceptación: 08/06/2026 | Publicación: 11/06/2026

La madurez debe evolucionar desde usos limitados hasta una integración más amplia. Comenzando con
La coordinación de una disciplina crítica, la planificación de un proyecto o la gestión de requisitos pueden generar
Aprendizaje controlado. La expansión requiere estándares, capacitación y apoyo. Los proyectos piloto deben tener
Criterios de éxito y lecciones aprendidas. La implementación integral sin capacidades de gobernanza puede
Aumenta la complejidad y reduce la confianza.
El juicio profesional sigue siendo el límite fundamental. Los modelos no perciben todo...
Condiciones de terreno, improvisación, factores humanos o deterioro. La tecnología mejora la observación.
y la memoria, pero no reemplaza la inspección, el diálogo y la rendición de cuentas. Una cultura preventiva utiliza
BIM se utiliza para formular preguntas con antelación y hacer que las decisiones sean rastreables. El objetivo no es digitalizar.
Se utilizan documentos existentes, pero la mejora de la calidad del proceso genera seguridad y rendimiento.

7. Requisitos de información y entrega para la operación.

La transición del proyecto a la operación a menudo revela una discontinuidad de la información. Modelos
Pueden contener información geométrica detallada, pero aún carecen de identificación, garantía, procedimiento de prueba o...
Enlace al activo físico. Deben definirse los requisitos de información organizativa y del activo.
antes de contratar. Indican qué datos respaldarán la inspección, el mantenimiento, el reemplazo y
Seguridad. Sin esta definición, la entrega tiende a replicar las ventajas del software de diseño.
La aceptación debe verificar las muestras y las reglas. Los nombres, clasificaciones, unidades y códigos deben ser...
Consistente. Las propiedades críticas no pueden aceptarse simplemente porque un campo esté completo.
Los documentos adjuntos deben corresponder al equipo instalado. El equipo operativo debe...
Participe en la definición y verificación, ya que está familiarizado con los flujos de trabajo que utilizarán los datos.
Esta participación reduce las entregas digitales que no tienen ninguna utilidad práctica.
La identificación física y digital debe permanecer sincronizada. Etiquetas para paneles, circuitos,
Los dispositivos y las áreas permiten relacionar el campo, el modelo y el sistema de mantenimiento. Los cambios deben
Actualizar todas las representaciones pertinentes. Si la identificación difiere, el trabajador puede aislar la fuente.
Instrucciones incorrectas o inadecuadas. El gobierno debe otorgar autoridad para modificarlas.
Registrar y exigir comprobante de finalización.
La operación también genera nueva información. Las inspecciones, fallas, pruebas y reemplazos modifican...
comprensión del activo. Un proceso maduro incorpora estos registros de forma selectiva, mientras mantiene
Historial y configuración actual. No es necesario incluir todos los datos en el modelo tridimensional. Sistemas
Los especialistas pueden seguir siendo la fuente principal, siempre que los identificadores y
Las responsabilidades deben permitir la integración. El objetivo es la coherencia, no una concentración artificial de todo...
la información.

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite su uso.
Se permite su distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 05/06/2026 | Aceptación: 08/06/2026 | Publicación: 11/06/2026

Al final de su vida útil, se requiere información sobre materiales, energías, contaminación, secuencia y acceso.
Apoyan el desmantelamiento seguro. La prevención no termina con la entrega. Decisiones de diseño que registran
Los riesgos residuales facilitan las intervenciones futuras. La norma ISO 19650, parte 6, refuerza esta perspectiva cíclica.
completo. Su uso requiere que la información sobre salud y seguridad sea comprensible, actualizada y
proporcional al riesgo.

8. Análisis crítico e implicaciones para la práctica

La evidencia sugiere que BIM mejora la capacidad de anticipación, pero no autoriza a asignar toda la responsabilidad.
Mejora del modelo. Las organizaciones que adoptan BIM cambian frecuentemente las reuniones,
Responsabilidades y comunicación al mismo tiempo. Los estudios deberían separar, siempre que sea posible, el efecto
de visualización, gobernanza y colaboración. En la práctica, esta limitación sugiere evaluar
No se debe medir todo el proceso únicamente en función de la cantidad de interferencias detectadas.
La automatización de reglas resulta prometedora para las comprobaciones repetitivas, pero las reglas contienen lenguaje.
Contextual. Traducir un requisito en una regla computable exige interpretación y actualización. Falso.
Los resultados positivos pueden abrumar a los equipos, mientras que los falsos negativos generan una confianza excesiva.
Las bibliotecas de reglas necesitan autoría, control de versiones, alcance y validación. Las decisiones críticas deben
siguen sujetos a revisión profesional.
Los factores humanos merecen mayor atención. Interfaces, sobrecarga de información y presión por los plazos de entrega.
Afectan a cómo se interpretan las alertas. Los modelos pueden mejorar la comprensión espacial, pero también
Para centrar la atención en lo que se representa. Riesgos emergentes, improvisación y condiciones meteorológicas.
Es posible que queden excluidos del entorno digital. Los procesos deberían animar a los trabajadores a cuestionar el modelo.
y registrar discrepancias.
Las pequeñas organizaciones se enfrentan a obstáculos específicos relacionados con el coste, la formación y la estandarización.
El despliegue proporcional puede utilizar usos limitados, requisitos reducidos y herramientas sencillas.
interoperable. El objetivo no es replicar la infraestructura de grandes proyectos, sino preservarla.
Principios de coordinación y trazabilidad. Las guías y bibliotecas abiertas pueden reducir las barreras.
siempre que no sustituyan la idoneidad local.
La agenda de investigación incluye estudios longitudinales, métricas comparables y evaluación de la calidad de la información.
Es necesario comprender qué usos generan beneficios a diferentes escalas y cuáles...
Las habilidades son la base de los resultados. Publicar los fracasos y las limitaciones evitaría sesgos favorables.
En ingeniería, la principal contribución de BIM consiste en hacer visibles las relaciones y trazar las decisiones.
Dejar claro que la seguridad depende de las personas, los procesos y la verificación.

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite su uso.
Se permite su distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 05/06/2026 | Aceptación: 08/06/2026 | Publicación: 11/06/2026

Conclusión

BIM contribuye a la seguridad y la compatibilidad cuando funciona como un proceso de gestión de la información. La geometría mejora la comprensión, pero los requisitos, la responsabilidad, la revisión y el control de versiones son fundamentales para tomar decisiones fiables.

En las instalaciones eléctricas, el análisis debe superar los posibles conflictos. Es necesario representar y analizar los volúmenes de acceso, segregación, mantenimiento, energización y seguridad. El modelo debe responder a los usos definidos.

La planificación 4D permite vincular el riesgo con el tiempo. Su utilidad depende de la precisión del cronograma y de la participación de los equipos. Las simulaciones facilitan la preparación, pero no sustituyen la verificación sobre el terreno.

La prevención mediante el diseño aumenta las posibilidades de eliminar los riesgos antes de la construcción. La información de seguridad vinculada a los objetos permite conservar el conocimiento a lo largo de su ciclo de vida, especialmente cuando se controlan los cambios.

La matriz conceptual presentada organiza las etapas, la información, la decisión y la evidencia. No mide la efectividad y debe adaptarse. Su mérito radica en explicitar la relación entre los datos generados y la toma de decisiones preventivas.

La seguridad eléctrica requiere procedimientos independientes de la plataforma. El bloqueo/etiquetado, la verificación de ausencia de tensión, el control de la fuente y la competencia siguen siendo fundamentales. El modelo facilita la localización y la comunicación, pero no certifica una condición segura.

La adopción debe ser gradual, validada y guiada por indicadores interpretables. La calidad de los datos, la interoperabilidad y la madurez humana limitan los resultados. Las afirmaciones generalizadas de ahorro de costes o reducción de accidentes no se justifican con evidencia heterogénea.

Se concluye que la integración entre BIM, ingeniería eléctrica, construcción y seguridad puede anticipar conflictos y fortalecer la trazabilidad. El impacto positivo depende de la gobernanza, los estándares, la revisión técnica y el aprendizaje, preservando al mismo tiempo la responsabilidad profesional en todas las etapas.

Referencias

AFZAL, M. et al. Evaluación de BIM 4D y realidad virtual para una comunicación y capacitación efectivas en seguridad. Buildings, vol. 11, n.° 8, 319, 2021. DOI: 10.3390/buildings11080319.

EASTMAN, C. et al. Manual BIM: una guía para el modelado de información de construcción para propietarios, diseñadores, ingenieros, contratistas y administradores de instalaciones. 3.ª ed. Hoboken: Wiley, 2018.

HOEFT, M.; TRASK, C.; SHEA, A. Seguridad integrada: exploración del potencial de las plataformas basadas en BIM para la salud y seguridad en el trabajo. Sustainability, vol. 14, n.º 10, 6104, 2022. DOI: 10.3390/su14106104.

ISO. ISO 19650-1:2018. Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluido el modelado de información para la construcción: conceptos y principios. Ginebra: Organización Internacional de Normalización, 2018a.

ISO. ISO 19650-2:2018. Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluido el modelado de información de construcción: fase de entrega de los activos. Ginebra: Organización Internacional de Normalización, 2018b.

ISO. ISO 19650-3:2020. Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluido el modelado de información de construcción: fase operativa de los activos.
Ginebra: Organización Internacional de Normalización, 2020.

ISO. ISO 19650-4:2022. Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluido el modelado de información para la construcción: intercambio de información. Ginebra: Organización Internacional de Normalización, 2022.

ISO. ISO 19650-6:2025. Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluido el modelado de información para la construcción: información sobre salud y seguridad. Ginebra: Organización Internacional de Normalización, 2025.

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite su uso.
Se permite su distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año VII, vol. 2, 2026 | Envío: 05/06/2026 | Aceptación: 08/06/2026 | Publicación: 11/06/2026

JANGAM, A. et al. Un enfoque basado en BIM para evaluar los riesgos para la salud laboral en la construcción. Buildings, vol. 14, no. 2, 476, 2024. DOI: 10.3390/buildings14020476.

PHAM, KT et al. Planificación de espacios de trabajo basada en BIM 4D para instalaciones de seguridad temporales en la construcción. Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública, vol. 17, n.º 10, 3403, 2020. DOI: 10.3390/ijerph17103403.

SIDANI, A. et al. Mejores prácticas de BIM para la salud y seguridad en la construcción: una revisión sistemática. Buildings, vol. 13, n.º 10, 2556, 2023. DOI: 10.3390/buildings13102556.

SULANKIVI, K. et al. BIM 4D para la planificación de la seguridad en la construcción. En: W099 SPECIAL TRACK, 2010. Actas. Salford: CIB, 2010.

WAQAR, A. et al. Limitaciones de las prácticas de gestión de seguridad basadas en BIM en proyectos de construcción residencial. Desafíos ambientales, vol. 14, 100848, 2024. DOI: 10.1016/j.envc.2024.100848.

ZHANG, S. et al. Modelado de información de construcción y seguridad: verificación automática de seguridad de modelos y cronogramas de construcción. Automation in Construction, vol. 29, págs. 183-195, 2013. DOI: 10.1016/j.autcon.2012.05.006.

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite su uso.
Se permite su distribución y reproducción en cualquier medio, sin restricciones, siempre que se cite correctamente la obra original.