

PROCOLOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS Building Information Modeling **TOMO 2**

BIM

BIENVENIDOS

Este tomo se centra en el aspecto técnico del modelado Building Information Modeling (BIM). Su objetivo es proporcionar una guía detallada sobre cómo realizar el modelado en BIM, abarcando desde los fundamentos hasta técnicas más avanzadas. Se pretende que sirva como un recurso esencial para aquellos que desean dominar el arte y la ciencia del modelado BIM, independientemente de su nivel de experiencia previa. Este volumen integra la experiencia práctica de empresas líderes del clúster de construcción de la Cámara de Comercio, recogiendo estrategias y aprendizajes de proyectos piloto implementados en la región, con el fin de ofrecer un aprendizaje aplicable y de vanguardia en la industria de la construcción.

ALCANCE Y APLICACIÓN:

- Fundamentos del modelado BIM, incluyendo la creación de modelos digitales detallados.
- Técnicas avanzadas para la creación de modelos BIM, como modelado paramétrico, uso de familias y elementos personalizados.
- Métodos para asegurar la precisión y el detalle en los modelos BIM.
- Uso de software específico de BIM para modelado, como Revit, ArchiCAD, entre otros.

LOS OBJETIVOS SON:

- Capacitar a los lectores en las habilidades técnicas del modelado BIM.
- Fomentar la comprensión profunda de cómo los modelos BIM pueden ser utilizados para mejorar la calidad y eficiencia en el diseño y la construcción.
- Promover las mejores prácticas y estándares en el modelado BIM.
- Inspirar la innovación y la creatividad en el uso del modelado BIM.

INDICE - TOMO 2

MODELADO BIM.

Introducción

..... Pag. 6 - 9

- a. Propósito del tomo.
- b. Alcance y objetivos.
- c. Beneficios del modelado en BIM.
- d. Mitos del BIM

Fundamentos del modelado bim:

..... Pag. 10

- a. Definición de Modelado BIM.
- b. Principios de diseño paramétrico.
- c. Modelado versus dibujo.

Herramientas y Software para Modelado BIM:

..... Pag. 11

- a. Softwares líderes en el mercado.
- b. Selección y adaptación según necesidades.
- c. Capacitación y aprendizaje continuo.

Componentes y objetos bim:

..... Pag. 12 - 14

- a. Familias y tipos de objetos.
- b. Creación y personalización de componentes.
- c. Bibliotecas y recursos.

Áreas del modelo BIM:

..... Pag. 14

- a. Modelado estructural.
- b. Modelado arquitectónico.
- c. Modelado MEP.

INDICE - TOMO 2

MODELADO BIM.

Niveles de desarrollo (Iod):

- a. Definición y propósito.
- b. Escalas de LOD y su aplicación.
- c. Estándares y mejores prácticas.

..... Pag. 15 - 17

Coordinación y detección de interferencias:

- a. Herramientas de coordinación.
- b. Detección y resolución de colisiones.
- c. Revisiones colaborativas.

..... Pag. 18

Visualización y simulación:

- a. Renderización y técnicas de visualización.
- b. Simulaciones energéticas y de iluminación.
- c. Realidad virtual y aumentada en BIM

..... Pag. 19

Gestión de espacios y cantidades:

- a. Definición y modelado de espacios.
- b. Extracción de cantidades y listas de materiales.
- c. Análisis de costos y estimaciones.

..... Pag. 20

Documentación y planos:

- a. Generación automática de planos.
- b. Estilos y configuraciones de visualización.
- c. Etiquetado y anotaciones.

..... Pag. 21

INDICE - TOMO 2

MODELADO BIM.

Control de versiones y colaboración en el modelo:

..... Pag. 22

- a. Herramientas de control de versiones.
- b. Modelos compartidos y trabajos simultáneos.
- c. Plataformas de colaboración BIM en la nube.

Usos BIM:

..... Pag. 22 - 24

- a. Definición y clasificación de usos BIM.
- b. Uso de BIM en la fase de diseño:
diseño conceptual, diseño detallado.
- c. Uso de BIM en la fase de construcción:
planeación, control de costos, simulación de construcción.
- d. Uso de BIM en la fase de operación y mantenimiento:
gestión de activos, simulaciones energéticas.
- e. Otros usos BIM:
seguridad, logística, sostenibilidad, entre otros.

Protocolos

..... Pag. 25 - 26

Consideraciones finales y mejores prácticas:

..... Pag. 27

- a. Mantenimiento y actualización del modelo.
- b. Niveles de detalle y precisión.

Casos de estudio

..... Pag. 28 - 30

Anexos y referencias.

..... Pag. 31 - 32

BENEFICIOS DEL MODELADO EN BIM

El modelado BIM ofrece numerosos beneficios, incluyendo:

1

Mayor precisión y detalle en los diseños:

El modelado BIM permite la creación de modelos digitales ricos en detalles, lo que ayuda en la precisión del diseño y en la anticipación de posibles problemas.

2

Flexibilidad en el diseño:

Facilita la experimentación y modificación de diseños, permitiendo explorar diferentes opciones de manera eficiente.

3

Integración de datos multidisciplinarios:

Permite integrar información de diferentes disciplinas (estructural, eléctrica, mecánica, etc.) en un único modelo.

4

Visualización avanzada:

Ofrece herramientas para visualizaciones 3D avanzadas, lo que mejora la comprensión del proyecto y la toma de decisiones.

5

Automatización en la creación de documentación:

Genera automáticamente planos, secciones y elevaciones precisas a partir del modelo BIM.

6

Simulaciones y Análisis:

Permite realizar simulaciones (como análisis de iluminación, ventilación, etc.) directamente en el modelo, mejorando la calidad y desempeño del diseño.

7

Colaboración mejorada:

Aunque centrado en el modelado, BIM también facilita la colaboración al permitir que distintos miembros del equipo trabajen sobre un modelo común.

MITOS DEL BIM

BIM = Revit



Revit es un software popular para BIM, pero BIM no se limita a este. BIM es una metodología de trabajo que implica la colaboración, gestión y visualización de información en todas las fases de un proyecto, mientras que Revit es una de las muchas herramientas que se pueden usar para implementar BIM.

BIM es solo para edificaciones



BIM se aplica no solo en edificios, sino en una variedad de infraestructuras como puentes, carreteras, túneles y más. La metodología puede ser utilizada en cualquier tipo de construcción que se beneficie de una planificación detallada y la gestión de información.

Es solo para grandes proyectos



Aunque los beneficios de BIM son fácilmente reconocibles en grandes proyectos debido a su complejidad, los proyectos pequeños también pueden beneficiarse de BIM. Ayuda en la precisión, la eficiencia y la reducción de errores, independientemente del tamaño del proyecto.

Su uso no está extendido



El uso de BIM está en constante crecimiento globalmente, con una adopción en aumento en múltiples países y sectores. La percepción de su adopción limitada puede venir de la curva de aprendizaje y la inversión inicial, pero cada vez es más común su uso en la industria.

No es usado aún en Colombia



Aunque el grado de adopción de BIM puede variar de un país a otro, en Colombia está siendo cada vez más utilizado, especialmente en proyectos de infraestructura pública y privada, con un interés creciente en capacitar a los profesionales en esta metodología.

Es solo para proyectos nuevos



BIM es valioso tanto para proyectos nuevos como para renovaciones o ampliaciones. Incluso en el mantenimiento y gestión de edificios existentes, BIM puede aportar ventajas significativas en la operación y el mantenimiento de las instalaciones.

Es costoso



La implementación de BIM puede requerir una inversión inicial en software, hardware y capacitación, pero los beneficios a largo plazo como la reducción de costos por errores, menores tiempos de inactividad y eficiencias operativas pueden superar con creces los costos iniciales.

Es solo para Arquitectos y diseñadores



BIM es útil para todos los stakeholders de un proyecto, incluyendo ingenieros, contratistas, operadores de edificios y propietarios. Facilita la colaboración interdisciplinaria y mejora la toma de decisiones en todas las etapas de un proyecto

Es solo modelar en 3D



BIM va más allá del modelado 3D, incorporando dimensiones adicionales como el tiempo (4D), costos (5D), sostenibilidad ambiental (6D) y gestión de instalaciones (7D), lo que convierte a BIM en una herramienta integral para la gestión de proyectos.

Solo es útil en fase de diseño



Si bien BIM es extremadamente útil en la fase de diseño, su valor se extiende a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, incluyendo la construcción, operación y mantenimiento, e incluso la demolición.

Es una moda pasajera



BIM se ha establecido como una metodología estándar en la industria de la construcción debido a su capacidad para mejorar la eficiencia y la comunicación en proyectos complejos. No es una tendencia, sino una evolución de las prácticas de trabajo.

Es fácil de aprender y usar



Aunque el software BIM se ha vuelto más intuitivo, la metodología BIM completa puede ser compleja y requiere una formación adecuada. No es simplemente aprender a usar un software, sino adoptar un nuevo enfoque para la gestión de proyectos de construcción.

FUNDAMENTOS DEL MODELADO BIM

a. Definición de Modelado BIM

El Modelado de Información para la Construcción (BIM, por sus siglas en inglés) es un proceso inteligente basado en la tecnología 3D que proporciona a arquitectos, ingenieros y profesionales de la construcción la visión y las herramientas para planificar, diseñar, construir y administrar edificios e infraestructuras de manera eficiente.

BIM va más allá de las simples herramientas de dibujo y modelado; **implica la gestión de la información a lo largo del ciclo de vida de un proyecto.** El modelo BIM contiene datos precisos y detallados, no solo sobre la geometría del edificio, sino también sobre las propiedades de sus componentes, permitiendo una integración y colaboración efectiva entre diferentes disciplinas.

b. Principios de diseño paramétrico

El diseño paramétrico en BIM es un enfoque que utiliza parámetros y relaciones matemáticas para definir y ajustar las dimensiones y características de los elementos del modelo. Esto permite que los cambios realizados en una parte del modelo se reflejen automáticamente en otras partes, manteniendo la coherencia y precisión del diseño.

El diseño paramétrico facilita la experimentación y optimización del diseño, ya que los usuarios pueden ajustar parámetros específicos (como dimensiones, materiales, etc.) y ver los efectos de esos cambios en tiempo real.

c. Modelado versus dibujo

La diferencia principal entre modelado y dibujo en BIM radica en la dimensionalidad y la interactividad. El dibujo tradicional se realiza en 2D y representa visualmente un proyecto sin interactividad o datos integrados. Por otro lado, el modelado en BIM es tridimensional y dinámico. Permite no solo visualizar el edificio en tres dimensiones, sino también interactuar con el modelo para obtener información detallada sobre sus componentes. Mientras que el dibujo es estático y limitado a la representación gráfica, el modelado en BIM es un proceso integral que abarca tanto la geometría como la información detallada de cada elemento del proyecto.

HERRAMIENTAS Y SOFTWARE PARA MODELADO BIM

La selección y uso eficiente de herramientas y software son fundamentales en el modelado BIM. **Estas herramientas permiten a los profesionales diseñar, simular, analizar y colaborar en proyectos de construcción de manera más eficaz.**

El mercado ofrece una variedad de softwares BIM, cada uno con sus propias fortalezas, **adaptándose a diferentes necesidades y aspectos del modelado de información** para la construcción

Softwares líderes en el mercado

Los softwares líderes en el mercado de BIM incluyen Autodesk Revit, ArchiCAD, Bentley Systems, y Tekla Structures. Cada uno ofrece características específicas que los hacen adecuados para diferentes aspectos del diseño y la construcción, con Revit y ArchiCAD siendo ampliamente utilizados en diseño arquitectónico y MEP, mientras que Bentley y Tekla se destacan en el modelado estructural.

Selección y adaptación según necesidades

La selección de un software BIM debe basarse en las necesidades específicas del proyecto y del equipo. Factores como la complejidad del proyecto, la colaboración entre equipos, la compatibilidad con otras herramientas y el presupuesto son clave. La adaptación puede incluir la personalización de la interfaz, la creación de plantillas específicas del proyecto, y la integración con otras herramientas de software.

Capacitación y aprendizaje continuo

La capacitación en BIM es esencial para mantenerse al día con las últimas tecnologías y prácticas. Esto puede incluir formación formal, talleres, seminarios en línea, y aprendizaje autodidacta. El aprendizaje continuo ayuda a los profesionales a aprovechar al máximo las capacidades del software y aplicarlas eficazmente en sus proyectos.

COMPONENTES Y OBJETOS BIM

Los componentes y objetos en BIM son los bloques de construcción de los modelos digitales. Estos elementos no solo representan visualmente la geometría del edificio, sino que también incorporan datos relevantes, lo que permite un análisis detallado y una toma de decisiones informada a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

a. Familias y tipos de objetos en BIM

Las 'familias' en BIM son fundamentales para el modelado de proyectos. Son conjuntos de elementos que comparten características comunes y comportamientos. Las familias se clasifican generalmente en tres categorías:



Familias de sistema:

Son aquellas predeterminadas en el software BIM, como muros, suelos, techos, y conductos. Estas familias están diseñadas para ser flexibles y se pueden modificar según las necesidades del proyecto.

Familias in situ:

Son creadas dentro de un proyecto específico para modelar componentes únicos, como elementos estructurales personalizados. Son útiles para elementos que no se ajustan a las formas estándar.

Familias cargables:

Son elementos que se pueden diseñar independientemente y luego cargar en un proyecto. Incluyen muebles, equipos, ventanas y puertas. Permiten una gran personalización y se pueden crear bibliotecas específicas para uso repetido.

Cada familia puede contener varios 'tipos', que son variaciones dentro de la misma familia, diferenciándose en dimensiones, materiales y otros parámetros.

b. Creación y personalización de componentes

La creación de componentes personalizados en BIM permite una adaptación detallada a las necesidades específicas del proyecto. Esto incluye:

Modelado paramétrico:

Los componentes se pueden diseñar para cambiar de tamaño o forma en respuesta a ciertos parámetros, lo que permite una gran flexibilidad en el diseño.

Atributos personalizables:

Los usuarios pueden agregar atributos específicos a los componentes, como propiedades de material, información de costos, o datos de sostenibilidad.

Adaptación a normativas locales:

Los componentes se pueden ajustar para cumplir con normativas y estándares locales, asegurando la viabilidad y legalidad del proyecto.

c. Bibliotecas y recursos

Las bibliotecas en BIM son esenciales para eficientizar el proceso de diseño y construcción. Estas incluyen:

Proporcionadas por el software BIM, estas bibliotecas contienen una amplia gama de componentes comúnmente utilizados en la construcción.



Las empresas pueden desarrollar sus propias bibliotecas, que reflejan sus estándares de diseño, preferencias y experiencias anteriores. Esto ahorra tiempo en el diseño y mantiene la consistencia en los proyectos.

Existen plataformas y comunidades en línea donde los profesionales pueden compartir y descargar componentes, lo cual es útil para encontrar soluciones específicas o elementos innovadores.

La profundidad y flexibilidad de los componentes y objetos en BIM facilitan un diseño más detallado, una construcción más eficiente y una mejor gestión del proyecto en su conjunto.

ÁREAS DEL MODELO BIM

En BIM, el modelado **se divide en varias áreas especializadas, cada una enfocada en diferentes aspectos de la construcción**, como estructuras, arquitectura y sistemas MEP. Esta segmentación permite a los profesionales concentrarse en detalles específicos, **asegurando que cada componente del proyecto sea diseñado y modelado con precisión.**

Modelado estructural

Abarca la creación detallada de la estructura de un edificio, incluyendo elementos como columnas de acero, vigas, losas de hormigón y cimientos. Ejemplo: En un proyecto de un edificio de oficinas, el modelado estructural BIM permitiría visualizar cómo las cargas se transmiten a través de las columnas y vigas, optimizando el uso de materiales y garantizando la seguridad estructural.

Modelado arquitectónico

Se centra en los aspectos estéticos y funcionales del diseño de un edificio, incluyendo muros, ventanas, puertas y disposición de espacios. Ejemplo: Al diseñar un complejo residencial, el modelado arquitectónico en BIM ayudaría a planificar la distribución de los apartamentos, asegurando la maximización del espacio y la luz natural.

Modelado MEP

Mecánico, eléctrico y de plomería

Este modelado implica la planificación detallada de los sistemas mecánicos (como HVAC), eléctricos y de plomería. Ejemplo: En un hospital, el modelado MEP en BIM sería crucial para diseñar sistemas de climatización que cumplan con los estándares de salud y eficiencia energética.

NIVELES DE DESARROLLO LOD

Los Niveles de Desarrollo (LOD) en BIM definen el grado de detalle y precisión de un modelo en distintas etapas del proyecto. Esta escala ayuda a establecer expectativas claras y asegura la coherencia en la calidad y profundidad de la información proporcionada a lo largo del proceso de diseño y construcción, si se requiere complementar la información acá mostrada dirigirse a los BIM KIT en guías para la adopción BIM en las organizaciones – Guías de modelado BIM.

a. Definición y propósito

Los LOD definen la riqueza de detalles y la precisión de un modelo BIM en diferentes etapas del proyecto, desde la concepción hasta la finalización. Estos niveles se conocen generalmente como "LOD" (Level of Development o Level of Detail). Cada LOD representa la cantidad y la precisión de la información contenida en el modelo BIM.



b. Escalas de LOD y su aplicación

Los niveles de detalle en BIM (Building Information Modeling) son una parte esencial para entender cómo se desarrollan y utilizan los modelos BIM a lo largo de las diferentes etapas de un proyecto. Varían desde LOD 100 (representación conceptual) hasta LOD 500 (documentación de construcción detallada).

Ejemplo: En LOD 200, un modelo de un edificio podría mostrar la forma básica y el volumen, mientras que en LOD 400, incluiría detalles de fabricación y montaje. A continuación, los niveles de detalle comúnmente aceptados:

LOD 100 **Conceptualización:**

En este nivel, el modelo incluye elementos representados con símbolos generales o bloques aproximados. Se utilizan para estudios de masa o planificación conceptual. La información es muy básica, como ubicación aproximada y dimensiones globales.

LOD 200 **Información General:**

Aquí, los elementos del modelo tienen formas geométricas aproximadas y pueden incluir algunos tamaños y relaciones espaciales. Este nivel se utiliza para análisis preliminares y estimaciones de costos iniciales.

LOD 300 **Documentación:**

En este nivel, los modelos se desarrollan con geometrías precisas y se añaden detalles arquitectónicos y estructurales. Es el nivel comúnmente usado para la documentación de construcción, permitiendo estimaciones de costos más precisas y coordinación entre las disciplinas.

LOD 400 **Construcción:**

Este nivel incluye detalles específicos de fabricación, ensamblaje y construcción. Es muy detallado y se usa para la gestión del proceso de construcción, incluyendo la planificación de las actividades de obra y la fabricación de componentes.

LOD 500 **Operaciones:**

Representa el modelo tal como fue construido, sirviendo como base para operaciones y mantenimiento. Incluye modificaciones realizadas durante la construcción y detalles exactos de todos los elementos del edificio.

Es importante mencionar que la interpretación de estos niveles puede variar ligeramente según la normativa o los estándares adoptados por diferentes organizaciones. En algunos casos, también se puede encontrar una distinción entre "Level of Detail" (detalle geométrico) y "Level of Information" (información no geométrica asociada).

Si se desea implementar BIM es importante dirigirse a los BIM KIT en guías para la adopción BIM en las organizaciones por CAMACOL. La implementación de BIM (Building Information Modeling) a nivel internacional se rige principalmente por las normas de la serie ISO 19650. Estas normas proporcionan un marco para la gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido utilizando BIM.

C. Estándares y mejores prácticas

El cumplimiento de los estándares LOD garantiza que todos los participantes del proyecto tengan expectativas alineadas y claras sobre el nivel de detalle del modelo en cada etapa.

COORDINACIÓN Y DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS

La coordinación y detección de interferencias son componentes esenciales en la gestión de proyectos BIM, permitiendo a los equipos **identificar y resolver problemas antes de que ocurran en la fase de construcción**, lo que resulta en una ejecución más eficiente y menos propensa a errores.

Herramientas de coordinación

Estas herramientas permiten la **colaboración efectiva entre diferentes disciplinas**, asegurando que todos los aspectos del proyecto estén sincronizados.

Detección y resolución de colisiones

La detección de colisiones identifica conflictos entre distintos elementos del modelo. Ejemplo: **En un centro comercial, la detección de colisiones podría revelar conflictos entre las rutas de ductos de HVAC y las vigas estructurales**, permitiendo una resolución temprana.

Revisiones colaborativas

Involucran la participación de todos los equipos en la revisión del modelo BIM, **promoviendo la toma de decisiones informada y la optimización del diseño**.

VISUALIZACIÓN Y SIMULACIÓN

La visualización y simulación en BIM **transforman modelos digitales en representaciones visuales detalladas**, permitiendo a los interesados comprender mejor el diseño propuesto. Estas herramientas avanzadas permiten simular diversos aspectos, como la eficiencia energética y la iluminación, mejorando así la toma de decisiones durante el diseño.

Simulaciones energéticas y de iluminación

Estas simulaciones evalúan el rendimiento energético y la iluminación, crucial para proyectos sostenibles. Ejemplo: Una simulación de iluminación en un edificio de oficinas podría ayudar a diseñar un sistema de iluminación eficiente y confortable.



Realidad virtual y aumentada en BIM

La VR y AR permiten explorar modelos de manera inmersiva, ofreciendo una comprensión profunda del diseño. Ejemplo: Usar VR en un proyecto de renovación urbana permitiría a los residentes experimentar los cambios propuestos virtualmente.



Renderización y técnicas de visualización

La renderización en BIM convierte modelos en imágenes realistas.

Ejemplo: Renderizar un modelo de un teatro en BIM ayudaría a los inversores a visualizar el aspecto final e incluso generar publicidad antes de la construcción.

GESTIÓN DE ESPACIOS Y CANTIDADES

La gestión de espacios y cantidades en BIM implica el uso eficiente del espacio y la planificación precisa de los materiales y costos. Esta área del BIM es crucial para optimizar el diseño del edificio y para una estimación exacta de los costos de construcción y mantenimiento.



DOCUMENTACIÓN Y PLANOS EN BIM

La documentación y creación de planos son aspectos cruciales en la implementación del BIM. Este proceso implica la generación automática de dibujos y documentos a partir del modelo BIM, lo que aumenta la precisión y reduce el tiempo de producción.

Los planos generados desde BIM contienen información detallada y son fundamentales para la comunicación efectiva del diseño, la construcción y el mantenimiento del proyecto.

01 Generación automática de planos

El BIM permite la generación automática de planos a partir del modelo 3D, asegurando que los dibujos estén siempre actualizados y sean consistentes con el diseño actual.

02

Estilos y configuraciones de visualización

Se pueden aplicar diferentes estilos y configuraciones de visualización en los planos generados desde BIM, adaptándose a las necesidades específicas de visualización para diferentes fases del proyecto o para distintas disciplinas.

Etiquetado y anotaciones

El etiquetado y las anotaciones en BIM son herramientas poderosas para agregar información relevante y detallada a los planos, como dimensiones, especificaciones de materiales o códigos de construcción de una forma automatizada.

03

CONTROL DE VERSIONES Y COLABORACIÓN EN EL MODELO

El control de versiones y la colaboración en el modelo BIM son esenciales para el éxito de los proyectos de construcción. **Estos procesos aseguran que todos los miembros del equipo de proyecto estén trabajando con la versión más actualizada del modelo y facilitan la colaboración efectiva**, especialmente en proyectos complejos donde múltiples disciplinas interactúan y contribuyen al modelo BIM.

01

Herramientas de control de versiones

Las herramientas de control de versiones en BIM ayudan a gestionar diferentes versiones del modelo, permitiendo a los equipos rastrear cambios, comparar diferentes versiones y revertir a versiones anteriores si es necesario.

02

Modelos compartidos y trabajos simultáneos

El uso de modelos compartidos en plataformas BIM permite a varios usuarios trabajar simultáneamente en el mismo modelo, mejorando la eficiencia y la colaboración en el proyecto.

03

Plataformas de colaboración BIM en la nube

Las plataformas de colaboración BIM basadas en la nube facilitan la comunicación y coordinación entre todos los participantes del proyecto, permitiendo el acceso y la contribución al modelo BIM desde cualquier lugar y en cualquier momento.

USOS BIM

BIM no es solo una tecnología o un software, sino una metodología que implica la gestión de la información y la colaboración a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción. Su aplicación va mucho más allá del simple modelado 3D, abarcando una amplia gama de usos que mejoran la eficiencia, precisión y sostenibilidad de los proyectos.

a. Planificación

Capturar las condiciones existentes:

Registrar el estado actual de un sitio o estructura.

Elaborar estimaciones de costos:

Predecir gastos de proyecto.

Crear modelos 4D:

Integrar la dimensión tiempo en modelos 3D.

Analizar los requisitos del programa:

Evaluar necesidades y especificaciones del proyecto.

Evaluar criterios de selección de sitios:

Determinar la idoneidad de ubicaciones para el proyecto.

Desarrollar diseños preliminares:

Conceptualizar etapas iniciales del diseño.

Revisar modelos de diseño:

Examinar y ajustar diseños antes de la ejecución.

b. Diseño

Análisis del rendimiento estructural:

Evaluar la solidez y seguridad de las estructuras.

Evaluación del rendimiento de la iluminación:

Estudiar la distribución y calidad de la luz en los espacios.

Análisis del rendimiento energético:

Evaluar la eficiencia energética de los edificios.

Evaluación del rendimiento de ingeniería:

Analizar aspectos técnicos y funcionales del diseño.

Análisis de sostenibilidad:

Evaluar el impacto ambiental y la viabilidad a largo plazo.

Coordinación de modelos de diseño:

Integrar y sincronizar diseños de diferentes disciplinas.

c. Construcción:

Autoría de modelos logísticos del sitio de construcción:

Planificar la logística y disposición del sitio.

Creación de modelos de sistemas de construcción temporales:

Diseñar sistemas auxiliares para la construcción.

Fabricación de productos:

Preparar y ensamblar componentes del proyecto.

Diseño del plan de trabajo de construcción:

Organizar y programar las actividades de construcción.

d. Operación

Compilar modelos de registro:

Documentar el proyecto terminado para futuras referencias.

Monitorear el mantenimiento:

Gestionar y programar mantenimiento del edificio.

Supervisar el rendimiento del sistema:

Controlar la eficiencia de los sistemas del edificio.

Gestionar activos:

Administrar recursos y componentes del edificio.

Monitorear la utilización del espacio:

Analizar y optimizar el uso de los espacios.

Analizar la gestión de emergencias:

Preparar y planificar para situaciones de emergencia.

PROTOCOLO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM:

- **6.2. Planes de Mitigación de Riesgos:** Desarrollo de estrategias para abordar y mitigar riesgos.

7. Desarrollo de Estándares BIM:

- **7.1. Creación de Plantillas y Protocolos:** Establecer procedimientos estandarizados para el trabajo en BIM.

- **7.2. Definición de Niveles de Detalle (LOD):** Establecer claridad en los niveles de detalle requeridos en diferentes fases.

8. Modelado BIM

- **8.1. Construcción de Modelos Arquitectónicos y Estructurales:** Creación detallada de modelos.

- **8.2. Integración de Sistemas MEP (Mecánico, Eléctrico, Plomería):** Incorporación precisa de estos sistemas.

- **8.3. Uso de Componentes y Bibliotecas BIM:** Implementación de elementos predefinidos y personalizados.

9. Revisión y Coordinación

- **9.1. Revisión Continua del Modelo BIM:** Evaluación periódica para asegurar precisión y calidad.

- **9.2. Coordinación Entre Diferentes Equipos:** Organización de reuniones y uso de herramientas colaborativas.

10. Documentación y Planos

- **10.1. Generación de Documentos a Partir del Modelo BIM:** Automatización de la creación de documentos.

- **10.2. Revisión y Aprobación de Documentos:** Procesos de control de calidad y aprobación.

11. Evaluación y Mejora Continua

- **11.1. Revisión de Procesos y Resultados BIM:** Análisis del rendimiento y eficacia de las prácticas de BIM.

- **11.2. Implementación de Mejoras:** Ajustes y optimización basados en retroalimentación y resultados.

Este protocolo detallado sigue una secuencia lógica, donde cada paso se construye sobre el anterior, proporcionando una guía exhaustiva para una implementación efectiva de BIM.

CONSIDERACIONES FINALES Y MEJORES PRÁCTICAS

En la culminación de este informe sobre la implementación de la metodología BIM en cuatro proyectos piloto, se han identificado una serie de consideraciones finales y buenas prácticas que emergen de la experiencia acumulada por las empresas KER Ingeniería S.A.S., ZABDI, PCG Constructora S.A.S., y G KOI S.A.S. Estas experiencias, que abarcan una diversidad de proyectos y contextos, ofrecen una visión valiosa sobre cómo el BIM puede ser aplicado eficazmente en el sector de la construcción.

Una consideración crucial es la **importancia de la coordinación y colaboración interdisciplinaria:**

La experiencia de estos proyectos piloto ha demostrado que la integración efectiva de equipos multidisciplinares, desde la etapa de diseño hasta la construcción, es fundamental para aprovechar al máximo las ventajas que ofrece el BIM. La retroalimentación continua entre ingenieros, diseñadores, gerentes de proyecto y especialistas BIM ha sido esencial para optimizar procesos, reducir incidencias y mejorar la toma de decisiones.

Otra práctica destacada es la **adopción de herramientas y plataformas que facilitan la gestión y el acceso a la información:**

La utilización de entornos de datos comunes y la selección adecuada de software BIM, como Trimble Connect y Navisworks Manage, han permitido un manejo más eficiente de los datos y han mejorado la comunicación entre los distintos actores involucrados.

La **planificación detallada**, incluyendo la creación de un Plan de Ejecución BIM y un Plan de Desarrollo de Información del Modelo, ha sido otra buena práctica recurrente. Esta planificación asegura que todos los aspectos del proyecto estén cubiertos y establece estándares claros desde el inicio.

La **capacitación y preparación del personal para el uso de las herramientas BIM** también ha sido una lección importante. La inversión en formación y la actualización constante de habilidades son cruciales para mantener a los equipos al día con las últimas tecnologías y prácticas en el campo.

Finalmente, la implementación de BIM ha subrayado la necesidad de una **gestión eficaz de la información y una comunicación clara y constante**. El manejo adecuado de la información generada y la comunicación efectiva entre las distintas disciplinas son esenciales para resolver problemas de manera oportuna y asegurar el éxito del proyecto.

Estas consideraciones y buenas prácticas, derivadas de la experiencia de los proyectos piloto, sirven como guía para futuras implementaciones de BIM, destacando su potencial para transformar positivamente el proceso de construcción, desde la eficiencia en la gestión de proyectos hasta la optimización de recursos y la reducción del impacto ambiental.

CASOS DE ESTUDIO PROYECTOS PILOTOS

G KOI S.A.S.

En su proyecto "Kronus" de vivienda Estrato 5 y 6, ha demostrado el impacto significativo de la metodología BIM en la **mejora de la toma de decisiones y la eficiencia de los procesos constructivos**. Este proyecto resalta la importancia de la coordinación entre varias disciplinas desde la etapa de pre-construcción virtual para reducir incidencias e interferencias y para explorar alternativas constructivas.

Entre las lecciones aprendidas, se destacó la utilidad de realizar reuniones de coordinación de diseños, involucrando a equipos multidisciplinares que incluyen gerencia, equipo comercial, equipo de estudios y diseño, y equipo de construcción. **Estas reuniones facilitaron la toma de decisiones informadas y coordinadas.**

La figura del especialista BIM resultó ser crucial, particularmente para el modelado 3D de la alternativa de cimentación en el modelo BIM de estructura. El Líder BIM de la empresa, dada la complejidad técnica de Kronus, desempeñó este rol, y su trabajo fue validado por el diseñador estructural del proyecto y el especialista en geotecnia, siendo además retroalimentado a los diseñadores de arquitectura, al equipo de construcción y a la gerencia del proyecto.

Otro aspecto relevante fue la utilidad del especialista BIM para la cuantificación a partir de los modelos BIM 3D, **apoyando así el uso del BIM en la estimación de costos**. Además, la figura del coordinador BIM, también ejercida por el Líder BIM de la empresa, permitió llevar a cabo la coordinación multidisciplinaria requerida por la complejidad del proyecto. Uno de los directores de obra también desempeñó este rol.

La importancia de los modelos BIM 3D como herramienta de apoyo en la toma de decisiones de constructibilidad del proyecto desde la etapa de diseño fue otra lección clave. Finalmente, se resaltó la utilidad del Líder BIM en la gestión de la toma de decisiones de constructibilidad entre las distintas partes involucradas, basándose en la información generada desde la aplicación de la metodología BIM. **Estas lecciones subrayan cómo la integración efectiva y la colaboración entre los distintos roles y disciplinas son fundamentales para maximizar los beneficios de la implementación de BIM en proyectos de construcción.**

PCG Constructora S.A.S.

A través de su proyecto piloto BIM "Salma Condominio Silvestre", dedicado a la vivienda de casas campestres, ha acumulado una serie de lecciones aprendidas que **destacan la importancia de la integración de metodologías y tecnologías avanzadas en el sector de la construcción. Este proyecto ha demostrado una significativa reducción en el tiempo de ejecución gracias a la integración eficaz de los modelos BIM.** Además, la gestión de información mediante Common Data Environments (CDE) ha permitido un acceso más fácil y versátil, ya que se puede visualizar desde cualquier dispositivo.

Otro aspecto clave ha sido **la coordinación del proyecto antes del inicio de obra, lo que ha contribuido a la reducción del desperdicio.** La implementación de BIM en todas las fases del proyecto ha resultado en una gestión de proyecto más eficiente, con mejores resultados visibles. **La experiencia compartida por otros profesionales y la integración interna en el marco de este ejercicio han sido enriquecedoras, ayudando a enfocar los esfuerzos, disminuir reprocesos e integrar a tiempo en los proyectos.**

Durante la implementación de BIM en este proyecto de vivienda, se identificaron varias lecciones valiosas para proyectos futuros. Entre ellas, la planificación detallada incluyendo la creación de un Plan de Ejecución BIM y un Plan de Desarrollo de Información del Modelo, la capacitación adecuada del personal, la revisión temprana de colisiones con herramientas como Navisworks Manage, y la elección cuidadosa de la plataforma BIM, en este caso, Trimble Connect. La gestión adecuada de la información y la comunicación efectiva entre las distintas disciplinas y equipos se resaltaron como aspectos críticos.

Ellos comprendieron la relevancia de integrar y comunicar de manera eficiente a los equipos para la detección y resolución anticipada de interferencias. Reconocieron que la generación automática de cantidades y la implementación de procesos uniformes son fundamentales para la optimización de los recursos. Subrayaron que la adopción de tecnologías emergentes destaca la necesidad de un aprendizaje continuo para mantener al personal actualizado y maximizar el uso de las herramientas a su disposición. Las lecciones asimiladas representan un activo para proyectos venideros y sirven de orientación para incrementar los beneficios que conlleva la aplicación del BIM en la edificación de viviendas y en la ejecución de distintos proyectos constructivos.

KER Ingeniería S.A.S.

En su proyecto piloto BIM, ha desarrollado el "*Proyecto de tres torres de 19 plantas de apartamentos VIS, una torre institucional y una torre de servicios, parqueaderos subterráneos y plataforma de servicios comunales*" que abarca una superficie de 81.000 m². Este proyecto, que incluye tipologías VIS, oficinas e institucional, ha permitido a la empresa recopilar valiosas lecciones.

En particular, la retroalimentación de los ingenieros en obra ha sido crucial para identificar recomendaciones específicas relacionadas con la coordinación entre el modelado BIM y los procesos constructivos en obra. Además, dicha retroalimentación ha facilitado mejoras significativas en los contenidos del instructivo y los procesos definidos para la asignación de propiedades y el registro de datos en las herramientas de la plataforma Trimble Connect.

Estas mejoras reflejan un avance significativo en la integración y eficiencia del proceso de construcción, demostrando la importancia de la comunicación y el aprendizaje continuo en proyectos de esta envergadura.

REFERENCIAS

1. ISO 19650-1:2018, "Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling - Part 1: Concepts and principles," International Organization for Standardization, 2018.
2. BuildingSMART International, "Industry Foundation Classes (IFC) - Data Model Specification," buildingSMART, 2021.
3. British Standards Institution, "PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling," BSI, 2013.
4. Gobierno del Reino Unido, "UK BIM Framework," 2020.
5. The American Institute of Architects, "E202-2008 - Building Information Modeling Protocol Exhibit," AIA, 2008.
6. National Institute of Building Sciences, "United States National BIM Guide for Owners," 3rd ed., 2017.
7. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). "BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors," 3rd ed., Wiley, 2018.
8. Autodesk (2019). "Revit BIM Software Official Guide." Autodesk, Inc.
9. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, "Estrategia Nacional BIM 2020 - 2026," República de Colombia, 2020.
10. Camacol, "BIM KIT: Herramientas para la implementación del BIM en Colombia," Cámara Colombiana de la Construcción, 2020.
11. Singapore Building and Construction Authority, "Singapore BIM Guide Version 2," 2013.

PROTOCOLO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM:

1. Formación y Sensibilización en BIM:

- **1.1. Introducción Básica a BIM:** Fundamentos de BIM, importancia en la industria actual.
- **1.2. Capacitación en Software de BIM:** Cursos específicos sobre herramientas como Revit, ArchiCAD, Navisworks, etc.
- **1.3. Talleres de Aplicación Práctica:** Ejercicios prácticos para aplicar lo aprendido.
- **1.4. Sensibilización de Beneficios de BIM:** Presentaciones sobre cómo BIM aporta al proyecto y a la empresa.

2. Selección de Software y Herramientas:

- **2.1. Evaluación de Requerimientos del Proyecto:** Análisis de las necesidades específicas del proyecto.
- **2.2. Comparación de Opciones de Software:** Revisión de distintos softwares BIM y sus características.
- **2.3. Decisión y Adquisición:** Elección basada en análisis y adquisición del software.

3. Gestión de la Información y Colaboración:

- **3.1. Implementación de un Sistema de Gestión de Datos:** Establecer un sistema centralizado para manejar datos del proyecto.
- **3.2. Herramientas de Colaboración en BIM:** Uso de plataformas para mejorar la comunicación entre equipos.

4. Integración con Otras Tecnologías:

- **4.1. Análisis de Compatibilidad Tecnológica:** Asegurar que el software BIM sea compatible con otras herramientas usadas.
- **4.2. Integración de Sistemas y Flujos de Trabajo:** Integrar BIM en los procesos existentes.

5. Gestión del Cambio:

- **5.1. Desarrollo de un Plan de Implementación:** Planificar cómo se introducirá BIM en la empresa.
- **5.2. Estrategias para Superar la Resistencia al Cambio:** Técnicas para motivar y facilitar la adaptación al cambio.

6. Evaluación de Riesgos:

- **6.1. Identificación de Potenciales Riesgos:** Análisis de los desafíos que pueden surgir.

REFERENCIAS

12. Kreider, Ralph G. and Messner, John I. (2013). "The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses". Version 0.9, September, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA.
13. BIM Project Execution Planning Guide by CIC Research Group, Department of Architectural Engineering, The Pennsylvania State University.
14. Cavieres, A., & Gentry, R. (2017). "BIM Manual del Arquitecto: Modelado y Gestión de la Información de Construcción con Revit." Ediciones UC.
15. Rodríguez, E., & Ramírez, J. (2021). "Gestión y coordinación de proyectos BIM en entornos colaborativos." Ediciones Arquitectura Digital.
16. Pérez, D. (2020). "Introducción al Building Information Modeling: Herramientas y gestión del modelo digital." Editorial Técnica.

CRÉDITOS

Este manual es resultado de la ejecución del proyecto: “Santander: Región BIM para la construcción digital, eficiente y sostenible”, CMPF2-010-202, cofinanciado por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo a través de Colombia Productiva, La Cámara de Comercio de Bucaramanga y las siguientes empresas del sector de la Construcción y de la Tecnología del Departamento de Santander:

- G KOI S.A.S.
- MARVAL S.A.S.
- A.M.V. SAS
- KER INGENIERIA S.A.S BIC
- MELO Y ALVAREZ INGENIERIA S.A.S.
- OTERO CONSTRUCCIONES E INGENIERIA S.A.S.
- PEDRO C. GOMEZ CONSTRUCTORA S.A.S.
- CONSTRUCCIONES ZABDI S.A.S.
- ALFREDO AMAYA H. CIA. S.A.S.
- A&A SOLUCIONES - TIC S.A.S BIC
- ECO SOLUCIONES INTERNACIONALES S.A.S
- TI&CON S.A.S TECNOLOGIAS DE INFORMACION Y CONSTRUCCION S.A.S
- T4I SAS BIC

Este producto corresponde a un bien público, es decir es de acceso gratuito para todo el sector de la construcción a nivel nacional.

Directora de Proyecto: Mag. Ing. Maira Patricia Figueroa Landazábal.

Autor: Mag (c). Ing. KRISTHIAN SUAREZ, CEO EN KREA CONSTRUCCIONES S.A.S, con el apoyo de los equipos técnicos de las empresas citadas anteriormente.

Diagramación: María Daniela Arenas Pérez.

Edición: Diciembre 15 del 2023.