

## 01-054 – BIM for cost management in construction projects – Uso de BIM para la gestión del coste en los proyectos de construcción

López García, Susana<sup>2</sup>; Claver Gil, Juan<sup>2</sup>; García Domínguez, Amabel<sup>2</sup>

(1) Uned, (2) UNED

 Spanish  Spanish

At a time when it has been assumed that the use of BIM systems can help increase productivity in the construction sector, in the project development phases the adoption of this technology is more mature, but its use is abandoned during the execution of the work. In Spain, several administrations have taken steps to promote the implementation of BIM in construction phase, which will help to boost the use of this technology, to collect project data and generate information related to construction management and asset management. The BIM model becomes the project database and allows information management in an easy and accessible way for all those involved in the whole project. This paper compares the workflow of tasks carried out during the execution of the work, e.g. certification of executed work, and how its approach and the way of performing it changes when taking the BIM model as a basis.

**Keywords:** BIM; Project management; Information management; Construction; Plan BIM

En un momento en el que se ha asumido que el uso de sistemas de trabajo BIM puede ayudar al incremento de la productividad en el sector de la construcción, en las fases de desarrollo de proyecto la adopción de esta tecnología está más madura, pero se abandona su uso durante la ejecución de la obra. En España se ha tomado impulso desde las distintas administraciones para promover esta implantación de BIM en obra, lo que ayudará a potenciar el uso de esta tecnología, para a través de ella recopilar los datos del proyecto y generar información relacionada con la gestión de la obra en primera instancia y del activo cuando esté en uso. El modelo BIM se convierte en la base de datos del proyecto, y permite la gestión de la información de manera fácil y accesible para todos los involucrados en las distintas fases del proyecto. En este trabajo se compara el flujo de trabajo de tareas habituales que se llevan a cabo durante la ejecución de la obra, p.e. la certificación de obra ejecutada, y cómo cambia su enfoque y la manera de ejecutarla al tomar de base el modelo BIM.

**Palabras claves:** BIM; Gestión de proyectos; Gestión de la información; Proyectos de construcción; Plan BIM



©2025 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción

La industria de la construcción representa alrededor del 13% de la economía global, y se espera que siga creciendo en los próximos años. Sin embargo, se enfrenta a un desafío de productividad y adaptación al uso de las nuevas tecnologías, debido, por una parte, a la fragmentación y pequeño tamaño de las empresas que intervienen y, por otra parte, a que se trata de un sector que cuenta con un bajo grado de digitalización.

Podemos dividir la digitalización de la construcción en dos grandes grupos: las tecnologías orientadas a un incremento directo en la productividad, entre las que se incluye el uso de sistemas prefabricados e industrializados, y las tecnologías que inciden en la mejora de los procesos de control y gestión. En este grupo están los sistemas de trabajo BIM, muy consolidados en la fase de diseño y que se están incorporando al resto de etapas del proyecto progresivamente.

La metodología BIM5D mejora la precisión en la estimación de costes y reduce sobrecostes, principalmente en proyectos de construcción complejos (Hosamo et al., 2024). También con el uso de BIM se incrementa la colaboración entre las partes intervinientes en un proyecto, gracias al acceso de todos al mismo modelo de trabajo, y la fiabilidad y trazabilidad de toda la información relacionada con el proyecto, lo que aporta una mayor transparencia a todo el proceso.

## 2. Objetivos

Para el éxito de un proyecto es crítica su ejecución en el plazo marcado, dentro del presupuesto previamente estimado y con la calidad requerida. Según se incrementa la complejidad del proyecto, y en consecuencia del modelo en los casos en los que se trabaja con metodologías BIM, es de mayor importancia mantener el control de estos tres aspectos de la gestión. El empleo de modelos BIM, que integren parámetros que relacionan coste y plazo sobre el modelo 3D, mejora la gestión del proyecto abordando presupuesto, plazos y visualización simultáneamente (Sun et al., 2024).

Con cada nueva característica del proyecto que se quiere monitorizar, se añade una nueva capa de información al modelo, enriqueciéndolo y completando el proceso de diseño, construcción y funcionamiento del activo a través de la gestión de estos parámetros de información.

La estimación de costes de un proyecto con sistemas de trabajo tradicionales es un proceso manual. Las mediciones de proyecto que llevan a la elaboración del primer presupuesto de obra se realizan manualmente (en mayor o menor medida en función del proceso en cada caso); también se realiza de este modo la actualización de la obra ejecutada, de la que se extraen las mediciones con las que realizar las certificaciones de obra a la propiedad. Cuando esta estimación de costes se realiza con metodologías BIM, partiendo del modelo del proyecto a construir, se convierte en un proceso automatizado que nos permite cambios y modificaciones de manera rápida y eficiente. Este proceso de estimación de costes va cambiando y actualizándose según se van desarrollando nuevos softwares y técnicas de trabajo (Nadeem et al., 2015).

Se puede observar que se produce una notable diferencia entre las propuestas de trabajo teóricas y la implementación práctica de tecnologías, procesos y estrategias en la construcción (Van der Heijden, 2023). El objetivo de este trabajo es comparar el flujo de trabajo de tareas habituales que se llevan a cabo durante la ejecución de una obra real, centrándolo en la certificación de obra ejecutada, y cómo cambia su enfoque y la manera de realizarla al tomar de base el modelo BIM, reduciendo los tiempos de trabajo de todas las

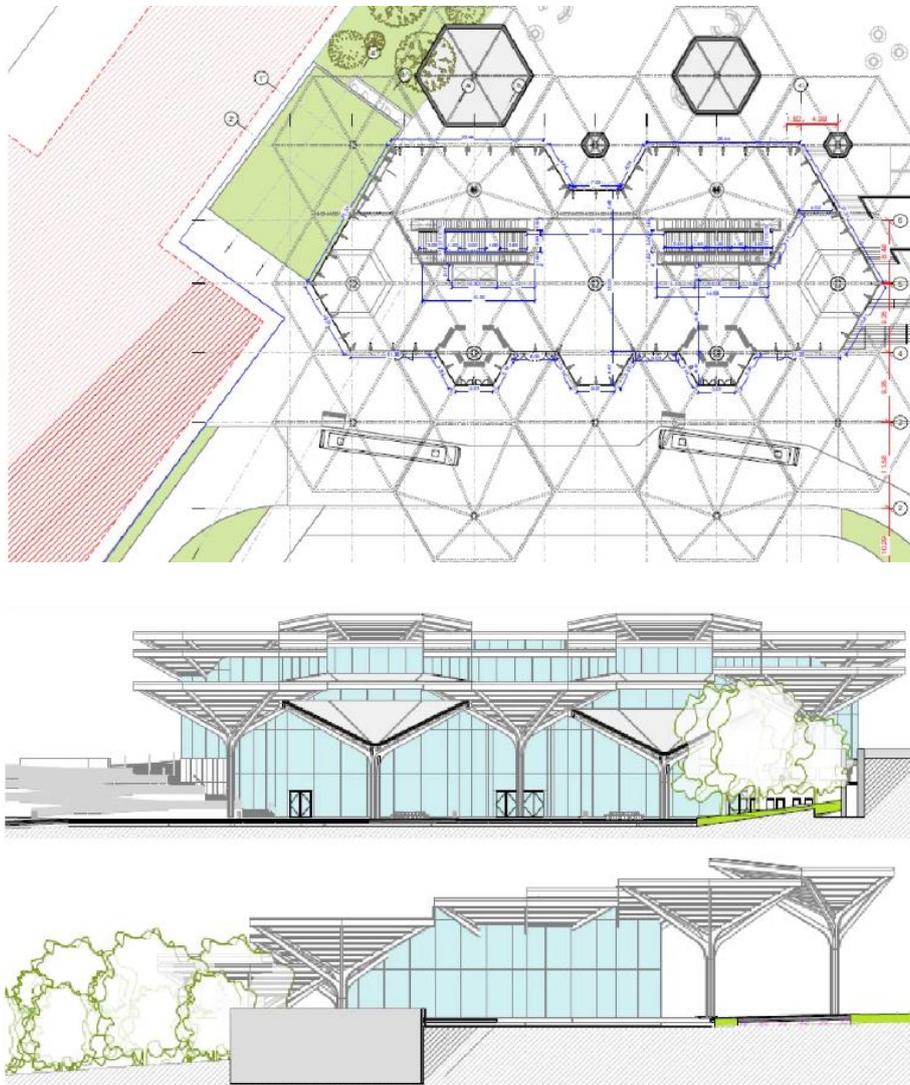
partes intervinientes e incrementando la transparencia de la información aportada con una mayor fiabilidad de los datos que se manejan y una mejora en los flujos de trabajo en los que intervienen varios agentes.

### 3. Caso de estudio

El caso analizado en este estudio es la implantación de metodologías BIM en las obras de construcción del edificio para el Intercambiador de transportes de la Ciudad de la Justicia – Hospital Zenda en Valdebebas, Madrid, principalmente el uso BIM 5D y la utilización del modelo y metodología BIM para la gestión de las certificaciones de obra y relaciones entre el promotor y el contratista principal.

Se trata de un proyecto singular, que se desarrolla en dos alturas, la inferior para acceder a los futuros andenes y la superior a nivel de la calle, que se encuentra cubierta por una estructura de “árboles” metálicos, que confiere una gran singularidad al proyecto, como se puede ver en las Figuras 1-2.

**Figuras 1-2: Planta y Alzados del Edificio.**



En la fase inicial se parte del Pliego de Condiciones de la licitación, donde se hace referencia a la realización, seguimiento y organización de la obra en BIM. Se presenta un Plan de Ejecución BIM (BEP) previo o Pre BEP, que sigue las directrices marcadas en el documento de Requerimientos BIM de la Consejería de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid (CTICM, 2021). En este Pre BEP se describe a grandes rasgos la estrategia inicial en lo que respecta al empleo de metodologías BIM para la gestión de la obra.

Aunque no hay definido un número común de factores clave para el éxito en la implementación de sistemas BIM, durante las últimas décadas han surgido varios, especialmente relacionados con la mejora de la comunicación entre los participantes del proyecto, a través de un entorno común de datos, la colaboración entre las partes que intervienen en el proyecto y la extracción de estimaciones de costes y cantidades (Antwi-Afari et al., 2018). A lo largo de este estudio se analizará el éxito en la implementación de BIM considerando principalmente estos tres puntos.

### 3.1 Fase de obra - Inicio

Una vez comienza la ejecución de la obra (oct '22), se elabora el BEP inicial del proyecto, en el que se establecen los usos BIM a considerar durante la fase

de obra, en función de los propósitos y objetivos que se quieren conseguir. Se marcan como objetivos principales:

- Obtención de planos 2D
- Visualización del modelo a través de la nube
- Coordinación de disciplinas
- Trabajo colaborativo
- Obtención de la medición a través de Cost-it
- Planificación de la obra
- Registro de obra ejecutada

Y como objetivo adicional:

- Proporcionar el gemelo digital de la obra, para su explotación durante la fase de funcionamiento del edificio.

Es esta fase previa de la construcción se comienza con el modelado del proyecto que se va a utilizar durante la ejecución de la obra, teniendo en cuenta los usos previstos. El modelado se realiza en Autodesk Revit 2020. Aunque inicialmente se plantea el intercambio de información a través de un formato abierto (ifc 2x3), finalmente se lleva a cabo tanto en formato abierto como en formato nativo.

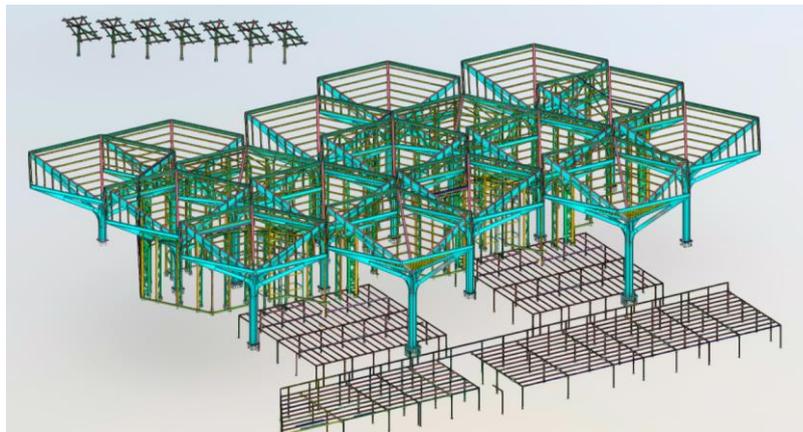
En los requerimientos iniciales se establece que el modelado del proyecto se hace a un nivel LOD 300. Las siglas LOD se refieren al Nivel de Desarrollo, Level of Development, del proyecto y están relacionadas con la cantidad de información contenida en el modelo. Así, al requerir un LOD 300 se pide un modelo en el que esté desarrollada la geometría adecuada para construir y que además esté enriquecido con información no gráfica, y puede tener los siguientes usos: análisis, costes, planificación y coordinación de disciplinas (American Institute of Architects [AIA], 2013). Durante la obra se alimenta el modelo con información, tanto geométrica como no geométrica, y se genera finalmente un modelo LOD 500 que puede servir de base para el modelo de mantenimiento en la fase de puesta en servicio del edificio.

Para alojar la información de proyecto y llevar a cabo el intercambio de información entre las partes se toma como Entorno Común de Datos (Common Data Environment, CDE) la plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC), a la que tienen acceso todos los interesados del proyecto.

Inicialmente se plantean tres modelos federados: Arquitectura, Estructura e Instalaciones. Finalmente se realiza un cuarto modelo en el que se recoge toda la estructura metálica, tanto la que configura los árboles que conforman la envolvente del edificio como todos los elementos de la estructura metálica interior, tal y como se ve en la Figura 3.

Una de las premisas de partida en cuanto a mediciones es que al menos el 60% de las mediciones del proyecto se extraigan directamente del modelo.

**Figura 3: Modelo con la subestructura metálica.**



Para realizar las mediciones de proyecto, que van a servir de base para la estimación del presupuesto de la obra, los elementos modelados están codificados y se relacionan con la partida correspondiente del presupuesto a través del código de montaje, como se ve en el ejemplo de la Figura 4.

Se carga en el modelo un archivo con la estructura de capítulos y partidas que contiene el esquema de presupuesto, y se va asignando a cada uno de los elementos modelados la partida que corresponde, de manera que cuando se vuelca la información del modelo sobre el presupuesto cada elemento esté asignado a su partida. Al exportar la medición ejecutada desde el programa de modelado se elige este código de montaje como esquema para estructurar el presupuesto.

**Figura 4: Código de montaje de la subestructura metálica.**

Clave de nombre de sección		05 - I   ESTRUCTURAS
Descripción de montaje	kg   Acero S275JR en pieza espec	05.01 - I   ACERO
Código de montaje	05.01.03	05.01.01 - I kg   Acero S275JR en pilares, con piezas simp
Marca de tipo		05.01.02 - I kg   Acero S275JR con piezas compuestas for
Clasificación para incendios		05.01.03 - I kg   Acero S275JR en pieza especiales tubula
		05.01.04 - I u   CONTROL DE EJECUCIÓN DE ESTRUCT

Estas mediciones se importan al presupuesto a través del complemento Cost-it de Presto, que relaciona el modelo y sus mediciones con el presupuesto de la obra y transfiere la información entre el modelo y el presupuesto bidireccionalmente. Para poder aprovechar este flujo de trabajo entre el modelo BIM y el presupuesto de proyecto es necesario un nivel de modelado detallado, en el que se separen los elementos tal y como se van a ejecutar, en vez de modelar elementos multicapa. El objetivo es abarcar con este sistema el 60% de las partidas del presupuesto con los elementos modelados en Revit.

Además de las mediciones que se extraen directamente del modelo, hay distintas tablas de planificación a través de las que se organizan las mediciones de una serie de elementos. En la Figura 5 se ve parte de una de las tablas de planificación en la que se desglosan las

mediciones de los árboles metálicos, separando los distintos elementos que los conforman. Las tablas se numeran siguiendo los capítulos y partidas de presupuesto.

**Figura 5: Tabla de planificación con mediciones de obra.**

<05.01.03-ARBOLES>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Código de montaje	Descripción de mo	lfcElementAssembl	Tipo	AVT_IDE_Trazabilid	Comentarios	Weight(Tekla Quan	AVT_EST_Nº
05.01.03	kg   Acero S275J	BRAZO			Arbol	25683.33 kg	A1
05.01.03	kg   Acero S275J	CAPITEL			Arbol	8744.00 kg	A1
05.01.03	kg   Acero S275J	CARTELA			Arbol	31.88 kg	A1
05.01.03	kg   Acero S275J	CUERDA	D1			0.00 kg	A1
05.01.03	kg   Acero S275J	PLACA			Arbol	8724.47 kg	A1
05.01.03	kg   Acero S275J	PLANTILLA E			Arbol	924.62 kg	A1
05.01.03	kg   Acero S275J	VIGA			Arbol	5878.45 kg	A1
A1: 602						49986.75 kg	

### 3.2 Fase de obra – Ejecución y certificación mensual

Una vez comenzada la obra, uno de los trabajos que hay que llevar a cabo es la actualización de las modificaciones de obra sobre el modelo, garantizando la correcta ejecución según la información de proyecto contenida en el mismo. Además, se tiene que realizar también la actualización de las mediciones de proyecto vinculadas a estas modificaciones.

En las actualizaciones del BEP, durante la fase de ejecución, se actualizan los usos BIM requeridos por la Consejería, reformulando y concretando los que se han planteado inicialmente, y añadiendo uno adicional:

- Planificación de la obra

Otro de los usos del modelo a llevar a cabo es el control de la ejecución de la obra, y asegurar la trazabilidad de la obra ejecutada y de la certificación asociada a la misma. En la actualización del BEP se concreta que la medición se obtendrá a través de la herramienta Cost-it.

Para ello, se definen varios parámetros a través de los que se actualiza la ejecución de los distintos elementos.

Como norma general se añaden al proyecto Parámetros Compartidos que ya se están utilizando por parte de la constructora principal en el resto de proyectos. Según la definición de Autodesk, los parámetros compartidos son definiciones de parámetros que se pueden utilizar en varias familias o proyectos. Las definiciones de los parámetros compartidos se guardan en un archivo independiente, que se vincula al archivo del proyecto. Los parámetros compartidos se cargan en el proyecto a través de un archivo independiente, y confieren consistencia a todos los proyectos que los incorporan. Deben seguir una nomenclatura que permita identificar de manera clara en qué disciplina se incluyen.

En la Tabla 1 se detallan los principales parámetros compartidos involucrados en la actualización del avance, con la definición del tipo de información que se almacena en cada uno de ellos.

La actualización de la ejecución de la obra se lleva a cabo directamente, a través de estos parámetros, sobre los elementos del modelo según se van ejecutando. Después de la actualización se prepara la certificación de la obra ejecutada mensualmente. Con los datos introducidos en los dos primeros parámetros se obtienen las mediciones ejecutadas hasta la fecha, que se usarán para la certificación de obra ejecutada. Por medio del complemento Cost-it se exportan las mediciones al presupuesto, para elaborar la certificación mensual de la obra.

**Tabla 1: Parámetros de proyecto.**

Parámetro	Información
AVI_EJEC_Ejecutado *	Control de ejecución SI/ NO
AVI_EJEC_FechaEjecutado *	Fecha de ejecución Mes/ Año
AVI_EST_Trazabilidad	Trazabilidad de la estructura
AVI_EST_Nº	Nº de árbol
AVI_EJEC_Porcentaje	% de ejecución
AVI_IDE_Identificación	Disciplina del elemento

(\*) Estos parámetros se han creado específicamente para este proyecto, e incorporado al archivo de parámetros compartidos de la empresa constructora.

Al actualizar los parámetros que marcan la ejecución de la obra, también se actualizan las tablas de planificación en las que se recogen las mediciones de algunas partidas. En la Figura 6 se puede ver la tabla de planificación que se refiere a la misma partida que en la Figura 5, aunque en este caso con la información actualizada correspondiente a una determinada certificación.

**Figura 6: Tabla de planificación con parámetros de certificación.**

<05.01.03-CERT-ARBOLES>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Código de montaje	Descripción de mo	IfcElementAssembly	Comentarios	AVI_EJEC_Porcent	Weight(Tekla Quan	PesoCertificado	AVT_EST_Nº	AVI_EJEC_Ejecuta	AVI_EJEC_FechaE
05.01.03	kg   Acero S275J	PLANTILLA E	Arbol	1	924.62 kg	924.62	A1	SI	10 Julio 23
05.01.03	kg   Acero S275J	PLANTILLA A	Arbol	1	254.62 kg	254.62	A3	SI	10 Julio 23
05.01.03	kg   Acero S275J	PLANTILLA B	Arbol	1	294.94 kg	294.94	A4	SI	10 Julio 23
05.01.03	kg   Acero S275J	PLANTILLA B	Arbol	1	294.94 kg	294.94	A6	SI	10 Julio 23
05.01.03	kg   Acero S275J	PLANTILLA ADICIONAL C1	Arbol	1	54.23 kg	54.23	A11	SI	10 Julio 23
05.01.03	kg   Acero S275J	PLANTILLA C	Arbol	1	500.08 kg	500.08	A11	SI	10 Julio 23
05.01.03	kg   Acero S275J	PLANTILLA C	Arbol	1	500.08 kg	500.08	A12	SI	10 Julio 23
05.01.03	kg   Acero S275J	PLANTILLA ADICIONAL D1	Arbol	1	89.68 kg	89.68	A15	SI	10 Julio 23
05.01.03	kg   Acero S275J	PLANTILLA D	Arbol	1	429.06 kg	429.06	A15	SI	10 Julio 23
05.01.03	kg   Acero S275J	PLACA	Arbol	1	4,617.90 kg	4,617.90	A16	SI	10 Julio 23
05.01.03	kg   Acero S275J	PLANTILLA A	Arbol	1	254.62 kg	254.62	A16	SI	10 Julio 23
05.01.03	kg   Acero S275J	PLANTILLA ADICIONAL A1	Arbol	1	85.22 kg	85.22	A16	SI	10 Julio 23
05.01.03	kg   Acero S275J	VIGA	Arbol	1	3.50 kg	3.50	A16	SI	10 Julio 23
05.01.03	kg   Acero S275J	PLANTILLA A	Arbol	1	254.62 kg	254.62	A17	SI	10 Julio 23
10 Julio 23: 1196					8,558.11 kg	8,558.11			

En paralelo, con las mediciones exportadas a través del complemento y de las que se incluyen en las tablas de planificación, se añaden a la documentación de la certificación imágenes en las que se va indicando con distintos colores la certificación que corresponde al mes en curso.

#### 4. Resultados

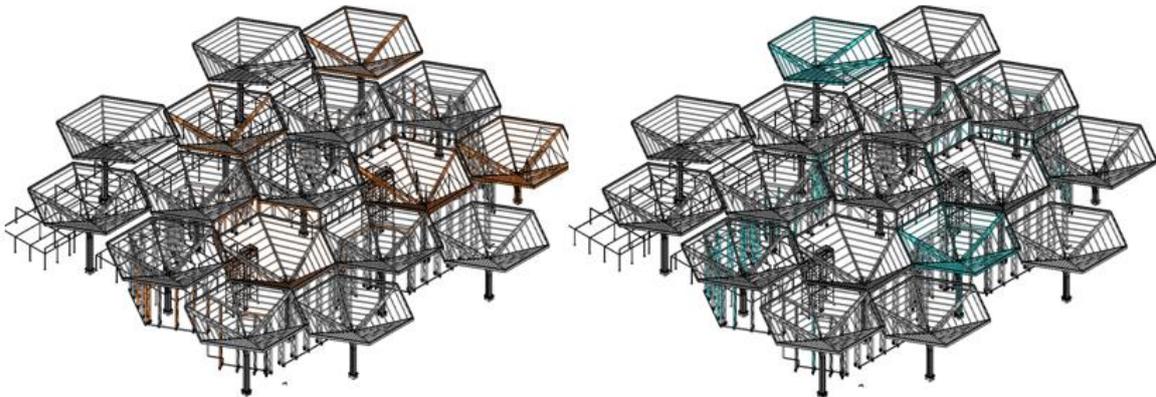
Con la integración de estos flujos de trabajo en la gestión de la ejecución de la obra, una vez se automatizan los trabajos a realizar en obra relacionados con la preparación de la certificación mensual, se consigue una optimización de los flujos, con acceso por parte de todas las partes implicadas directamente a la fuente de datos.

La integración de la información 5D a través de los parámetros de coste en el modelo BIM ha sido instrumental en gestionar y mitigar sobrecostes, especialmente cuando se incrementa la complejidad del proyecto (Hosamo et al., 2024).

Complementariamente a los listados de mediciones y tablas de planificación con la obra ejecutada, se preparan mensualmente imágenes del modelo en las que se muestran los avances en la obra durante el mes en curso, para que, de una manera muy visual, se pueda comprobar la ejecución de la obra en ese periodo de tiempo. En la Figura 7 vemos el ejemplo de este tipo de imágenes durante dos meses consecutivos. Se marca en colores distintos el trabajo realizado en el mes.

Al extraer estas imágenes de avance mensual del modelo estamos teniendo, de manera complementaria, un uso 4D del modelo, ya que podemos ir monitorizando la secuencia de ejecución de la obra a lo largo del tiempo.

**Figura 7: Imágenes Diciembre '23/ Enero '24.**



### **Otros Usos**

Aunque el objetivo de este trabajo se centra en la respuesta a la gestión económica y certificación de la obra con metodologías BIM, otro de los usos planteados es el modelo de obra como base para convertirse en el modelo de mantenimiento del edificio o gemelo digital. Para ello, las fichas técnicas se vinculan a través de un parámetro a los elementos del modelo BIM por medio de una URL en la que se alojan estas especificaciones técnicas.

El parámetro se integra directamente en el modelo, lo que permite al personal encargado de las labores de mantenimiento acceder a la información necesaria directamente desde el modelo 3D, facilitando la gestión eficiente durante la fase de operación.

El modelo se entrega tanto en formato nativo como en formato abierto (ifc), para facilitar el acceso por parte de los implicados durante la fase de mantenimiento con programas de visualización de modelos ifc, sin necesidad de disponer de software específico BIM.

### **5. Conclusiones**

La tecnología para la gestión de proyectos de construcción ha avanzado mucho en los últimos años, y una de las tecnologías que más impacto está teniendo son las herramientas BIM. Aunque su utilización está más extendida en las fases iniciales de proyecto, para la visualización 3D durante el diseño o la detección de interferencias, lo que las convierte en herramientas clave para la toma de decisiones de proyecto, ayudando a optimizar procesos de gestión y reducir tiempos de trabajo, con el uso del modelo en obra, tenemos las siguientes mejoras en la gestión de la obra:

- **Trabajo Colaborativo.** El trabajo se desarrolla sobre un Entorno Común de Datos (CDE), en el que se aloja el modelo y toda la información necesaria, al que pueden acceder y sobre el que trabajan los interesados del proyecto.
- **Trazabilidad.** Las mediciones de proyecto y la obra ejecutada (certificación mensual) se obtienen del modelo que se aloja en la plataforma compartida, lo que permite una perfecta trazabilidad tanto de las mediciones a ejecutar como de la certificación por parte de todas las partes involucradas en la obra.
- **Transparencia.** Gracias a parámetros que se actualizan con la información de ejecución sobre el modelo al que tienen acceso todas las partes de la obra.
- **Coordinación** entre todos los involucrados en el proyecto. Cada uno accede a la plataforma para actualizar/ trabajar sobre la parte que le corresponde. Todas las disciplinas están vinculadas a través del modelo federado.
- **Detección de interferencias**, que permiten la anticipación a los problemas que puedan surgir durante la ejecución de la obra.

En la Tabla 2 se puede ver un resumen comparativo de la gestión cuando empleamos sistemas de trabajo BIM con respecto a los sistemas de gestión de obra tradicionales.

**Tabla 2: Sistemas BIM vs sistemas de gestión tradicionales.**

	<b>Sistemas BIM</b>	<b>Sistemas de gestión tradicionales</b>
Trabajo Colaborativo	A través de CDE	NO/ Carpeta compartida
Trazabilidad	Parámetros compartidos	NO
Transparencia	Mediciones en modelo común	Mediciones manuales en planos
Coordinación	A través de CDE	Manual
Detección de interferencias	Modelo federado alojado en el CDE	

Con el empleo de métodos convencionales de estimación, el proceso de diseño, presupuesto y construcción son secuenciales (Chen et al., 2023); cuando se utilizan sistemas de trabajo basados en BIM, la extracción automatizada de mediciones, directamente del modelo, y la actualización de estas durante la fase de ejecución de obra impacta directamente en un mayor control de los costes del proyecto a lo largo de todas las fases, aportando trazabilidad y transparencia a la gestión de la obra.

## 6. Referencias

- American Institute of Architects. (2013). *AIA for the AIA G202-2013 Building Information Modeling Protocol Form*. <https://assets.aiacontracts.com/ctrzdweb02/zdpdfs/aia-g202-2013-free-sample-preview.pdf>
- Antwi-Afari, M.F., Li, H., Pärn, E.A., Edwards, D.J., (2018). Critical success factors for implementing building information modelling (BIM): A longitudinal review, *Automation in Construction*, Volume 91, 100-110, ISSN 0926-5805, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.010>
- Chen, S., Zeng, Y., Majdi, A., Salameh, A., Alkhalifah, T., Alturise, F., Ali, H.E., (2023). Potential features of building information modelling for application of project management

knowledge areas as advances modelling tools, *Advances in Engineering Software*, Volume 176, 2023, 103372, ISSN 0965-9978, <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2022.103372>

CTICM (Consejería de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid) (2021). Requerimientos BIM de la Consejería de Transportes e Infraestructuras.

Hosamo, H. H., Rolfsen, C. N., Zeka, F., Sandbeck, S., Said, S., Sætre, M. A. (2024). Navigating the adoption of 5D building information modelling: insights from Norway. *Infrastructures*, 9(4), 75. <https://doi.org/10.3390/infrastructures9040075>

Nadeem, A., Wong, A.K.D., Wong, F.K.W. Bill of Quantities with 3D Views Using Building Information Modelling. *Arab J Sci Eng* 40, 2465–2477 (2015). <https://doi.org/10.1007/s13369-015-1657-2>

Sun H, Khoo TJ, Esa M, Mahdiyar A, Li J. Critical Factors Driving Construction Project Performance in Integrated 5D Building Information Modelling. *Buildings*. 2024; 14(9):2807. <https://doi.org/10.3390/buildings14092807>

Van der Heijden, J. (2023). Construction 4.0 in a narrow and broad sense: A systematic and comprehensive literature review, *Building and Environment*, Volume 244, 2023, 110788, ISSN 0360-1323, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110788>.

### Utilización de inteligencia artificial generativa

Para la elaboración de este trabajo no ha sido utilizada la inteligencia artificial generativa.

### Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

