

**ISABEL MEDRANO CORRALES
PABLO OLIVARES PHÉLIX**

BIM, una revolución para la gestión documental de las obras públicas

BIM, a revolution
for the public works
records management

*Isabel Medrano Corrales, isabel.medrano@aopandalucia.es
Pablo Olivares Phélix, pablo.olivares@aopandalucia.es
Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía*

*Citación: Medrano Corrales, Isabel, Olivares Phélix, Pablo (2021). "BIM, una revolución para la gestión documental de las obras públicas". *Tábula*, n. 24, pp. 21-43*

*Recibido: 18-2-2020. Aceptado: 5-10-2020
DOI: <https://doi.org/xxx>*

Resumen analítico / Analytic summary

La metodología BIM (Building Information Modeling) o modelado de información de la construcción consiste en el trabajo colaborativo de los agentes implicados en la creación y gestión de un proyecto de construcción de un edificio o una infraestructura, basado en la centralización de la información en un modelo digital. Esta transformación digital está generando un nuevo escenario para la gestión documental de las obras públicas, que afecta tanto al sector privado como público: la producción de documentos por los consultores, la captura en los sistemas de información de la administración, la conservación en los Archivos Únicos Electrónicos, así como el acceso y la difusión. En este contexto resulta imprescindible la armonización entre la digitalización de las administraciones públicas y del resto de agentes del sector de la construcción.

BIM | MODELADO DE INFORMACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN | GESTIÓN DOCUMENTAL | OBRAS PÚBLICAS | PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN | ENTORNO COMÚN DE DATOS

BIM methodology (Building Information Modelling) is a collaborative project between the agents involved in the creation and management of a building or infrastructure construction project, which is based on centralising the information by using a digital model. This digital transformation is generating a new scenery in the area of the documentation management of public works which affects both private and public sectors: production of documents by consultants, the entry in management and information systems, the conservation in the so-called Unique Electronic Archives as well as access and dissemination. In this context it is essential to coordinate public administration digitalization with the rest of the agents involved in the building sector.

BIM | BUILDING INFORMATION MODELING | RECORD MANAGEMENT | PUBLIC WORKS | ENGINEERING PROJECTS | COMMON DATA ENVIRONMENT

Introducción

La transformación digital del sector de la construcción

La construcción, junto con la sanidad y la educación, es uno de los sectores más importantes en las sociedades desarrolladas. Son sustanciales las infraestructuras de transportes por carretera, ferroviario, marítimo y fluvial, los sistemas de abastecimiento y saneamiento de aguas, el parque de viviendas, etc.

Sin embargo, desde la crisis de 2006, permanece en una situación complicada y no logra recuperarse, al contrario que otros sectores. Una de las razones que se atribuyen a esta desventaja es la escasa evolución de la productividad. En gran parte porque se construye con los mismos métodos que hace 15 ó 20 años. En la tabla 1 se puede ver el resultado de la aplicación de una serie de indicadores de digitalización a una lista de 22 sectores de la industria, figurando el de la construcción en penúltimo lugar en grado de digitalización (McKinsey, 2015).

La transformación digital tiene el potencial de cambiar esta situación. El concepto de Transformación Digital se refiere a los profundos cambios que se están produciendo en todos los sectores de la economía y la sociedad como resultado de la adopción e integración de las tecnologías digitales en todos los aspectos de la vida humana (European Commission. Joint Research Center, 2019).

Las tecnologías están y ofrecen interesantes posibilidades en todas las fases del ciclo de vida de un proyecto constructivo. El Internet de las Cosas aplicado a sensores conectados permitiría capturar de manera masiva datos susceptibles de ser analizados para la planificación, operación y mantenimiento de infraestructuras, mediante técnicas de Machine Learning e Inteligencia Artificial. Los drones

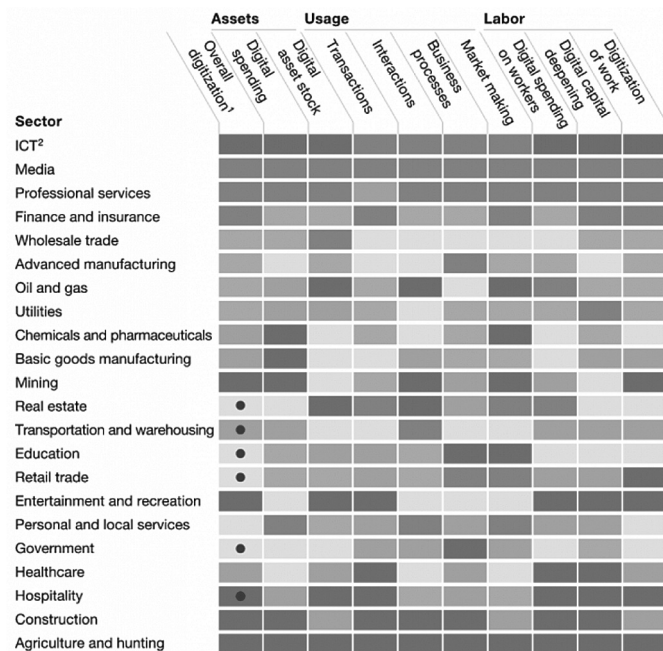


Tabla 1. Índice de digitalización de sectores de la industria

se pueden emplear para realizar, por ejemplo, levantamientos topográficos, inspecciones del estado de una infraestructura, etc. La realidad virtual se podría aplicar para previsualizar el resultado futuro en la fase de diseño, así como los avances en el proceso de construcción. A pie de obra, las instrucciones tradicionalmente han sido anotadas por el jefe de obra en el libro de órdenes y las incidencias en el registro de no conformidades. Ahora ya existen aplicaciones de mensajería instantánea para móvil y tablet, donde se emiten estas instrucciones asociadas a ubicaciones concretas, se comparten documentos de texto, fotografías y vídeos que testimonian el diario de tareas realizadas o problemas surgidos.

No obstante, sin lugar a dudas, la verdadera transformación disruptiva llega al sector de la construcción a través de BIM (Building Information Modelling) o Modelado de información de construcción. BIM es más que una tecnología; es una nueva manera de gestionar el ciclo de vida de edificios e infraestructuras, abarcando las fases de diseño, construcción y mantenimiento, donde los agentes implicados comparten y enriquecen una maqueta de información digital (Sánchez Martín, 2019).

La implantación de BIM

La implantación mundial de BIM es heterogénea, restringida a los países desarrollados y se adopta en forma de mandato con más o menos condicionantes. En Europa, los países nórdicos fueron los pioneros comenzando en 2002. Le siguió Reino Unido en 2011 y el despliegue fue continuando por el resto de los países europeos.

En América, EE.UU. está a la cabeza, exigiendo su uso desde 2006. Y en el Sur destacan las estrategias BIM de Chile, Perú y Brasil.

En cuanto a los países orientales, sobresalen los Emiratos Árabes, donde el despliegue BIM ha sido extraordinario, tras el gran estímulo de la noticia de que Dubai ganara la candidatura para organizar la Expo 2020. China también ha desarrollado en 2014 una estrategia de implantación BIM. Y le siguen en el tiempo Hong Kong, Taiwan, Corea del Sur, Japón y Singapur.

Por su parte, desde 2014 Australia y Nueva Zelanda inician sus estrategias BIM.

El Foro Económico Mundial en 2018 promueve un Plan de Acción para acelerar la implantación de BIM, augurando que en 10 años, la digitalización a gran escala podría ayudar a la industria de la construcción a ahorrar entre un 12% y un 20%, lo que equivale a entre 1 billón y 1,7 billones de dólares anuales (World Economic Forum. Boston Consulting Group, 2018). A diferentes escalas, se constata un gran interés por transformar este panorama con iniciativas que iremos viendo.

Estrategia BIM en Europa

La Comisión Europea ha promovido y desarrollado políticas e iniciativas destinadas a fomentar la digitalización en el sector de la construcción. El hito más importante lo representa la aprobación en 2014 de la Directiva sobre contratación pública que establece que “para contratos públicos de obra y concursos de proyectos, los Estados miembros podrán exigir el uso de herramientas electrónicas específicas, como herramientas de diseño electrónico de edificios o herramientas similares” (Unión Europea, 2014).

En 2016 se constituye el Grupo de Trabajo BIM de la UE, cofinanciado por la Comisión Europea y los estados miembros participantes, con el objetivo de impulsar la digitalización en el sector de la construcción. Este grupo ha editado el «Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo» (EUBIM Taskgroup, 2017). Y en 2019 se inicia el proyecto DigiPLACE, con el objetivo de crear un ecosistema común de innovación del sector de la construcción (European Digital Platform for Construction, [sin fecha]). Pero a pesar de estas medidas, la adopción de BIM por parte de la industria de la construcción sigue siendo limitada, lo que muestra una brecha entre la política y la práctica.

Ya en 2020, la puesta en marcha del Instrumento de Recuperación de la Unión NextGenerationEU, por valor de 750.000 millones de euros, a los que se suman los 1.074 billones de euros del marco financiero plurianual 2021-2027, proporcionarán un volumen de recursos sin precedentes, en el que se sitúa la incentivación de la digitalización con una asignación presupuestaria del 20%.

En este contexto, la Comisión Europea expresamente reconoce que el BIM mejora la transparencia y reduce los costes y el uso de los recursos. Asimismo, se compromete a ofrecer una recomendación para promover el BIM en la adjudicación de contratos públicos para la construcción y proporcionar una metodología para la realización de análisis de coste-beneficio para el uso del BIM en licitaciones públicas (Comisión Europea, 2020).

Hoja de ruta BIM en España

La Ley de Contratos del Sector Público (Jefatura del Estado, 2017), trasponiendo la Directiva Europea, establece la posibilidad de que se pueda exigir el uso de BIM para contratos públicos de obras, concesiones de obras, de servicios y concursos de proyectos.

Esta posible exigencia no siempre es bienvenida por el sector empresarial y algunas licitaciones han sido objeto de recursos. En este sentido, ha sido muy clara la Resolución 102/2019 del Órgano Administrativo de Recursos Contractuales de la Comunidad Autónoma de Euskadi, cuando argumenta que la exigencia de BIM “obedece a razones de interés público atendibles, proporcionadas y relacionadas con el objeto y finalidad del contrato” (Órgano Administrativo de Recursos Contractuales de la Comunidad Autónoma de Euskadi, 2019).

Tras el antecedente de la Comisión Nacional esBIM, creada en agosto de 2015 por el Ministerio de Fomento, en 2018 se crea por el Real Decreto 1515/2018, de 28 de diciembre, la Comisión BIM como órgano colegiado, de carácter temporal, cuya finalidad es impulsar y garantizar la coordinación de la Administración General del Estado y sus organismos públicos y entidades de derecho público vinculados o dependientes, en la implantación de la metodología BIM en la contratación pública (Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes e Igualdad, 2018).

La administración que ha demostrado mayor compromiso con BIM ha sido la Generalitat de Catalunya, que en 2018 estableció la obligatoriedad de su aplicación en los contratos de proyecto, obra y concesión de obras, que tengan por objeto obra nueva, rehabilitación o restauración y un valor estimado igual o superior al establecido para los contratos sujetos a regulación armonizada (Gobierno de Catalunya, 2018).

Los datos obtenidos del Observatorio de la Comisión BIM nos revelan el aumento progresivo en el número de licitaciones en las que se exige BIM, la posición significativamente aventajada de la Generalitat de Catalunya y la apreciación

de una mayor demanda del uso de BIM en los contratos asociados a la fase de obra (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2021).

Con relación a la necesaria formación en la materia, el Plan Nacional de Competencias Digitales de España 2021 identifica el BIM como una nueva competencia digital especializada para profesionales TIC (Gobierno de España, 2021).

El paradigma BIM

Metodología y objetivos

El diseño de un proyecto se representa de forma geométrica y ha experimentado una evolución tecnológica con tres hitos. Tradicionalmente los planos se dibujan a mano alzada y son llevados al lugar de la obra en el momento de la construcción. La introducción de la informática daba paso al diseño por ordenador, generando planos CAD, que seguían siendo de dos dimensiones. Hay un cambio importante, pero a la hora de construir, se sigue imprimiendo el plano y se lleva el papel a la obra. El cambio tecnológico importante lo tenemos en el tercer hito, con la irrupción de BIM. El resultado es una representación tridimensional, compuesta por objetos dotados de información gráfica y no gráfica. Al comienzo de la obra, este modelo puede llevarse, por ejemplo, en una tablet y a través de una aplicación de realidad virtual, realizar un visionado del proyecto in situ.

BIM es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de infraestructuras o edificaciones a lo largo de su ciclo completo de vida, centralizando la información en un modelo digital creado por todos los agentes intervinientes: administración, ingenierías, constructoras, empresas de suministros, etc. Este modelo BIM es la representación en 3D del activo –infraestructura o edificación– y contiene datos físicos, geométricos, cualitativos, económicos y de relación entre los componentes que lo integran.

BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D). El uso de BIM va más allá de las fases de diseño, abarcando la ejecución del proyecto y extendiéndose a lo largo del ciclo de vida del edificio, permitiendo la gestión del mismo y reduciendo los costes de operación (Building Smart Spain, 2021a).

Desarrollar los proyectos con metodología BIM contribuye a una toma de decisiones más acertada y temprana, ya que contar con una fuente de información compartida, fiable y actualizada favorece los procesos de revisión constantes desde el inicio, adelantando muchas modificaciones a una fase virtual y no en obra, donde resultan más costosas.

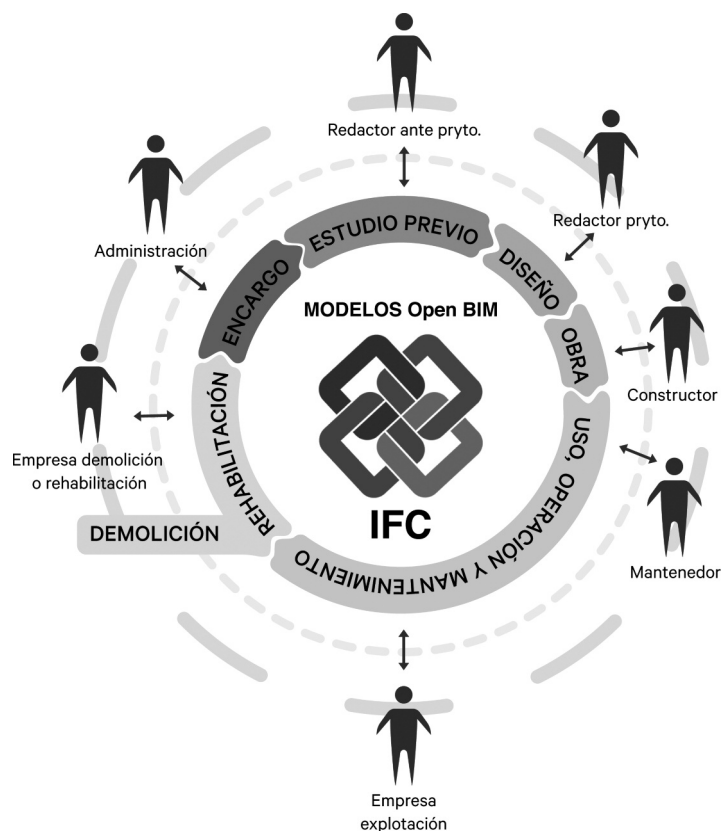


Figura 1. Diagrama de la metodología BIM

Entre los objetivos que una organización puede alcanzar con la implantación de metodología BIM identificamos los siguientes:

- Disponer de un inventario integrado y fidedigno de la infraestructura finalmente construida que facilite su gestión.
- Proporcionar la transferencia de información desde el diseño a las fases de construcción, uso, operación y mantenimiento, asegurando la trazabilidad.
- Mejorar los procesos de toma de decisiones gracias al acceso al modelo o modelos de información del proyecto.
- Incrementar la comprensión y visualización de las soluciones de diseño y sus alternativas.

- Potenciar la coordinación entre disciplinas (obra civil, arquitectura, electrificación, sistemas, etc.) que permite hacer simulaciones del proceso de construcción y evaluar su *constructibilidad* mediante el uso de los modelos 3D.
- Asegurar la calidad de la obra y de la infraestructura final, reduciendo errores y disfunciones y haciendo más efectivos y productivos los procesos durante la construcción.
- Gestionar los costes de modo más eficiente y disponer de análisis de coste y ciclo de vida del proyecto.
- Incrementar la seguridad durante la construcción.

El diseño de la infraestructura

TRADICIONAL	BIM
<input type="checkbox"/> PAPEL/PDF Y COPIAS	<input type="checkbox"/> MODELOS ÚNICOS COMPARTIDOS
<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS JERARQUIZADAS	<input type="checkbox"/> ESTRUCTURAS DE PROCESOS CENTRALIZADOS
<input type="checkbox"/> TECNOLOGÍA ES DPTO ESTANCO	<input type="checkbox"/> TECNOLOGÍA: COMUNICACIÓN HORIZONTAL/VERTICAL
<input type="checkbox"/> IMPOSIBLE CÁLCULOS DE SOSTENIBILIDAD Y ALTERNATIVAS	<input type="checkbox"/> CÁLCULOS MULTICRITERIO
<input type="checkbox"/> ENFOQUE ENTREGA/REVISIÓN	<input type="checkbox"/> ENFOQUE MEJORA CONTINUA
<input type="checkbox"/> INCOHERENCIAS DE PROYECTO DETECTADAS EN OBRA	<input type="checkbox"/> TOMA DE DECISIONES TEMPRANA

Tabla 2. Comparativa entre el diseño de una infraestructura con metodología tradicional y BIM

El entorno común de datos

El entorno común de datos (o Common Data Environment, CDE) es el área de colaboración digital, donde se centraliza información –gráfica y no gráfica– y documentos del proyecto, de manera estructurada, fiable y segura. Debe ser la única fuente de información del proyecto, donde los miembros de los equipos acceden y operan conforme a los permisos que se hayan definido para cada cual en el *plan de ejecución BIM*¹. La persona que desempeñe el rol de BIM manager se encargará de definir la estructura del entorno y asegurar la integridad y conservación de la información.

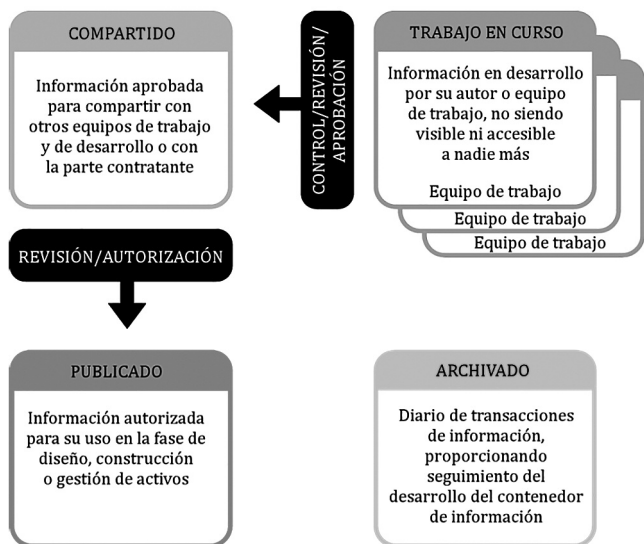


Figura 2. Concepto de entorno común de datos (CTN 41/SC 13, 2018)

El entorno común de datos se estructura en 4 contenedores de información facilitadores del trabajo colaborativo: trabajo en curso –donde se disponen los borradores solo accesibles para cada equipo de trabajo–, compartida –donde se depositan los entregables² pendientes de aprobar y que deben ser visibles y accesibles por otros equipos, aunque no editables–, publicado –es el área de los entregables ya aprobados– y archivado –donde se conservan los modelos una vez finalizados–. El paso de la información de un contenedor a otro responde a las acciones de aprobación, autorización y verificación.

El entorno común de datos debe permitir un proceso auditable, transparente y controlable, para asegurar que la información se genera una sola vez y se utiliza las veces que sea necesario por los miembros de los equipos. Así el modelo se va enriqueciendo con actualizaciones aprobadas e información ordenada a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Cada objeto del modelo, por ejemplo, una puerta, tiene asociada la geometría 3D, los datos de sus dimensiones, peso, referencia del proveedor, precio, etc.; todos ellos metadatos que ofrecen grandes posibilidades para su explotación.

Resulta de gran interés la posibilidad de federar los modelos BIM, es decir, visualizar simultáneamente varios modelos con ubicaciones próximas, para lo cual tienen que estar georreferenciados.

El entorno común de datos está soportado por una o varias herramientas informáticas; entre las más utilizadas están Trimble Connect, de Trimble; BIM 360, de Autodesk; y usBIM.platform, de ACCA Software. Estas herramientas han de contener visores embebidos para visualizar ficheros pdf, Word, xlm, ifc, dxf, gis, etc. Se da también la combinación de soluciones en plataformas internas y en la nube (para los contenedores de información compartida).

Cuando el modelo digital se integra con otras plataformas para la operación y mantenimiento del activo, por ejemplo, una línea de metro, obtenemos un *gemelo digital*, que consiste en una representación virtual de un objeto, sistema o proceso, que nos permite crear un puente entre el mundo virtual y la realidad. Para el ejemplo que hemos puesto, estas plataformas conectadas podrían ser: entorno común de datos (CDE), sistema de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO), plataformas de operación y mantenimiento (SAE, SIV, PCC, CCAA, CCTV, etc.), plataformas de analítica de datos y cuadro de mando general, inventario digital (CAD, nube de puntos láser y modelos BIM en un entorno GIS) y las diversas tecnologías emergentes Internet de las cosas (IoT), Big data, Blockchain, 5G, etc. El resultado sería un gemelo digital generador de nuevas fuentes de información que enriquecerían el patrimonio público digital de las administraciones y de la ciudadanía, a través de la transparencia.

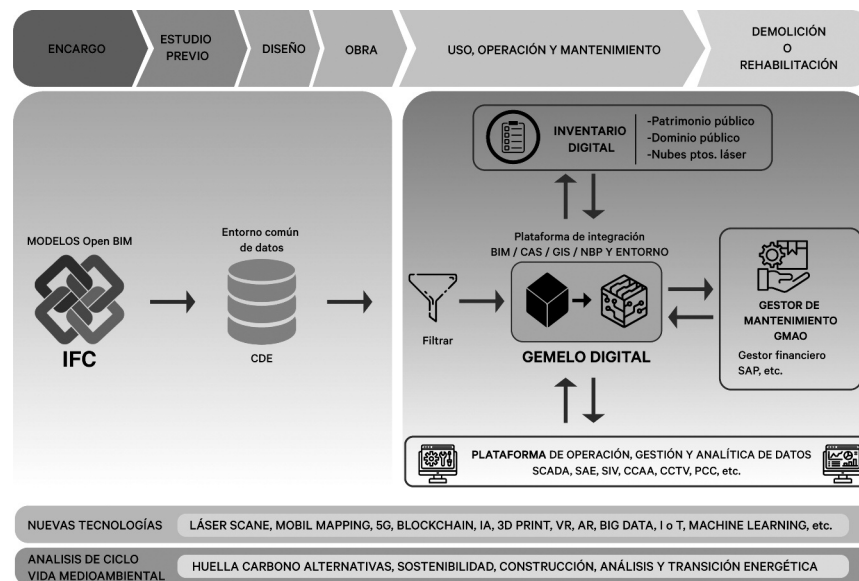


Figura 3. Gemelo digital

Interoperabilidad

La cooperación es la esencia de BIM. Por tanto, es fundamental la interoperabilidad para el intercambio y entendimiento entre diversos agentes y disciplinas.

Técnica

Las administraciones que exijan en sus licitaciones el empleo de metodología BIM deberán garantizar el acceso a una tecnología libre por parte de los licitadores, en cumplimiento de la Ley de Contratos del Sector Público (Disp. adic. 16, b. 1 a): *Las herramientas y dispositivos que deban utilizarse para la comunicación por medios electrónicos, así como sus características técnicas, serán no discriminatorios, estarán disponibles de forma general y serán compatibles con los productos informáticos de uso general, y no restringirán el acceso de los operadores económicos al procedimiento de contratación* (Jefatura del Estado, 2017). De lo contrario, obligar a emplear una solución de pago vulneraría el interés de dicha Ley en garantizar la máxima concurrencia posible y fomentar el acceso de las PYMES a la licitación (Robles Calvo, 2018).

En este sentido, la iniciativa OpenBIM, impulsada en gran medida por la organización Building Smart International, promueve el uso de BIM basado en normas y estándares abiertos, fomentando de este modo la interoperabilidad entre agentes, procesos y herramientas.

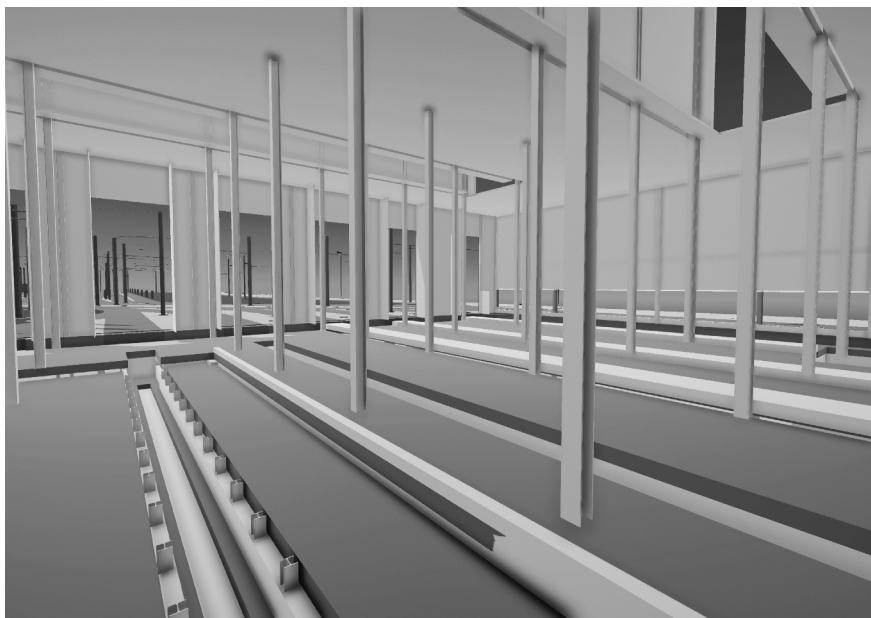


Figura 4. Visualización de fichero IFC. Talleres y cocheras del Metropolitano de Granada. AOPJA

De todos los estándares es especialmente relevante el formato abierto de ficheros IFC (Industry Foundation Classes) para intercambio de la información de los modelos entre diversas herramientas tecnológicas. IFC está reconocido como estándar internacional a través de la norma UNE-EN ISO 16739-1:2018 (ISO/TC 59/SC 13, 2018). Exportar a IFC es un requerimiento básico para que un software sea BIM. Para visualizar, editar y convertir desde otros formatos a IFC, existen herramientas de uso libre como usBIM.viewer+ y BIMvision.

También se encuentra generalizado el uso del formato BCF (BIM Collaboration Format), un formato de archivo abierto basado en XML, que cuenta con una estructura funcional y bien definida para el intercambio de observaciones en un modelo IFC.

Sería muy conveniente que estos formatos fuesen añadidos en la nueva versión de la Norma Técnica de Catálogo de estándares del Esquema Nacional de Interoperabilidad.

Organizativa

En la dimensión organizativa de la interoperabilidad es de destacar la serie de normas UNE-EN ISO 19650 (CTN 41/SC 13, 2018), que establece los requisitos de gestión de la información que se genera en el desarrollo de un proyecto BIM. Está basada en el estándar británico PAS 1.192 y cuenta con cuatro partes aprobadas: Conceptos y principios, Fase de desarrollo de los activos, Fase de operación de los activos y Enfoque de seguridad en la gestión de la información.

La parte 1, como hemos visto en el epígrafe anterior, define la estructura del entorno común de datos con los diferentes contenedores que reflejan los estados por los que pasa la información. También establece pautas para la gestión de la información del proyecto, del activo y de las tareas.

La parte 2 concreta las reglas para gestionar la información, durante las fases de diseño y construcción de un activo, en un procedimiento de contratación.

La parte 3 especifica los requisitos relativos a la gestión y el intercambio de la información, en forma de proceso de gestión, en el contexto de la fase de operación de los activos. Puede aplicarse a cualquier tipo de activo y por organizaciones de cualquier tipo y tamaño que participen en la fase de operación.

La parte 5 establece la estrategia de seguridad para la gestión de la información a lo largo del ciclo de vida de una actividad, proyecto, activo, producto o servicio, durante el cual se obtiene, crea, procesa y almacena información sensible.

Semántica

El modelo BIM incluye la descripción completa de todos los elementos de la infraestructura, materiales, sistemas y subsistemas, etc. Esto supone un desafío de interoperabilidad sintáctica y semántica para el conjunto de agentes que colaboran

en el modelo. Hay proveedores que ofrecen en sus plataformas digitales sus catálogos de productos en formatos compatibles para ser incorporados como objetos a los modelos BIM. Esta diversidad de procedencias visibiliza la necesidad de que la creación de objetos BIM pase por la aplicación de estándares específicos. De no ser así, la base de datos que se pretende obtener del modelo BIM se reduciría a la expresión tridimensional de un diseño (Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas, 2020).

En este contexto, destacamos tres iniciativas que promueven la interoperabilidad semántica:

- El estándar eCOB® de Creación de Objetos BIM (Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña, 2021) es un instrumento para la generación de objetos BIM dotados de una estructura de información, que facilita la interoperabilidad entre programas BIM. El conjunto de propiedades eCOB® completa el estándar IFC con atributos propios del contexto normativo armonizado europeo y la reglamentación española aplicable a los proyectos de edificación. La actual versión se plantea abierta a la evolución fruto de la colaboración de los agentes del sector (fabricantes, proyectistas, constructores, licitadores).
- El Manual Sistema de Clasificación Ferroviaria BIM-RIH (Railway Innovation Hub, 2020), elaborado por un grupo de empresas líderes del sector ferroviario y la colaboración de un buen número de entidades, entre ellas la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Representa un importante paso hacia la interoperabilidad al establecer una codificación/clasificación para la estandarización y categorización de todos los elementos de los subsistemas ferroviarios, para su inclusión en los modelos BIM. Aunque está dirigido al sector ferroviario, una parte importante de sus contenidos, por ejemplo, la propuesta de codificación para ficheros de modelos BIM, son aplicables para otro tipo de infraestructuras. Se definen tablas de usos, fases, funciones, unidades de medida, materiales, etc. Por ejemplo, una columna siempre debe considerarse en un modelo BIM ferroviario como un "ObjectType" con valor "Pilar" en la tabla "Element Specific".
- Recientemente y por iniciativa del Building Smart Spain, se ha realizado el Manual de Nomenclatura de Documentos al utilizar BIM (Building Smart Spain, 2021b), que propone una estructura fija de codificación y metadatos para la identificación de los documentos generados en un modelo BIM.

Gestión documental BIM: novedades y controversias

Los estudios de arquitectura e ingeniería, las constructoras y las propias administraciones de obras públicas siempre han sido referentes de una producción ingente de documentos. Documentos muy ricos en datos y en valores. De todos ellos apelamos al *valor económico*. ¿Cuánto vale un proyecto de construcción de una línea de metro, o de un estadio deportivo o de un puente? Cifras muy elevadas que, cuando se trata de inversión pública, han de estar sustentadas en evidencias firmes, que no generen duda de su autenticidad, fiabilidad, integridad y disponibilidad. Máxime aún cuando se trata de un sector en el que los litigios son frecuentes.

La contratación pública de actividades relativas a la construcción es una función desarrollada por las administraciones de forma generalizada. Generan, por tanto, documentos y datos públicos, que ahora con la metodología BIM *mutan* en su forma y contenido. El primer cambio lo vemos en el producto resultante de cada fase del ciclo de vida de una infraestructura. En el modo clásico se producen documentos (anteproyecto, proyecto de construcción, proyecto así construido e inventario de activos). En el modelo BIM se produce la evolución de la maqueta digital, desde su versión básica a las más precisas y ricas en información.

Flujos de la información en proyectos

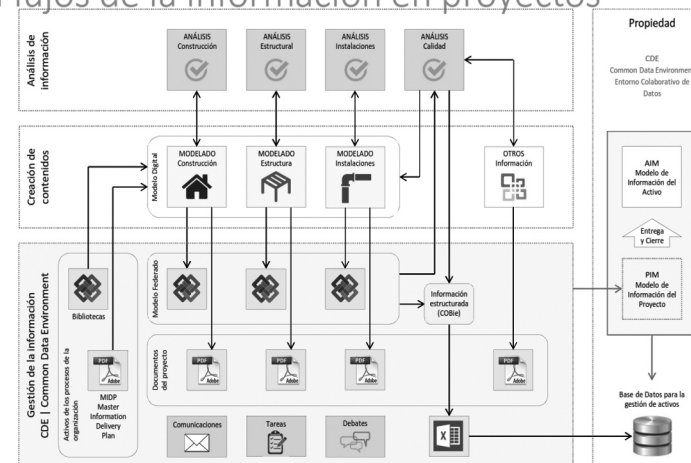


Figura 5. Flujos de la información en proyectos BIM (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Demarcación de Andalucía, 2021)

El diagrama de la figura 5 representa el proceso de generación de información y contenidos en un proyecto BIM. Los cuadrados de fondo amarillo representan las distintas disciplinas (obra civil, arquitectura, electrificación, sistemas, etc.) que conforman el modelo digital. Las flechas que salen hacia abajo significan que del modelo se extrae información para conformar una serie de productos derivados en formato IFC y PDF, que se llaman *entregables*. Se llaman así porque es lo que se entrega al cliente, o sea a la administración, de conformidad con los requerimientos establecidos en los pliegos.

A diferencia de la estructura interna de un proyecto de construcción clásico, que contiene memoria, planos, pliego y presupuesto, en el modelo BIM se suelen mantener los planos y el presupuesto, a los que se añaden nuevos entregables. Entre los más habituales figuran:

- El Plan de Ejecución BIM (PEB), que es un documento de planificación en el que se especifica la estrategia de gestión, producción, intercambio y entrega de la información; los criterios que seguir para estructurar y organizar la información del modelo; y los recursos humanos y tecnológicos necesarios. El PEB está consensuado entre todos los agentes y puede actualizarse en cada fase del proyecto.
- Los modelos de información, que pueden a su vez estar divididos o federados en varios submodelos, por ejemplo, estructura, instalaciones, planificación de obra, presupuestos, etc.
- Y otros documentos como planos, imágenes, vídeos, listados, informes, programas, etc.

La ventaja de la metodología BIM es que cualquier modificación en el modelo permite disponer de versiones actualizadas de los entregables derivados del mismo, de forma casi automática.

Al margen de que se emplee metodología BIM, no podemos perder de vista que las partes y el contenido del proyecto de construcción serán las que marca la Ley de Contratos (Jefatura del Estado, 2017), o sea: memoria, planos, pliego y presupuesto. Es por ello por lo que actualmente conviven dos concreciones de los proyectos de construcción: el modelo clásico y el modelo BIM (entregables). Al decir modelo clásico nos estamos refiriendo no al papel, sino a la gestión documental resultante del marco normativo de administración electrónica. Será precisa una adaptación del marco normativo para dar cabida a una realidad BIM propiciada por los propios gobiernos y las administraciones.

Del modelo clásico obtenemos documentos administrativos electrónicos que conforman un expediente electrónico con sus metadatos, y podrán ingresar en el Archivo Electrónico. En el modelo BIM se nos presenta un nuevo desafío: incorporar los entregables en sus expedientes administrativos porque son el testimonio del objeto del contrato. Para ello habrá que emplear expresiones de

ficheros XML o ZIP, ya que el formato IFC no está expresamente reconocido en el Catálogo de Estándares de la Norma Técnica de Interoperabilidad. Además, la firma no figura como requisito de los entregables (al menos todos los que hemos podido consultar). Evidentemente, es una carencia trascendente porque no se puede comprobar su autenticidad y tampoco se puede tener certeza de que la información no vaya a ser alterada. La solución pasa porque los órganos de contratación exijan la incorporación del sello electrónico de persona jurídica en los entregables.

No obstante, es indiscutible el potencial que supone para las administraciones disponer de los modelos BIM. Sería como un gemelo digital de las infraestructuras de un territorio sobre un sistema de información geográfica. Se podrían hacer análisis donde se combinen los enfoques diacrónicos (el registro de la evolución de la construcción a través del tiempo) y sincrónico (la obtención de instantáneas estáticas de un determinado momento). Para ello las administraciones tendrían que asumir la gestión de infraestructuras para un entorno común de datos. Sin embargo, en estos momentos estamos lejos porque es muy frecuente que se exija en los pliegos de licitación que el adjudicatario ponga al servicio de la administración la herramienta del entorno común de datos durante el desarrollo del contrato.

Reflexión final

La metodología colaborativa BIM propicia sinergias entre los agentes del servicio público (administraciones, técnicos, empresas, ciudadanía), que podrían optimizar la coherencia de las acciones en el territorio y así contribuir a planificar las infraestructuras con una visión integral y no fragmentaria actual.

Sería conveniente la armonización entre la digitalización de las administraciones públicas y del resto de agentes del sector de la construcción, en concreto en todo lo que implica a la gestión documental y de la información pública.

Bibliografía

- BUILDING SMART SPAIN (2021a). *¿Qué es BIM?*. <<https://www.buildingsmart.es/bim/qué-es/>>. [Consulta: 09/08/2021]
- BUILDING SMART SPAIN (2021b). *Manual de nomenclatura de documentos al utilizar BIM*. <[https://www.buildingsmart.es/app/download/12816772026/Manual de Nomenclatura Documentos BIM.pdf?t=1624955817](https://www.buildingsmart.es/app/download/12816772026/Manual%20de%20Nomenclatura%20Documentos%20BIM.pdf?t=1624955817)>. [Consulta:09/09/2021]
- CATALUNYA. GOBIERNO (2018). *Acuerdo del Gobierno de Catalunya del 11.12.2018 por el cual se determinan los contratos en que se tiene que aplicar la metodología de*

- trabajo colaborativa y virtual en tres dimensiones llamada Building Information Modeling (BIM) y la forma y las condiciones para hacerlo. Barcelona: Diario Oficial de Catalunya.
- COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. DEMARCACIÓN DE ANDALUCÍA, Ceuta y Melilla (2021). *civileBIM Máster BIM en Ingeniería Civil*.
- COLEGIO DE INGENIEROS TÉCNICOS DE OBRAS PÚBLICAS (2020). *Guía de apoyo a contrataciones con requisitos BIM*.
- COMISIÓN EUROPEA (2020). *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Oleada de renovación para Europa: ecologizar nuestros edificios, crear empleo y mejorar vidas*. Luxemburgo: EUR-Lex.
- CTN 41/SC 13 (2018). *Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM. Gestión de la información al utilizar BIM. Parte 1: Conceptos y principios. (UNE-EN ISO 19650-1:2018). Parte 2: Fase de desarrollo de los activos*. Madrid: Asociación Española de Normalización.
- ESPAÑA. JEFATURA DEL ESTADO (2017). *Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014*. 2017. Madrid: Boletín Oficial del Estado.
- ESPAÑA. MINISTERIO DE ASUNTOS ECONÓMICOS Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL (2021). *Plan Nacional de Competencias Digitales*. Madrid: Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital.
- ESPAÑA. MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, RELACIONES CON LAS CORTES E IGUALDAD (2018). *Real Decreto 1515/2018, de 28 de diciembre, por el que se crea la Comisión Interministerial para la incorporación de la metodología BIM en la contratación pública*. Madrid: Boletín Oficial del Estado
- ESPAÑA. MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA (2021). *Observatorio CBIM*. <<https://cbim.mitma.es/observatorio-cbim>>. [Consulta: 29/06/2021].
- EUBIM TASKGROUP (2017). *Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo*. <<http://www.eubim.eu/handbook-selection/handbook-spanish/>>. [Consulta: 09/08/2021]
- EUROPEAN COMMISSION. JOINT RESEARCH CENTER (2019). *Digital Transformation in Transport, Construction, Energy, Government and Public Administration*. Brussels: JRS. <<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC116179>>. [Consulta: 09/08/2021]
- EUROPEAN DIGITAL PLATFORM FOR CONSTRUCTION. (s. f.). “DigiPLACE”. <<https://www.digiplaceproject.eu/>>. [Consulta: 29/06/2021].
- INSTITUTO DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN DE CATALUÑA (2021). *eCOB® Estándar de creación de objetos BIM*.
- ISO/TC 59/SC 13 (2018). *UNE-EN ISO 16739-1:2018 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries - Part 1: Data schema*. Geneve: International Organization for Standardization.
- MCKINSEY. (2015) “The MGI Industry Digitization Index”. McKinsey Global Institute, n. December.
- ÓRGANO ADMINISTRATIVO DE RECURSOS CONTRACTUALES DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE EUSKADI (2019). *Resolución 102/2019 del Órgano Administrativo de Recursos Contractuales de la Comunidad Autónoma de Euskadi*. Vitoria-Gasteiz: Órgano Administrativo de Recursos Contractuales. <http://www.obcp.es/sites/default/files/2019-09/Resolucion102_2019.pdf>. [Consulta: 09/08/2021]
- RAILWAY INNOVATION HUB (2020). *Manual Sistema de Clasificación Ferroviaria BIM - RIH*. Málaga: Railway Innovation Hub. <<https://www.railwayinnovationhub.com/bim/>>. [Consulta: 09/08/2021]
- ROBLES CALVO, Alberto (2018). “Qué es BIM (Disposición adicional 15 LCSP) y otras cuestiones sobre su implantación en los procesos de licitación”. *Contratación administrativa: revista de la contratación administrativa y de los contratistas*, vol. 157.
- SÁNCHEZ MARTÍN, Raúl (2019). “Digitalización del sector de la construcción”.
- UNIÓN EUROPEA (2014). *Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de febrero de 2014 sobre contratación pública y por la que se deroga la Directiva 2004/18/CE*. 2014. Bruselas: EUR-Lex
- WORLD ECONOMIC FORUM; BOSTON CONSULTING GROUP (2018). *Shaping the Future of Construction: An Action Plan to Accelerate Building Information Modeling (BIM) Adoption*. Cologny/Geneva: WEF.

Notas

¹ Según la UNE-EN ISO 19650-1, es el Plan en el que se describe cómo el equipo de desarrollo se ocupará de los aspectos de gestión de la información de la contratación. Se trata de un documento consensuado entre todos los agentes, que regirá la estrategia de intercambio de información durante la redacción del proyecto y/o la ejecución de la obra.

² Los entregables son productos informativos de diversa naturaleza que resultan de la extracción de información del modelo digital. Ejemplos de entregables son: planos, tablas, informes, imágenes, vídeos, presupuesto, el propio modelo, etc.