

Guía BIM

para propietarios y gestores de activos.

20
20

AM + BIM + FM = ÉXITO
Una oportunidad que no podemos perder.

JUNIO



Guía BIM

para propietarios y
gestores de activos.

Guía de la Asociación BuildingSMART Spain.

Trabajo dirigido por:

F. Javier García Montesinos. AMP Estratégico.

Vicepresidente de la Comisión de Propietarios y Gestores de activos de la Asociación BuildingSMART Spain.

Director de CREA Soluciones Inteligentes S.L.U. y socio de Real Estate & Facility Management Expertise Group.

jgarcia@creasoluciones.es

Miguel Villamor Tardáguila.

Vocal de la Comisión de Propietarios y Gestores de activos de la Asociación BuildingSMART Spain. Periodo julio 2017 - junio 2019.

Director general de AEC-ON Soluciones.

mvillamor@aec-on.com

José González Díaz.

Vocal de la Comisión de Propietarios y Gestores de activos de la Asociación BuildingSMART Spain. Periodo julio 2019 - junio 2021.

Building Analytics & IoT Partner at Sistol.

jgonzalez@sistol.com

Fernando Blanco Aparicio.

Presidente de la Asociación BuildingSMART Spain.

Sergio Muñoz Gómez.

Secretario de la Asociación BuildingSMART Spain.

Publicado por la Asociación BuildingSMART Spain. Madrid.

www.buildingSMART.es

Todos los derechos reservados a los autores de los diferentes artículos, de las imágenes y a la Asociación Building Smart Spanish Chapter (BSSC).

Copyright @ Building Smart Spanish Chapter (BSSC). 2020.

Imágenes de edificios adquiridas en ADOBE STOCK. Ninguna persona está autorizada a usar estas imágenes sin adquirir su propia licencia.

AUTORES, COAUTORES Y REVISORES:

Por orden de aparición:

Fernando Blanco Aparicio. Presidente de la Asociación BuildingSMART Spain.

Javier García Montesinos. AMP Estratégico. Director de CREA Soluciones Inteligentes. Vicepresidente de la Comisión de Propietarios y Gestores de activos de la Asociación BuildingSMART Spain.

Sergio Muñoz Gómez. Secretario de la Asociación BuildingSMART Spain.

Miguel Ángel Fernández García, PMP. Socio de Mooz Studio.

Sebastián Manríquez Fuentealba. Coordinador Instituciones Públicas. Planbim CTD CORFO. Chile.

Oscar Gutiérrez Díez, Lisset Boggiano y Francisco Olea del Grupo Inmobiliario La Quinta.

María Pilar Jimenez Abós. BIM Manager en INECO y miembro del Comité de Expertos de Comisión BIM España.

Sergio Fernández. Director del Área Tecnológica de RETAILGAS.

David Barco Moreno. Autor del Libro "Diario de un BIM Manager". Director técnico de BERRILAN BIM.

Iván Gómez Rodríguez. Co-fundador de VT-LAB. Profesor RV y AV.

Especial agradecimiento a D. Rafael Díaz Martínez (Coordinador técnico de ACUAES) por su apoyo y revisión de toda la guía.

MIEMBROS DE LA JUNTA JUN2019-JUN2020:

Presidente: Fernando Blanco Aparicio - ACCIONA.

Secretario: Sergio Muñoz Gómez

Tesorero: Rafa Capdevila - Colegio Aparejadores Barcelona.

Representante de los Simpatizantes: Benjamín González - CYPE.

Vicepresidente Diseño: David Delgado - DDV.

Vocal Diseño: Jorge Torrico - INECO

Vicepresidente Construcción: Alejandro Romero - HILTI

Vocal Construcción: Jose Carlos Rico - FCC

Vicepresidente Explotación: Javier García Montesinos - CREA Soluciones Inteligentes (CREASI).

Vocal Explotación: José González Díaz - SISTROL.

Vicepresidente SW: Eduardo Cortés - BENTLEY.

Vocal SW: Jose Cosculluela - CONSTRUSOFT.

Vicepresidente Formación/Investigación: Ferrán Bermejo - ITeC.

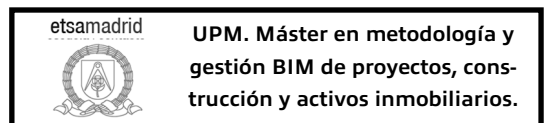
Vocal Formación/Investigación: Antonio Manuel Reyes - Universidad de Extremadura.



CENTROS UNIVERSITARIOS Y DE FORMACIÓN QUE APOYAN LA GUÍA:

Requisito: Deben de hablar en sus cursos de Asset Management (ISO 55001), ISO 19650 Gestión de la Información BIM y Facility Management (ISO 41001). Además deben de recomendar la lectura de la guía a sus alumnos. Por orden alfabético:

- **BUTIC, The School.**
Contacto: Marco Antonio Fernández Doldán.
WEB: <https://www.butic.es/>
- **CICE, La Escuela profesional de nuevas tecnologías.**
Contacto: Juan de Dios Izquierdo Luque.
WEB: <https://www.cice.es/>
- **EDITECA, Escuela de Formación de Diseño, Arquitectura e Ingeniería.**
Contacto: Rafael González del Castillo Sancho.
WEB: <https://editeca.com/>
- **ESPACIOBIM, Máster BIM Manager Internacional.**
Contacto: Borja S. Ortega.
WEB: <https://www.espaciobim.com/master/bim/manager>
- **Escuela de la Edificación. Universidad Francisco de Vitoria. Máster en Facility Management.BIM.**
Contacto: Ignacio Moreno Balsalobre.
WEB: <https://escuelaedificacion.org/curso/>
- **ETSAM. UPM. Máster en metodología y gestión BIM de proyectos, construcción y activos inmobiliarios.**
Contacto: Javier Fco. Raposo Grau.
WEB: <http://etsamadrid.aq.upm.es/estudios/posgrado/tp/master/16>
- **ETSAM. UPM. Máster en Real Estate y FM.**
Contacto: Sergio Vega Sánchez.
WEB: <http://www.fm-upm.com/>
- **LASALLE. Programa executive en F. Management.**
Contacto: María Dolores Mora Almendro.
WEB: <https://www.lasalleigsmadrid.es/>
- **MSI STUDIO. Máster BIM Oficial.**
Contacto: Salvador Bohigas.
WEB: <https://www.msistudio.com/master-bim/>
- **OPENBIM. Máster en Metodología Open BIM y Gestión de Proyectos de Construcción.**
Contacto: Juan Enrique Nieto Julián.
WEB: <https://masteropenbim.com/>
- **PMM Business School. Master en Asset Management y Master en Facility Management.**
Contacto: Dr. Luis Amendola, Ph. D.
WEB: <http://pmm-bs.com/>
- **UE. Postgrado de Experto en Gestión de Proyecto. Metodología BIM. BIM Manager. Madrid, Valencia y Donostia.**
Contactos: Felipe Aparicio (Madrid). David Barco (Valencia y Donostia).
WEB: <https://universidadeuropea.es/>
- **UPC. Máster en Open BIM en desarrollo y gestión de proyectos.**
Contacto: Eloi Coloma Picó / Montserrat Armengol Aragonés.
WEB: <https://www.talent.upc.edu/>



CENTROS UNIVERSITARIOS Y DE FORMACIÓN QUE APOYAN LA GUÍA:

- **UPVALENCIA.** Máster en BIM - Gestión de la Información de la Construcción.

Contacto:

WEB: <https://www.cfp.upv.es/formacion-permanente/>



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

- **ZIGURAT,** Global Institute of Technology.

Contacto: Bernabé Farré.

WEB: <https://www.e-zigurat.com/>



ZIGURAT

GLOBAL INSTITUTE
OF TECHNOLOGY

ORGANISMOS PÚBLICOS QUE APOYAN LA DIFUSIÓN DE LA GUÍA COMO INICIATIVA PARA IMPULSAR LA IMPLANTACIÓN BIM EN ESPAÑA:



MEDIOS DE DIFUSIÓN QUE APOYAN LA GUÍA:



ASOCIACIONES QUE APOYAN LA GUÍA:



GRUPOS DE USUARIOS PROFESIONALES QUE APOYAN LA GUÍA:

- **GuBIMAstur:** Grupo de usuarios BIM de ASTURIAS.
- **eBIME:** Euskadi BIM ErabiLtzailleen taldea. Grupo de usuarios BIM DE EUSKADI.
- **guBIMAD:** Grupo de usuarios BIM profesionales de MADRID.
- **GURV.** Grupo de Usuarios de Revit de VALENCIA.

BIM para propietarios y gestores





ÍNDICE DE LA GUÍA:

	AUTORES, COAUTORES Y REVISORES.	IV
	CENTROS UNIVERSITARIOS Y DE FORMACIÓN, GRUPO DE USUARIOS, MEDIOS DE DIFUSIÓN , ASOCIACIONES Y ORGANISMOS QUE APOYAN LA GUÍA.	VI
	BIM, NUEVAS OPORTUNIDADES.	13
	PRÓLOGO.	15
01	BIM. SITUACIÓN ACTUAL.	17
02	BENEFICIOS DEL BIM PARA PROPIETARIOS Y GESTORES.	25
03	ASSET MANAGEMENT Y BIM.	31
04	METODOLOGÍA BIM PROPUESTA.	37
05	LAS DIMENSIONES Y LOS USOS DEL BIM.	55
06	BIM Y FACILITY MANAGEMENT.	67
07	BIM Y PROJECT MANAGEMENT.	81
08	GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN.	87
09	INTEROPERABILIDAD. IFC PARA PROPIETARIOS Y GESTORES.	115
10	SOLUCIONES TECNOLÓGICAS APLICADAS AL CICLO DE VIDA DE LOS ACTIVOS.	133

La guía BIM para Propietarios y Gestores de Activos nace como una versión abierta y gratuita, que quiere mantenerse viva en el tiempo. Pretende ser un documento dinámico. Proponemos que la Guía ayude a generar debates que faciliten ir asentando los conceptos necesarios para producir un cambio en el sector de la Arquitectura, la Ingeniería, la Construcción y la gestión de los activos.

Además se propone que la guía siga creciendo en contenido a través de anexos técnicos y de casos de éxito de propietarios y gestores de activos.

FIG	LISTADO DE FIGURAS DE LA GUÍA BIM.	153
BIB	BIBLIOGRAFÍA Y LECTURAS RECOMENDADAS.	159
GTE	GLOSARIO DE TÉRMINOS.	163



BIM

BIM, NUEVAS OPORTUNIDADES

Existe ya un claro consenso sobre el beneficio del uso de modelos de información durante la gestión y explotación de los proyectos en el sector de la edificación y las infraestructuras.

Los propietarios y gestores de activos tienen en el uso de BIM, una gran oportunidad para reducir las incertidumbres que comúnmente aparecen durante las fases de diseño y construcción. Un ejemplo de esto pueden ser la reducción de las frecuentes desviaciones en plazos, costes y calidades existentes. De igual forma, aparecerán ineficiencias derivadas de la toma de decisiones en las etapas iniciales sin una correcta evaluación de los impactos en el mantenimiento futuro (impacto energético, costes de ciclo de vida de los activos...).

El gestor podrá solicitar que el modelo BIM cumpla con otros usos que pueden ser de gran interés para el usuario, como son: distribución de espacios, organización de puestos de trabajo y servicios, mantenimiento preventivo, integración con los sistemas de control y disponer de los datos de sus activos que les ayude a la toma de decisiones o a la implantación de sus políticas y planes de mantenimiento.

Sabemos que esto no es una tarea fácil. Necesidades y procesos propios van a requerir respuestas diferentes en cada organización. Hoy en día son los clientes públicos y privados los principales motores de la transformación de BIM desde un modelo para la pre-construcción hacia modelos de activos que permitan el desarrollo de gemelos digitales.

Sirva esta guía como herramienta a aquellos profesionales que se encuentren en el proceso de digitalización y estructuración de sus estrategias para la gestión de activos.

Por Fernando Blanco Aparicio.

Presidente de la Asociación BuildingSMART Spain.



PRÓLOGO

Veo en los gestores de activos y en los gestores de servicios de Facility Management a los verdaderos promotores del cambio en el modelo productivo del diseño y la construcción de activos inmobiliarios, industriales o infraestructuras.

Muchos opinan que el papel de los gestores de activos y los facility managers es recibir y gestionar los inmuebles o infraestructuras que el sector AEC nos aporta. Se olvidan que los activos son una inversión y no un coste. Esas inversiones las deciden las direcciones de las organizaciones, ya sean privadas o públicas, para cumplir con sus planes estratégicos.

La dirección de estas empresas se apoyan en un responsable interno cuya misión es asegurar que ese activo cumpla con los objetivos que le han marcado. Esa figura es la del gestor de activos, de inmuebles, de facility management... Este responsable será quién deba realizar la prescripción de cómo hacer realidad el proyecto y de cómo quiere que sea el activo para cumplir con esos objetivos.

Los gestores de activos, responsables de inmuebles o facility managers no pueden dejar pasar esta gran oportunidad de ser los protagonistas. Éstos deben ser los que lideren en las organizaciones tanto la gestión de los activos como la gestión de los servicios asociados a los inmuebles, incluyendo las obras de nuevos inmuebles o las reformas de los mismos.

La clave del éxito será aunar las buenas prácticas y metodologías derivadas de la gestión de activos (ISO 55000 Asset Management), de la gestión de servicios asociadas a estos activos (ISO 41000 de Facility Management) y del empleo del enfoque proporcionado por el BIM (Building Information Modelling).

Por Javier García Montesinos. AMP Estratégico.

Vicepresidente de la Comisión de Propietarios y Gestores de activos de la Asociación buildingSMART Spain.

Director de CREA Soluciones Inteligentes.



BIM. SITUACIÓN ACTUAL.

Por Sergio Muñoz Gómez.

Secretario de la Asociación BuildingSMART Spain.

Por Javier García Montesinos.

Vicepresidente de la Comisión de Propietarios y Gestores de activos
de la Asociación BuildingSMART Spain.

Director de CREA Soluciones Inteligentes.

BIM. SITUACIÓN ACTUAL.

Building Information Modelling (BIM) está mejorando la forma en que se diseñan, se construyen y se entregan los activos. BIM nos ofrece el medio para que decidamos dar el paso de "repensar" cómo diseñamos, construimos, mantenemos y operamos nuestros activos.

Hemos llegado a una etapa emocionante en la evolución de BIM, en la que un número significativo de las partes interesadas en el sector AEC están utilizando ya BIM o están considerando su uso. El número de profesionales formándose en el uso de tecnología BIM es ya muy importante.

Entre las partes interesadas hay algunas de las que no se habla tanto, de los propietarios y gestores de activos, facility managers y gestores de mantenimiento.

El presente documento pretende cubrir este vacío y ser el medio para llegar a estos actores dentro del BIM y a animarles que asuman el importante papel que tienen para que el "BIM" sea un éxito, es decir, que aporte valor a los que invierten en activos.

El contenido de este primer capítulo es:

- * Propósito de este documento.
- * Breve descripción de qué es BIM.
- * ¿Por qué es importante BIM para el sector AEC y para los propietarios y gestores de activos?
- * La industria de la construcción.
- * BIM en la Unión Europea.
- * BIM en España en el 2020 y en la próxima década.

1.1 Propósito de este documento

Este documento aborda las siguientes cuestiones sobre el uso del BIM desde una visión de los propietarios y gestores de activos/facility managers:

1. Las estrategias sobre el uso del BIM en todas las fases del ciclo de vida del activo, inmueble o infraestructura.
2. Los conceptos importantes que los propietarios y gestores deben conocer.
3. El papel de los propietarios y gestores de activos en este nuevo escenario BIM.

1.2 Breve descripción de qué es BIM.

BIM, desde el punto de vista de propietarios y gestores, debería verse como un nuevo paradigma,

que quiere cambiar la forma en que trabajan los actores de la industria AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción), pasando de procesos y prácticas poco eficientes que emplean dibujos y documentación estática (bidimensional) a procesos y prácticas más eficientes que emplean modelos tridimensionales con datos que nos ayudaran a mejorar el proyecto y el propio activo.

BIM puede ser definido de diversas maneras, pero queremos destacar entre todas ellas la siguiente definición proporcionada por el Building Information Modelling Task Group del Reino Unido:

"BIM es esencialmente la creación de valor mediante la colaboración a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo, apoyado en la creación, validación e intercambio de modelos 3D compar-

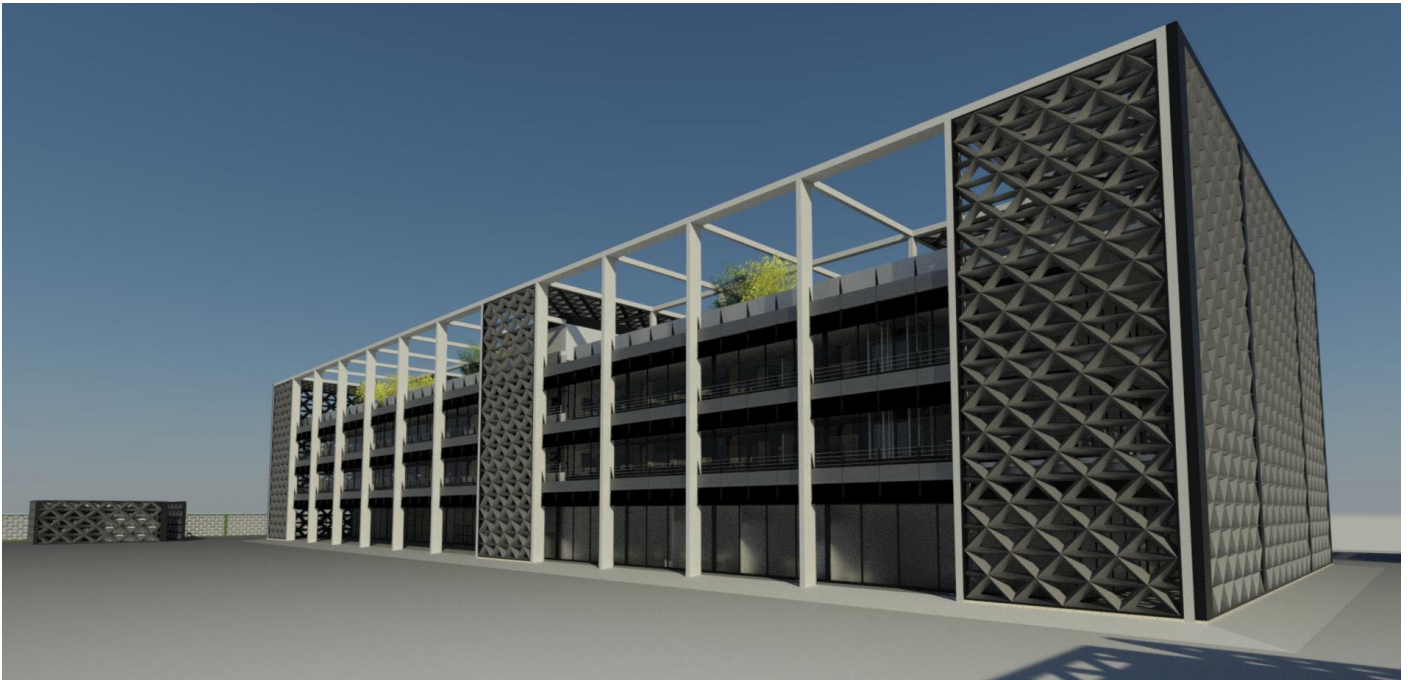


Figura 01. Vista 3D de un modelo BIM cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

tidos y con datos inteligentes y estructurados asociados a ellos”.

La norma ISO 19650-1: 2018 define BIM como la utilización de una representación digital compartida de un activo para facilitar los procesos de diseño, de construcción y de operación para constituir una base fiable para la toma de decisiones.

Los efectos del BIM no se pueden considerar únicamente a nivel tecnológico, ya que también tiene implicaciones de gran alcance para las personas, las organizaciones, los procesos y las prácticas en el sector AEC.

BIM es un auténtico motor de transformación del sector AEC que, cuando se combina con otras tendencias de la industria (como la Ingeniería del Valor, el Coste de Ciclo de Vida, Lean construction, Facility management), es capaz de provocar cambios importantes en la cadena de valor de este sector.

1.3 ¿Por qué es importante BIM para el sector AEC y para los propietarios y gestores de activos?

“Muchos consideran que BIM es un desarrollo notable que ha animado al sector AEC de todo el mundo a reconsiderar la forma en que llevamos a cabo nuestros procesos principales en los proyectos” (Eastman et al., 2011a; Succar, Sher y Williams, 2012; Sawhney, 2014).

“Vemos BIM, fundamentalmente, como una nueva forma de trabajar que aprovechando la tecnología y combinando con la mejora de las personas, los procesos y las organizaciones, tiene el potencial de tener un impacto significativo en la industria.

Teóricamente, podría decirse que BIM puede ayudar a alcanzar muchos de los elevados objetivos que la industria se ha fijado” (Kreider y Messner, 2013).

BIM debe servirnos para dar las mayores garantías posibles a los propietarios y a los gestores de que el proyecto de diseño y construcción de un nuevo activo va a cumplir todos sus objetivos y sus requerimientos .

1.4. La industria de la construcción

El informe de febrero de 2017 del Instituto Global McKinsey¹ sobre el sector de la construcción (“Reinventando la construcción a través de una revolución de la productividad”) dice que la industria de la construcción emplea al 7% de la población mundial y es uno de los sectores más grandes de la economía mundial con 10 trillones de dólares gastados en bienes y servicios relacionados con la construcción cada año. El informe indica que el sector tiene un problema de productividad intratable y marca una ruta para una mayor productividad.

El informe también indica que para que el sector de la construcción se transforme debe actuar sobre siete áreas y que ya existen ejemplos que han aumentado su productividad entre un 50% y un 60%. Estas empresas están reformulando el marco contractual, repensando los procesos de diseño y de ingeniería, mejorando la gestión de compras y la cadena de suministro, mejorando la ejecución in situ, implementando tecnología digital, nuevos materiales y una automatización avanzada y reevaluando su mano de obra.

El mismo informe indica que serán los propietarios los principales beneficiarios de un cambio hacia un modelo más productivo, recompensándolos con una mayor fiabilidad en la planificación de la obra y con menores costes.

El informe también refleja la situación actual de

algunos contratistas que ganan proyectos ajustando mucho los precios y luego intentando recuperar la rentabilidad en base a órdenes de cambio o nuevos requerimientos no definidos al inicio. Algunos contratistas están más enfocados en mantener estos márgenes que en medir y mejorar su productividad.

El informe reconoce que el estado actual del sector AEC a nivel internacional se basa en una gestión y ejecución deficientes del proyecto, habilidades insuficientes, procesos de diseño inadecuados y falta de inversión en desarrollo de habilidades, I+D e innovación.

1.5. BIM en la Unión Europea

La Unión Europea ha cofinanciado un documento: “El Manual para la introducción a la metodología BIM por parte del sector público europeo”. De este documento queremos destacar los siguientes párrafos:

“La metodología BIM está en el centro de la transformación digital del sector de la construcción y del entorno construido. Gobiernos y promotores públicos de toda Europa y de todo el mundo reconocen el valor de BIM como factor estratégico para lograr sus objetivos en términos de costes, de calidad y políticos”.

“BIM no es nuevo, sino que constituye una tendencia mundial en expansión. Diversos informes pronostican que una adopción más amplia de BIM generará un ahorro de entre el 15 % y el 25 % en el mercado mundial de las infraestructuras de aquí a 2025. Además, se trata del cambio tecnológico con mayor probabilidad de producir una transformación profunda del sector de la construc-

NOTA: (1) Informe McKinsey Global Institute Febrero 2017: “Reinventing construction through a productivity revolution”; By *Filipe Barbosa, Jonathan Woetzel, Jan Mischke, Maria Joao Ribeirinho, Mukund Sridhar, Matthew Parsons, Nick Bertram, and Stephanie Brown*; <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>

ción”.

“El premio es importante: si una posible adopción más amplia de BIM en toda Europa lograra un ahorro de un 10 % para el sector de la construcción, se generarían 130.000 millones de euros adicionales para un mercado cuyo valor asciende a 1,3 billones de euros”.



Ver en: <http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2018/02/GROW-2017-01356-00-00-ES-TRA-00.pdf>

Para conocer el grado de implantación del BIM en los diferentes países europeos se puede consultar el primer informe del Observatorio BIM presentado en la cuarta edición de EBS Summit 2018 (<https://europeanbimsummit.com/eu-bim-observatory/>)

1.6. BIM en España en 2020

D. Sergio Muñoz Gómez, secretario de la Building Smart Spain nos describe la situación actual del grado de implantación BIM en España:

“Hay quien considera que la implantación de BIM en España es como la introducción del euro, que un día nadie usa BIM, y al siguiente lo usa todo el mundo. Nada más lejos de la realidad.

Es más correcto hablar del nivel de madurez BIM que existe en España para de este modo poder establecer la situación en un momento dado.

2020 arranca tras un año marcado por una serie de hitos que han supuesto un importante avance en ese nivel de madurez y que podemos analizar en los siguientes ámbitos:

- **Exigencia de BIM por parte de las AA.PP.:**

Durante 2019 ha aumentado de forma significativa tanto la cantidad como la calidad de pliegos con requisitos BIM por parte de las Administraciones Públicas.

En el séptimo informe del Observatorio de es-BIM se cifra un aumento de un 89% en 2018 respecto a 2017 (205 respecto a 108). También en dicho informe se aprecia un aumento significativo de la madurez de pliegos con requisitos BIM, es decir, cada vez los pliegos son más detallados en cuanto a los requisitos BIM del proyecto, destacando que a finales de 2018 un 76% de los pliegos exigen entregables BIM, un 57% indica los usos BIM requeridos o un 50% incluye el uso de formatos abiertos.

Por otro lado, según datos obtenidos por buildingSMART Spain, durante 2019 el número de licitaciones con requisitos BIM ha alcanzado la cifra de 351, lo que supone un aumento del 71% respecto al año anterior.



Sin lugar a dudas, estas cifras se deben en gran medida al Mandato BIM aprobado por la Generalitat de Catalunya que está vigente desde el 11 de Junio de 2019, y por el cual se ha acordado la obligatoriedad de requerir BIM en contratos de servicios de redacción de proyectos con un presupuesto superior a 200.000 €, y para contratos de obras y concesiones con un valor estimado superior a 5 millones de euros.

- **Existencia de un marco estandarizado:**

Una de las barreras en la implantación de BIM ha sido la falta de estándares nacionales, e incluso internacionales, que definieran el marco en el que llevar a cabo proyectos BIM, siendo necesario establecer procedimientos propios por cada empresa e incluso proyecto.

Sin embargo, cabe señalar que en Julio de 2019 se publicaron las normas UNE-EN ISO 19650 Partes 1 y 2, que definen cómo debe ser producida, utilizada y entregada la información en aquellos proyectos desarrollados con BIM. Desde buildingSMART Spain se ha publicado un documento de introducción a estas normas que adapta las mismas al contexto del sector en España.

Esta norma se une a la ya existente UNE-EN ISO16739:2016 que describe el formato abierto IFC, el cual cada vez es requerido con mayor frecuencia por parte de los clientes.

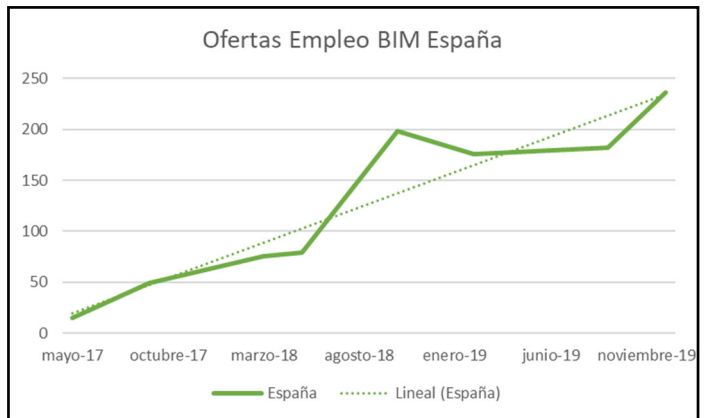
- **Formación de profesionales:**

El bajo nivel de formación BIM de los profesionales

es sin duda es una de las mayores barreras existentes. A pesar de la creciente demanda de profesionales con conocimientos BIM, y de la gran oferta formativa sobre BIM existente en España, o la iniciativa del Ministerio de Fomento de subvencionar formación BIM a través de varios colegios profesionales, son numerosos los profesionales que aún desconocen lo que es y los que hay que tratar de llegar desde diferentes entidades y organizaciones a través de cursos, jornadas y publicaciones.

Podríamos concluir que BIM sigue su proceso de implantación en España, y el nivel de madurez BIM del sector sigue creciendo, a pesar de que aún queda un largo camino por recorrer hasta que el sector, de forma mayoritaria, utilice BIM de forma habitual.

Conclusiones



Fuente: LinkedIn

Podríamos concluir que BIM sigue su proceso de implantación en España, y el nivel de madurez BIM del sector sigue creciendo, a pesar de que aún queda un largo camino por recorrer hasta que el sector de forma mayoritaria utilice BIM de forma habitual."

Agradecemos a Sergio Muñoz su análisis de la situación actual del BIM en España.

1.7. BIM en España en la década del 2021-2030.

Estas líneas son más un deseo de Javier García que un análisis científico sobre el futuro del BIM:

Pienso que el BIM de la próxima década debe ser el BIM que ayude a la transformación digital del sector. El BIM como resultado de una "verdadera transformación digital" del sector de la construcción impulsada por los propietarios y promotores, tanto del sector público como del privado.

¿Por qué "verdadera transformación digital"? Muchos entienden que la transformación digital es cambiar el software CAD por el de modelado BIM.

Antes de llegar a lo "digital" tenemos que enfrentarnos a la "transformación" tanto del sector como de los propietarios y promotores como de las empresas AEC.

La transformación digital que necesita nuestro sector tiene que ver con la integración sí de nuevas tecnologías pero para cambiar su forma de trabajo en todas las áreas. El objetivo es re-inventarse tanto a nivel de los servicios que estamos ofreciendo, como de los procesos que realizamos para prestar esos servicios y de cómo nos aprovechamos de la tecnología.

La transformación digital nos lleva a re-definirnos para mejorar nuestra competitividad y buscar ofrecer un "VALOR" diferencial que las empresas de mi competencia. No hay transformación digital sólo cambiando el software que usamos. Esto será una grave error y llevará a muchas empresas a pensar que el BIM no aporta nada nuevo dado que son menos rentables que antes del BIM.

La transformación digital que debemos llevar en las empresas de nuestro sector debe animarnos a innovar, a mejorar la eficiencia de nuestros procesos, debe facilitar el trabajo colaborativo, debe ayudar a mejorar la comunicación entre todos los

integrantes de los equipos de trabajo, debe generar nuevas oportunidades de negocio y, finalmente, debería llevar a una mejor valoración de la sociedad de todos los profesionales de nuestro sector.

Creemos que la transformación digital de nuestras empresas ya no es un opción si queremos que nuestra empresa sobreviva. El BIM puede ayudar a esta transformación digital de las empresas si aprovechamos la tecnología en los cambios de modelos de negocio. Pero no hay transformación si sólo cambiamos de tecnología.

Los propietarios, promotores y gestores de activos deben de entender "BIEN" el BIM. Deben de entender que los usos de BIM que solicite en los proyectos ayudarán a minimizar el riesgo de no cumplimiento de sus objetivos. Para ello se necesita definir de manera correcta su "estrategia". Los propietarios, promotores y gestores de activos tienen una gran responsabilidad del éxito del BIM en España. Si ellos entienden el "BIM verdadero", el sector se reinventará, aparecerán nuevas empresas, aparecerán nuevos servicios gracias al avance de las nuevas tecnologías que permitirán a las empresas ser más eficientes y más rentables.

Servicios que aprovecharán datos del gemelo digital y de sensores en tiempo real del activo. Servicios que transformarán datos en información que nos ayudará a tomar mejores decisiones y nos aumentará el conocimiento sobre el activo. El futuro del BIM dependerá del "VALOR REAL" que aportemos a las organizaciones con su uso.



02



BENEFICIOS DEL BIM PARA PROPIETARIOS Y GESTORES.

Por Javier García Montesinos. AMP Estratégico.

Vicepresidente de la Comisión de Propietarios y Gestores de activos
de la Asociación BuildingSMART Spain.

Director de CREA Soluciones Inteligentes.

BENEFICIOS DEL BIM.

Los profesionales del sector AEC suelen creer que los gestores de activos, facility managers o responsables del mantenimiento sólo quieren los modelos BIM para disponer de información para poder gestionar. Se nos ve cómo al final de la cadena de producción de un nuevo activo.

Desde este informe queremos reivindicar que el papel de estos responsables comienza en el principio de la cadena de producción de construcción de ese activo, en la parte estratégica.

Su labor es traducir las necesidades de la organización y diseñar el proceso óptimo de cómo llevarlas a la realidad de manera alineada a los objetivos estratégicos de la organización.

Si queremos un proyecto de diseño y construcción de éxito, debemos definir una clara y correcta estrategia de requerimientos y una buena definición de los objetivos del proyecto.

El contenido de este segundo capítulo es:

- * ¿Por qué quieren BIM los propietarios y gestores de activos?
- * Beneficios concretos que pueden obtener los propietarios y gestores de emplear la metodología y tecnología BIM.
- * Replanteo de procesos para obtener estos beneficios.

3.1 ¿Por qué quieren BIM los propietarios y gestores de activos?

Los propietarios, gestores de activos, facility managers o responsables del mantenimiento sólo buscan un beneficio en el uso de las metodologías y software BIM: Disponer de activos eficientes, eficaces y que ayuden a cumplir los objetivos estratégicos de su organización.

Es decir, no sólo queremos mejor información sobre el activo, sino los mejores activos (inmuebles o infraestructuras) que se pueda permitir nuestra organización.

Existe un concepto muy interesante para definir el tipo de activo que los gestores quisieran tener bajo su responsabilidad: "Activos de alto rendimiento".

¿Qué es un activo de alto rendimiento?

Es aquel en el que se han definido los objetivos del diseño desde el principio y se han tenido en cuenta los requerimientos a nivel de accesibilidad, estéticos, rentables, funcionales y operacionales, pro-

ductivos, seguros, sostenibles y de respecto con su carácter histórico.

Un edificio de alto rendimiento debe diseñarse desde una visión holística, en el que estos objetivos no se definan de manera aislada, sino que se establezcan también todas sus relaciones y sus



dependencias. Es crítico que exista un equilibrio entre todos estos requisitos de diseño.

La fase de diseño de un activo, edificio o infraestructura debe realizarse con un verdadero análisis sistemático que estudie estos requisitos de diseño y todas estas relaciones y dependencias:

- **A nivel de accesibilidad:** Se refiere a los elementos de construcción, alturas y espacios implementados para abordar las necesidades específicas de las personas con discapacidad.
- **A nivel estético:** Se refiere a la apariencia física y la imagen de los elementos y espacios de construcción, así como al proceso de diseño integrado y al BIM.
- **A nivel económico:** Se refiere a la selección de elementos de construcción en función de los *costes del ciclo de vida* (ingeniería de valor), así como la estimación básica de costes y el control del presupuesto.
- **A nivel funcional / operacional:** Se refiere a la programación funcional: necesidades y requisitos espaciales, rendimiento del sistema, así como durabilidad y mantenimiento eficiente de los elementos de construcción y los equipos.
- **A nivel de preservación histórica:** Se refiere a acciones específicas dentro de un distrito histórico o que afectan a un edificio histórico donde los elementos y estrategias de construcción se pueden clasificar en uno de los cuatro enfoques: preservación, rehabilitación, restauración o reconstrucción.
- **A nivel productivo:** Se refiere al bienestar de los ocupantes (confort físico y psicológico), incluidos elementos de construcción como la distribución del aire, la iluminación, los espacios de trabajo, los sistemas y la tecnología.
- **A nivel de seguridad:** Se refiere a la protección física de los ocupantes y de los activos para pro-

tegerlos de los peligros naturales y de los provocados por el hombre.

- **A nivel de sostenibilidad:** Se refiere al desempeño ambiental de elementos y estrategias de construcción.

De esta forma el edificio será mucho más eficiente y rentable.

Para crear un edificio exitoso de alto rendimiento, también se requiere un enfoque interactivo del proceso de diseño. Significa que todas las partes interesadas, todas las personas involucradas en la planificación, diseño, uso, construcción, operación y mantenimiento de la instalación, deben comprender completamente los problemas y preocupaciones de todas las demás partes e interactuar estrechamente en todas las fases del proyecto.

Realizar sesiones, entre todas las partes interesadas en el proyecto, fomenta un intercambio de ideas e información y permite que las soluciones de diseño, verdaderamente integradas, tomen forma. Se debe alentar a los miembros del equipo, de todas las partes interesadas, a que se propongan y se aborden los problemas más allá de su campo de experiencia.

No basta con diseñar el proyecto de manera holística. También es importante determinar y medir la efectividad y el resultado de la solución de diseño integrado a lo largo del ciclo de vida definido. Se debe considerar realizar una evaluación del desempeño de las instalaciones para asegurarse de que los objetivos de alto rendimiento se hayan cumplido y se continuarán cumpliendo durante el ciclo de vida del activo.

Por tanto, los objetivos más generales de usar la metodología y el software BIM deben ser los siguientes:

- Que cumpla con el coste de ciclo de vida esperado (coste de construcción + coste de operación y mantenimiento).

- Que se ajuste a los plazos estimados de construcción y que éste se pueda operar y mantener de manera óptima durante toda su vida útil.
- Que satisfaga los requerimientos indicados a nivel funcional y de calidad.
- Que se construya y se pueda operar de forma segura, sin riesgos de accidentes.
- Que permita mejorar la marca de la compañía.
- Que ayude a que las personas que trabajen en sus edificios sean lo más productivo posible y las que viven en ellos vean cumplidas sus expectativas.
- Y que sea lo más respetuoso con el medioambiente posible.

Para ayudarnos a cumplir todos y cada uno de estos objetivos nos tiene que ayudar esta nueva forma de diseñar y construir activos, llamada BIM.

Si no trabajamos en esa línea de actuación, BIM será un sobrecoste que no aportará ningún valor.

3.2 Beneficios concretos que deben de obtener los propietarios y gestores de emplear la metodología y tecnología BIM.

Podemos destacar los siguientes beneficios concretos que el BIM aporta a los distintos agentes que participan en el proyecto de diseño y construcción de un nuevo activo:

- El cliente puede ver y entender mejor el proyecto y comprobar que cumplirá con sus requerimientos.
- Los arquitectos e ingenieros se unen y colaboran para centrarse en el cumplimiento de los objetivos del cliente.
- Los arquitectos e ingenieros pueden conocer, en la fase de preconstrucción, las interferencias entre las distintas disciplinas y resolverlas con menor coste y menor riesgo para el proyecto.

- Los arquitectos e ingenieros tienen más tiempo para mejorar el diseño dado que la tecnología les ayuda a las tareas donde no se aportaba valor (modificaciones en numerosos planos y documentos...).
- Se facilita mayor precisión en los presupuestos de obra dado que obtenemos mejores mediciones de los modelos BIM.
- Nos permite validar que las planificaciones de obra son viables dado que lo contrastamos con los modelos BIM.
- Nos facilita disponer de muchos más datos que antes. Datos que pueden ser filtrados para que tengamos la información necesaria para una adecuada toma de decisiones en una fase más temprana que antes. Esto nos permite no desperdiciar muchos recursos.
- Nos permite simular el comportamiento del edificio antes de construirlo y proponer acciones de mejoras al diseño.
- Nos permite hacer co-partícipes a los futuros ocupantes del los inmuebles y recibir de ellos propuestas de mejora.

Buscamos en el BIM la forma de ser más eficientes y la forma de reducir los riesgos de no cumplimiento de las expectativas de todas las partes interesadas.

Para ello los clientes deben exigir que usar BIM en un proyecto no sólo se centre en cómo vamos a entregar los planos, o si ahora sustituimos los planos en PDF o en CAD por modelos BIM.

No podemos perder la verdadera oportunidad que tenemos de mejorar sustancialmente el sector de la edificación y de la gestión.

Da igual lo que al final entendamos qué es BIM o que lo unamos a otras metodologías de trabajo como Ingeniería del valor, Lean construction, metodologías ágiles de gestión de proyectos... los

propietarios y gestores deben aspirar a tener un mejor producto llamado "Activo de alto rendimiento" que cumpla con los requisitos de quién realiza la inversión y los requisitos de todas las partes interesadas entre las que siempre está la sociedad y quienes usarán estos activos.

3.3 Replanteo de procesos para obtener estos beneficios.

Los propietarios y los gestores de activos deben de buscar socios que les ayuden a diseñar y a construir los activos que ellos necesitan y que les den las mayores garantías de éxito o, al menos, les permita minimizar los riesgos de no cumplimiento de sus objetivos.

Entre todos agentes deben de replantearse algunos de los procesos habituales si se quieren obtener todos los beneficios que hemos comentado:

- Se debe sustituir la forma tradicional de enfocar los proyectos por nuevas metodologías que permitan tomar decisiones en fases más tempranas en donde las decisiones son más efectivas y menos costosas.
- Es importante dedicar el tiempo y los recursos necesarios para realizar la fase de preconstrucción que minimice los riesgos de desviaciones

de plazo o de desvíos sobre el presupuesto.

- Sustituir la toma de decisiones basada únicamente en costes de construcción o de adquisición de equipos por criterios basados en el cálculo de costes de ciclo de vida.
- Dar mayor importancia a la calificación energética de los edificios y a otras certificaciones que realmente garanticen la optimización de los costes asociados a los consumos energéticos.
- Prestar mayor atención a las expectativas de todas las partes interesadas que se relacionan con el activo a construir y especialmente al confort de sus ocupantes y a su calidad de vida.
- Desarrollar procesos que garanticen que la documentación as-built es realmente aquella que recoge todos los cambios del proyecto realizado en la fase de construcción.
- Que los entregables recibidos por el cliente disponen de todos los datos y documentación solicitada.

Por supuesto, también es muy importante que los clientes doten a los proyectos de los recursos necesarios y decidan realizar los proyectos con unos plazos razonables a estas nuevas metodologías.

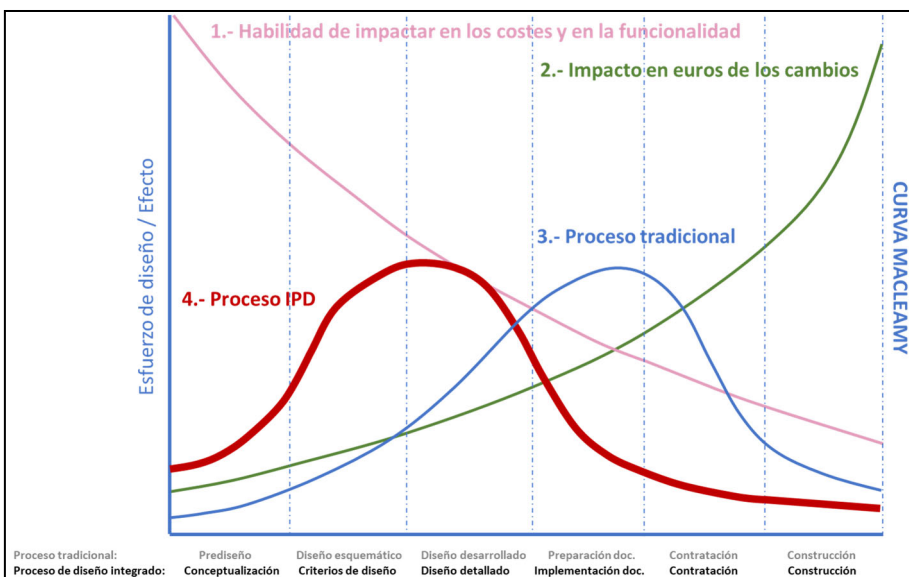


Figura 02. Presentado en la Mesa Redonda de Usuarios de la Construcción "Colaboración, Información Integrada y el Ciclo de Vida del Proyecto en el Diseño, Construcción y Operación de Edificios" (WP-1202, Agosto, 2004)", la "Curva MacLeamy".



ASSET MANAGEMENT Y BIM.

Por Javier García Montesinos. AMP Estratégico.

Vicepresidente de la Comisión de Propietarios y Gestores de activos
de la Asociación BuildingSMART Spain.

Director de CREA Soluciones Inteligentes.

ASSET MANAGEMENT Y BIM.

El enfoque BIM se consolidará únicamente si parte de una estrategia de los clientes ya sean públicos como privados. Para ello, necesitamos que los propietarios y sus gestores entiendan perfectamente qué es el “BIM verdadero”. El BIM nace de una estrategia corporativa para reducir los riesgos de no cumplimiento de los objetivos estratégicos fijados para una inversión de la organización. BIM no se trata únicamente de cómo me entregan el proyecto si en CAD o en modelos tridimensionales. Ya hemos comentado que BIM implica una nueva forma de diseñar, construir y gestionar los activos. BIM da garantías a los propietarios.

BIM debe nacer de una decisión fruto de tener implantada en la organización una estrategia y una política de gestión de activos basada en la norma ISO 55001 de Asset Management.

Los beneficios de diseñar y construir un nuevo activo con la metodología BIM deben estar correlacionados con los beneficios de implantar BIM.

El contenido de este tercer capítulo es:

- * ¿Qué es el Asset Management?
- * ¿Qué es un activo?
- * Modelo conceptual de gestión de activos (incluyendo la visión BIM y la de Facility Management).

3.1 ¿Qué es Asset Management?

Cómo dice el Dr. Luis Amendola en su libro *Gestión Integral de Activos*, “en el mundo empresarial se considera la Gestión de Activos como la planificación y la programación sistemática de los recursos físicos (equipos, maquinarias, instalaciones) de una empresa a lo largo de su vida útil. Precisamente, a este periodo de tiempo se le conoce como Ciclo de Vida del Activo Físico y puede incluir las especificaciones de diseño y construcción del activo físico, su operación, su modificación durante el uso, y su retirada en el momento oportuno”.

La norma ISO 55000 de Gestión de Activos en su punto 2.2 Beneficios de la gestión de activos indica que ésta “permite a una organización obtener valor de los activos en el logro de sus objetivos organizacionales”.

La norma indica que “los beneficios de una gestión de activos pueden ser:

- **Mejora del desempeño financiero:** puede alcanzarse una mejora del retorno sobre la inversión y la reducción de costes, mientras se preserva el valor de los activos sin sacrificar el logro de los objetivos organizacionales de corto o largo plazo;
- **Decisiones de inversiones en activos basadas en información:** permite a la organización mejorar la toma de decisiones y un eficaz balance de costes, riesgos, oportunidades y desempeño;
- **Riesgo gestionado:** la reducción de pérdidas financieras, la mejora de la salud y la seguridad, la imagen y la reputación, la minimización del impacto social y ambiental, pueden resultar en una reducción de las obligaciones tales como primas de seguros, multas y sanciones.
- **Mejora en resultados y servicios:** asegurar el desempeño de los activos puede conducir a la mejora de servicios y resultados mejorados que

consistentemente alcancen o superen las expectativas de los clientes y de las partes interesadas.

- **Responsabilidad social demostrada:** la mejora en la capacidad de la organización para, por ejemplo, reducir las emisiones, conservar los recursos y adaptarse al cambio climático le permite demostrar prácticas de negocio y administración éticas y socialmente responsables.
- **Demostración de cumplimiento:** ajustarse en forma transparente a los requisitos legales, estatutarios y regulatorios, así como apearse a procesos, políticas y normas de gestión de activos, que puedan permitir la demostración de cumplimiento;
- **Mejora de la reputación:** a partir de la mejora de la satisfacción del cliente, la conciencia y la confianza de las partes interesadas;
- **Mejora de la sostenibilidad organizacional:** la gestión eficaz de efectos de corto y largo plazo, los gastos y el desempeño, pueden mejorar la sostenibilidad de las operaciones y de la organi-

zación.

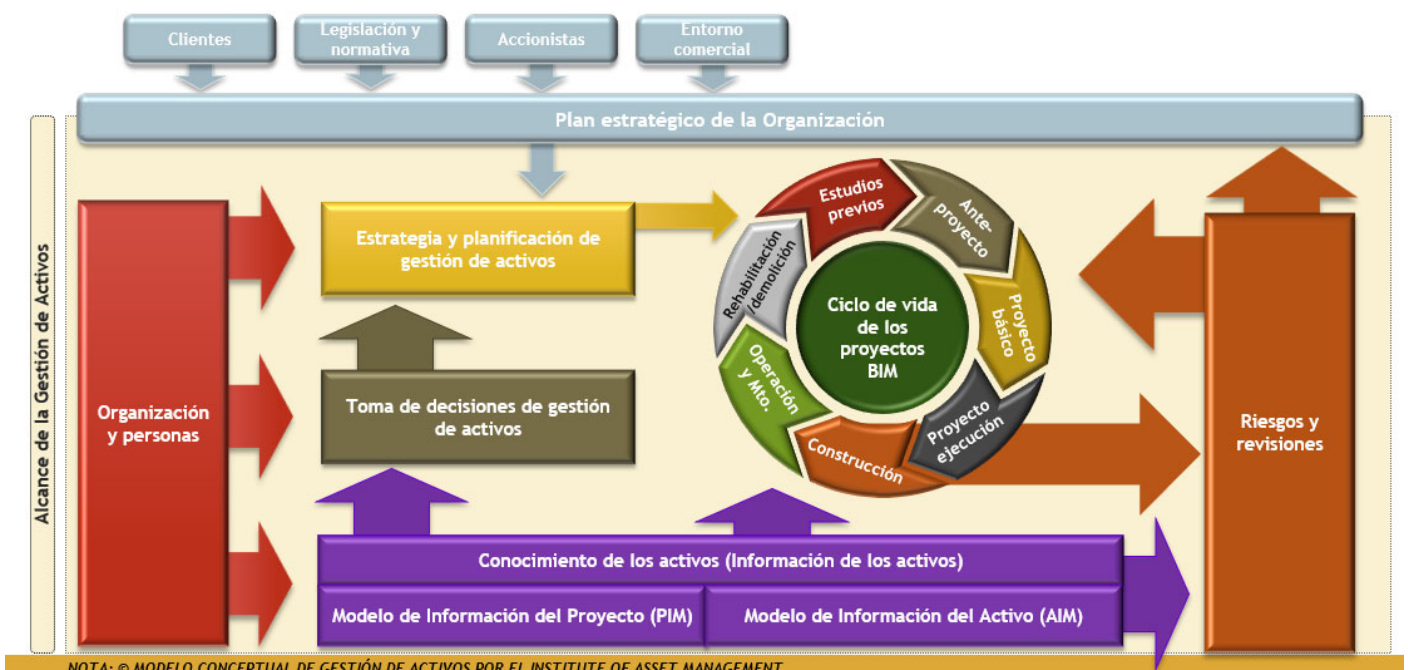
- **Mejora de la eficiencia y la eficacia:** la revisión y mejora de los procesos, procedimientos y el desempeño de los activos puede mejorar la eficiencia y la eficacia y el logro de los objetivos organizacionales.

3.2 ¿Qué es un activo?

Según la misma norma ISO 55000 “un activo es algo que posee valor potencial o real para una organización. El valor puede variar entre diferentes organizaciones y sus partes interesadas y puede ser tangible o intangible, financiero o no financiero”.

Por tanto, cuando la dirección de una empresa aprueba la inversión en un nuevo activo inmobiliario, industrial o infraestructura, debe preguntarse si ese nuevo activo le aportará “VALOR” a su organización. Si la respuesta es afirmativa debería implantar una adecuada y optima gestión de activos desde la perspectiva de la norma ISO 55000.

Figura 03. Modelo conceptual de Asset Management adaptado a la metodología BIM. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



3.3 Modelo conceptual de gestión de activos

El Instituto de Gestión de Activos (IAM, Institute of Asset Management, www.theIAM.org) elaboró un libro titulado "Asset Management –an anatomy" donde se define qué es la gestión de activos, a quién puede ayudarle, cuál es su ámbito de aplicación y describe los conceptos fundamentales y su filosofía.

Desarrolla seis grupos de temas que ayuden a definir y a entender que es la gestión de activos:

1. Estrategia de gestión y planificación de activos.
2. Planificación de la gestión de activos.
3. Actividades del ciclo de vida del activo.
4. Conocimiento de los activos.
5. Organización y personas.
6. Revisión y riesgos.

En la figura 03, CREASI ha realizado una adaptación del modelo conceptual de la IAM para adaptarlo al diseño, construcción y operación y mantenimiento de los activos en España, aunando la me-

todología BIM y la disciplina de Facility Management.

IAM define treinta y nueve temas divididos en esos seis grupos, cinco de ellos se muestran en la fig.04 adaptados incluyendo la visión BIM y FM.

Podemos observar que en esta adaptación aparecen temas relacionados con la metodología BIM en todos ellos. Se implanta BIM como una decisión de la estrategia establecida en una empresa a nivel de gestión de activos. BIM nos ayuda a tomar decisiones, BIM es conocimiento basado en la información, BIM implica nuevos procesos y cómo las personas se adaptan a estos nuevos procesos, BIM requiere analizar bien los riesgos de no cumplir los objetivos del cliente y BIM implica aplicar técnicas de mejora continua para mejorar el proyecto.

3.4 Gestión de activos y BIM.

BIM, desde la visión de gestión de activos, es la metodología a emplear para el diseño y construcción de los nuevos activos que permita garantizar el cumplimiento de sus objetivos estratégicos.

La metodología BIM debe ayudar a cumplir los be-

Figura 04. Exposición de cinco de los temas que marca IAM adaptados a nuestra propuesta conceptual de AM+FM. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

Estrategia y planificación de asset&facility management	Toma de decisiones de asset&facility management	Conocimiento de los servicios de Asset&FM	Organización y personas a nivel de AM, BIM y FM	Riesgos y revisiones de todo el ciclo de vida de los activos
<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir política de A&FM. 2. Definir estrategia y objetivos de FM. 3. Analizar la demanda. 4. Realizar la planificación estratégica. 5. Definir los planes de gestión de servicios. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir criterios de toma de decisiones para inversiones (Capex). 2. Definir criterios de toma de decisiones en operaciones y mantenimiento (Opex). 3. Definir el coste de ciclo de vida y optimización del valor de los activos. 4. Definir la estrategia y optimización de recursos. 5. Definir estrategia y medidas de optimización de paradas y overhaul. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir estrategia de información de los servicios Asset&FM. 2. Definir estándares de conocimiento de servicios de Asset&FM. 3. Definir e implantar sistemas de información de activos. 4. Definir datos e información de servicios de Asset&FM. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir e implantar modelo de compras. 2. Establecer la forma de liderazgo en AM&FM. 3. Definir e implantar la estructura de la organización AM&FM. 4. Definir la cultura de la organización. 5. Definir e implantar la gestión por competencias. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar y gestionar los riesgos. 2. Definir planes de contingencia y análisis de resiliencia. 3. Implantar modelo de desarrollo sostenible. 4. Definir el modelo de gestión del cambio. 5. Monitorizar la salud y el rendimiento de los activos. 6. Monitorizar el sistema de Asset&FM. 7. Revisar la gestión, realizar auditorías y aseguramiento. 8. Evaluar costes asociados a los servicios de Asset&FM. 9. Establecer el compromiso de los interesados.

© CREASI

beneficios que la gestión de activos pueden aportar a las organizaciones y que hemos visto en el apartado 3.1 de este documento: **mejora del desempeño financiero; decisiones de inversiones en activos basadas en información; riesgo gestionado; mejora en resultados y servicios; responsabilidad social demostrada; demostración de cumplimiento; mejora de la reputación; mejora de la sostenibilidad organizacional y mejora de la eficiencia y la eficacia.**

Todos estos beneficios de la gestión de activos deberían constituir objetivos del proyecto de nueva construcción del activo.

El enfoque BIM que propietarios y gestores de activos/facility managers necesitan es el que debería estar orientado a conseguir estos nueve objetivos.

En la figura 05 hemos integrado la visión del ciclo de vida de los activos con la metodología actual de proyectos incorporando la metodología BIM y la norma ISO 41000 de Facility Management a nivel de diseño de los servicios de FM.

BIM, Gestión de activos y Facility management

tienen una visión compartida, la visión del ciclo de vida que debe ser aplicada en cualquier toma de decisiones.

Esta visión es totalmente contraria a las prácticas actuales de toma de decisiones de muchos clientes basadas únicamente en seleccionar activos, equipos o sistemas únicamente pensando en la solución más económica a corto plazo, sin conocer las implicaciones a medio y largo plazo sobre la organización.

Las visiones cortoplacistas de algunas direcciones de empresas u organizaciones son el principal obstáculo para que en España se implante el "BIM verdadero".

Corremos el riesgo de implantar un "BIM light" totalmente "distorsionado" que resulte contrario a lo que pretendemos obtener. Podemos caer en un BIM que burocratice aún más el diseño y la construcción y que no de garantías de cumplir con los objetivos de los clientes a nivel de cumplimiento de requerimientos funcionales, de calidad, coste y plazo.

Figura 05. Grupo de ciclo de activo del modelo conceptual de la gestión de activos adaptado a las fases de un proyecto tradicional. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



NOTA: MODELO CONCEPTUAL INSPIRADO EN EL DE GESTIÓN DE ACTIVOS DEL INSTITUTE OF ASSET MANAGEMENT.



04

METODOLOGÍA BIM PROPUESTA.

Por Javier García Montesinos. AMP Estratégico.

Vicepresidente de la Comisión de Propietarios y Gestores de activos
de la Asociación BuildingSMART Spain.

Director de CREA Soluciones Inteligentes.

METODOLOGÍA BIM PROPUESTA.

BIM es, principalmente, políticas, metodologías y procesos. Cuando esto ya está definido vemos cómo podemos ser más eficientes gracias al uso de la tecnología BIM. Los software de modelado y de gestión de la información BIM NO definen los procesos cómo algunas personas creen.

La norma ISO 19650 define BIM, a nivel de gestión de la información, como la utilización de una representación digital compartida de un activo construido (activos inmobiliarios e industriales, infraestructuras...) para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación que constituyan una base fiable para la toma de decisiones.

El contenido de este capítulo es:

- * BIM desde las normas ISO.
- * Metodología BIM propuesta.
- * Fase estratégica de la metodología BIM.
- * Documento de Requisitos de Intercambio de Información (EIR)
- * El plan de proyecto de ejecución BIM (PEB; BEP).
- * El Plan Maestro de Entregables de Información (PMEI) y la Matriz de Responsabilidad.
- * Actualización del modelo conceptual de gestión de activos incluyendo la metodología BIM.

4.1 BIM desde las normas ISO

La norma ISO 19650 se enfoca a la gestión de la información desde una visión de ciclo de vida de los activos: diseño, construcción y operación.

Como hemos contado en el capítulo anterior, la gestión de la información tiene lugar en el contexto de un sistema de gestión de activos como ISO 55000 o un marco de gestión de proyectos como ISO 21500. A su vez, ambos tienen sentido dentro de una gestión responsable de la organización de acuerdo con su sistema de gestión de la calidad según la ISO 9001.

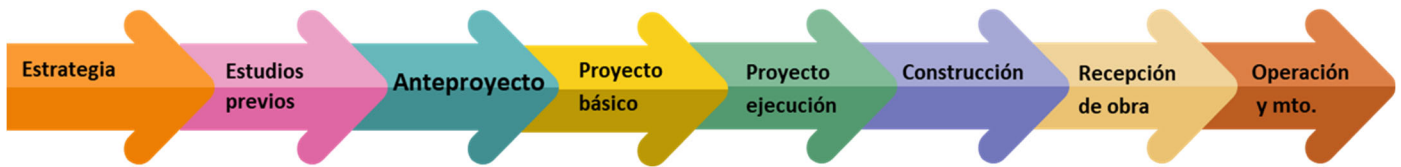
Otras normas a integrar son la ISO 8000 de calidad de los datos, la ISO 27000 de gestión de la seguridad de la información y la ISO 31000 a nivel de gestión de riesgos.

Los siguientes principios clave (establecidos en la norma ISO 55000) son importantes para la gestión

Figura 06. Visión del BIM desde la norma ISO 19650 Gestión de la información usando la metodología Building Information Modelling. Traducido por CREA Soluciones Inteligentes.



Figura 07. Fases de un proyecto BIM.



de la información sobre activos, tal como se establece en la serie ISO 19650:

- El propietario debe vincular específicamente la gestión de activos a la consecución de sus objetivos empresariales mediante políticas, estrategias y planes de gestión de activos;
- La información adecuada y oportuna sobre los activos es uno de los requisitos fundamentales para el éxito de la gestión de activos; y
- El liderazgo y el gobierno en relación con la gestión de la información de los activos provienen de la alta dirección dentro del propietario/operador del activo.

Los siguientes principios clave (establecidos en la norma ISO 9001) son importantes para la gestión de la información sobre activos, tal como se establece en la serie ISO 19650:

- Debe existir un enfoque al cliente (el destinatario o usuario de la información del activo o proyecto);
- Debe utilizarse un ciclo Planificar, Verificar y Actuar (para desarrollar y proporcionar infor-

mación sobre activos o proyectos);

- La participación de las personas y el fomento de comportamientos apropiados es fundamental para obtener resultados coherentes; y
- Se hace hincapié en el intercambio de las lecciones aprendidas y en la mejora continua.

4.2 Metodología BIM propuesta

En la figura 08 presentamos un esquema que representa la metodología BIM que aconsejamos se siga en España. Está basada en las normas PAS 1192 británicas y cumple también con la definida en la norma ISO 19650 más simplificada y genérica.

Hemos realizado alguna simplificación a nivel documental pero sin perder la esencia del proceso original.

Un proyecto de inversión nace, como ya hemos comentado, de una decisión estratégica de la organización y una aprobación a nivel directivo de que se requiere un nuevo activo para ayudar a cumplir con los objetivos estratégicos o operativos de la organización. Ese nuevo activo requiere de una

Figura 08. Adaptación de la metodología BIM de las guías PAS 1192 al contexto de España. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

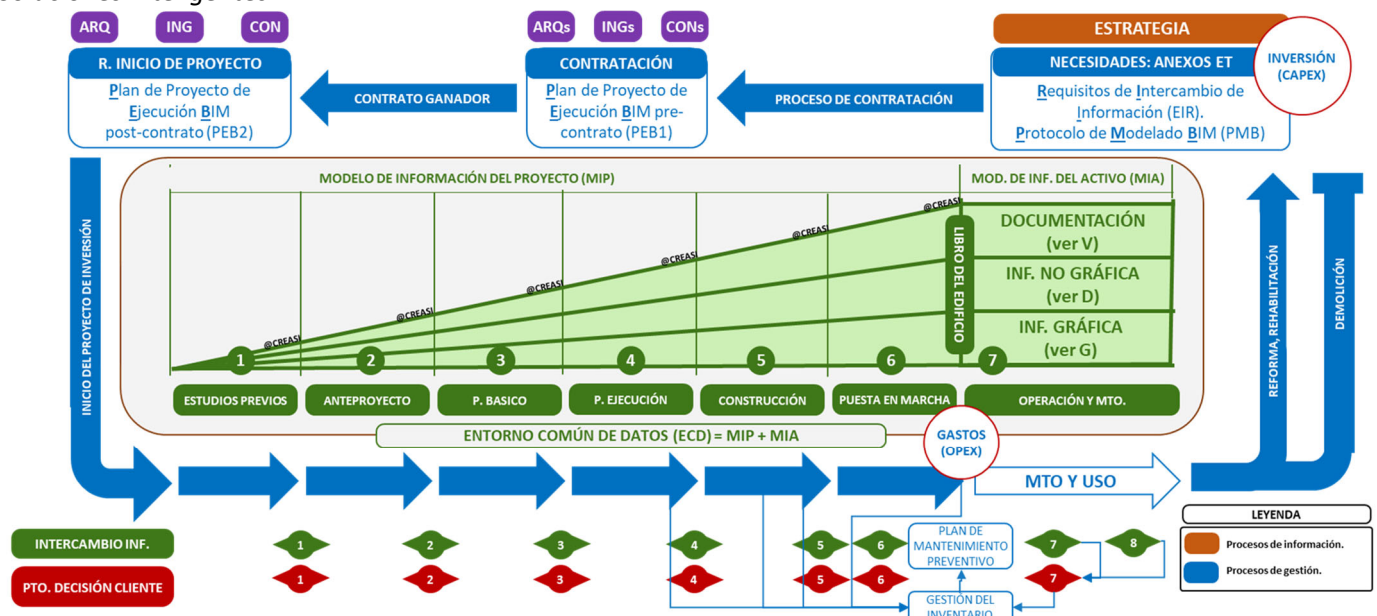


Gráfico creado por CREA Soluciones Inteligentes en adaptación de la metodología BIM definidas en las PAS 1192 británicas.

Figura 09. Etapas de la fase de diseño de la estratégica de un proyecto BIM:



inversión. Una vez decidida esta inversión dentro de la organización se deben de desarrollar una serie de actividades enfocadas a la definición de los requisitos que la organización considere necesario y a fijar una serie de hitos de planificación.

4.3 Fase de la estrategia de la metodología BIM

4.3.1 Caso de Negocio de la Inversión

El caso de negocio está englobado en la metodología de gestión de proyectos y se elabora para analizar si el proyecto justifica la inversión (CAPEX) a realizar.

El caso de negocio debe de definir el problema a resolver, el impacto del proyecto en los procesos y los resultados sobre la organización.

También debe de establecer la relación entre los objetivos estratégicos de la organización y el proyecto.

Para el análisis coste-beneficio se deberán seguir los siguientes pasos:

- Preparar una hoja con los años fiscales como columnas. Fijaremos como columnas al menos 20 años.
- Analizar los costes de cada año en una fila y los beneficios en otra.

- Calcular el beneficio neto (la diferencia entre los beneficios y los gastos).
- Fijar el ratio de descuento (equivalente al coste del dinero para la empresa).

Calcularemos el VAN y el TIR del flujo de costes y beneficios.

Analizaremos los resultados de las distintas alternativas, descartando aquellas que no tengan los siguientes resultados: $VAN > 0$; $TIR > \text{valor del dinero}$; el beneficio neto $> 3 \times VAN$.

Se recomienda preparar, al menos, tres alternativas.

4.3.2 Modelo de Información del Cliente

El primer paso en esta fase estratégica, propia del responsable de la inversión, es definir, el Modelo de Información del Cliente (MIC). Éste define la estrategia de cómo los datos y la información solicitada respaldarán la estrategia de inversión y de costes de operación del activo a construir.

Para construir el MIC, lo primero a realizar es la recopilación de todos los **Requisitos de Información de la Organización**. Se recogen en un documento llamado OIR (*“Organizational Information Requirements”* en la norma ISO 19650).

Este documento debe explicar la información necesaria para responder o informar sobre los objetivos

Figura 10. Propuesta del contenido del documento de “Caso de Negocio” para justificar una inversión. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

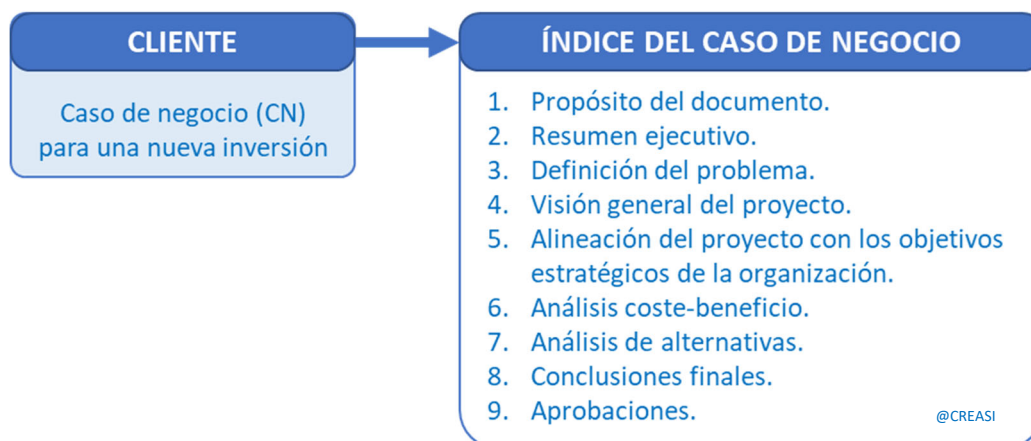
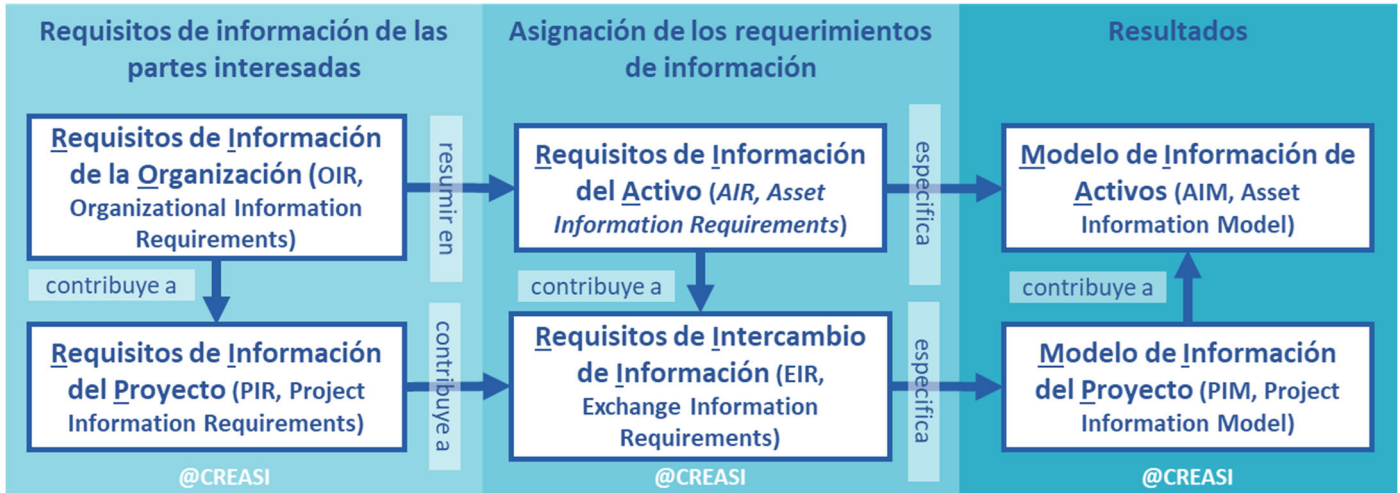


Figura 11. Etapas de la fase de diseño de la estratégica de un proyecto BIM:



Figura 12. Jerarquía de requisitos de información que forman parte del Modelo de Información del Cliente y están definidos en la norma ISO 19650-1. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



estratégicos de alto nivel dentro de la organización. Estos requisitos pueden surgir por una variedad de razones, incluyendo:

- La operación estratégica de negocios;
- La gestión estratégica de activos;
- La planificación de carteras de activos;
- Las obligaciones reglamentarias; o
- La formulación de políticas.

El OIR puede existir por otras razones, como por ejemplo, en relación con la presentación de las cuentas financieras anuales.

El segundo paso es definir los **Requisitos de Información del Activo** (AIR, "Asset Information Requirements" en la norma ISO 19650 en inglés).

Este documento debe establecer los aspectos de gestión, comerciales y técnicos de la producción de información de activos. Los aspectos de gestión y comerciales deben incluir el estándar de información, los métodos y procedimientos de producción a ser implementados por el equipo de diseño y construcción.

Los aspectos técnicos del AIR especifican aquellos datos detallados necesarios para responder al OIR

y que se relacionan con los activos. Estos requisitos deben expresarse de tal manera que puedan incorporarse en los procesos de gestión de activos destinados a apoyar la toma de decisiones de la organización.

Debe prepararse un conjunto de AIR en respuesta a cada evento desencadenante durante la operación de los activos y, cuando proceda, también debe hacer referencia a los requisitos de seguridad.

Los responsables de cada área de negocio de la organización puede definir sus propios requisitos de información.

El AIR final deberá recoger de manera uniforme todos estos requisitos de las distintas unidades de negocio.

Basado en el documento OIR se desarrolla el documento de **Requisitos de Información del Proyecto** (PIR, "Project Information Requirements" en la norma ISO 19650 en inglés).

Es un documento cuya finalidad es la de explicar a los agentes externos a la organización que participarán en el proyecto de diseño y construcción del activo las necesidades de información que el cliente (propietario y/o gestor) requieren del activo a construir en cada una de las fases del proyecto:

Figura 13. Etapas de la fase de diseño de la estratégica de un proyecto BIM:



diseño, construcción y operación.

Los clientes deberían tener preparado un documento PIR maestro que pudieran ir adaptando o completando en cada proyecto que se requiera.

Basado en el documento PIR y en el AIR ya podemos elaborar el documento de **Requisitos de Intercambio de Información (EIR, "Exchange Information Requirements"** en la norma ISO 19650.

El EIR debe recoger todos los aspectos de gestión, comerciales y técnicos de la producción de la infor-

mación del proyecto. Los aspectos de gestión y comerciales deben incluir el estándar de información, los métodos y procedimientos de producción a ser implementados por el equipo de diseño y construcción.

Los aspectos técnicos del EIR deben especificar la información detallada necesaria recopilada en el PIR y en el AIR. Estos requisitos deben expresarse de tal manera que puedan incorporarse a los procesos relacionados con los proyectos. El EIR nor-

Figura 14. Índice propuesto del documento de "Requisitos de Intercambio de Información", EIR. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

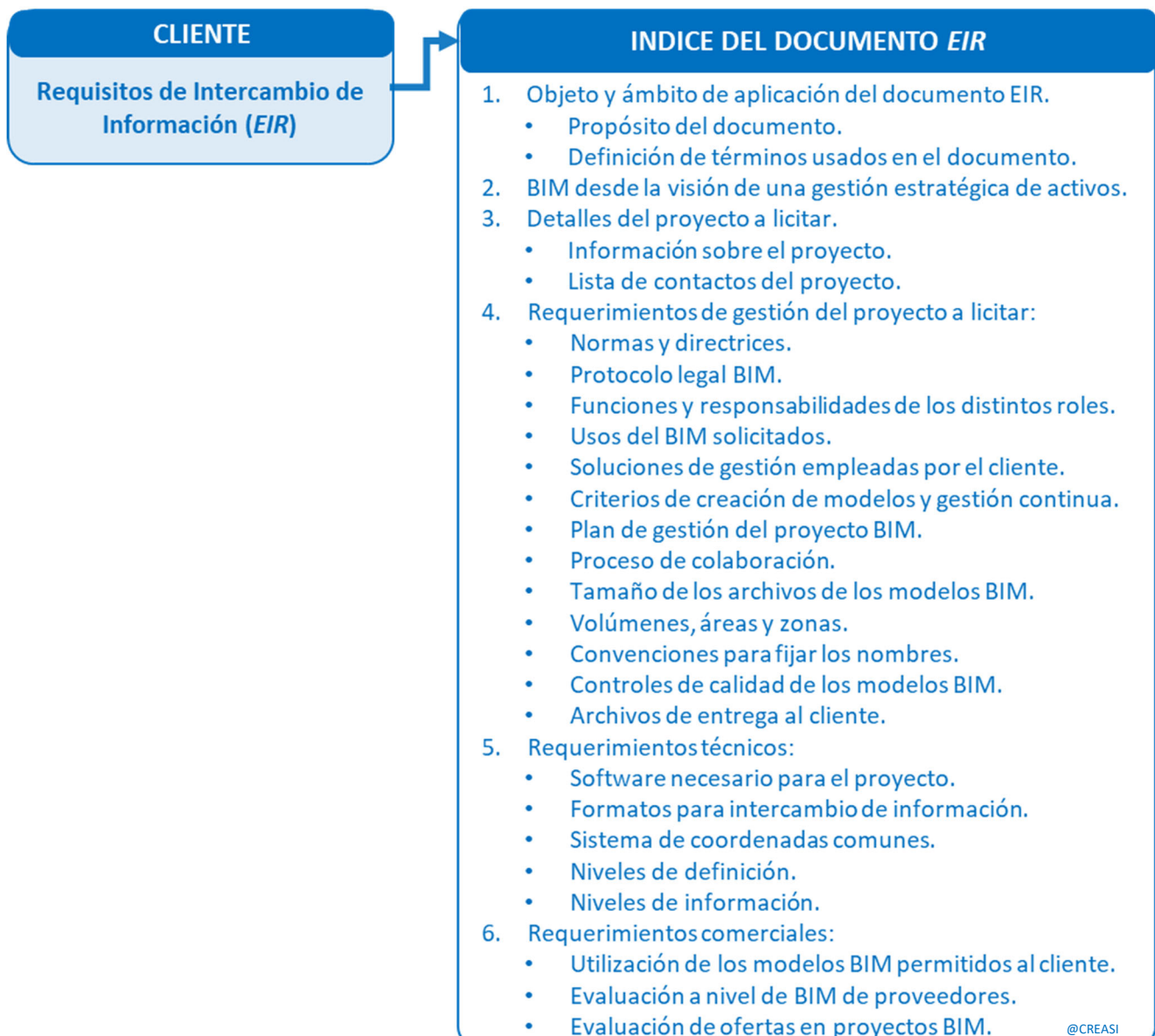


Figura 15. Etapas de la fase de diseño de la estratégica de un proyecto BIM:



malmente debe alinearse con los eventos desencadenantes que representan la finalización de algunas o todas las etapas del proyecto.

El *EIR* debe entregarse a todos los ofertantes de servicios de diseño y/o construcción en el proceso de licitación para que su propuesta técnica y económica tenga en cuenta los objetivos y requisitos funcionales y de información del cliente.

El *EIR* es un documento crítico para el éxito del proyecto y es responsabilidad del propietario o promotor del nuevo activo que se va a construir.

4.3.2 Propuesta de *EIR*

Se propone que el documento de Requisitos de intercambio de información, *EIR*, tenga la siguiente información:

- **Propósito del documento *EIR***, donde se debe indicar el objetivo de este documento y su relación con la metodología BIM a seguir.
- **BIM desde la visión de una gestión estratégica de activos:** Definir la política de la empresa en cuanto a la gestión de activos y su relación con los objetivos estratégicos de la organización.
- **Detalles del proyecto:** dar información del alcance del proyecto, de las fases del proyecto a contratar y los contactos de las personas del cliente que participarán en el proyecto. Dentro de este apartado el cliente debe dejar claro los objetivos BIM del proyecto.
- **Requisitos de gestión:**
 - **Normas y directrices:** Se establecerán los procesos y procedimientos que se deben de seguir en el proyecto para gestionar el flujo de información, los entregables que el cliente requiere y la seguridad con la información.
Entre estas normas se deben mencionar las ISO 19650– 1 y 2.

Otras normas a incluir deberían ser:

- COBie-UK-2012 - Construction Operations Building Information Exchange (estándar entre las industrias de la construcción y el de la operación).
- ISO 16739:2013 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries (estándar de intercambio de información entre la industria de la construcción y el facility management).
- ISO 12006-3:2016 - Building construction. Organisation of information about construction works (Organización de la información en la construcción).
- ISO 29481-2:2016 - Building information models. Information delivery manual. Interaction framework (Modelos de información para la construcción. Manual de entrega de información. Marco de interacción).
- ISO 55000:2014 - Asset management - Overview, principles and terminology (Gestión de activos, introducción, principios y terminología).
- ISO 55001:2014 - Asset management - Management systems - requirements. (Gestión de activos –Sistema de gestión. Requerimientos).
- ISO 55002:2018 - Asset management - Management systems - Guidelines for the application of 55001 (Sistema de gestión de activos. Guía de implantación).

Dentro de este capítulo de normas y directrices es importante que el cliente indique cuál es el **sistema de clasificación de elementos** de la construcción que se debe utilizar tanto para las mediciones y los presupuestos como

Figura 16. Etapas de la fase de diseño de la estratégica de un proyecto BIM:

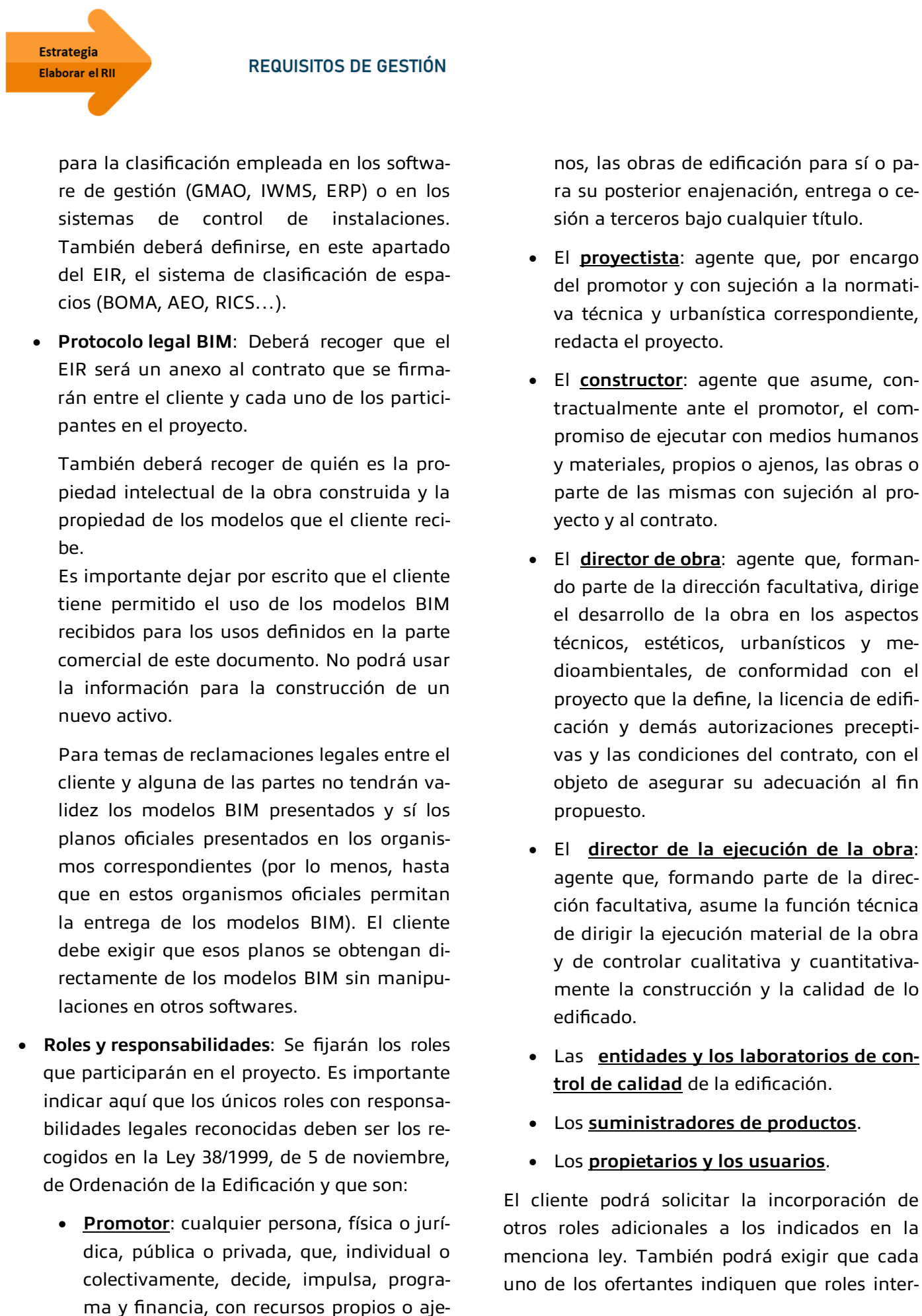


Figura 17. Etapas de la fase de diseño de la estratégica de un proyecto BIM:



REQUISITOS DE GESTIÓN Y TÉCNICOS

nos a su organización serán los responsables a nivel de gestión de la información. Es entonces cuando aparecen los roles propios de un proyecto desarrollado bajo metodología BIM: BIM Manager, BIM Coordinador, BIM Modelador...

- **Usos del BIM solicitados:** el cliente debe definir los procesos BIM que quiere incluir en el proyecto a contratar para ayudar a cumplir sus objetivos para este proyecto de inversión. Dada su importancia trataremos los “usos del BIM” en los capítulos 5 y 6.
 - **Soluciones de gestión empleadas por el cliente:** Se deberán definir las soluciones informáticas empleadas por el cliente a nivel de mantenimiento de los modelos BIM, software de gestión empresarial (ERP), software de gestión de activos (EAM), de facility management (CAFM, IWMS), de gestión de mantenimiento (GMAO o CMMS en inglés), gestión documental...
 - **Criterios de creación de modelos y gestión continua:** Se definirán buenas prácticas a nivel de modelado BIM y de mejora continua del proyecto.
 - **Plan de gestión del proyecto BIM:** Se identificarán los hitos principales que el cliente haya identificado. También es muy importante que el cliente identifique cualquier limitación técnica o condicionante que pueda existir de su parte.
 - **Procedimiento de colaboración:** El cliente debe definir cómo se va a trabajar entre los distintos participantes del proyecto y el propio cliente. Se definirán los siguientes estados:
 - **Trabajo en curso.**
 - Verificado y aprobado a nivel de disciplina.
 - **Compartido.**
 - Aprobado por el cliente.
 - **Publicado.**
 - Revisión final (As built).
 - **Archivado.**
- Dada su importancia trataremos este apartado en el capítulo 07 de Gestión de la Información BIM.
- **Tamaño de los archivos de los modelos BIM:** Se definirá el tamaño máximo de los modelos BIM en formato comercial a recibir por el cliente. Recomendamos que cada archivo BIM no sobrepase los 100 MB. La estructura que se plantee de división del proyecto en distintos modelos tendrá en cuenta este requerimiento.
 - **Volúmenes, áreas y zonas:** El cliente debe definir los criterios para dividir el proyecto en diferentes modelos. Recomendamos que se disponga de un documento anexo al EIR que unifique este punto para todos los proyectos. A ese documento lo denominamos “Protocolo de Modelado BIM”, (PMB).
 - **Convenciones para fijar los nombres:** Se deben fijar cómo deben ser nombrados los archivos del proyecto. Recomendamos que esto se defina también en el anexo al EIR del “Protocolo de Modelado BIM”.
 - **Controles de calidad de los modelos BIM:** Se deben definir los controles de calidad que realizará el cliente a nivel de control sobre los modelos BIM y sobre los datos asociados a los distintos documentos.
 - **Archivos de entrega al cliente:** Para cada una de las fases de un proyecto se deberán definir concretamente los entregables: modelos BIM en formato comercial, archivos IFC, planos en PDF, el resto de documentos (p.e.: presupuestos, planificaciones de obra, manuales, libro del edificio, archivo COBie...).

Figura 18. Etapas de la fase de diseño de la estratégica de un proyecto BIM:



REQUISITOS TÉCNICOS Y COMERCIALES

- **Requisitos técnicos:**
 - **Software necesario para el proyecto:** Se debe indicar todo el software que se debe utilizar para revisar o actualizar los modelos BIM y de todas las otras soluciones con las que la información del modelo se deba integrar.
 - **Formatos para intercambio de información:** El intercambio de información entre los distintos agentes durante las fases de diseño y construcción no se recomienda realizarlo a través de formatos comerciales. Se recomienda realizarlo a través de formatos IFC 2x3. El cliente debe indicar que para la gestión de las incidencias detectadas entre los distintos modelos BIM, para los incumplimientos de requerimientos del cliente o la propuesta de mejoras se empleara un formato abierto de comunicación como el BCF (BIM Collaboration Format). La gestión de estos archivos de comunicación nos permitirá disponer de la trazabilidad de todas las incidencias o mejoras realizadas.
 - **Sistema de coordenadas comunes y unidades:** el cliente debe indicar las coordenadas para poder unir todos esos modelos BIM, las unidades del proyecto (sistema métrico) y las unidades de otros valores de medida (sistema internacional).
 - **Nivel de Información requerido a nivel gráfico:** donde el cliente debe marcar, para el sistema de clasificación elegido y la fase del proyecto, el nivel gráfico que el adjudicatario deberá realizar para cada modelo BIM en una estructura federada.
 - **Nivel de Información requerido a nivel de datos** asociados a los distintos elementos gráficos de los modelos BIM: El cliente deberá indicar los datos a nivel de proyecto y los datos a nivel de la operación y mantenimiento del activo. En este apartado se indicará que el cliente solicitará el empleo del estándar COBie, indicando exactamente los campos que necesita que se complete para cada fase del proyecto.
 - **Requisitos comerciales:**
 - **Utilización de los modelos BIM permitidos al cliente:** El cliente debe asegurarse tener la autorización de los distintos participantes de disponer de los modelos BIM en formato comercial o nativo para, al menos, los siguientes propósitos:
 - P01, registro. Para disponer de toda la información recibida a efectos técnicos ó legales.
 - P02, para el correcto uso y utilización del activo y de todos sus componentes.
 - P03, para su operación. De los modelos BIM obtenemos el inventario de los equipos, los conductos, los terminales, los cuadros, los acabados, los espacios... De cada elemento se requiere conocer toda la información solicitada en el *EIR*.
 - P04, para su mantenimiento y posteriores reparaciones. Gracias al inventario podemos definir las gamas y las normas de mantenimiento preventivo. Es importante realizar el control de todas las actuaciones de correctivos sobre los activos.
 - P05, para mantener el modelo actualizado reflejando todas las sustituciones de equipos, elementos o sistemas.
 - P06, para su evaluación del rendimiento.
 - P07, para análisis de riesgos.
 - P08, para posteriores estudios de casos de negocio y para extraer lecciones aprendidas sobre que sistemas o equipos elegir en futuras reformas o diseño de nuevos activos...
 - P09, para incorporar e integrar instalaciones de seguridad y vigilancia propias del cliente.
 - P10, para validar o responder a requerimientos normativos.
- Otros usos adicionales deberán indicarse en el documento de *EIR*. Por ejemplo, si se realizará alguno elemento de diseño concreto y éste se empleará en otros edificios.

Es importante que se combine, de la mejor forma posible, la protección de los derechos de autor con la protección de acceso a la información de la propiedad real de los activos.

Los modelos BIM comerciales deberán ser usados por el cliente para tener la información necesaria que ayude a la óptima gestión de los activos que son responsabilidad del propietario. Es obligación del propietario seguir manteniendo los modelos comerciales que le han sido facilitados y por los que ha pagado siempre que esto lo haya definido en el documento *EIR* que se adjunta a los pliegos.

Para ello los distintos agentes que participan en la construcción del nuevo activo deben de garantizar que los modelos BIM que entregan son “verdaderamente as-built”, es decir, tal y como se ha construido.

No hacerlo así debe constituir un incumplimiento del contrato y una dejación de las obligaciones legales recogidas en la ley.

Debe solicitarse que los modelos BIM comerciales formen parte del “libro del edificio”. Es muy importante para el propietario que la información contenida en este libro del edificio coincida con la información contenida en los modelos BIM entregados.

- **Evaluación a nivel de BIM de proveedores:** El cliente deberá solicitar que los ofertantes indiquen sus recursos, su capacidad, su conocimiento y su experiencia en los distintos “usos del BIM” solicitados por el cliente. Este punto debe ser muy valorado en la selección de los proveedores, ya que esto supone la capacidad técnica para ofertar un proyecto BIM.
- **Evaluación de ofertas en proyectos BIM:** El cliente deberá valorar económicamente de manera adecuada los esfuerzos de cumplimiento de estos nuevos requerimientos BIM que antes no se realizaban o se realizaban de manera diferente. Estos esfuerzos deben verse reflejados en los criterios de adjudicación para ello deberá evaluar la información que se entregue para validar el cumplimiento de todo lo expuesto en el documento *EIR*.
- **Glosario de términos y abreviaturas.**

4.3.3 Protocolo de Modelado BIM (PMB)

Como anexo al documento de Requisitos de Intercambio de Información se propone que el cliente elabore un documento maestro que sirva para definir una serie de conceptos comunes para todos los proyectos de inversión, de modo que se consiga uniformidad de información. En el *EIR* aparecerá la información más específica del proyecto en concreto y en el protocolo de modelado BIM la que deben compartir todos los proyectos.

En la figura 19 proponemos un índice de lo que recomendamos figure en este documento.

Figura 19. Índice propuesto para el “Protocolo de Modelado BIM” (PMB). Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

INDICE DEL PMB

1. Propósito del documento de “Protocolo de Modelado BIM” (PMB).
2. Contenido del documento.
3. Mejores prácticas del BIM.
4. Reuniones de un proyecto BIM.
5. Principios básicos del Entorno Común de Datos (ECD).
6. Seguridad y almacenamiento de datos.
7. Estructura de los modelos BIM.
 - Principios generales.
 - División. Nomenclatura de las divisiones.
 - Referenciación.
8. Metodología de realización de modelos. Normas generales.
9. Estructura de carpetas y nomenclatura.
10. Nomenclatura de archivos BIM.
11. Nomenclatura de objetos de la biblioteca.
12. Nomenclatura de las propiedades del objeto.
13. Nomenclatura de las vistas del modelo BIM.
14. Organización de los datos.
15. Nomenclatura de los planos.
16. Estilos de presentación: anotaciones, textos, grosor de línea, patrones de línea, estilos de línea, regiones y rellenos, plantillas, acotación, cuadros de rotulación, símbolos.
17. Recursos: software, Biblioteca de recursos, notas clave y metadatos personalizados.
18. Glosario de abreviaturas y términos.

@CREASI

Figura 20. El plan de proyecto de ejecución BIM dentro de la metodología BIM. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

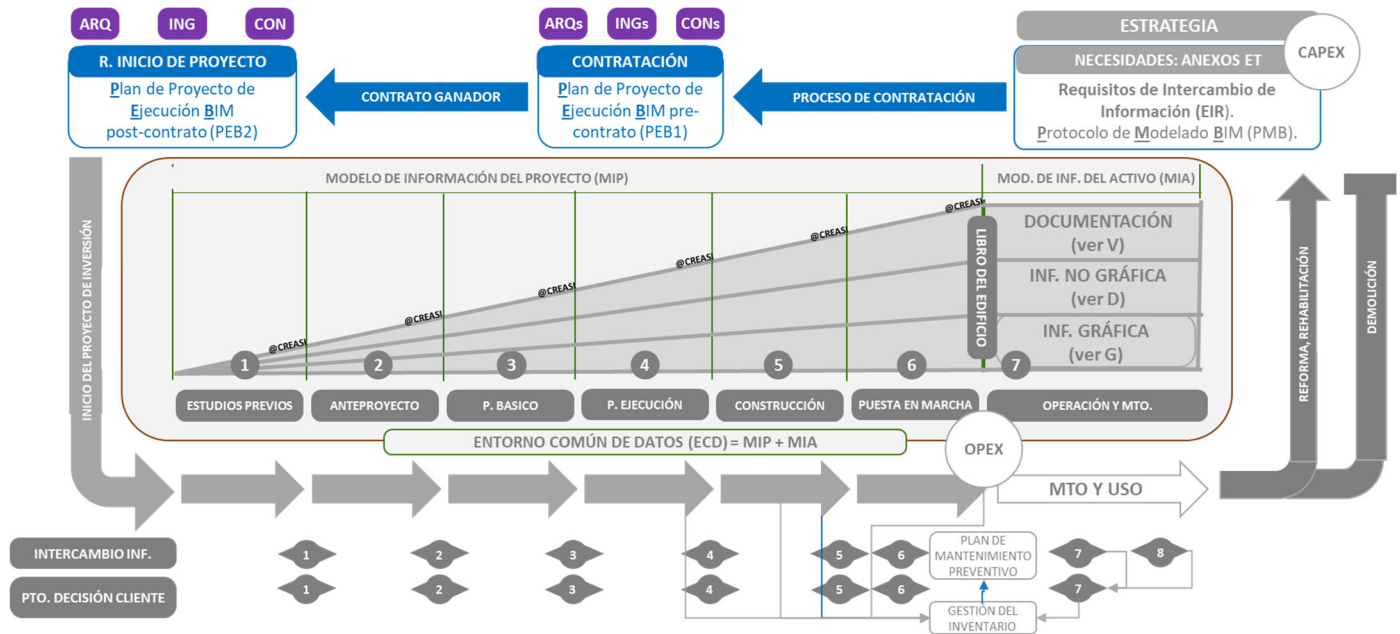


Gráfico creado por CREA Soluciones Inteligentes en adaptación de la metodología BIM definidas en las PAS 1192 británicas.

4.3.4 Guía de elaboración del Plan de proyecto de ejecución BIM

El Plan de proyecto de Ejecución BIM (PEB; *BEP*), como se observa en la figura 20, es la respuesta por parte de los ofertantes al documento de Requisitos de Intercambio de Información.

El PEB lo deben de realizar las empresas de arquitectura, de ingeniería y las empresas constructoras y en él deben de exponer cómo proponen realizar el proyecto de diseño y construcción de un nuevo activo asegurando cumplir los requerimientos del cliente definidos en el *EIR* y realizar, así, un proyecto exitoso.

El propietario o gestor puede y debe facilitar una plantilla del PEB para que los ofertantes la completen según el orden y el interés del cliente. Recomendamos que no entregue el PEB dado que es la manera de poder evaluar cómo cada empresa pretende realizar el trabajo.

Existen dos PEB, el pre-contrato y el post-contrato. El PEB pre-contrato es el que presentan las distin-

tas empresas a las que se permite ofertar. La evaluación de ofertas debe valorar el contenido del PEB (*BEP*).

Una vez que el cliente ha adjudicado a las distintas empresas, todas ellas se tienen que juntar y, conforme con el cliente, realizar un único PEB.

Si no es posible ese trabajo conjunto, deberá ser el cliente quién realice ese trabajo y adjuntar el PEB definitivo para adjuntarlo al contrato.

Debemos entender la importancia de este documento que define el alcance del proyecto a nivel de la metodología BIM y las responsabilidades de todos los participantes. El *BEP* debe ser un documento contractual.

El *BEP* pre-contratual debe demostrar el enfoque, la experiencia y la capacidad propuestas por el proveedor para cumplir con los *EIR*. En esta etapa el *BEP* debe incluir:

- Una respuesta a los requisitos del *EIR*.
- Un Plan de Implementación del Proyecto (*PIP*) que establece la competencia, la capacidad y la

Figura 21. Propuesta de índice de Plan de Proyecto de Ejecución BIM pre-contrato. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

INDICE DEL PEB	
1.	Propósito del documento de “Plan de proyecto de Ejecución BIM” (PEB).
2.	Información del proyecto.
3.	Contactos clave del proyecto.
4.	Objetivos del proyecto y usos del BIM cubiertos.
5.	Organigrama del proyecto. Roles y personas.
6.	Procesos BIM.
7.	Modelos de Información del Proyecto y del Activo.
8.	Procedimientos de colaboración.
9.	Control de calidad ofertados.
10.	Necesidades de infraestructura tecnológica.
11.	Estructura del modelo.
12.	Entregables del proyecto.
13.	Glosario de abreviaturas y términos.
14.	Anexos.

@CREASI

experiencia de los proveedores potenciales para ofertar por el proyecto.

- Los objetivos para la colaboración y modelización de la información.
- Los hitos del proyecto.
- La estrategia respecto al modelo de información del proyecto y de la activo.

En la figura 21 proponemos un índice de este documento PEB pre-contrato. Es importante mantener el orden del mismo dado que va desde lo más estratégico a lo más operativo.

Como todo documento comienza con un apartado que indica el objetivo de este documento.

A continuación los ofertantes deben de recoger la información más importante que conozcan del proyecto. Será muy importante que recoja que fases del proyecto está ofertando: estudios previos, anteproyecto, proyecto básico, proyecto de ejecución o construcción.

Dentro de este apartado se debe definir una tabla que recoja los hitos de seguimiento del proyecto.

El siguiente apartado en el PEB pre-contrato debe recoger los contactos principales de cada ofertante. Así en el PEB post-contrato reuniremos a todos los contactos en una única tabla de contactos. Los contactos que deben de aparecer son los de las personas con capacidad de decisión.

El siguiente apartado es sumamente importante. Cada ofertante deberá indicar que objetivos concretos quiere definir para cumplir con los objetivos genéricos aportados por el cliente. Deberá realizar una tabla que indique la relación de los objetivos concretos con los “usos del BIM” que oferta en su propuesta. Es importante que los objetivos concretos sean medibles de forma que puedan ser evaluados en la reunión de cierre del proyecto.

También es importante que se defina las prioridades de cada objetivo concreto para que el cliente pueda validar si está conforme.

Cada ofertante debe de presentar un organigrama de su equipo de trabajo. Deben definir roles y abreviaturas de las personas que formarán su equipo en el caso de ser adjudicatarios.

En el PEB pre-contrato recomendamos que no presente el nombre completo de todas y cada una de las personas de forma que se respete la ley de protección de datos y se proteja la confidencialidad del equipo.

Los procesos BIM es otro apartado clave para la evaluación de las ofertas. En los procesos las empresas deben de reflejar cómo llevarán a cabo el cumplimiento de los requerimientos del cliente, especialmente respecto a los “usos del BIM”.

En el siguiente apartado cada ofertante deberá indicar que parte de los modelos de información de proyecto y del activo son de su responsabilidad.

Respecto a los procedimientos de colaboración será importante que cada ofertante se comprometa a seguir el procedimiento indicado por el cliente en el EIR.

En el apartado de control de calidad de la información BIM cada ofertante deberá reflejar en cuales participará de forma activa.

Respecto a las necesidades de infraestructura tecnológica cada ofertante indicará lo que él aportará al proyecto.

En el apartado de la estructura del modelo, los ofertantes deben de ratificar que cumplirán el "protocolo de modelado BIM" (PMB) del cliente.

En el apartado de entregables del proyecto, cada ofertante debe indicar sus actividades y cuáles de todos los entregables definidos por el cliente son de su responsabilidad. En resumen, cada ofertante debe de definir su plan de trabajo con los hitos de sus entregas de información.

Este plan de entregas constituye el Plan de Entregas de información de Tareas Individuales (PETI).

Como anexo a este documento se recomienda que exista una planificación detallada de las actividades a realizar en el proyecto indicando claramente las que son responsabilidad del ofertante y las que debe asumir el personal del cliente.

Sólo los ofertantes adjudicados deben de realizar el PEB post-contrato. El cliente deberá realizar una notificación oficial de que han sido adjudicatarios.

Recomendamos que esta actividad se realice antes de la firma del contrato entre las distintas partes pero su esfuerzo debe reconocerse como parte de las tareas preparatorias del lanzamiento del proyecto.

Entre todos los candidatos adjudicados se realizará un único PEB post-contrato coordinado por el cliente. Este documento final será incluido en la firma de todos los contratos que deben de realizarse por el cliente y los distintos proveedores.

En caso de que alguna empresa proveedora subcontrate parte de los trabajos, recomendamos que también firme este documento para garantizar

que todos los participantes están alineados con el Plan de proyecto de Ejecución BIM.

Este documento debe estar vivo durante el proyecto pero las modificaciones deben ser consensuadas entre los participantes afectados pues pueden incluir en cambio de alcance que deben ser remunerados adicionalmente.

Recomendamos que el PEB post-contrato incluya:

- La respuesta a los requisitos del EIR revisados y actualizados si es necesario.
- El Plan de Implementación del Proyecto (PIP) revisado y actualizado si es necesario.
- Detalles de la planificación de la gestión y documentación.
- Métodos y procedimientos.
- El Plan Maestro de Entregas de Información (PMEI; MIDP). Será una anexo al PEB post-contrato y realmente es la recopilación de todos los Planes Entrega de información de Tareas Individuales (PETI / TIDP) entregado por todas las empresas adjudicatarias.
- La tabla de Entrega de Producción de los Modelos (TEPM; MPDT). Será otro anexo al PEB post-contrato y nos servirá para establecer el nivel de detalle de representación gráfica y de datos de cada uno de los elementos modelado en ca-

Figura 22. Propuesta de índice de Plan de Proyecto de Ejecución BIM post-contrato. Por cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

INDICE DEL PEB POST-CONTRATO	
1.	Propósito del documento Guía de elaboración del "Plan de proyecto de Ejecución BIM Post-contrato" (PEB).
2.	Información del proyecto.
3.	Todos los contactos clave del proyecto de los distintos ofertantes.
4.	Objetivos del proyecto y usos del BIM cubiertos.
5.	Organigrama del proyecto. Roles y personas.
6.	Procesos BIM.
7.	Modelos de Información del Proyecto y del Activo.
8.	Procedimientos de colaboración.
9.	Controles de calidad a realizar durante el proyecto.
10.	Infraestructura tecnológica a emplear en el proyecto.
11.	Estructura del modelo. Validación del Protocolo de Modelado BIM.
12.	Entregables del proyecto. Tabla resumen del Plan de Implementación de Proyecto (PIP) con sus hitos de entregas de información.
13.	Glosario de abreviaturas y términos.
14.	Anexos. <ul style="list-style-type: none"> • Plan Maestro de Entregas de Información (PMEI). • Matriz de Responsabilidad.

da modelo BIM.

Adjuntamos dos plantillas de estos dos anexos al Plan de proyecto de Ejecución BIM (PEB; BEP) post-contrato (Ver figuras 23 y 24).

Los organismos públicos deberán ajustar esta metodología BIM a legislación vigente en materia de

contratación pública.

4.4 Actualización del modelo conceptual de gestión de activos con la metodología BIM

Para finalizar este capítulo, y a modo de resumen del mismo, exponemos una figura que resumen la relación entre el modelo conceptual definido en el

Figura 23. Propuesta de plantilla de Plan Maestro de Entrega de Información. Por cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

Plantilla de Plan Maestro de Entrega de Información (PMEI); Master Information Delivery Plan (MIDP)

			Seguir convención de nombres de archivos							INTERCAMBIO DE DATOS #0X	
			NOMBRE DEL ARCHIVO							FASE:	
										REF. PLANIFICACIÓN:	
ENTREGABLE (DOCUMENTO)	DESCRIPCIÓN	FORMATO DE INTERCAMBIO	CÓDIGO DE PROYECTO	CÓDIGO CLIENTE	VOLUMEN DIVISIÓN	NIVEL LOCALIZ.	TIPO	ROL	NÚMERO	RESPONSABLE	FECHA DE ENTREGA
MODELOS											
PLANOS (DESDE EL MODELO)											
INFORMES											
ESPECIFICACIONES											
OTROS											

Figura 24. Propuesta de plantilla de la Tabla de Entrega de Producción de los Modelos (TEPM). Por cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

Tabla de Entrega de Producción de los Modelos (TEPM) ; Model Production Delivery Table (MPDT)

			INTERCAMBIO DE DATOS #01				
			FASE:	ESTUDIOS PREVIOS			
			REF. PLANIFICACIÓN:				
ENTREGABLE	CLASIFICACIÓN (IFC)	BASE DE PRECIOS	RESPONSABLE	NIVEL DE INFORMACIÓN	BIM FORUM	COBie	
				LOD: G	LOI: D	LODev	COBie
MODELOS							

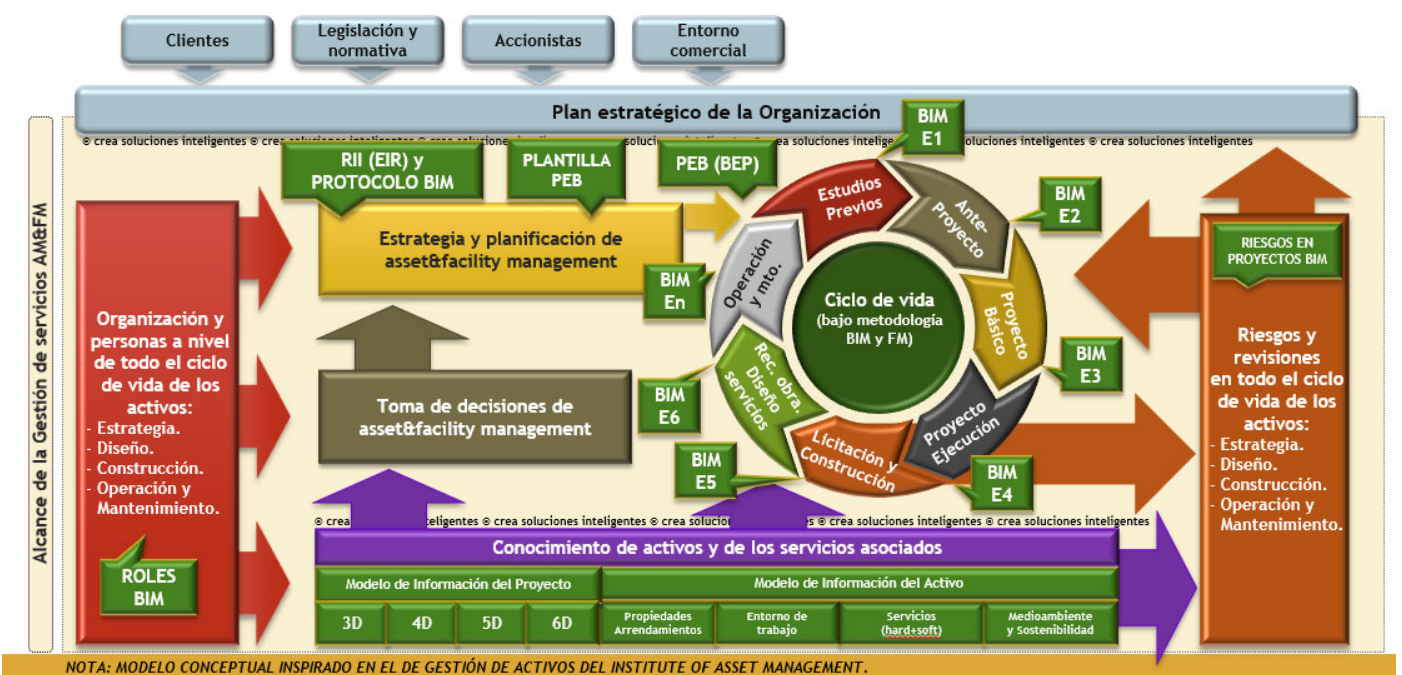
capítulo de gestión de activos y los documentos definidos en la metodología BIM:

Observamos que el documento de Requisitos de Intercambio de Información, *EIR*, el protocolo de modelado BIM y las guías del cliente de cómo realizar un Plan de proyecto de Ejecución BIM son consecuencia de una estrategia de Gestión de Activos y de Facility Management.

aciones necesarias para minimizar los riesgos de no cumplimientos de estos objetivos del proyecto, que son los objetivos que se fijaron desde la alta dirección de la organización para garantizar que la inversión realizada tenga la rentabilidad y el rendimiento esperado.

El ciclo de vida correspondiente al diseño y construcción de un activo recoge las fases típicas de un proyecto de edificación. Lo importante es que

Figura 25. Propuesta de Modelo Conceptual de Gestión de Activos desde una visión de gestión de servicios de FM y desde el uso de la metodología BIM para el diseño y la construcción de nuevos activos. Por cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



De los procesos de toma de decisiones AM+FM es vital poder extraer unos objetivos de gestión de proyectos BIM que sean medibles y que sepamos comunicarlos de manera adecuada a todos los agentes que participen en el proyecto de diseño y construcción del nuevo activo.

El análisis de los riesgos de no cumplimiento de los objetivos del cliente es vital para que un proyecto de inversión de un nuevo activo sea todo un éxito. Gracias a ese análisis, podemos incorporar al Plan Maestro de Entregas de Información las ac-

el cliente defina bien los entregables de información a solicitar al finalizar cada una de las fases del proyecto.

Prestando especial interés a que en la última fase toda la información que reciba el cliente sea "de verdad" as-built, tal y como se ha construido.

La documentación as-built será la base de nuestro conocimiento del activo que nos permitirá desarrollar una política y unos planes eficientes de gestión del activo y de todos sus sistemas, equipos,

conductos, terminales, espacios, acabados...

A nivel organización el Asset, el Facility Management y el BIM coinciden en que las tres disciplinas están orientado a procesos. Será fundamental definir el manual de procesos del área de gestión de activos y de servicios de FM. Estos procesos deberán adaptarse para recoger la metodología BIM expuesta en este capítulo.

En los capítulos siguientes nos dedicaremos a profundizar en conceptos que han aparecido en este capítulo: los objetivos del proyecto, dimensiones del BIM, "usos del BIM"...

Figura 26. Exposición de cinco de los temas que marca IAM adaptados a nuestra propuesta conceptual de BIM+FM. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

Estrategia y planificación de asset&facility management	Toma de decisiones de asset&facility management	Conocimiento de los servicios de Asset&FM	Organización y personas a nivel de AM, BIM y FM	Riesgos y revisiones de todo el ciclo de vida de los activos
<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir política de A&FM. 2. Definir estrategia y objetivos de FM. 3. Analizar la demanda. 4. Realizar la planificación estratégica. 5. Definir los planes de gestión de servicios. <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar del documento de Requerimientos del Cliente (RIC). • Elaborar del protocolo de modelado BIM (PMB). • Elaborar de la plantilla de Plan de proyecto de Ejecución BIM (PEB). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir criterios de toma de decisiones para inversiones (Capex). 2. Definir criterios de toma de decisiones en operaciones y mantenimiento (Opex). 3. Definir el coste de ciclo de vida y optimización del valor de los activos. 4. Definir la estrategia y optimización de recursos. 5. Definir estrategia y medidas de optimización de paradas y overhaul. <ul style="list-style-type: none"> • Definir objetivos de proyectos de inversión. • Definir usos del BIM. • Definir indicadores de proyectos BIM. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir estrategia de información de los servicios Asset&FM. 2. Definir estándares de conocimiento de servicios de Asset&FM. 3. Definir e implantar sistemas de información de activos. 4. Definir datos e información de servicios de Asset&FM. <ul style="list-style-type: none"> • Áreas de información: - Mod. Información de Proyectos: 3D + 4D + 5D + 6D - Mod. Información de Activos: <ul style="list-style-type: none"> • Propiedades, arrendamientos. • Espacios. • Servicios (Mantenimiento...). • Sostenibilidad y Medioambiente. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir e implantar modelo de compras. 2. Establecer la forma de liderazgo en AM&FM. 3. Definir e implantar la estructura de la organización AM&FM. 4. Definir la cultura de la organización. 5. Definir e implantar la gestión por competencias. <ul style="list-style-type: none"> • Actualizar el proceso de contratación para proyectos BIM. • Definir competencias del equipo gestor (AM, BIM y FM). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar y gestionar los riesgos. 2. Definir planes de contingencia y análisis de resiliencia. 3. Implantar modelo de desarrollo sostenible. 4. Definir el modelo de gestión del cambio. 5. Monitorizar la salud y el rendimiento de los activos. 6. Monitorizar el sistema de Asset&FM. 7. Revisar la gestión, realizar auditorías y aseguramiento. 8. Evaluar costes asociados a los servicios de Asset&FM. 9. Establecer el compromiso de los interesados. <p style="text-align: right;">@ CREASI</p>

Estudios previos	Anteproyecto	Proyecto Básico	Proyecto de Ejecución	Licitación y Construcción	Diseño de los servicios de FM. * Recepción obra.	Operación y mantenimiento
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar el segto. financiero. 2. Realizar el segto. de cumplimiento de plazos. 3. Realizar el segto. técnico. 4. Realizar la supervisión del cumplimiento de requerimientos funcionales. 5. Realizar la supervisión del cumplimiento de requerimientos BIM. 6. Realizar la supervisión de las medidas de reducción de riesgos. 7. Realizar la supervisión de las medidas correctoras. 8. Revisar y aprobar el proyecto y los modelos BIM. <p style="text-align: center;">@ CREASI</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar el segto. financiero. 2. Realizar el segto. de cumplimiento de plazos. 3. Realizar el segto. técnico. 4. Realizar la supervisión del cumplimiento de requerimientos funcionales. 5. Realizar la supervisión del cumplimiento de requerimientos BIM. 6. Realizar la supervisión de las medidas de reducción de riesgos. 7. Realizar la supervisión de las medidas correctoras. 8. Revisar y aprobar el proyecto y los modelos BIM. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar el segto. financiero. 2. Realizar el segto. de cumplimiento de plazos. 3. Realizar el segto. técnico. 4. Realizar la supervisión del cumplimiento de requerimientos funcionales. 5. Realizar la supervisión del cumplimiento de requerimientos BIM. 6. Realizar la supervisión de las medidas de reducción de riesgos. 7. Realizar la supervisión de las medidas correctoras. 8. Revisar y aprobar el proyecto y los modelos BIM. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar el segto. financiero. 2. Realizar el segto. de cumplimiento de plazos. 3. Realizar el segto. técnico. 4. Realizar la supervisión del cumplimiento de requerimientos funcionales. 5. Realizar la supervisión del cumplimiento de requerimientos BIM. 6. Realizar la supervisión de las medidas de reducción de riesgos. 7. Realizar la supervisión de las medidas correctoras. 8. Revisar y aprobar el proyecto y los modelos BIM. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar el segto. financiero. 2. Realizar el segto. de cumplimiento de plazos. 3. Realizar el segto. técnico. 4. Realizar la supervisión del cumplimiento de requerimientos funcionales. 5. Realizar la supervisión del cumplimiento de requerimientos BIM. 6. Realizar la supervisión de las medidas de reducción de riesgos. 7. Realizar la supervisión de las medidas correctoras. 8. Revisar y aprobar el proyecto y los modelos BIM. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar necesidades de servicios. 2. Trasladar necesidades en requerimientos. 3. Determinar los niveles de servicios. 4. Identificar las opciones de prestación de servicios de FM. 5. Desarrollar el caso de negocio. 6. Seleccionar mejor opción. 7. Definir los servicios de FM. 8. Elaborar el contrato de prestación de servicios. 9. * Realizar pruebas de funcionamiento. 10. * Realizar la recepción. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cumplir normas técnicas y legislación. 2. Crear y adquirir activos y servicios. 3. Realizar re-ingeniería. 4. Gestionar activos y servicios. 5. Realizar entrega de mantenimiento. 6. Realizar ingeniería de confiabilidad. 7. Realizar operaciones de activos, espacios y servicios. 8. Gestionar recursos. 9. Gestionar paradas. 10. Responder a incidentes. 11. Racionalizar y enajenar activos; Finalizar servicios.



05

LAS DIMENSIONES Y LOS USOS DEL BIM

Por Javier García Montesinos. AMP Estratégico.

Vicepresidente de la Comisión de Propietarios y Gestores de activos
de la Asociación BuildingSMART Spain.

Director de CREA Soluciones Inteligentes.

Con la colaboración especial de:

Victor Roig Segura.

Consultor BIM y LEAN en BIMETRIC.

LAS DIMENSIONES Y LOS USOS DEL BIM

Un proyecto BIM requiere de modelos para llevar relevante información en cada una de las fases del proyecto.

La información que se defina debe ser la estrictamente necesaria para cumplir con los objetivos del proyecto que el cliente definió en el documento de Requisitos de Intercambio de Información (EIR). Los modelos son, en términos generales, clasificados en diferentes "dimensiones" que están determinadas por el tipo de información incorporada a ellos.

El contenido de este capítulo es:

- * ¿Qué son los "usos del BIM"?
- * Las dimensiones del BIM.
- * La tercera dimensión del BIM: La representación 3D.
- * La cuarta dimensión del BIM: El tiempo.
- * La quinta dimensión del BIM: El coste.
- * La sexta dimensión del BIM: La operación y el mantenimiento.
- * De los "usos del BIM" a los "usos de los modelos BIM".

5.1 ¿Qué son los usos del BIM?

Los directores de activos y/o de servicios de FM deben de entender la "esencia del BIM". No podemos negar la realidad, hay un elevado número de proyectos que no cumplen los plazos previstos y que se desvían en sus costes.

BIM nace para mejorar la industria de la construcción.

Los "usos del BIM" se establecen ante la necesidad de definir los procesos necesarios para asegurar el cumplimiento de los objetivos del cliente y así asegurar los resultados del proyecto o, por lo menos, minimizar el riesgo de no cumplirlos.

Los "usos del BIM" están, por tanto, "destinados a simplificar las interacciones entre las personas y los ordenadores, deben facilitar la comunicación entre los participantes del proyecto y el cliente, deben de definir los entregables y establecer las competencias del equipo de proyecto" (Según² la web de BIMThinkSpace).

Elegir bien los "usos del BIM" por parte del cliente y saber comunicarlos adecuadamente "contribuye a reducir la complejidad del proyecto, a facilitar la comunicación entre individuos, organizaciones y equipos, facilita a aclarar los requerimientos del cliente y definir bien los resultados deseados del proyecto. También ayuda a vincular estos requeri-

NOTA: (2) BIMThinkSpace: <https://www.bimthinkspace.com/>. BIM ThinkSpace es uno de los blogs de mayor duración de D. Bilal Succar (la primera publicación fue en octubre de 2005) que abarca el modelado de información de la construcción desde la perspectiva de los "profesionales informados".

Comparte temas que atraen la reflexión y valiosas contribuciones de autores invitados internacionales. Autor: D. Bilal Succar . Se define como evaluador de desempeño BIM especializado, ávido investigador y comunicador visual en BIMexcellence.com. También es profesor adjunto senior en la Universidad de Newcastle.

3

D

mientos y resultados con sus respectivas competencias, herramientas y métodos” (También según la misma web de BIMThinkSpace).

5.2 Las dimensiones del BIM

Como hemos visto anteriormente, un proyecto BIM requiere de modelos digitales para llevar relevante información en cada una de las fases del proyecto.

La información que se defina debe ser la estrictamente necesaria para cumplir con los objetivos del proyecto que el cliente definió en el EIR.

Los modelos son, en términos generales, clasificados en diferentes “dimensiones” que están determinadas por el tipo de información incorporada a ellos.

5.3 BIM 3D (la tercera dimensión)

La primera, y la más obvia, característica del BIM es su capacidad de representar en tres dimensiones. Esto permite que todo el mundo visualice el proyecto cómo si estuviera ya construido.

Tradicionalmente la capacidad de visualizar los proyectos en tres dimensiones estaba restringida a los técnicos. Sólo se realizaban visualizaciones tridimensionales como motivos de marketing o comerciales. Se elegían para ello, sólo, unas determinadas vistas.

Los modelos BIM 3D son desarrollados durante la fase de diseño de un proyecto para ayudar a visualizarlo y para comunicar el diseño del mismo mediante la representación tridimensional de sus elementos constructivos e instalaciones.

En esta dimensión podemos destacar los siguientes “usos del BIM”:

- **Visualización:** El propósito de estos modelos BIM es usarlo para que el cliente tenga una idea real y clara de cómo será nuestro activo y para conocer las dimensiones de sus elementos

y los materiales usados en el acabado de esos elementos.

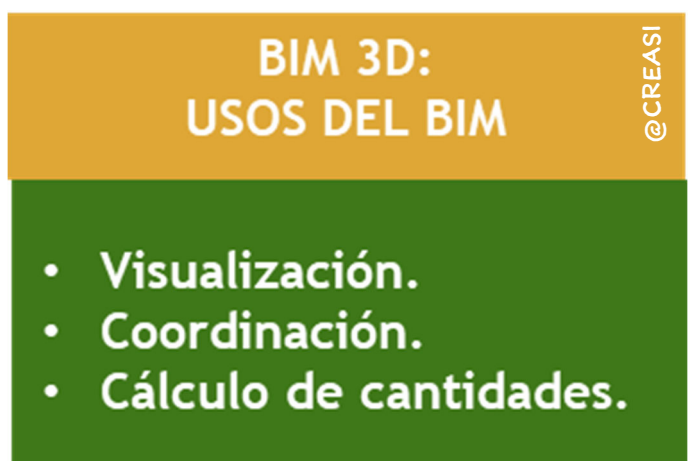
- **Coordinación:** Los modelos BIM usados para la coordinación sirven para establecer las relaciones entre las diferentes disciplinas y conocer si existen interferencias entre ellas. Estas interferencias deben de ser documentadas y su resolución se planifica entre los distintos agentes.

El cliente deberá definir en el EIR cómo quiere que se estructuren los diferentes modelos y cuál debe ser el punto que permita unir todos estos modelos.

- **Cálculo de cantidades:** El propósito de estos modelos es obtener unos ratios para la extrapolación de posibles cantidades o la obtención detallada de todas las cantidades de los distintos elementos, dependiendo de la fase del proyecto en la que nos encontremos.

Para este uso es fundamental que el cliente defina un sistema de clasificación de los elementos del proyecto. Este sistema de clasificación deberá servir como el único sistema de clasificación del activo para todas sus fases del proyecto, incluyendo también la de operación y mantenimiento. El sistema de clasificación deberá ser el mismo para la creación de presu-

Figura 27. Usos del BIM asociados a la dimensión BIM 3D. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



4

D

puestos de obra, para la estructuración el valor de construcción, para la clasificación de los elementos en los software de gestión de mantenimiento como para la codificación en los sistemas de control de las instalaciones.

5.4 BIM 4D (la cuarta dimensión)

La cuarta dimensión del BIM tiene que ver con el tiempo, es decir, con cómo se va a planificar la construcción del activo y cómo se va a comportar el mismo a lo largo de toda su vida.

En esta dimensión podemos hablar de los siguientes “usos del BIM”:

- **Simulación de las fases del proyecto:** El propósito de este uso es simplemente identificar las distintas fases de construcción del activo, si el activo si subdivide en distintas zonas y donde estarán los elementos auxiliares necesarios para su construcción.
- **Simulación del proceso constructivo completo:** El propósito de este uso del BIM es visualizar la propuesta de planificación del proceso constructivo y observar su viabilidad técnica y validar la estimación de plazos de la construcción del activo.
Es lo que denominamos “pre-construcción virtual”. Este uso reduce el riesgo de desviaciones de los plazos, algo tan importante para el propietario y al gestor del activo.
- **Análisis de los sistemas del activo:** El propósito de este uso del BIM es conocer si el activo se comportará como deseamos que se comporte y como se haya definido en los objetivos del proyecto de inversión.

En este uso del BIM podemos incluir:

- Análisis energético (aporte de CO2).
- Análisis de iluminación: solar e interior.
- Análisis de corrientes de aire interior.

- Estudios del comportamiento de las fachadas.
- Análisis de si las fachadas son fácilmente limpiables y mantenibles.
- Análisis acústicos.
- Análisis de cumplimiento normativo a nivel de evacuación de incendios.
- Medidas de seguridad en la obra.
- Estudio de cómo se extraerán ciertos equipos del edificio cuando se deben cambiar.
- ...

Figura 28. Usos del BIM asociados a la dimensión BIM 4D. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



El cliente deberá valorar positivamente que los ofertantes al diseño o la construcción de su activo propongan nuevos e innovadores “USOS” del BIM que ayuden al cumplimiento de los objetivos del inversor.

5.5 BIM 5D (la quinta dimensión)

Esta quinta dimensión tiene que ver con el dinero a corto, medio y largo plazo.

En esta dimensión podemos hablar de los siguientes “usos del BIM”:

5

D

- **Estudio del coste de construcción** (el presupuesto de la obra): El propósito de este uso es que del modelo BIM podamos obtener una medición exacta, clasificada y que vinculada a un software de presupuestos de obra nos permita conocer el coste de construcción del activo. Para este uso es fundamental que el cliente defina un sistema de clasificación de los elementos del proyecto.

Este sistema de clasificación deberá servir como el único sistema de clasificación del activo para todas sus fases del proyecto, incluyendo también la de operación y mantenimiento. El cliente deberá indicar qué capítulos o partidas del presupuesto deben ser obtenidos de los modelos BIM y qué otros pueden ser obtenidas de otros software que no sean de modelado BIM.

El cliente deberá indicar la base de precios con la que se debe trabajar.

- **Estudio del coste de ciclo de vida:** El propósito de este uso del BIM es conocer el coste de ciclo de vida del activo ó, al menos, los costes de los consumos energéticos del inmueble más los costes asociados al mantenimiento preventivo de los distintos equipos y elementos constructivos del activo.

Para este uso el proveedor deberá extraer, del software de modelado, el inventario de todos los elementos del activo y pasarlos a su software de gestión de mantenimiento en el cuál podrá obtener los costes de mantenimiento. El cliente deberá definir el estándar de comunicación a seguir para comunicar el software de modelado BIM con el software de gestión del mantenimiento ó decidir si usará COBle como ese estándar.

- **Ingeniería del valor:** El propósito de este uso del BIM es analizar distintas soluciones y recomendar al cliente cuál le aporta mayor valor,

entendiendo éste como el que le aumenta mayor funcionalidad, mayor calidad o menores costes de ciclo de vida.

Ejemplos de aplicación de la ingeniería del valor:

- Analizar si la estructura del inmueble debe ser en hormigón o de acero.
- Analizar si es más óptimo emplear vigas pretensadas o no.
- Analizar qué sistema de climatización es el más eficiente.
- Estudiar cambios de equipos para reducir los costes de mantenimiento.
- ...

Figura 29. Usos del BIM asociados a la dimensión BIM 5D. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



**BIM 5D:
USOS DEL BIM**

@CREASI

- Estudio del coste de construcción (el presupuesto de la obra).
- Estudio de coste de ciclo de vida.
- Ingeniería del valor.

5.5 BIM 6D (la sexta dimensión)

La sexta dimensión BIM hace referencia a la entrega del modelo BIM para que sirva para la operación y el mantenimiento.

En esta dimensión podemos hablar de los siguientes "usos del BIM":

- **Modelos BIM as-built:** El propósito de este uso BIM es el de asegurar que al final de la cons-

6

D

trucción del activo, los modelos BIM están actualizados con la realidad, es decir, que recogen todos los cambios que se hayan realizado durante la construcción del activo.

- **Inventario y clasificación de espacios** desde el punto de vista de gestión de propiedades y arrendamientos: El cliente debe establecer el estándar de clasificación de espacios que deben seguir los modelos BIM: BOMA, AEO, RICS, CEN-15221 de FM...
- **Inventario y clasificación de espacios** desde el punto de vista de la gestión del entorno de trabajo: El cliente debe establecer cómo deben clasificarse los espacios interiores.
- **Implantación interior**: El propósito de este uso es realizar la propuesta de distribución de las salas, los despachos y de los puestos de trabajo, con todo el mobiliario asociado a todos estos espacios o zonas.
- **Apoyo a los concursos de limpieza**: El propósito de este uso es facilitar la información exacta y necesaria a nivel de superficies exteriores e interiores de acristalamiento, a nivel de superficies de acabados en suelos, techos, paredes... que sirvan para la definición del alcance del servicio de limpieza.
- **Inventario de equipos**: El propósito de este uso es la extracción del inventario de los equipos y su traspaso a soluciones ERP o de gestión.
- **Ubicación de personas en los puestos de trabajo**: El propósito de este uso es ubicar a las personas que ocuparán u ocupan los distintos puestos de trabajo.
- **Integración con soluciones CAFM/IWMS**: El propósito de este uso es el de integrar el modelo con un software de facility management. Será el cliente quién deba indicar la solución elegida para la integración y que requerimientos de modelado o de información tiene este software.

- **Integración con soluciones de control de instalaciones**: El propósito de este uso es el emplear el modelo BIM para integrarlo en alguna plataforma o visor que permita acceder a la información del modelo y a los datos en tiempo real procedente de los sistemas de monitorización y control de instalaciones.
- **Sistemas de emergencia y señalética**: El uso indicado tiene el propósito de que los modelos BIM dispongan de la información sobre la señalización de emergencia y otra señalética informativa.

La referencia internacional sobre el PEB (BEP) y los usos del BIM son los documentos elaborados por el Colegio de Ingeniería en el estado de la Universidad de Pensilvania (EE.UU) y que se pueden consultar en la siguiente página web:

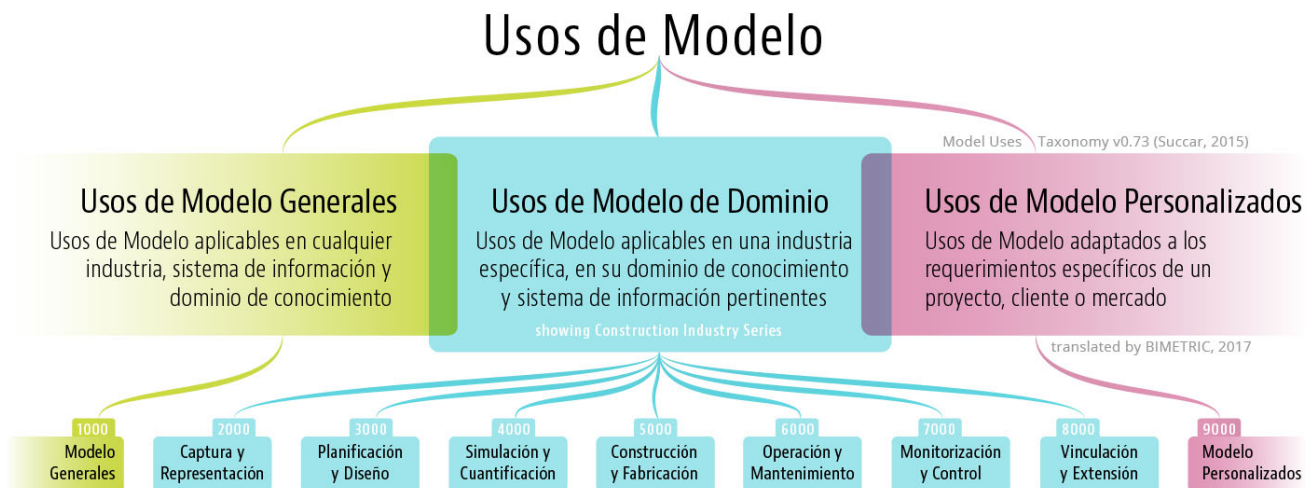
https://www.bim.psu.edu/#bim_uses

Figura 30. Usos del BIM asociados a la dimensión BIM 6D. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

BIM 6D: USOS DEL BIM

- Modelos BIM as-built.
- Inventario y clasificación de espacios desde el punto de vista de gestión de propiedades y arrendamientos.
- Inventario y clasificación de espacios desde el punto de vista de la gestión del entorno de trabajo.
- Implantación interior.
- Apoyo a los concursos de limpieza.
- Inventario de equipos para integración con software de gestión de mantenimiento.
- Ubicación de personas en puestos de trabajo.

Figura 31. Clasificación de los “usos de los modelos BIM” definida por D. Bilal Succar en su blog BIMThinkSpace, 2015. Traducida al español por BIMETRIC, 2017.



5.6. De los “usos del BIM” a los “usos de los modelos BIM”

Si hablamos de los “usos del BIM” no podemos dejar de citar a D. Bilal Succar que en el blog de BIM ThinkSpace³ presentó ya en el 2015 una reflexión muy interesante sobre este tema. Él es partidario de cambiar los “usos del BIM” por “usos de los modelos BIM”. Desde esta guía compartimos este matiz.

El autor indica que “es importante diferenciar entre los Usos del Modelo (lo que podemos entregar, planear entregar o solicitar a otros) y los entregables basados en el Modelo (lo que se entrega). En cierto sentido, “los entregables y los usos BIM [Usos del modelo] son las dos caras de una moneda: los usos BIM representan la herramienta o el proceso: los entregables representan el resultado”. (Guía de inicio del proyecto NATSPEC BIM, 2014, p. 6)”.

El autor también comenta que “lo importante es definir el número mínimo de trabajo (ni más, ni

menos) que permita dos objetivos aparentemente contradictorios: **la precisión de la representación y la flexibilidad de uso.**

Con respecto a la **precisión de la representación**, si el número de Usos del Modelo es demasiado pequeño, entonces sus definiciones serían amplias, menos precisas y subdivisibles en sub usos. Sin embargo, si el número de Usos Modelo es demasiado grande, entonces sus definiciones serían limitadas, incluirían actividades / responsabilidades superpuestas y, por lo tanto, causarían confusión. Lo que necesitamos es un desglose de Uso del Modelo que sea 'justo' para una comunicación y aplicación efectivas.

Con respecto a la flexibilidad de uso, y para permitir la aplicación de los usos de los modelos en contextos variados, las definiciones de Usos del Modelo deben excluir calificaciones innecesarias que varían de un usuario a otro y de un mercado a otro”.

Respecto a los “usos de los modelos BIM” el autor

NOTA: (3) Artículo sobre los usos del BIM por D. Bilal Succar en el blog BIM ThinkSpace en la siguiente dirección web: <https://www.bimthinkspace.com/2015/09/episode-24-understanding-model-uses.html>

mantiene que se deben de

1. “Deben definirse independientemente de la fase del proyecto y, por tanto, será el cliente quién decida en qué fase se solicita;

2. Deben ser independiente de cómo se aplicarán, para que pueda emplearse para aplicarlos a proyectos, o para el desarrollo de capacidades individuales, para la implementación en una organización o para aprendizajes individuales;

Figura 32. Clasificación de los “usos de los modelos BIM” de carácter general. Definida por D. Bilal Succar. Traducida por BIMETRIC.

Código	Usos de modelos BIM de carácter general
1000-1999	Usos de modelos BIM
1010	Modelo arquitectónico.
1020	Modelo de sistemas audiovisuales.
1030	Modelo de sistemas de protección.
1040	Modelo de estructuras de bloques.
1050	Modelo de estructuras de hormigón.
1060	Modelo para la conservación.
1070	Modelo decorativo.
1080	Modelo de sistemas de visualización.
1090	Modelo de sistemas de drenaje.
1100	Modelo de sistemas de conductos.
1110	Modelo de estructuras extra-terrestres.
1120	Modelo de sistemas de fachadas.
1130	Modelo de sistemas de extinción de incendios.
1140	Modelo de distribuciones.
1150	Modelo de sistemas de evacuación.
1160	Modelo forense.
1170	Modelo de cimentaciones.
1180	Modelo de sistemas de fluidos.
1190	Modelo de sistemas HVAC.
1200	Modelo de sistemas hidráulicos.
1210	Modelo de sistemas informáticos.
1220	Modelo de sistemas de infraestructura.
1230	Modelo de sistemas de irrigación.
1240	Modelo de paisajismo.
1250	Modelo de sistemas de iluminación.
1260	Modelado de estructuras marítimas.

Código	Usos de modelos BIM de carácter general
1000-1999	Usos de modelos BIM
1270	Modelo de estructuras de obra de fábrica.
1280	Modelo de sistemas de gases medicinales.
1290	Modelos de unidades modulares.
1300	Modelo de sistemas nucleares.
1310	Modelo paramétrico.
1320	Modelo de sistemas de potencia.
1330	Modelo de sistemas de refrigeración.
1340	Modelo de renovación.
1350	Modelo de sistemas sanitarios.
1360	Modelo de sistemas de seguridad.
1370	Modelo de sistemas de guiado.
1380	Modelo de sistema de señalización.
1390	Modelo de inspección espacial.
1400	Modelo de marcos metálicos.
1410	Modelo de espacios subterráneos.
1420	Modelo de estructuras temporales.
1430	Modelo de estructuras textiles.
1440	Modelo de terrenos.
1450	Modelo de estructuras de madera.
1460	Modelo de tráfico.
1470	Modelo de sistemas de transportes.
1480	Modelo de espacios sumergidos.
1490	Modelo urbano.
1500	Modelo de circulación vertical.
1510	Modelo de sistemas de gestión de residuos.
1520	Modelo de marcos de madera.

3. No deben de llevar una prioridad incorporada para que en cada proyecto se pacte la que se requiere;
4. No deben de estar pre-asignados a roles según disciplinas, lo que permite la asignación de responsabilidades basadas en experiencia y capacidad de los participantes de un proyecto”.

Figura 33. Clasificación de los “usos de los modelos BIM” basados en dominios (I). Definida por D. Bilal Succar. Traducida por BIMETRIC.

Código	Usos de modelos BIM por dominios
2000-8999	Series y usos de modelos BIM
2000-2999	Captura y representación
2010	Documentación 2D.
2020	Diseño de detalle 3D.
2030	Representación de obra ejecutada.
2040	Diseño generativo.
2050	Escaneo láser.
2060	Fotogrametría.
2070	Mantenimiento de registros.
2080	Topografía.
2090	Comunicación visual. Visualización 3D.
3000-3999	Planificación y diseño
3010	Conceptualización.
3020	Planificación de construcción.
3030	Plan de demolición
3040	Diseño 3D.
3050	Plan de emergencia.
3060	Análisis del proceso Lean.
3070	Plan de izado.
3080	Planificación de operaciones.
3090	Selección y especificación.
3100	Programa funcional.
3110	Planeamiento urbano.
3120	Análisis de valor.
4000-4999	Simulación y cuantificación
4010	Análisis de accesibilidad.
4020	Análisis acústico.

Código	Usos de modelos BIM por dominios
2000-8999	Series y usos de modelos BIM
4000-4999	Simulación y cuantificación
4030	Simulación de realidad aumentada.
4040	Detección de colisiones.
4050	Comprobación y validación de normativa,
4060	Análisis de constructibilidad.
4065	Análisis de operaciones de construcción.
4070	Estimación de costes.
4080	Entradas y salidas.
4090	Uso de energía.
4100	Análisis de elementos finitos.
4110	Simulación de fuego y humo.
4120	Análisis lumínico.
4130	Cuantificación.
4140	Análisis de reflectividad (luz reflejada).
4150	Evaluación de riesgos y peligros.
4160	Análisis de salud.
4170	Análisis de seguridad (antiterrorismo, cobertura de cámaras de vigilancia...).
4180	Análisis del emplazamiento (ubicación óptima).
4190	Análisis solar.
4200	Análisis espacial. Coordinación 3D.
4210	Análisis estructural.
4220	Análisis de sostenibilidad.
4230	Análisis térmico.
4240	Simulación de realidad virtual.
4250	Análisis del ciclo de vida.
4260	Estudios de viento.

Figura 34. Clasificación de los “usos de los modelos BIM” basados en dominios (II). Definida por D. Bilal Succar.

Código	Usos de modelos BIM por dominios
2000-8999	Series y usos de modelos BIM
5000-5999	Construcción y fabricación
5010	Impresión en 3D.
5020	Prefabricación de módulos arquitectónicos.
5030	Prefabricación de mobiliario modular.
5040	Hormigón prefabricado.
5050	Logística de construcción.
5055	Gestión de residuos de construcción.
5060	Prefabricación de ensamblajes mecánicos.
5070	Corte de láminas metálicas.
5080	Replanteo.
6000-6999	Operación y mantenimiento
6010	Mantenimiento de activos.
6020	Contratación de activos.
6030	Trazabilidad de activos.
6040	Inspección de edificios.
6050	Entrega y puesta en marcha.
6060	Gestión de traslados.
6070	Inventario y clasificación de espacios.
6071	Clasificación de espacios según la Asociación Española de Oficinas (*).
6076	Inventario de puestos de trabajo (*).
6077	Ubicación de personas (*).
6080	Preparación de documentación para apoyo a los concursos de limpieza (*).
6081	Preparación de documentación para apoyo a los concursos de mantenimiento de equipos (*).
7000-7999	Monitorización y control
7010	Automatización del edificio.
7020	BIM en obra.
7030	Monitorización del rendimiento.
7040	Uso en tiempo real.
7050	Gestión documental.

Código	Usos de modelos BIM por dominios
2000-8999	Series y usos de modelos BIM
8000-8999	Vinculación y extensión
8010	Vinculación BIM / especificaciones
8020	Vinculación BIM con las soluciones ERP
8030	Integración de los modelos BIM con la soluciones IWMS/CAFM (de Facility Management).
8040	Integración de los modelos BIM con soluciones SIG (Sistemas de Información Geográfica).
8050	Interconexión de los modelos BIM con IoT (Internet de las Cosas).
8060	Integración de los modelos BIM con las soluciones para la gestión del ciclo de vida de los productos (PLM).
8070	Extensión de los modelos BIM con servicios Web.

Figura 35. Clasificación de los “usos de los modelos BIM” personalizados. Definida por D. Bilal Succar.

Código	Usos de modelos BIM personalizados
9000-9999	Series y usos de modelos BIM
9000-9999	Usos personalizados
9xxx	Modelado de una escultura flotante con baliza de señalización accionada por olas
9yyy	Modelado de sistemas de seguridad para un centro penitenciario
9zzz	Modelado de sistemas de ventilación para una estación de estacionamiento de astronautas en la luna

Figura 36 Leyenda de las tablas de clasificación de los “usos de los modelos BIM”.

Código leyenda	Leyenda del sistema de clasificación de los usos de los modelos BIM
	Usos recomendados por los autores de la guía BIM para propietarios y gestores de inmuebles
*	Ejemplos de nuevos usos de los modelos BIM creados por los autores de la guía BIM para propietarios y gestores de inmuebles





BIM Y FACILITY MANAGEMENT.

Por Javier García Montesinos. AMP Estratégico.

Vicepresidente de la Comisión de Propietarios y Gestores de activos de la Asociación BuildingSMART Spain.

Director de CREA Soluciones Inteligentes.

BIM Y FACILITY MANAGEMENT

El facility management es entendido, por muchos profesionales del sector de la edificación, y, por muchos altos directivos de empresas, como la siguiente fase a la entrega del activo donde un profesional (el facility manager) se encarga del mantenimiento de los equipos y de las instalaciones.

Nosotros vemos el “Facility Management” como una disciplina que garantiza una óptima gestión de los activos y de su contenido (equipos, espacios, mobiliario...) y, sobre todo, de establecer una estrategia eficiente sobre los servicios que permiten a los ocupantes de los activos desarrollar sus actividades según la funcionalidad y la actividad del activo gestionado.

El contenido de este capítulo es:

- * ¿Qué es el Facility Management?
- * El FM como “sistema de gestión”. La norma ISO 41001 de Facility Management.
- * Del BIM al FM ó del FM al BIM.
- * Los usos de los modelos BIM relacionados con el Facility Management.

6.1 ¿Qué es el Facility Management?

Según la Asociación Española de Facility Management (IFMA) en su página web (<http://ifma-spain.org>) “Facility Management es una disciplina que engloba diversas áreas para asegurar y gestionar el mejor funcionamiento de los inmuebles y sus servicios asociados, mediante la integración de personas, espacios, procesos y las tecnologías propias de los inmuebles.

Según la normativa Europea en Facility Management 15221/1, el Facility Management se define como “la gestión de inmuebles y servicios de soporte”. Todas las organizaciones, públicas o privadas, utilizan inmuebles, activos y servicios asociados a los mismos, para apoyar sus actividades principales; a través de la coordinación de estos activos y servicios, utilizando su experiencia en gestión e introduciendo cambios en los ámbitos de la organización. El Facility Management presta su experiencia para actuar de una manera dinámica y cumplir con todos los requisitos. Esta gestión se realiza igualmente para optimizar los costes y el funcionamiento tanto de los inmuebles como de los servicios”.

6.2 El Facility Management como “sistema de gestión”. La norma ISO 41001 Facility Management.

Una norma es por definición un “documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que provee, para el uso común y repetitivo, reglas, directrices o características para actividades o, sus resultados dirigido a alcanzar el nivel óptimo de orden en un concepto dado” [ISO/IEC Guía 2:1996].

En el año 2018 finaliza el trabajo de desarrollo de la norma ISO 41001 sobre Facility Management y ya está disponible en español en AENOR.

El título de la norma en español lleva el título de “Gestión de inmuebles y servicios de soporte - Sistema de Gestión— Requisitos con orientación para su uso”.

En el principio de la norma ISO 41001 se indica que el Facility Management ó la gestión de inmuebles y de los servicios asociados “integra múltiples disciplinas para influir en la eficiencia y productividad de las economías de las sociedades, las comunidades y las organizaciones, así como en la forma

Figura 37. Normas ISO 41000 de Facility Management que ya están publicadas. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



en que los individuos interactúan con el entorno construido. El FM afecta a la salud, el bienestar y la calidad de vida de gran parte de las sociedades y la población del mundo a través de los servicios que gestiona y presta”.

La misma norma habla de que “en un entorno globalmente competitivo, las organizaciones y proveedores de FM necesitan comunicarse entre sí y con las partes interesadas utilizando principios, conceptos y términos comunes, incluyendo la evaluación y medición del desempeño. Este documento tiene por objeto elevar el nivel de atención y aumentar los niveles de calidad, estimulando así la madurez de la organización y la competencia por la prestación de servicios de FM”.

El FM efectivamente es la disciplina más “desconocida” ó, quizás y mejor dicho, la gran “mal interpretada”.

La norma ISO 41013 FM –Alcance, conceptos clave y beneficios define el FM como “el propósito del FM es mejorar la calidad de vida de las personas y la productividad de la actividad principal de las organizaciones.”

La norma ISO 41001 se ha desarrollado para animar a las empresas a implantar un sistema integral estándar basado en la gestión de servicios de FM. Las empresas pueden obtener grandes beneficios. Alguno de ellos se identifican en la propia norma:

- “la mejora de la productividad, la seguridad, la prevención de riesgos laborales y el bienestar de los trabajadores;
- la mejora de la comunicación de las necesidades y de las metodologías entre las organizaciones públicas y privadas;
- la mejora de la eficiencia y de la eficacia, y por lo tanto, mejorando la relación coste-beneficio de las organizaciones;
- la mejora de la consistencia del servicio;
- el suministro de una plataforma común para todo tipo de organizaciones”.

La norma ISO 41001 “promueve la adopción de un enfoque basado en procesos al desarrollar, implementar y mejorar la eficacia de un sistema de gestión estándar para mejorar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisi-

Figura 38. El Facility Management como un sistema de gestión según la norma ISO 41001. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



tos.

Para que una organización funcione eficazmente, necesita determinar y gestionar numerosas actividades interrelacionadas. Una actividad, o conjunto de actividades, que utiliza recursos y se gestiona para permitir la transformación de entradas en salidas, puede considerarse como un proceso. Generalmente, la salida de un proceso forma directamente la entrada al siguiente.

La aplicación de un sistema basado en procesos dentro de una organización, junto con la identificación, las interacciones de estos procesos y su gestión para producir el resultado deseado, puede denominarse "enfoque basado en procesos".

Una ventaja del enfoque basado en procesos es el control continuo que proporciona sobre la vinculación entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Cuando se utiliza dentro de un sistema de FM, este enfoque hace énfasis en la importancia de:

- Comprender y satisfacer las necesidades de la

organización demandante a través de un proceso de planificación integrado;

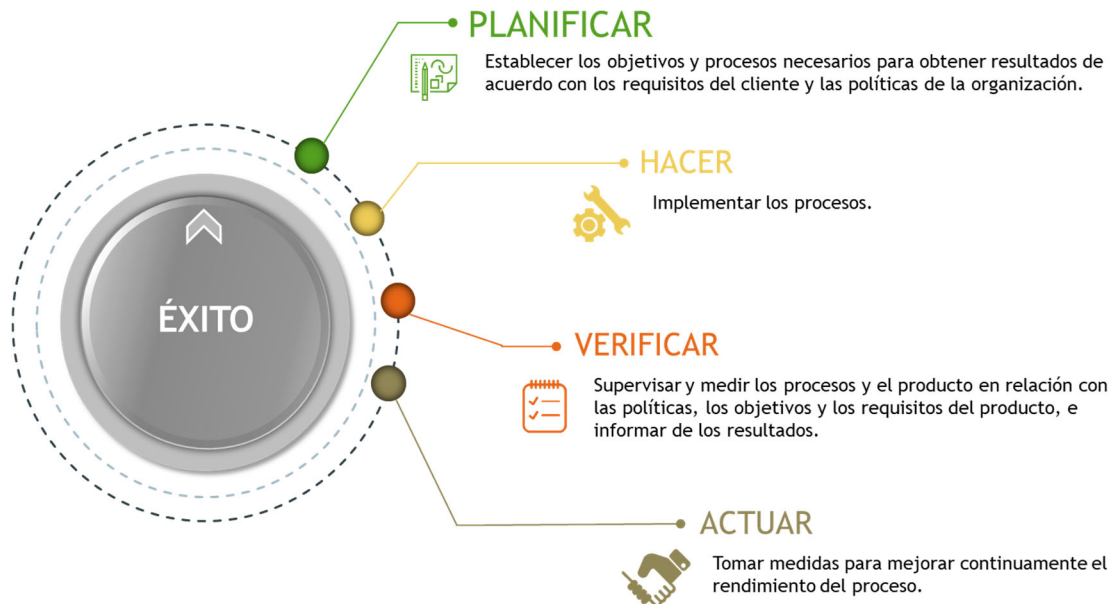
- La relación entre el proceso de planificación integrada y las cláusulas 4 a 10 del sistema de FM;
- La documentación asociada a los requisitos del sistema de FM y el objeto de las evaluaciones de certificación;
- Todo lo anterior en el contexto de los niveles directivos;
- La mejora continua de los procesos basada en la medición objetiva.

Para obtener una vista previa del sistema de FM, los procesos principales comienzan con la comprensión y definición de los siguientes criterios dentro de una organización demandante.

Un sistema de FM se compone de los siguientes elementos:

- **Contexto de la organización:** es la comprensión y la determinación apropiada del sistema de FM.

Figura 39. Visión del FM como un proceso de mejora continua. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



- **Liderazgo:** es la comprensión de los roles, las responsabilidades, las políticas y las competencias de la organización.
- **Planificación:** es la comprensión de los riesgos, los objetivos estratégicos y las políticas actuales.
- **Apoyo:** es la comprensión de los recursos disponibles frente a los recursos necesarios a nivel financiero, humano y tecnológicos.
- **Operaciones:** es la prestación de los servicios integrados de FM.
- **Evaluación del desempeño:** es la realización de estudios de comparación (benchmarking) y el seguimiento y validación del cumplimiento de los requisitos establecidos.
- **Mejora:** es la revisión de los estándares de referencia, la identificación e implantación de iniciativas de mejora de los procesos”.

La organización de FM y la organización demandante necesitan trabajar juntas para definir claramente las necesidades para cumplir con la estrategia de negocio principal, y para desarrollar políti-

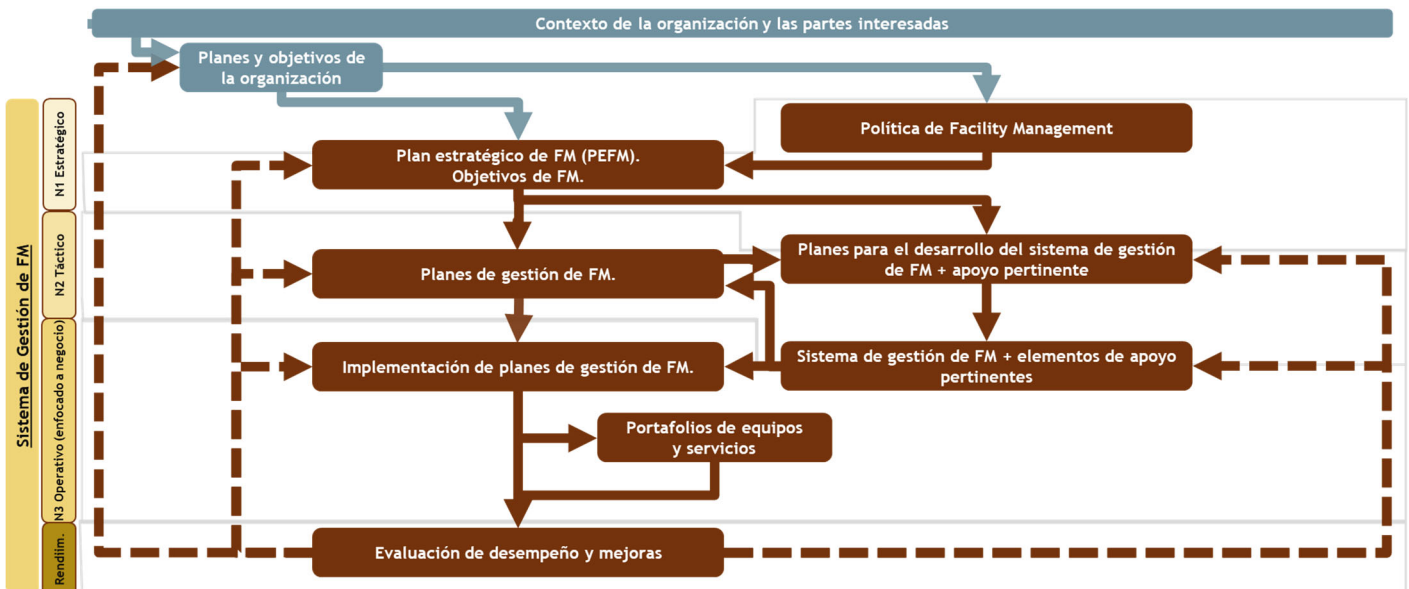
cas y métodos de FM que permitan las actividades de negocio principales de la organización demandante.

La norma ISO 41001, indica que “las cláusulas de este documento pueden ser consideradas a través de la metodología de enfoque basado en procesos conocida como "Planificar, Hacer, Verificar y Actuar" (PHVA), como se ilustra en la figura. El PHVA puede describirse brevemente de la siguiente manera.

- **Planificar:** es establecer los objetivos y procesos necesarios para entregar resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y de las políticas de la organización.
- **Hacer:** es implantar los procesos.
- **Verificar:** es supervisar y medir los procesos y el producto en relación con las políticas, los objetivos y los requisitos del producto e informar de los resultados.
- **Actuar:** es realizar acciones para mejorar continuamente el rendimiento del proceso.

No se entiende el FM sin el proceso de mejora con-

Figura 40. Elementos principales de un modelo de gestión de facility management. Basado en los elementos del modelo de gestión de activos de la norma ISO 55001. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



tinua basada en el ciclo de Deming (de Edwards Deming).

El responsable del área de FM de una empresa debe definir la política de gestión de servicios de FM y su "Plan estratégico de FM" (PEFM), o al menos, sus objetivos.

El plan estratégico de FM debe estar alineado con el Plan Estratégico de los Activos y, en su defecto, con el Plan Estratégico de la Organización.

En base a la política de FM y al PEFM se diseñan los planes de gestión de todos los servicios de FM y se establece cómo deben implementarse.

Todos estos planes deben estar documentados (es decir, debe elaborarse un manual de procesos) y el responsable del área de FM debe garantizar que disponen de los recursos necesarios para poderlos implementar.

Los recursos deben disponer del tiempo necesario para poder desarrollar los procesos definidos y mantener documentado el propio sistema de gestión de servicios de FM.

Es muy importante realizar un óptimo y profundo

análisis de riesgos y definir las acciones necesarias para que estos riesgos se minimizan lo más posible. Cada acción asociada a un riesgo, debe llevar un responsable de la acción y una fecha objetivo de cumplimiento.

El responsable del área de FM debe realizar un seguimiento continuo del cumplimiento de los planes, incluyendo aquellos asociados a los riesgos, y tomar las decisiones necesarias para garantizar el cumplimiento de esos planes.

Cumplir los planes debe ser una garantía del cumplimiento del PEFM y, a su vez, de cómo el área de FM ayuda al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización.

Es fundamental que el área de FM esté orientado a la mejora continua de sus procesos internos y externos. Para ello debe ser capaz de realizar evaluaciones periódicas de desempeño y de ir diseñando las posibles mejoras a los procesos definidos en el Manual de Procesos de FM.

Cuando una Organización diseña e implementa un Sistema de Gestión de Servicios de FM debe de

diseñarlo completo, es decir, que involucre a los proveedores de los servicios de FM (Facility Services).

En la revisión para la certificación se debe validar también cómo se realizan los procesos en los que intervienen los proveedores de servicios de FM.

La certificación de la implementación de un Sistema de FM es similar a las otras certificaciones como la ISO 9001 de sistema de gestión de la calidad, la ISO 14001 sistema de gestión medioambiental y la ISO 50000 sistema de gestión de la energía.

En la Política y en el Plan Estratégico de FM deberá haberse definido como se integra el sistema de gestión de servicios de FM con los otros sistemas: activos, calidad, medioambiental y energía.

6.3 Del BIM al FM ó del FM al BIM.

La metodología BIM debe ayudarnos a cumplir los objetivos de la organización. Si no trabajamos en esa línea de actuación, BIM será un sobre coste que no aportará ningún valor.

Todo estos objetivos sólo se podrán cumplir si desde la dirección general de las empresas comienzan a realizar una transformación interna que potencie la gestión de activos y servicios con un enfoque holístico en el que estén involucrados todos los departamentos de la empresa: dirección general, compras, finanzas, RR.HH. y, por supuesto, el área de activos, inmuebles, facility management.

Esta visión AM+BIM+FM se puede resumir en el marco conceptual de la figura 41.

Este marco conceptual se puede traducir en el proceso de nivel 0 para un área de FM similar al indicado en la figura 42.

Donde los procesos estratégicos están bajo la visión de la norma ISO 55001 y de la ISO 41001. Los procesos de la cadena de valor se encuentran bajo la visión de la norma ISO 41001.

El Facility Management tiene cinco grandes grupos de servicios: los que tienen que ver con la gestión patrimonial, los que tienen con la gestión del entorno de trabajo, los que tienen que ver con la gestión de servicios de mantenimiento, limpieza,

Figura 41. Marco conceptual de gestión de los activos ampliado para incluir la visión BIM y FM. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

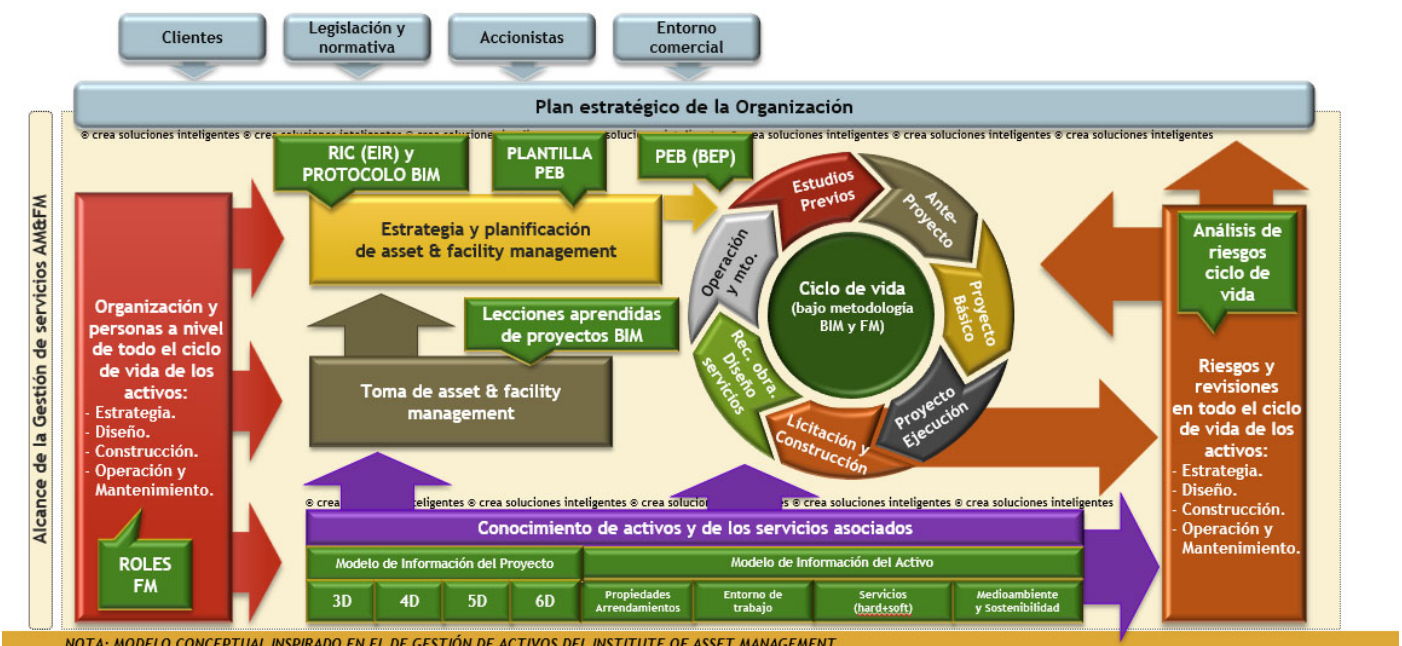
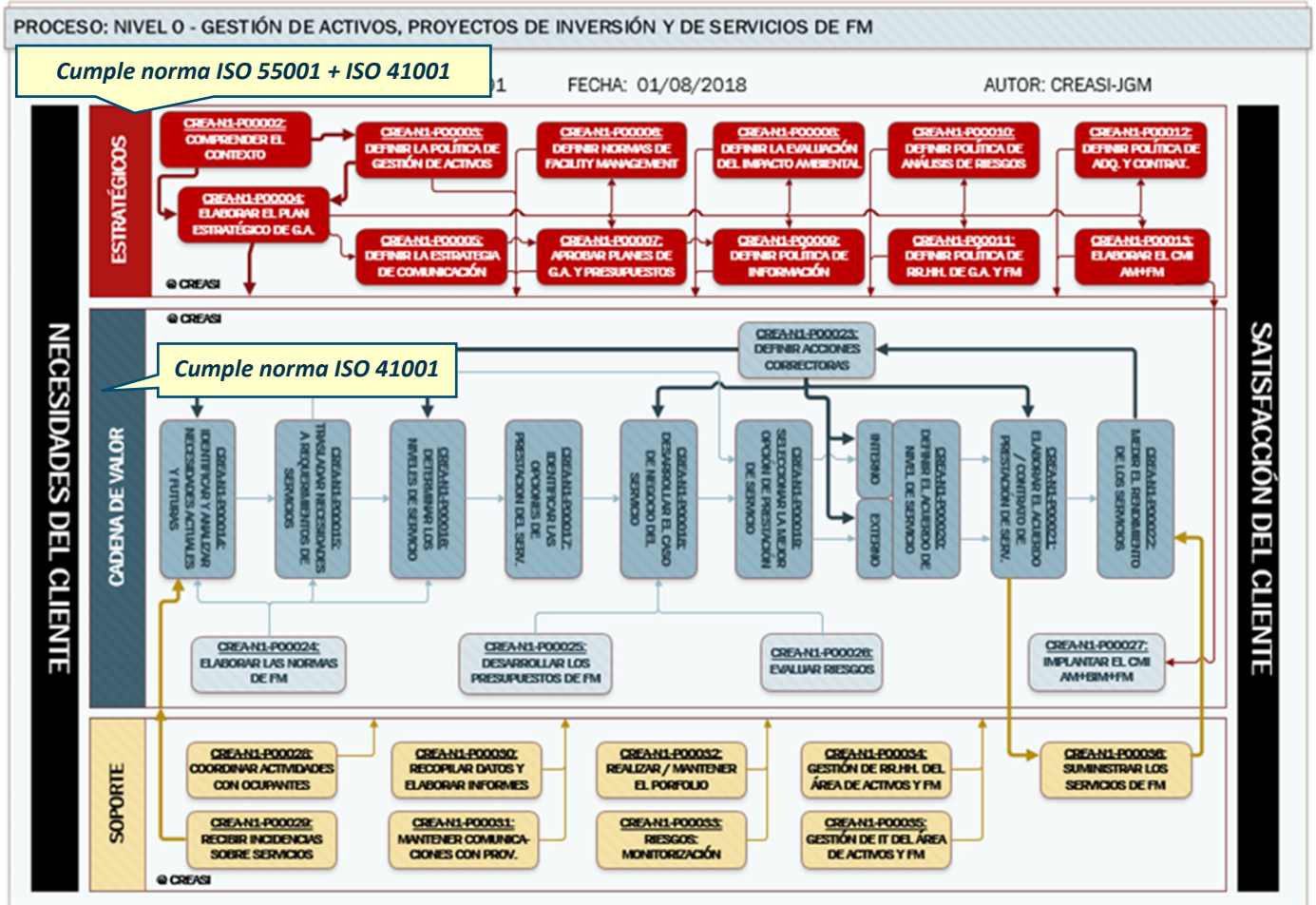


Figura 42. Proceso de nivel 0 del área de FM que cumple con las normas ISO 55001, ISO 41000 y BIM. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



seguridad..., los que tienen que ver con la gestión medioambiental y sostenibilidad y, por último, los que tienen que ver con la gestión de inversiones y la gestión de obras y reformas.

Es, desde este último grupo, donde el responsable del área de FM, debe ser el máximo responsable dentro de las organizaciones a nivel de gestión de proyectos de diseño y construcción de nuevos activos o de las reformas que los activos necesiten para que se adapten a sus necesidades y a las de sus ocupantes.

Por lo tanto, los servicios relacionados con los proyectos BIM forman parte de la cadena de valor del área de FM de una organización y, por tanto, las actividades son:

- **Identificar y analizar necesidades actuales y futuras.**
- **Trasladar necesidades a requerimientos de servicios.** Esta actividad de FM será la fuente de donde se extraerá la información para poder elaborar los documentos de requerimientos de información OIR, PIR y AIR.
- **Determinar los niveles de servicio necesarios.** Esta actividad de FM incorpora la definición de los usos de los modelos BIM que se van a necesitar.
- **Identificar las opciones de prestación de servicios.** Esta actividad de FM es donde el responsable de FM debe incorporar la necesidad de reali-

zar el proyecto bajo metodología BIM.

- **Desarrollar el caso de negocio del servicio.** La justificación de que la construcción o reforma de un nuevo activo es necesaria para los objetivos de la organización.
- **Seleccionar la mejor opción del servicio.** Esta actividad de FM analizará las fases del proyecto que serán necesarios, los tipos de agentes que deben participar, los objetivos del proyecto, la definición del modelo de información del proyecto y del activo y la elaboración del documento de "Requisitos de Intercambio de Información" (EIR), la guía para la elaboración del Plan de proyecto de Ejecución BIM (PEB, *BEP*) y el Protocolo de Modelado BIM (PMB).
- **Definir el acuerdo de nivel de servicio: interno o externo.** El diseño y la construcción de nuevos activos o reforma de los existentes se contrata normalmente fuera, salvo que la empresa se dedique a este sector. Pero siempre debe haber un servicio interno que hay que definir, el de project management del proyecto. El Facility manager de una organización debe ser el project manager de ese proyecto de nueva construcción o de reforma. Si el equipo es reducido y el proyecto es importante se recomienda contratar también los servicios de una empresa de project management que apoyen y den soporte al project manager de la organización para que el proyecto cumpla los objetivos del proyecto de cumplimiento de requerimientos, calidad, coste y plazo.

Es importante revisar y decidir los objetivos a fijar para ese proyecto y ajustar los usos de los modelos BIM solicitados.

- **Elaborar el acuerdo / contrato de prestación del servicio.** En esta actividad es donde el responsable del área de FM debe ser el responsable, al menos, de la parte técnica de la oferta a solicitar al mercado de AEC, es decir, es quien

debe definir el alcance de los servicios a contratar y aportar la documentación realizada: RII, la guía de elaboración del PEB, el protocolo de modelado BIM...

La selección de los proveedores debe ser una decisión colegiada entre el área de compras y el área de FM.

- **Medir el rendimiento de los servicios implantados.** Como hemos dicho, el área de FM debe asignar a un project manager (interno o externo) la responsabilidad del control del proyecto contratado. Éste será el responsable de controlar que el proyecto subcontratado de diseño y/o de construcción cumple los objetivos fijados.
- **Definir acciones correctoras.** Al cierre del proyecto, este responsable interno o externo del área de FM debe obtener las lecciones aprendidas del proyecto y, así, poder definir acciones que mejoren la gestión en el siguiente proyecto.

La conclusión de este apartado es que, un proyecto de diseño y construcción comienza y termina en el área de FM de la organización que quiere tener un nuevo activo o reformarlo.

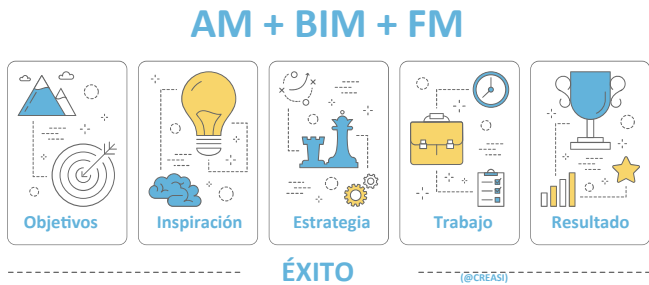
Los profesionales del sector AEC deben de empezar a ver al área de FM de las organizaciones como al cliente y no, sólo, como al que recibe el activo.

El FM debe empezar a creerse que debe ser el máximo responsable del diseño y la construcción y el que vela por el éxito del proyecto.

Las direcciones de las organizaciones deben de asegurarse de tener entre su empleados a buenos profesionales bien formados a nivel de asset, facility y project management y luego, confiar en ellos. Las organizaciones deben de empezar a tomar decisiones basadas en un visión de ciclo de vida y no sólo de costes a corto plazo.

Si las organizaciones quieren eficiencia, eficacia,

optimización, entonces necesitan aplicar criterios de AM+BIM+FM.



6.4 Los usos de los modelos BIM relacionados con el Facility Management

6.4.1 Usos relacionados con las fases de diseño y construcción

Se suelen confundir los usos de los modelos BIM para operación y mantenimiento con los usos de los modelos BIM para Facility Management dado que se confunde el FM con el mantenimiento y la limpieza. Pero hemos visto en la definición del FM que la disciplina del FM es mucho más amplia que la de dos de sus servicios.

Por tanto, los usos de los modelos BIM para el FM abarcan los usos genéricos que le ayuden a la definición del nuevo activo para que se pueda construir (los usos arquitectónicos, los de los sistemas de las instalaciones, los de los sistemas estructurales, los urbanísticos y del entorno, los de las intervenciones a nivel de infraestructuras...).

Todos estos usos de los modelos permitirán, además de construir o reformar el activo, disponer de un *inventario completo* de lo que estará bajo la responsabilidad del área de FM de una organización.

Cuando hablamos del inventario completo nos referimos a un listado de todos los elementos del activo *y a todos sus datos* definidos en los modelos de información del proyecto y del activo definidos en el documento de Requisitos de Intercambio de Información (EIR).

Figura 41. Clasificación de los “usos de los modelos BIM” basados en dominios. Definida por D. Bilal Succar.

Código	Usos de modelos BIM por dominios
2000-8999	Series y usos de modelos BIM
3000-3999	Planificación y diseño
3010	Conceptualización
3020	Planificación de la construcción
3040	Creación de diseños
3060	Análisis de procesos Lean
3070	Planificación de ascensores
3080	Planificación de operaciones
3090	Selección y especificación
3100	Programación espacial
3120	Análisis de valor

Este inventario completo debe estar clasificado según el sistema elegido y definido en el EIR. Ese sistema no sólo servirá para los usos relacionados con las mediciones y presupuestos, también debe servir para su clasificación en las soluciones informáticas (ERP, GMAO, CAFM, IWMS...) que el cliente disponga para gestionar su inventario. Recordemos que estos elementos son activos que deben ser amortizados a nivel contable.

Hemos comentado también que el área de FM de una organización es el responsable interno de la gestión del proyecto y, por tanto, alguna persona de su equipo ejercerá de project manager. Por lo tanto, esta persona requerirá de todos aquellos usos que le permitan el adecuado control sobre el proyecto de forma que el proyecto cumpla con los objetivos fijados por la alta de dirección de su organización.

Destacamos los siguientes usos de los modelos BIM que los FM (a nivel de project managers) deberían solicitar:

Los usos del BIM clasificados de simulación son

Figura 42. Clasificación de los “usos de los modelos BIM” basados en dominios. Definida por D. Bilal Succar

Código	Usos de modelos BIM por dominios
2000-8999	Series y usos de modelos BIM
4000-4999	Simulación y cuantificación
4010	Análisis de accesibilidad
4020	Análisis acústico
4040	Detección de colisiones
4060	Análisis de constructibilidad
4065	Análisis de la operación de construcción
4080	Simulación de evacuación
4090	Utilización de la energía
4110	Simulación de fuego y humo
4120	Análisis de iluminación
4130	Simulación de costes de construcción
4140	Análisis de reflectividad (luz reflejada)
4150	Evaluación para la evaluación de riesgos y peligros
4160	Evaluación para la seguridad de los trabajadores de la obra
4170	Análisis de seguridad (antiterrorismo, cobertura de cámaras de vigilancia...)
4190	Análisis solar
4200	Análisis a nivel de espacios
4210	Análisis estructural
4220	Análisis de sostenibilidad
4230	Análisis térmico
4240	Simulación de realidad virtual
4250	Evaluación del ciclo de vida
4260	Estudios de viento

fundamentales para el área de FM de una organización. Les permite visualizar y comprobar si el edificio cumple sus requerimientos antes de construirlos.

El área de FM debe ver la pre-construcción virtual

como un medio para reducir los riesgos de no cumplimiento de sus objetivos o de sus requisitos.

Los clientes deben valorar adecuadamente el esfuerzo y la importancia de realizar estas simulaciones. Les da garantías de éxito al proyecto.

Estas simulaciones suponen un incremento de costes de diseño que se recuperaran rápidamente en la reducción de costes de operación y mantenimiento o por la reducción de los riesgos de incumplimientos de normativas que les lleva a realizar nuevas inversiones no necesarias una vez que el activo esté construido.

Serán importantes aquellas simulaciones que tengan que ver con los consumos energéticos, el cumplimiento del código técnico, el cumplimiento del programa de necesidades de espacios, el cálculo de costes de ciclo de vida...

6.4.2 Usos relacionados con las fases de operación y mantenimiento

El área de FM de una organización también es el responsable de la operación y el mantenimiento de todos los elementos del activo y, por tanto, debe seguir usando los modelos BIM una vez cumplido su primera finalidad de construir el mencionado activo.

El área de FM tiene la visión de ciclo de vida, es decir, piensa en, al menos, cincuenta años para los edificios y para los equipos se basará en la vida útil marcada por el fabricante. Los modelos BIM deben de servirles para facilitar esa operación y ese mantenimiento.

Partiendo que los modelos BIM recibidos de la fase de construcción son modelos actualizados con la realidad y que, dispongo de un inventario real, los modelos BIM me deben permitir conectarme con los sistemas informáticos implantados para gestionar las tareas de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

Los software de modelado BIM no están pensados para la gestión de tareas de mantenimiento, para eso ya existen soluciones específicas de gestión de mantenimiento.

Éstas soluciones deben tener la funcionalidad de automatizar la carga de datos del inventario directamente de los modelos BIM y de ayudar a la visualización de ese inventario desde la propia herramienta de gestión de mantenimiento.

Éstas soluciones de gestión de mantenimiento me deben de permitir:

- **Gestionar el inventario extrayendo toda la información necesaria** de los modelos BIM. Es importante indicar que las altas y bajas de nuevos equipos deben de actualizarse, siempre, en los modelos BIM y, después, volver a sincronizar con el software de gestión de mantenimiento.
- **Gestionar las tareas de mantenimiento preventivo** a realizar a cada uno de los elementos del inventario: Es importante distinguir entre las tareas de mantenimiento obligatorias por la legislación vigente y de las tareas de mantenimiento que se realizan para garantizar el buen funcionamiento del activo y para alargar la vida útil del elemento.
- **Gestionar las tareas de actuaciones de correctivo** (reparaciones): A pesar de las actuaciones de preventivo los equipos puede fallar y debe de procederse a planificar las acciones necesarias para su vuelta a su funcionamiento. A veces la reparación es no viable y debemos proceder al cambio del elemento.

Esto implicará actualizar los modelos BIM, dar de alta el nuevo elemento y planificar las acciones preventivas necesarias.

- **Gestionar los equipos de prevención** de riesgos laborales empleados para el mantenimiento.

- **Gestionar la parte económica** derivada de que esos elementos son activos amortizables.
- **Gestionar los almacenes de repuestos.**
- **Realizar una monitorización y control** de los equipos que nos permita conocer pérdidas de rendimiento de un equipo y podamos planificar tareas de mantenimiento para analizar por que son debidas esas pérdidas de rendimiento.
- **Conocer y controlar los consumos energéticos de los equipos.**
- **Conocer los valores de los sensores** que indican si los niveles de servicios prestados son los pre-establecidos. La tecnología ya nos ofrece la posibilidad de disponer de plataformas web que visualizan los modelos BIM y todos sus elementos y sobre el propio visualizar nos permite conectarnos y conocer los valores en tiempo real de los distintos sensores instalados en el edificio.
- **Establecer indicadores de control y de gestión** sobre el inventario que nos permita establecer mejoras.
- **Gestionar toda la documentación** asociada a los activos y a los elementos.

Pero los modelos BIM no deben servir únicamente para gestionar el mantenimiento. Entendemos por operación la gestión de otros servicios que también están bajo la responsabilidad del área de FM.

Por operación también entendemos el inventario y clasificación de los espacios, el inventario de los puestos de trabajo, la ubicación de los empleados, la gestión de los traslados de las personas que se mueven de un puesto de trabajo a otro que puede estar en el mismo inmueble o en otro diferente...

Todas estos y otros usos de los modelos BIM se basan en que tenemos modelado los espacios y el mobiliario que configuran los puestos de trabajo.

Esta información modelada en BIM puede inte-

grarse con soluciones CAFM (Facility Management Asistido por Ordenador), por soluciones IWMS (Soluciones Integrales del Entorno de Trabajo), por soluciones EAM (Enterprise Asset Management) y por soluciones CMMS / GMAO (Software de Gestión de Mantenimiento asistido por Ordenador).

El área de FM también puede beneficiarse del uso del BIM para los siguientes temas:

- Preparar la documentación necesaria y exacta para procesos de licitaciones de concursos de limpieza.
- Preparar la documentación necesaria y exacta para procesos de licitaciones de concursos de vending, de restauración, de mensajería...
- Preparar la documentación necesaria y exacta para procesos de licitaciones de concursos de mantenimiento de equipos de telecomunicaciones, de reprografía, de ordenadores, de servidores, de impresoras...
- Preparar la documentación necesaria para disponer de planos de evacuación, de señalética de emergencia...
- Preparar la documentación necesaria y exacta para procesos de licitaciones de concursos de compra de mobiliario, de reformas interiores...

Conclusión final:

Las organizaciones a través de sus áreas de gestión de activos y/o de gestión de servicios de FM deben de asumir la responsabilidad de mantener los modelos BIM actualizados con la realidad.

A partir de ahora empezarán a recibir modelos BIM del sector AEC que ellos habrán tenido que definir cómo los querían y que tienen que tener las competencias adecuadas para revisarlos y mantenerlos.

El área de FM es el responsable de mantener y gestionar los dos gemelos, el real con el digital.

Figura 43. Clasificación de los “usos de los modelos BIM” basados en dominios. Definida por D. Bilal Succar

Código	Usos de modelos BIM por dominios
6000-6999	Operación y mantenimiento
6010	Mantenimiento de activos físicos
6020	Adquisición de bienes
6030	Seguimiento de activos
6040	Inspección de edificios
6050	Entrega y puesta en marcha
6060	Gestión de traslados
6070	Inventario y clasificación de espacios
6071	Clasificación de espacios según la Asociación Española de Oficinas (*)
6076	Inventario de puestos de trabajo (*)
6077	Ubicación de personas (*)
6080	Preparación de documentación para apoyo a los concursos de limpieza (*)
6081	Preparación de documentación para apoyo a los concursos de mantenimiento de equipos (*)
7000-7999	Monitorización y control
7010	Automatización de edificios
7030	Monitoreo del desempeño
7040	Monitorización de sensores en tiempo real
8000-8999	Vinculación y extensión
8010	Vinculación de los modelos BIM con las especificaciones
8020	Vinculación de los modelos BIM con las soluciones ERP
8030	Integración de los modelos BIM con las soluciones IWMS/CAFM (de Facility Management)
8050	Vinculación de los modelos BIM con IoT (Internet de las Cosas)
8060	Integración de los modelos BIM con las soluciones para la gestión del ciclo de vida de los productos (PLM)
8070	Integración de los modelos BIM con sistemas de servicios Web (Web-services)



07

BIM Y EL PROJECT MANAGE- MENT

Por Miguel Ángel Fernández García, PMP.

Socio de Mooz Studio.

Por Javier García Montesinos. AMP Estratégico.

Vicepresidente de la Comisión de Propietarios y Gestores de activos
de la Asociación BuildingSMART Spain.

Director de CREA Soluciones Inteligentes.

BIM Y EL PROJECT MANAGEMENT

Si entendemos la figura del "Project Manager" como la gestión delegada del cliente en una empresa especializada en gestión de proyectos que le apoye a conseguir los objetivos de calidad, coste y plazo, entonces este nuevo agente también tiene que "evolucionar" en adoptar la metodología y las soluciones tecnológicas BIM.

BIM y las metodologías de gestión de proyectos hablan de muchos conceptos comunes: "colaboración", "coordinación" y "comunicación". La implantación del BIM en el diseño, construcción de un activo y su integración con la fase de operación y mantenimiento tendrá más garantía de éxito cuantas más técnicas de gestión de proyectos empleemos.

El contenido de este capítulo es:

- * El papel de los project managers en proyectos de diseño y construcción de nuevos activos bajo metodología BIM.
- * BIM + Project Management = éxito.
- * Metodologías ágiles para la gestión de proyectos y su relación con BIM.

7.1 El papel de los project managers en proyectos de diseño y construcción de nuevos activos bajo metodología BIM

Los propietarios y gestores de activos pueden necesitar en algunos proyectos muy representativos o críticos para la organización contratar el apoyo de empresas especializadas en la gestión de proyectos.

Estas empresas están también en procesos de "evolución" para adoptar en sus metodologías las nuevas actividades y visiones que aporta el BIM.

El papel del "Director de Proyectos" externo cambia en proyectos bajo metodología BIM. Deben apoyar al Director de proyectos del área de Facility Management al cumplimiento de los objetivos que la organización ha fijado para ese nuevo activo.

La metodología BIM se centra en la importancia de temas como "colaboración", "coordinación", "comunicación", "intercambio" y "recopilación", conceptos que también son fundamentales desde la visión del Director de Proyectos.

Como se reconoce en el documento "Building Information Modelling for Project Management" de Mayo 2017 elaborado por la Asociación profesional RICS: "los gestores de proyectos pueden utilizar BIM como catalizador para mejorar la colaboración, mejorar la propiedad compartida de los objetivos del proyecto y generar sinergias entre el plan del proyecto, la estrategia de diseño y la estrategia de BIM, aumentando así el nivel de participación en los equipos del proyecto".

También se dice en este documento que "los directores de proyecto pueden ayudar a las organizaciones a adoptar BIM de una manera más holística y a proporcionar asesoramiento estratégico sobre la transformación general de la organización pero para que ello deben asumir un papel más central en el discurso de BIM y modificar sus funciones, responsabilidades y prácticas de acuerdo con los cambios que se producen en toda la industria. Es fundamental examinar el conjunto de conocimientos y competencias de la gestión de proyectos junto con el uso de BIM.

También deben evaluar a nivel estratégico los impactos a largo plazo de las tendencias y paradigmas emergentes que están directa e indirectamente vinculados al BIM”.

Las empresas de project management puede ayudar a los propietarios y gestores de activos a las actividades, responsabilidad del cliente, en la fase 0 que hemos llamado de estrategia.

Unas de las nuevas funciones que adquieren los projects managers son las de gestionar de manera óptima y eficiencia la integración y el flujo de información sobre el proyecto. Esta nueva función puede tener un impacto muy importante para el éxito del proyecto y en la efectividad de la implementación de BIM.

Según la guía de RICS mencionada “el BIM puede utilizarse a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto y, en lo que respecta a los projects managers, debe actuar como catalizador para conseguir los siguientes resultados del proyecto (Montague, 2015):

- La ejecución eficaz y eficiente de los proyectos;
- La preparación de reuniones informativas, incluyendo la comprensión precisa y la adopción de BIM con un caso de negocio realista para el uso de BIM;
- La mejora de la captura, almacenamiento y puesta en común de la información en todas las fases del proyecto, especialmente para el “traspaso” del diseño a la construcción, y de la construcción a la operación;
- La mejora de la comunicación, coordinación y colaboración entre los miembros del equipo del proyecto;
- Garantizar que la información precisa, oportuna y sin fisuras fluye a través de las transferencias digitales, lo que reduce la duplicación de esfuerzos y reduce los errores;

- Mejor coordinación de diseño que conduce a una mejor documentación del proyecto, reduciendo las ineficiencias y las tareas que no añaden valor;
- Mayor certidumbre en los parámetros de tiempo, coste, seguridad y calidad del proyecto y una reducción general del riesgo del proyecto, así como una mejora general en el desempeño del mismo.”

Todos estos conceptos coinciden con los ya indicados para el project managers del área de FM de la organización. Por esto comentamos que las empresas de project management dan apoyo al área de FM cuando éste existe o lo sustituye si el área de FM no existe o no está diseñado de manera como hemos definido en el capítulo anterior.

El project manager contratado por el cliente debe poder realizar las siguientes actividades asociadas a la metodología BIM ya definida:

- Ayuda a los documentos previos al documento de Requisitos de Intercambio de Información, *EIR*.
- Colabora en la elaboración final del *EIR* y de sus anexos (Protocolo de Modelado BIM y la guía para la elaboración del Plan de Proyecto de Ejecución BIM).
- Guía y coordina la realización del PEB post-contrato y, especialmente, del Plan Maestro de Entrega de Información (PMEI).

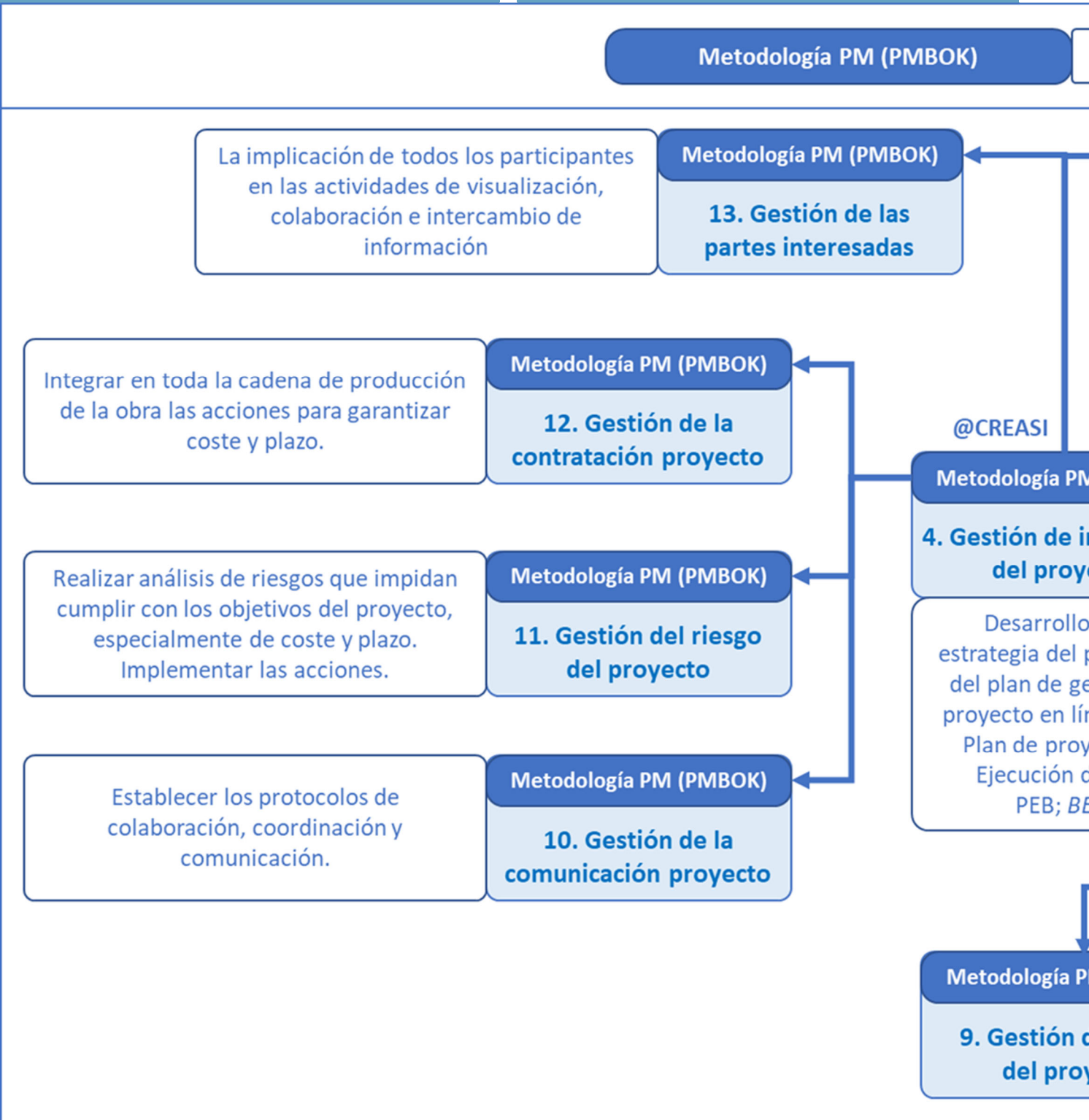
El alcance de las palabras “ayuda”, “colabora”, “guía” puede cambiar a palabras que indiquen que la empresa de PM lo realiza todo bajo la coordinación del cliente. Dependerá del tipo de activo, de su criticidad y de las competencias y experiencia del área de gestión de activos / facility management.

7.2 BIM + Project Management = éxito

Los proyectos BIM tendrán más garantías de éxito cuando más técnicas de gestión de proyectos podamos implementar en el proyecto, independientemente de que exista o no una empresa de pro-

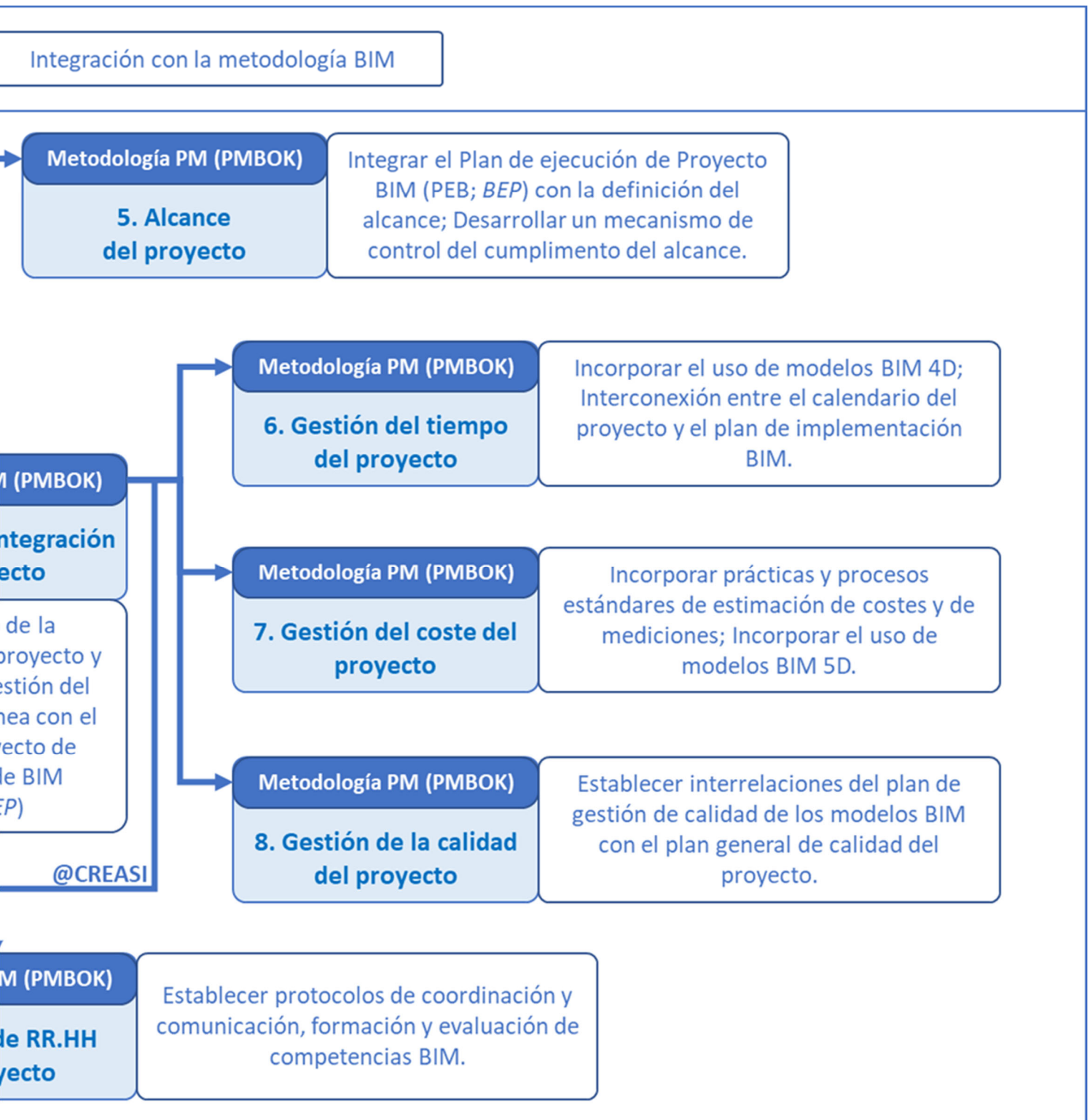
ject management.

Las metodologías como PMBOK o PRINCE también deberán adaptarse para incluir metodologías, procesos y tecnologías BIM en los proyectos de construcción de nuevos activos.



En el documento mencionado de RICS han realizado “un cuadro que resumen las implicaciones de la adopción del BIM en las áreas de conocimiento de gestión de proyectos definidas en la guía del PMBOK” y que traducimos a continuación:

Figura 44. Integración de la metodología PMBOK y BIM. Basada en información desarrollada en la guía BIM para gestión de proyectos realizada por RICS en Mayo 2017. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.





0

8

GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN BIM.

Por Javier García Montesinos.

Vicepresidente de la Comisión de Propietarios y Gestores de activos
de la Asociación BuildingSMART Spain.

Director de CREA Soluciones Inteligentes.

Con la colaboración muy especial del equipo del Planbim
CTD CORFO de CHILE:

Sebastián Manríquez Fuentealba.

Coordinador Instituciones Públicas.

Con la colaboración del equipo BIM del grupo inmobilia-
rio La Quinta en la revisión del texto:

- Oscar Gutiérrez Díez. Director técnico.
- Lisset Boggiano. BIM Manager Consultant.
- Francisco Olea. BIM Manager.

GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN BIM.

Los propietarios y gestores de activos requieren de información para la toma de decisiones. La propia definición de BIM incluye la “I” de Información. Por tanto es muy importante que esta guía hablemos de los procesos que nos ayudan a gestionar la información desde una visión del ciclo de vida de los activos.

La norma ISO 19650-2 de “Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluida la modelización de la información sobre edificios (BIM). Parte 2: Fase de entrega de los activos” nos habla de la gestión de la información.

Ésta norma nos parece muy importante para propietarios y gestores pero nos parece complicada de entender. Este capítulo lo dedicamos a hacer más comprensible su contenido.

El contenido de este capítulo es:

- * Propósito de la norma ISO 19650-2.
- * Propuesta de procesos de gestión de la información asociada al ciclo de vida del proyecto hasta su entrega al propietario o gestor. Incluye la explicación del estándar COBie como traspaso de información entre el mundo de la construcción y el de operación.

8.1 Propósito de la norma ISO 19650-2

El documento ISO 19650-2 según define la propia norma “tiene por objeto permitir” al propietario “establecer sus necesidades de información durante la fase de entrega de los bienes y proporcionar el entorno comercial y de colaboración adecuado en el que las partes designadas (múltiples) puedan producir información de manera eficaz y eficiente.

Este documento es aplicable a activos construidos y proyectos de construcción de todos los tamaños y niveles de complejidad. Esto incluye los grandes patrimonios, las redes de infraestructuras, los edificios individuales y las infraestructuras, así como los proyectos o programas que los ejecutan. Sin embargo, los requisitos incluidos en este documento deben aplicarse de manera proporcionada y apropiada a la escala y complejidad del activo o proyecto. En particular, en la medida de lo posible, la adquisición y movilización de activos o de las partes designadas para el proyecto deben integrarse con procesos documentados de adquisición y movilización técnica”.

“El objetivo de esta serie”, indica la propia norma en su apartado 04 beneficios de la serie ISO 19650, “es ayudar a todas las partes a alcanzar sus objetivos comerciales mediante la adquisición, el uso y la gestión eficaces y eficientes de la información durante la fase de entrega de los activos.

La cooperación internacional en la preparación de esos documentos ha determinado un proceso común de gestión de la información que puede aplicarse a la gama más amplia de bienes, en la gama más amplia de organizaciones, en la gama más amplia de culturas y bajo la gama más amplia de vías de contratación”.

Al querer darle esa tan amplia aplicación los propietarios y gestores de activos deben de adaptarla a su organización y al tipo de activos que gestionan.

En el apartado siguiente vamos a realizar una propuesta de ejemplo de desarrollo de los procesos basados en los criterios generales de la norma ISO 19650-2. Es importante recordar que cada organización deberá definir sus propios procesos.

8.2. Propuesta de procesos de gestión de la información asociada al ciclo de vida del proyecto hasta su entrega al propietario o gestor.

8.2.1 Nivel 1. Proceso Completo en la Gestión de la Información. .

Lo primero a realizar es el nivel 1 del proceso de la gestión de la información de un proyecto estándar de diseño y construcción que nos dará los subprocesos a definir en los niveles 2 del Manual de Procesos de Gestión de la Información que deben desarrollar las organizaciones.

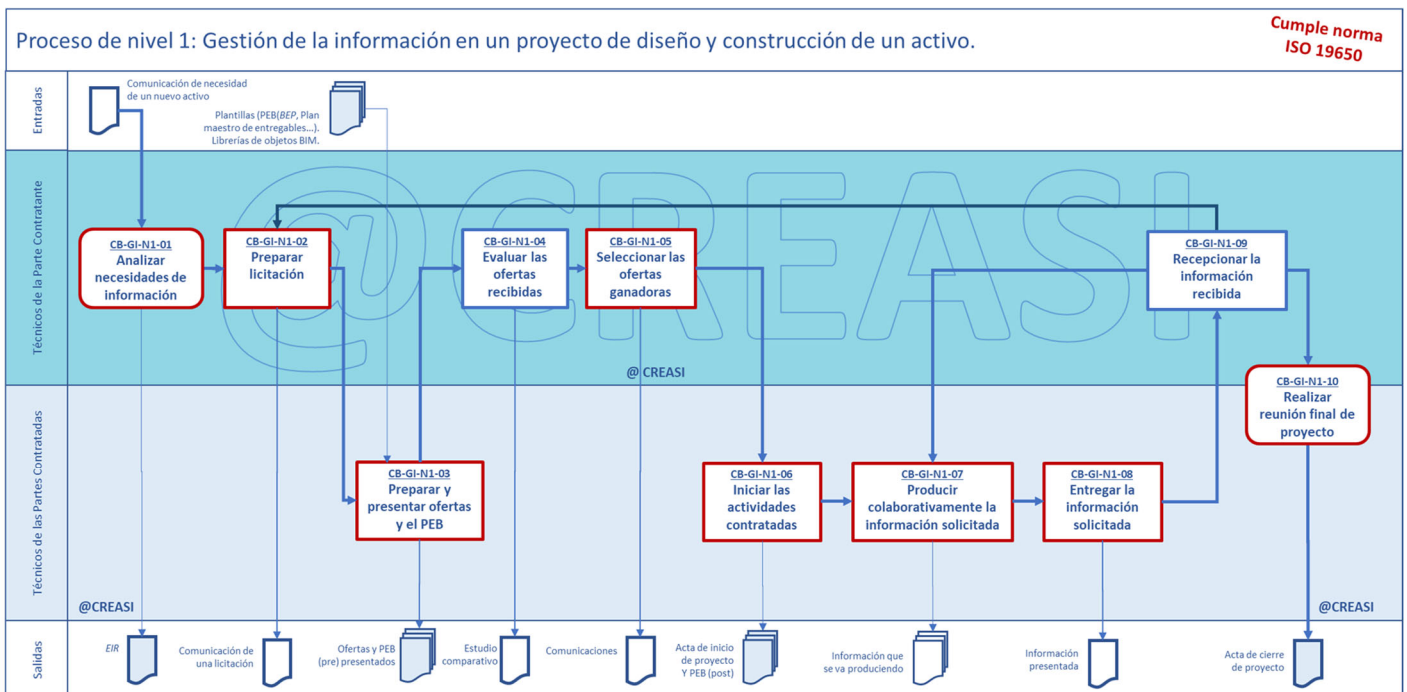
Exponemos nuestra interpretación de la norma

ración de los documentos *OIR*, *PIR*, *AIR* que sirven de apoyo al desarrollado del documento *EIR*.

El proceso de gestión de la información continúa con los sub-procesos de preparación de la licitación para el desarrollo del proceso de adjudicación de los trabajos de diseño y/o construcción, preparación y presentación de las ofertas de los ofertantes, su posterior evaluación y selección de las ofertas ganadoras.

Una vez adjudicados los trabajos procedemos al inicio del proyecto, su desarrollo hasta alcanzar la finalización de los mismos y proceder al cierre y entrega del activo a si propietario.

Figura 45. Ejemplo de proceso de nivel 1 de gestión de la Información desde la visión de la norma ISO 19650-2 propuesto por CREA Soluciones Inteligentes.



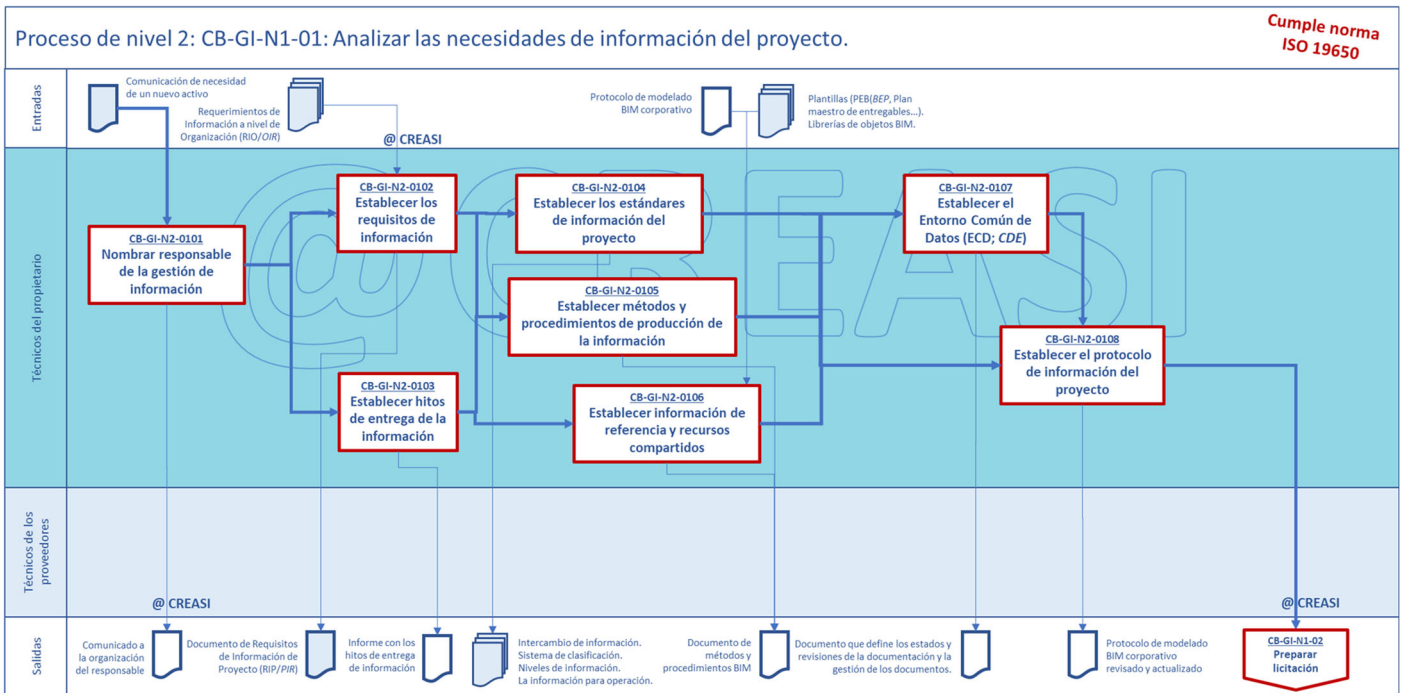
ISO 19650-2 en la siguiente figura:

El nivel 1 del proceso representa el proceso completo de la gestión de la información en un proyecto de diseño y construcción.

El proyecto comienza en el propietario con el análisis de sus necesidades de información y la elabo-

Muy importante para los propietarios y gestores es el control final y validación que la información recibida es tal y como se ha definido en el documento de Requisitos de Intercambio de Información (*EIR*). El cliente deberá asegurar recursos cualificados a esta actividad si quiere asegurar que dispone

Figura 46. Ejemplo de proceso de nivel 2 para analizar las necesidades de información de un proyecto desde la visión de la norma ISO 19650-2 propuesto por CREA Soluciones Inteligentes.



de la información que solicitó.

8.2.2 Niveles 2 del proceso de gestión de la información.

Según la norma es importante comenzar el proceso designando al responsable de la gestión de la información. En nuestra opinión debería ser el director del área de FM.

El segundo paso incluye establecer los Requisitos de Información del Proyecto y los hitos de entrega de dicha información.

En el tercer paso se deben fijar los estándares de información, los procedimientos y métodos de producción de la información y la información de referencia y otros recursos compartidos.

Este tercer paso es muy importante de cara a establecer unos criterios únicos que entiendan todos los participantes.

Explicaremos algunos conceptos importantes de la metodología BIM de las actividades de este tercer paso.

8.2.2.1 Niveles de Información Gráfica

Es importante que los clientes definan en el EIR el nivel gráfico mínimo de definición de los distintos elementos dentro de los modelos BIM que solicitan.

De no hacerlo así las ofertas recibidas de los distintos agentes del sector de la edificación pueden ser diferentes y difícilmente comparables para su correcta adjudicación.

Si el cliente define un nivel superior del necesario esto supondrá un sobrecoste al equipo de diseño y construcción y que éstos repercutirán al cliente.

Internacionalmente este nivel gráfico aplicado a los modelos BIM se denomina "nivel de desarrollo" (BIM de EE.UU.) o "nivel de diseño" (BIM británico). En la nueva norma ISO 19650 se denomina "Requisito de Información Necesario". Se pueden encontrar más información sobre el nivel de detalle en los siguientes enlaces:

- <http://bimforum.org/lod/>
- <https://toolkit.thenbs.com>

El cliente debe definir, sobre el sistema de clasificación elegido, que nivel de detalle requiere y quién es el responsable de realizar y entregar ese nivel.

En este punto no sirven las simplificaciones. No es correcto decir que se requiere un LOD 200 para un

proyecto básico y un LOD 300 o LOD 350 para un proyecto de ejecución.

Es importante realizar el esfuerzo de definir el alcance de definición gráfica del modelo BIM a nivel del sistema de clasificación tal y como se realiza tanto en EE.UU. (ver figura 47) como en Gran Bretaña.

Figura 47. Nivel de Información Gráfica. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

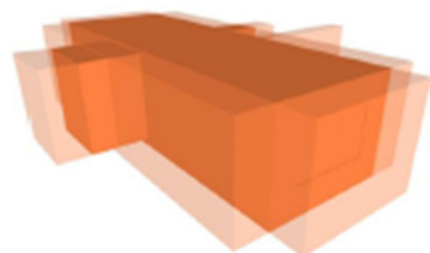


EJEMPLO DE LOD	NIVEL DE INFORMACIÓN GRÁFICO	EXPLICACIÓN DEL NIVEL DE INFORMACIÓN GRÁFICO (@CREASI)
	SIMBÓLICO (LOD 100)	No son representaciones geométricas. Algunos ejemplos son la información adjunta a otros elementos del modelo o símbolos que muestran la existencia de un componente, pero no su forma, tamaño o ubicación exacta.
	CONCEPTUAL (LOD 200)	El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del modelo como un sistema, objeto o conjunto genérico con cantidades, tamaño, forma, ubicación y orientación aproximadas . Se emplea para obtener ratios nunca mediciones de los elementos.
	GENÉRICO (LOD 300)	El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del mismo como un sistema, objeto o ensamblaje específico en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. La cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación del elemento diseñado puede medirse directamente desde el modelo sin hacer referencia a información no modelada como notas o llamadas de dimensiones.

EJEMPLO DE LOD	NIVEL GRÁFICO	EXPLICACIÓN DEL NIVEL GRÁFICO	(@CREASI)
	ESPECÍFICO (LOD 350)	<p>El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del mismo como un sistema, objeto o ensamblaje específico en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación, orientación e interfaces con otros sistemas de construcción.</p> <p>Se modelan las partes necesarias para la coordinación del elemento con otros elementos cercanos o adjuntos. Estas partes incluirán elementos tales como soportes y conexiones.</p> <p>La cantidad, el tamaño, la forma, la ubicación y la orientación del elemento tal y como está diseñado puede medirse directamente desde el modelo, sin necesidad de hacer referencia a información no modelada como notas o llamadas de dimensiones.</p> <p><i>NOTA: En el PEB deberá definirse si este nivel de detalle se incorpora al modelo 3D general o es suficiente en una vista de detalle constructivo para no sobrecargar el archivo BIM.</i></p>	
	CONSTRUCCIÓN Ó FABRICACIÓN (LOD 400)	<p>El elemento del modelo se representa gráficamente dentro del mismo como un sistema, objeto o ensamblaje específico en términos de tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación con información detallada, fabricación, ensamblaje e instalación.</p> <p>Un elemento LOD 400 se modela con suficiente detalle y precisión para la fabricación o construcción in situ.</p> <p>La cantidad, el tamaño, la forma, la ubicación y la orientación del elemento tal y como está diseñado puede medirse directamente desde el modelo sin necesidad de hacer referencia a información no modelada como notas o llamadas de dimensiones.</p> <p><i>NOTA: En el PEB deberá definirse si este nivel de detalle se incorpora al modelo 3D general o es suficiente en una vista de detalle constructivo para no sobrecargar el archivo BIM.</i></p>	
<div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px; text-align: center; margin-bottom: 2px;">LOD 300</div> <div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px; text-align: center; margin-bottom: 2px;">LOD 350</div> <div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px; text-align: center; margin-bottom: 2px;">LOD 400</div> <div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px; text-align: center;">CONSTRUIDO</div>	AS BUILT “Tal como se ha construido” (LOD 500)	<p>El elemento del modelo es una representación de campo verificada en términos de tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación. El LOD 500 no supone una progresión de nivel gráfico superior al nivel anterior definido. Simplemente es el as-built, tal y cómo se ha construido.</p> <p><i>NOTA: El LOD 500 recoge las modificaciones realizadas en la construcción y que han cambiado respecto al proyecto de ejecución. El LOD 500 nunca debe ser interpretado por un nivel 1:1.</i></p>	

En España se está extendiendo el uso de los siguientes niveles de diseño gráfico:

Hay un error bastante generalizado sobre el nivel gráfico de los equipos cuando el uso es para operación y mantenimiento, y que consiste en pensar que se requiere un nivel gráfico elevado. El nivel LOD para equipos con uso solicitado para opera-



170 D3030.10-LOD-300 Central Cooling

ción y mantenimiento debe ser un equivalente a LOD 300 “as-built” en el que aparezca la zona de ámbito de acceso al equipo para las operaciones de mantenimiento, tal y como se muestra en la figura de la página anterior y extraída de BIM FORUM.

Desde la visión del FM, sería muy interesante que apareciera una segunda forma de color rojo para marcar las distancias que tengan que ver con el cumplimiento de normativa. Así podríamos usar el cálculo de interferencias para validar este cumplimiento y si éste no se produce definir las acciones correspondientes para que este defecto se corrija asignando un responsable de su modificación.

8.2.2.2 Niveles de Información a nivel de datos

Chile está iniciando también un proceso de transformación mediante el uso del BIM. Para ello está realizando distintas iniciativas lideradas y coordinadas por CORFO (la corporación del gobierno de Chile de Fomento de la Producción).

Planbim que tiene como una de sus metas la utilización de la metodología BIM para el desarrollo y operación de proyectos de edificación e infraestructura pública al año 2020. El Plan tiene como objetivo incrementar la productividad y sostenibilidad social, económica y ambiental de la industria de la construcción mediante la incorporación de procesos, metodologías de trabajo y tecnologías de información y comunicaciones que promuevan su modernización a lo largo de todo el ciclo de vida de las obras.












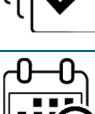
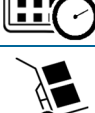


Desde la iniciativa chilena de implantar BIM (planBIM.cl) de manera coordinada y, partiendo del trabajo realizado por el departamento de veteranos de guerra del gobierno americano, han elaborado su propia “Matriz de Información de Entidades Planbim”.

Se establecen cinco niveles de información que están definidos en la figura 48 en la parte inferior de esta página. Estas clasificaciones de los datos asociados a los elementos constructivos nos ayudan a estructurar los requerimientos de informa-

Figura 48. Nivel De Información definido en el Planbim de Chile, basada en G202-2013 AIA y en el nivel de desarrollo de BIM FORUM USA. Por cortesía de Sebastián Manríquez Fuentealba. Planbim CTD CORFO.

NIVEL DE INFORMACIÓN (NDI)	DESCRIPCIÓN DEL NIVEL DE INFORMACIÓN
NDI-1 Información inicial general	Información inicial, que puede ser estimativa, acerca de área, altura, volumen, localización y orientación de los elementos generales.
NDI-2 Información básica aproximada	Información básica del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación de los sistemas y elementos generales y su ensamblaje.
NDI-3 Información detallada	Información detallada del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación que sea relevante para el montaje de los elementos.
NDI-4 Inf. detallada y coordinada	Información detallada y coordinada respecto del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación e interacción entre los sistemas de construcción y sus elementos de montaje específico.
NDI-5 Inf. detallada de la fabricación y el montaje	Información detallada de la fabricación y montaje considerando el tamaño, localización, cantidad, orientación e interacción entre elementos.
NDI-6 Inf. detallada de lo construido y su puesta en marcha	Información detallada del tamaño, localización, cantidad, orientación y de la puesta en marcha de los elementos construidos.

Figura 49. Matriz de objetos y elementos BIM. Tipos definidos por Planbim de Chile. Por cortesía de Sebastián Manríquez Fuentealba. Coordinador Instituciones Públicas. Planbim CTD CORFO.

TIPOS DE INFORMACIÓN	GRÁFICO DE TIPO DE ACTIVO	CATEGORÍAS DE INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN
TDI_A		INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	Información básica del proyecto como el tipo del edificio o infraestructura, nombre del proyecto, dirección, requerimientos espaciales y programáticos.
TDI_B		PROPIEDADES FÍSICAS Y GEOMÉTRICAS	Información de las características y propiedades físicas de las entidades (anchos, largos, altos, área, volumen, masa...).
TDI_C		PROPIEDADES GEOGRÁFICAS Y DE LOCALIZACIÓN ESPACIAL	Información de las propiedades de ubicación espacial y geográficas de las entidades (latitud, longitud, número y nombre de piso, nombre del espacio o zona y otra información necesaria para el posicionamiento de las entidades).
TDI_D		REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS PARA EL FABRICANTE Y/O CONSTRUCTOR	Información específica para la fabricación y/o construcción (tipo de elemento, materialidad, nombre de sus componentes, identificación del producto...).
TDI_E		ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	Información de la especificación técnica de la entidad (peso de transporte, nivel de ruido...). En general, aplica para cualquier elemento que sea fabricado industrialmente (equipos de aire, mobiliario...).
TDI_F		REQUERIMIENTOS Y ESTIMACIÓN DE COSTES	Información básica para la estimación del coste total del activo (coste unitario referencial, coste base de ensamblaje, coste de transporte...).
TDI_G		REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS	Información de las características energéticas de los objetos y de los elementos (humedad, valor U, consumo...).
TDI_H		ESTÁNDAR SOSTENIBLE	Información sobre condiciones de sustentabilidad, requerimientos de calidad de iluminación, especificaciones de materiales sostenibles, contenido reciclado...
TDI_I		CONDICIONES DEL SITIO Y MEDIOAMBIENTALES	Información de las características generales del sitio y su entorno (condiciones sísmicas, uso del terreno, de suelo, niveles de riesgo a las personas...).
TDI_J		VALIDACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE PROGRAMA FUNCIONAL	Información clave para realizar una validación del cumplimiento del programa funcional del proyecto (áreas planificadas, áreas acristaladas, volumetría espacial, servicios requeridos...).
TDI_K		CUMPLIMIENTO NORMATIVO	Información que permita revisar el cumplimiento normativo y los requerimientos de seguridad de los ocupantes del proyecto (requerimientos de protección del fuego, de ventilación, anchos de accesos, carga de uso, carga de ocupación, aspectos de seguridad vial, diseño geométrico de vías).
TDI_L		REQUERIMIENTOS DE FASES, SECUENCIA DE TIEMPO Y PLANIFICACIÓN	Información que permita revisar fases, secuencias de tiempo y planificación de áreas o partes de un proyecto (fases, orden de hitos, orden de construcción...).
TDI_M		LOGÍSTICA Y SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN	Información clave para revisar la logística de la construcción y su secuencia (ID material, ID instalación, número de serie del componente instalado...).
TDI_N		ENTREGA PARA LA OPERACIÓN	Información clave para apoyar el funcionamiento de la entrega de la construcción (nombre de las empresas participantes en el proyecto, sus contactos, disciplina, áreas de trabajo...).
TDI_O		GESTIÓN DE ACTIVOS	Información para la gestión del activo (tipos de producto, tipos de repuestos, fecha de inicio y fin de garantías...).

ción que debemos solicitar.

8.2.2.3 El estándar COBie

Dentro del sub-proceso para analizar las necesidades de información del proyecto se hace referencia a fijar estándares.

Desde el punto de vista de Propietarios y Gestores no podemos dejar de contar que es COBie.

COBie (Construction Operations Building Information Exchange) es un estándar internacional relacionado con la información de activos cuyo objetivo del mismo es la comunicación entre las fases de diseño y construcción y la fase de operación y mantenimiento.

COBie fue ideado por Bill East del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos.

El gobierno británico también ha adoptado COBie para el traspaso de información. En la plataforma NBS hablan sobre COBIE y lo justifican diciendo que “en un proyecto de construcción típico, la información sobre el edificio está contenida en planos, listas de cantidades y especificaciones. Un número de profesionales de la construcción normalmente colaboran para reunir esta documentación. Luego, la documentación debe actualizarse durante la fase de construcción y entregarse al cliente. En realidad, esto no siempre sucede, o cuando sucede, la documentación se entrega en un formato como .pdf o en papel que hace que sea muy difícil de usar para el cliente.

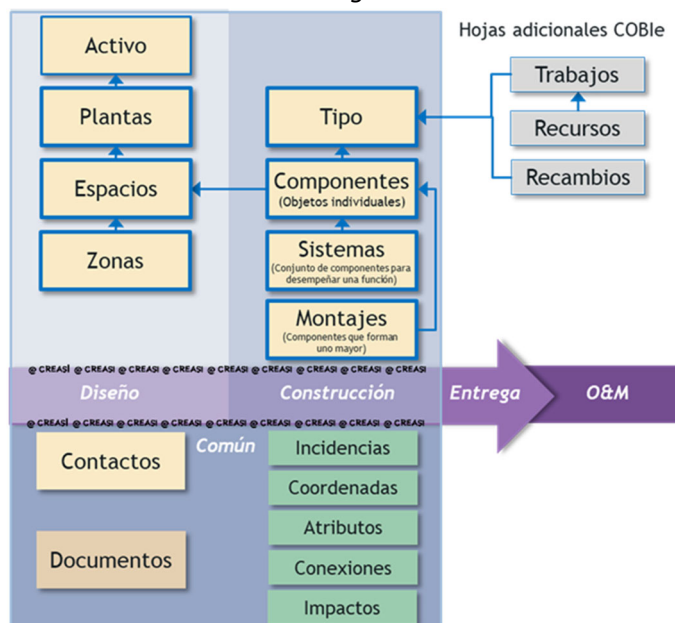
La idea detrás de COBie es que la información clave se obtenga en un solo formato y se comparta entre el equipo de construcción en las etapas definidas de un proyecto”.

Fuente: (<https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-cobie>)

El gobierno británico ha incorporado en la metodología BIM que se trabaje con un archivo de MS. EXCEL.

COBie tiene una estructura determinada que exponemos en la siguiente figura :

Figura 50. Estructura del estándar COBie. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



Los datos según el estándar COBie definidos a continuación deberán ser extraídos de los archivos IFC directamente o de los softwares de modelado BIM a un archivo MS. EXCEL donde cada entidad COBie fuera a una hoja del archivo.

También hay datos que deberán ser completados directamente en el propio archivo MS. EXCEL de COBie.

Pasamos a explicar cada una de las entidades COBie del esquema:

- **Activo:** Contendrá los datos del proyecto y del edificio. Debe existir un único registro en la hoja dado que ésta debe ser completada por cada edificio. Estos datos deberían estar en el IFC.
- **Plantas:** Contendrá los niveles que se han definido en el edificio. Estos datos deberían estar en el IFC.
- **Espacios:** Contendrá todos los espacios, cerrados o no, definidos en el proyecto. Son espacios

a nivel arquitectónico o a nivel de espacios desde el punto de vista del responsable del entorno de trabajo del área de FM. No se refiere a los espacios para el cálculo de instalaciones. Estos datos deberían estar en el IFC.

- **Zonas:** Contendrá las distintas agrupaciones de espacios definidas en el proyecto que se realizan para el cálculo de instalaciones o de cumplimiento de normativas (iluminación, HVAC, sectores de incendios...). Estos datos deberían estar en el IFC.
- **Contactos:** Contendrá los datos de las personas responsables del proyecto y que están definidas en el Plan de proyecto de Ejecución BIM. Estos datos deberían estar en el IFC. Deberán identificarse adecuadamente en que fase del proyecto participaron.
- **Documentos:** Contendrá todos los documentos entregados al cliente en cada una de las fases del proyecto. Debería ser acorde a la información solicitada en el contrato.
- **Tipo:** Contendrá las tipologías de componentes sobre las que se establecerá las acciones de mantenimiento preventivo.
- **Componentes:** Contendrá todos los elementos del modelo BIM y que constituyen el inventario de todos los elementos del activo. Estos componentes deben correlacionarse con el tipo y deben estar codificados según el sistema de clasificación elegido por el cliente.
- **Sistemas:** Contendrá la agrupación de los componentes definidos en el proyecto (equipos, conductos, terminales) que será los definidos en los sistemas de control.
- **Montajes:** Contendrá la enumeración de equipos que son agrupados para formar un elemento mayor. Hay veces que un elemento o equipo está formado por varios módulos o conjuntos de elementos. Cada módulo o elemento puede ser considerado como un componente pero queremos que se registre la agrupación de estos módulos como un único montaje.
- **Incidencias:** Contendrá todas aquellas incidencias producidas en obra que quieran o deban ponerse en conocimiento de la propiedad y de los responsables del activo y de sus instalaciones.
- **Coordenadas:** Se definirán las coordenadas de los elementos a nivel de localización (por la caja que lo contiene). Sólo pretende tener una localización del elemento y del equipo y no una reproducción en software de modelado BIM.
- **Atributos:** Contendrá las propiedades más técnicas definidas en los distintos elementos y objetos. Se recomienda que estén incluidos todos aquellos parámetros técnicos que se hayan tenido en cuenta para la selección del equipo o del elemento.
- **Conexiones:** Contendrá todas aquellas interrelaciones entre elementos que no se hayan podido establecer de manera gráfica en el modelado BIM (ejemplos: relaciones de equipos con cuadros eléctricos, equipos de ordenados con servidores, terminales de comunicaciones con los armarios racks...).
- **Impactos:** Contendrá el registro de todos los análisis de riesgos realizados a nivel económico, ambientales y sociales identificados en las diferentes etapas del ciclo de vida. También se podrá utilizar para el análisis de riesgos a nivel de prevención de riesgos laborales.
- **Trabajos:** Recogerá todas las actuaciones necesarias que el propietario deberá realizar para su correcta operación y mantenimiento. Deberá identificar las actividades de obligado cumplimiento que se registrarán, al final del proyecto, en el Libro del Edificio y en el Plan de Mantenimiento Preventivo.

Se debe entender que este registro se realizará de manera periódica durante el proceso de construcción del activo. El propietario, a través de su responsable interno del área de FM deberá preparar la información necesaria para poner en marcha el proceso de contratación de la empresa de mantenimiento del nuevo activo y lo tiene que hacer antes de recibir el libro del edificio. Lo podrá hacer en base a este registro que se propone.

- **Recursos:** Recogerá los recursos necesarios a nivel de materiales, herramientas y formación de los trabajos definidos.
- **Recambios:** Registrará las piezas que se necesitan disponer en el edificio a nivel de recambios de determinados equipos.

Es importante remarcar que COBie no sólo se usa para el traspaso información a los gestores y al propietario al finalizar la obra. Como se observa en el gráfico de la figura 50 el archivo COBie es una herramienta de supervisión de los trabajos por parte del project manager (interno o externo) del área de FM de la Organización contratante:

- En las fases de diseño, este project manager debe controlar que se cumplen los requerimientos indicados en el *EIR*. Recomendamos que se comience con la gestión de la información asociada a COBie en las fases de Proyecto básico y proyecto de ejecución. El archivo MS. EXCEL de COBie irá creciendo en información según se va definiendo el proyecto. Al finalizar el proyecto de ejecución el archivo será una gran ayuda a los procesos de licitación de la obra y para los procesos de adquisición de los componentes.
- Durante la obra la actualización de este archivo es fundamental. Se debe actualizar el archivo COBie, al menos, mensualmente (a la par que la certificación de obra y se revisará en las reuniones mensuales de seguimiento). Debe registrarse con la información real de los ele-

mentos ya instalados.

- Al finalizar la obra, sólo tendremos que registrar en el archivo COBie los últimos cambios realizados en la obra en el último mes.

Durante la obra proponemos que **el archivo COBie obtenido a seis meses** del final previsto de la obra sirva para comenzar a realizar una primera versión del inventario que nos ayude a ir elaborando una primera versión del Plan de Mantenimiento.

El archivo COBie nos permitirá, también, realizar un proyecto piloto de integración de la información contenida en el archivo COBie con las soluciones informáticas (ERP, GMAO, IWMS, EAM...) del cliente en entornos no productivos (de prueba).

Este primer archivo nos permitirá definir las acciones a realizar en estas soluciones informáticas para que puedan recibir todos los datos contenidos en él.

El ejercicio se recomienda **se repita tres meses antes de la fecha final de la obra**. Esta vez se realizará ya con los cambios realizados en estas soluciones informáticas del cliente y servirá de revisión del proceso de carga de datos. Se realizarán los cambios necesarios de los errores detectados para poner a punto la integración de los distintos sistemas.

En la reunión final de la obra, el equipo facultativo deberá entregar el "Libro del Edificio", todos los modelos BIM as-built y todos los planos as-built solicitados en el *EIR*. Recomendamos que también se realice la entrega de este archivo COBie con toda la información actualizada y real. Este archivo constituye el inventario de toda la obra y servirá para la carga de esa valiosa información en todos los sistemas de gestión del cliente.

Exponemos en las próximas páginas todas las propiedades del estándar COBie agrupadas por las entidades COBie ya explicadas.

Figura 51. Relación de propiedades relacionadas con el estándar COBie. Tabla cortesía de CREA Soluciones Inteligentes. Indica desde que fase debería ser requerida: proyecto básico (P.B.); proyecto de ejecución (P.E.); construcción (CON) y operación (OPE). Las celdas con relleno □ identifican aquellas propiedades cuyo valor debe ser definido por el propietario. En ■ las propiedades recomendadas. Se identifica con letras el responsable de completar la información en los modelos BIM o archivos IFC (A, arquitectura; E, Ingeniería; C, Constructora; M, emp. de mantenimiento).

ENTIDAD COBIE	COL.	NOMBRE PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN	P. B.	P. E.	CON	OPE
ACTIVO	A	Name	Nombre del activo que lo defina formar inequívoca.	A	A	A	M
	B	CreatedBy	Email de la persona responsable de esta entidad COBie.	A	A	A	M
	C	CreatedOn	Fecha y hora de cuando se completa los datos.	A	A	A	
	D	Category	Categoría del activo.	A	A	A	M
	E	ProjectName	Nombre del proyecto	A	A	A	M
	F	SiteName	Nombre del complejo.	A	A	A	M
	G	LinearUnits	Unidades de medida a nivel linear (m).	A	A	A	M
	H	AreaUnits	Unidades de medida a nivel de superficie (m2).	A	A	A	M
	I	VolumeUnits	Unidades de medida a nivel de volumen (m3).	A	A	A	M
	J	CurrencyUnit	Unidades de moneda (€).	A	A	A	M
	K	AreaMeasurement	Sistema de clasificación de espacios (BOMA, RICS, AEO...).	A	A	A	M
	L	ExternalSystem	Software de modelado BIM y versión.	A	A	A	
	M	ExternalProjectObject	El valor debe ser IfcProject (nombre del proyecto).	A	A	A	
	N	ExternalProjectIdentifier	El GUID del proyecto. Dado por el software de modelado.	A	A	A	
	O	ExternalSiteObject	El valor debe ser IfcSite (nombre del complejo).	A	A	A	
	P	ExternalSiteIdentifier	El GUID del complejo. Dado por el software de modelado.	A	A	A	
	Q	ExternalFacilityObject	El valor debe ser IfcBuilding (nombre del edificio).	A	A	A	
	R	ExternalFacilityIdentifier	El GUID del activo. Dado por el software de modelado.	A	A	A	
	S	Description	Descripción del activo.	A	A	A	M
	T	ProjectDescription	Descripción del proyecto.	A	A	A	M
U	SiteDescription	Descripción del complejo.	A	A	A	M	
V	Phase	Fase de proyecto (p. básico, p. ejecución, construcción)	A	A	A	M	
PLANTAS	A	Name	Código de planta o nivel (PCB, P03, P02, P00, PS1, PS2...)	A	A	A	M
	B	CreatedBy	Email de la persona responsable de esta entidad COBie.	A	A	A	
	C	CreatedOn	Fecha y hora de cuando se completa los datos.	A	A	A	
	D	Category	FLOOR (PLANTA)	A	A	A	M
	E	ExternalSystem	Software de modelado BIM y versión.	A	A	A	
	F	ExternalObject	IfcBuildingStorey	A	A	A	
	G	ExternalIdentifier	El GUID de la planta. Dado por el software de modelado.	A	A	A	
	H	Description	Descripción de la planta o nivel (Planta cubierta, primera...).	A	A	A	M
	I	Elevation	Cota Z de la planta (Cara superior del forjado inferior).	A	A	A	M
	J	Height	Altura de la planta (Cara superior a cara superior).	A	A	A	M

Figura 52. Relación de propiedades relacionadas con el estándar COBie. Tabla cortesía de CREA Soluciones Inteligentes. Continuación.

ENTIDAD COBIE	COL.	NOMBRE PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN	P.B.	P. E.	CON	OPE
ESPACIOS	A	Name	Código del espacio del edificio.	A	A	A	M
	B	CreatedBy	Email de la persona responsable de esta entidad COBie.	A	A	A	M
	C	CreatedOn	Fecha y hora de cuando se completa los datos.	A	A	A	M
	D	Category	Código y descripción de la categoría del espacio.	A	A	A	M
	E	FloorName	Planta en la que se localiza el espacio.	A	A	A	M
	F	Description	Descripción del espacio.	A	A	A	M
	G	ExternalSystem	Software de modelado BIM y versión.	A	A	A	M
	H	ExternalObject	El valor debe ser IfcSpace (nombre del espacio).	A	A	A	M
	I	ExternalIdentifier	El GUID del espacio. Dado por el software de modelado.	A	A	A	M
	J	RoomTag	Nombre del espacio en el caso de ser rotulado.			A	M
	K	UsableHeight	Altura útil.	A	A	A	M
	L	GrossArea	Área bruta (m2).		A	A	M
	M	NetArea	Área útil o neta (m2).		A	A	M
ZONAS	A	Name	Nombre de la zona.		A/I	A/I	M
	B	CreatedBy	Email de la persona responsable de esta entidad COBie.		A/I	A/I	M
	C	CreatedOn	Fecha y hora de cuando se completa los datos.		A/I	A/I	M
	D	Category	Zona de circulación, de iluminación, sector de incendios, carácter histórico, ocupación, ventilación...		A/I	A/I	M
	E	SpaceNames	Código de los espacios que agrupa la zona.		A/I	A/I	M
	F	ExternalSystem	Software de modelado BIM y versión.		A/I	A/I	M
	G	ExternalObject	El valor debe ser IfcZone (nombre de la zona).		A/I	A/I	M
	H	ExternalIdentifier	El GUID del espacio. Dado por el software de modelado.		A/I	A/I	M
	I	Description	Descripción de la zona.		A/I	A/I	M
CONTACTO	A	Email	Email del contacto.	A	A	A	M
	B	CreatedBy	Email de la persona responsable de esta entidad COBie.	A	A	A	M
	C	CreatedOn	Fecha y hora de cuando se completa los datos.	A	A	A	M
	D	Category	Roles definidos en el EIR y en el PEB.	A	A	A	M
	E	Company	Nombre de la empresa del contacto.	A	A	A	M
	F	Phone	Teléfono móvil de contacto.	A	A	A	M
	G	ExternalSystem	Software de modelado BIM y versión.	A	A	A	M
	H	ExternalObject	El valor debe ser IfcPersonAndOrganization.	A	A	A	M
	I	ExternalIdentifier		A	A	A	M
	J	Department	Departamento donde trabaja el contacto.	A	A	A	M
	K	OrganizationCode	Código de la empresa.	A	A	A	M
	L	GivenName	Primer nombre del contacto.	A	A	A	M

Figura 52. Relación de propiedades relacionadas con el estándar COBie. Tabla cortesía de CREA Soluciones Inteligentes. Continuación.

ENTIDAD COBIE	COL.	NOMBRE PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN	P.B.	P. E.	CON	OPE
CONTACTO (Continuación)	M	FamilyName	Apellidos del contacto.	A	A	A	M
	N	Street	Dirección de la empresa.	A	A	A	M
	O	PostalBox	Código postal de la ubicación de la empresa.	A	A	A	M
	P	Town	Ciudad.	A	A	A	M
	Q	StateRegion	Población.	A	A	A	M
	R	PostalCode	Código Postal.	A	A	A	M
	S	Country	País de la ubicación de la empresa.	A	A	A	M
TIPO	A	Name	Nombre único del artículo.		A/I	C	M
	B	CreatedBy	Email de la persona responsable de esta entidad COBie.		A/I	C	M
	C	CreatedOn	Fecha y hora de cuando se completa los datos.		A/I	C	M
	D	Category	Tabla de productos de la base de precios elegida		A/I	C	M
	E	Description	Descripción del artículo.		A/I	C	M
	F	AssetType	Tipo de activo: fijo o móvil.		A/I	C	M
	G	Manufacturer	Fabricante.		A/I	C	M
	H	ModelNumber	Número del modelo del fabricante.		A/I	C	M
	I	WarrantyGuarantorParts	Email del contacto para la garantía de las piezas.		A/I	C	M
	J	WarrantyDurationParts	Duración de la garantía de las piezas (mínimo 2 por UE).		A/I	C	M
	K	WarrantyGuarantorLabor	Email del contacto para la garantía de la mano de obra.		A/I	C	M
	L	WarrantyDurationLabor	Duración de la garantía de la mano de obra.		A/I	C	M
	M	WarrantyDurationUnit	Unidad de la garantía (años)		A/I	C	M
	N	ExternalSystem	Software de modelado BIM y versión.		A/I	C	M
	O	ExternalObject	Identificar el tipo de IFC (IfcXXType).		A/I	C	M
	P	ExternalIdentifier	El GUID del tipo		A/I	C	M
	Q	ReplacementCost	Coste de reemplazamiento (€).		A/I	C	M
	R	ExpectedLife	Vida útil.		A/I	C	M
	S	DurationUnit	Unidad de la vida útil (años).		A/I	C	M
	T	WarrantyDescription	Descripción detallada de la garantía.		A/I	C	M
	U	NominalLength	Longitud nominal.		A/I	C	M
	V	NominalWidth	Anchura nominal.		A/I	C	M
	W	NominalHeight	Altura nominal.		A/I	C	M
	X	ModelReference	Referencia del modelo.		A/I	C	M
	Y	Shape	Forma.		A/I	C	M
	Z	Size	Tamaño.		A/I	C	M
AA	Color	Color.		A/I	C	M	

Figura 52. Relación de propiedades relacionadas con el estándar COBie. Tabla cortesía de CREA Soluciones Inteligentes. Continuación.

ENTIDAD COBIE	COL.	NOMBRE PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN	P. B.	P. E.	CON	OPE
TIPO	AB	Finish	Acabado.		A/I	C	M
	AC	Grade	Calificación.		A/I	C	M
	AD	Material	Material.		A/I	C	M
	AE	Constituents	Componentes.		A/I	C	M
	AF	Features	Funcionalidades.		A/I	C	M
	AG	AccessibilityPerformance	Accesibilidad.		A/I	C	M
	AH	CodePerformance	Código de rendimiento.		A/I	C	M
	AI	SustainabilityPerformance	Rendimiento de sostenibilidad.		A/I	C	M
	AJ	Lenght	Longitud.		A/I	C	M
	AK	Area	Área o superficie.		A/I	C	M
COMPONENTE	A	Name	Nombre único para el componente.		A/I	C	M
	B	CreatedBy	Email de la persona responsable de esta entidad.		A/I	C	M
	C	CreatedOn	Fecha y hora de cuando se completa los datos.		A/I	C	M
	D	TypeName	Correlación con la entidad COBie TIPO.		A/I	C	M
	E	Space	Correlación con la entidad COBie ESPACIO(S).		A/I	C	M
	F	Description	Descripción del componente.		A/I	C	M
	G	ExternalSystem	Software de modelado BIM y versión.		A/I	C	M
	H	ExternalObject	El valor debe ser IfcXXX (IfcWall, IfcWindow...)		A/I	C	M
	I	ExternalIdentifier	El GUID del componente. Dado por el software de mod.		A/I	C	M
	J	SerialNumber	Número de serie del componente.			C	M
	K	InstallationDate	Fecha de instalación.			C	M
	L	WarrantyStartDate	Fecha de inicio de garantía.			C	M
	M	TagNumber	Etiqueta del propietario.			C	M
	N	BarCode	Código de barra.			C	M
	O	AssetIdentifier	Identificación del activo para los software de gestión.			C	M
SISTEMA	A	Name	Nombre único del sistema.			C	M
	B	CreatedBy	Email de la persona responsable de esta entidad.			C	M
	C	CreatedOn	Fecha y hora de cuando se completa los datos.			C	M
	D	Category	Categoría de los sistemas.			C	M
	E	ComponentNames	Componentes que forman el sistema.			C	M
	F	ExternalSystem				C	M
	G	ExternalObject				C	M
	H	ExternalIdentifier				C	M
	I	Description	Descripción del sistema.				

Figura 52. Relación de propiedades relacionadas con el estándar COBie. Tabla cortesía de CREA Soluciones Inteligentes. Continuación.

ENTIDAD COBIE	COL.	NOMBRE PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN	P.B.	P. E.	CON	OPE
MONTAJE	A	Name	Nombre del montaje o ensamblaje.			C	M
	B	CreatedBy	Email de la persona responsable de esta entidad.			C	M
	C	CreatedOn	Fecha y hora de cuando se completa los datos.			C	M
	D	SheetName	Referencia a otra de las hojas del archivo COBie.			C	M
	E	ParentName	Nombre del componente padre.			C	M
	F	ChildNames	Nombre del componente hijo.			C	M
	G	AssemblyType	Tipo de montaje: fijo, opcional, incluido, excluido, capa, parche, mezcla.			C	M
	H	ExternalSystem	Software de modelado BIM y versión.			C	M
	I	ExternalObject	El valor debe ser IfcMaterialLayer.			C	M
	J	ExternalIdentifier				C	M
	K	Description	Descripción del montaje o de la ensamblaje.			C	M
CONEXIONES	A	Name	Nombre de la conexión.		A/I	C	M
	B	CreatedBy	Email de la persona responsable de esta entidad.		A/I	C	M
	C	CreatedOn	Fecha y hora de cuando se completa los datos.		A/I	C	M
	D	ConnectionType	Tipo de conexión: control, flujo, retorno, suministro, estructural.		A/I	C	M
	E	SheetName	Referencia a otra de las hojas del archivo COBie.		A/I	C	M
	F	RowName1	Fila 1 con la que se relaciona.		A/I	C	M
	G	RowName2	Fila 2 con la que se relaciona.		A/I	C	M
	H	RealizingElement	Nombre del componente con el que se relaciona.		A/I	C	M
	I	PortName1	Puerto 1.		A/I	C	M
	J	PortName2	Puerto 2.		A/I	C	M
	K	ExternalSystem			A/I	C	M
	L	ExternalObject			A/I	C	M
	M	ExternalIdentifier			A/I	C	M
	N	Description	Descripción de la conexión.		A/I	C	M
IMPACTO	A	Name	Nombre del impacto.		A/I	C	M
	B	CreatedBy	Email de la persona responsable de esta entidad.		A/I	C	M
	C	CreatedOn	Fecha y hora de cuando se completa los datos.		A/I	C	M
	D	ImpactType	Económico, cambio climático y consumo energético.		A/I	C	M
	E	ImpactStage	Estado del impacto.		A/I	C	M
	F	SheetName	Referencia a otra de las hojas del archivo COBie.		A/I	C	M
	G	RowName	Fila con la que se relaciona.		A/I	C	M
	H	Value	Valor.		A/I	C	M
	I	ImpactUnit	Unidad de impacto.		A/I	C	M

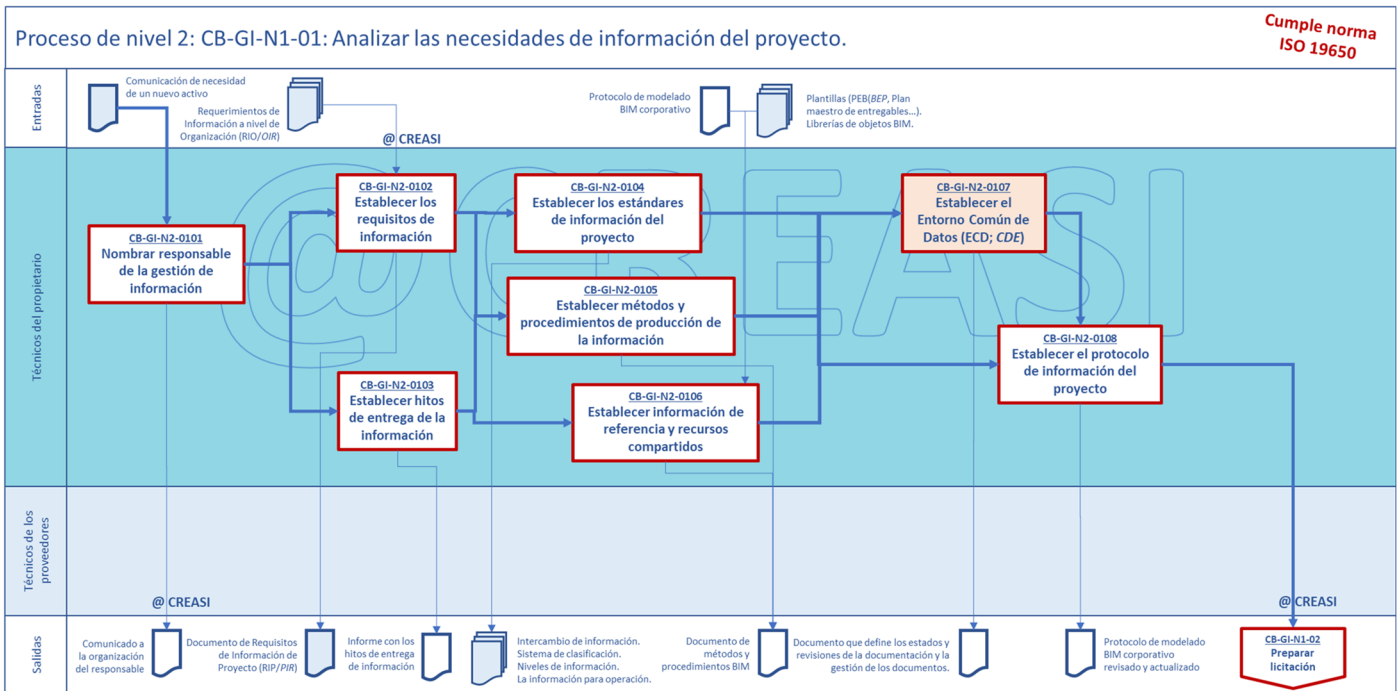
Figura 52. Relación de propiedades relacionadas con el estándar COBie. Tabla cortesía de CREA Soluciones Inteligentes. Continuación.

ENTIDAD COBIE	COL.	NOMBRE PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN	P. B.	P. E.	CON	OPE
IMPACTO	J	LeadInTime	Tiempo de entrega.	A	A/I	C	M
	K	Duration	Duración.	A	A/I	C	M
	L	LeadOutTime	Tiempo de salida.	A	A/I	C	M
	M	ExternalSystem	Sistema externo.	A	A/I	C	M
	N	ExternalObject	Objeto externo.	A	A/I	C	M
	O	ExternalIdentifier	Identificador externo.	A	A/I	C	M
	P	Description	Descripción del impacto.	A	A/I	C	M
DOCUMENTO	A	Name	Nombre del documento.	A	A/I	C	M
	B	CreatedBy	Email de la persona responsable de esta entidad.	A	A/I	C	M
	C	CreatedOn	Fecha y hora de cuando se completa los datos.	A	A/I	C	M
	D	Category	Requerimientos del cliente, datos de diseño, instrucciones del fabricante, datos de producto.	A	A/I	C	M
	E	ApprovalBy	Aprobado por...	A	A/I	C	M
	F	Stage	Estado: Requerimientos, as-built.	A	A/I	C	M
	G	SheetName	Nombre de la hoja.	A	A/I	C	M
	H	RowName	Nombre de la fila.	A	A/I	C	M
	I	Directory	Directorio.	A	A/I	C	M
	J	File	Archivo.	A	A/I	C	M
	K	ExternalSystem		A	A/I	C	M
	L	ExternalObject	IfcDocumentInformation	A	A/I	C	M
	M	ExternalIdentifier		A	A/I	C	M
	N	Description	Descripción del documento.	A	A/I	C	M
	O	Reference	Referencia del documento.	A	A/I	C	M
ATRIBUTO	A	Name	Nombre del atributo.	A	A/I	C	M
	B	CreatedBy	Email de la persona responsable de esta entidad.	A	A/I	C	M
	C	CreatedOn	Fecha y hora de cuando se completa los datos.	A	A/I	C	M
	D	Category	Categoría	A	A/I	C	M
	E	SheetName	Nombre de la hoja.	A	A/I	C	M
	F	RowName	Nombre de la fila.	A	A/I	C	M
	G	Value	Valor.	A	A/I	C	M
	H	Unit	Unidad.	A	A/I	C	M
	I	ExternalSystem		A	A/I	C	M
	J	ExternalObject	IfcPropertySingleValue, IfcPropertyEnumeratedValue	A	A/I	C	M
	K	ExternalIdentifier		A	A/I	C	M
	L	Description	Descripción del atributo.	A	A/I	C	M
	M	AllowedValues	Valores permitidos.	A	A/I	C	M

Figura 52. Relación de propiedades relacionadas con el estándar COBie. Tabla cortesía de CREA Soluciones Inteligentes. Continuación.

ENTIDAD COBIE	COL.	NOMBRE PROPIEDAD	DESCRIPCIÓN	P.B.	P. E.	CON	OPE
COORDENADAS	A	Name	Nombre de la coordenada.			C	M
	B	CreatedBy	Email de la persona responsable de esta entidad.				
	C	CreatedOn	Fecha y hora de cuando se completa los datos.				
	D	Category	Categoría: point, box-lowerleft, box-upperright.			C	M
	E	SheetName	Nombre de la hoja.				
	F	RowName	Nombre de la fila.				
	G	CoordinateXAxis	Coordenada X			C	M
	H	CoordinateYAxis	Coordenada Y			C	M
	I	CoordinateZAxis	Coordenada Z			C	M
	J	ExternalSystem	Software de modelado BIM y versión.				
	K	ExternalObject					
	L	ExternalIdentifier					
	M	ClockwiseRotation	Rotación en el sentido de las agujas del reloj.			C	M
	N	ElevationalRotation	Rotación en altura.			C	M
	O	YawRotation	Rotación de orientación.			C	M
INCIDENCIAS ANOTACIONES	A	Name	Incidencia o anotaciones.			C	M
	B	CreatedBy	Email de la persona responsable de esta entidad.				
	C	CreatedOn	Fecha y hora de cuando se completa los datos.				
	D	Type	Especificación o coordinación.			C	M
	E	Risk	Muy alto, alto, medio, bajo, muy bajo.			C	M
	F	Chance	Ha ocurrido, puede ocurrir.			C	M
	G	Impact	Alto, bajo y moderado.			C	M
	H	SheetName1	Nombre de la hoja 1.				
	I	RowName1	Nombre de la fila 1.				
	J	SheetName2	Nombre de la hoja 2.				
	K	RowName2	Nombre de la fila 2.				
	L	Description	Descripción.			C	M
	M	Owner	Responsable.			C	M
	N	Mitigation	Seguimiento.			C	M
	O	ExternalSystem					
P	ExternalObject						
Q	ExternalIdentifier						

Figura 53. Actividad de establecer el Entorno Común de Datos dentro del proceso sobre el análisis de las necesidades de información del proyecto según la norma ISO 19650-2. Cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



8.2.2.4 Establecer el ECD (CDE)

Hemos comentado que BIM es colaboración y que debemos definir el Modelo de Información del Proyecto (MIP; PIM) y el Modelo de Información del Activo (MIA; AIM).

El Entorno Común de Datos es un procedimiento de trabajo que nos permite definir las actividades de cómo vamos a trabajar de manera colaborativa.

Éste procedimiento debe indicarse en el documento RII (EIR) y validarse en el PEB (BEP).

Este procedimiento debe de recoger los distintos estados por los que pasará la información al trabajar colaborativamente los arquitectos, los ingenieros de instalaciones, los ingenieros de estructuras... y el cliente.

El CDE proporciona una única fuente de información para cada proyecto, y se utiliza para recopilar, gestionar y difundir todos los documentos de proyecto aprobados. La creación de esta fuente única

de información facilita la colaboración entre los miembros del equipo del proyecto y ayuda a evitar la duplicación y los errores.

Desde la perspectiva de un project managers del área de FM de una Organización, el CDE proporciona los siguientes beneficios (Boxall, 2015):

- Reduce el tiempo y el esfuerzo requeridos para verificar, versionar y reeditar información;
- Permite extraer selecciones de los últimos datos aprobados del área compartida;
- Reduce las verificaciones de coordinación (asegura que los modelos sean correctos, lo cual es un subproducto del proceso de producción del diseño detallado);
- Reusa la información para apoyar a la planificación de la construcción, a la estimación, a la planificación de costes, a la gestión de activos y de servicios de FM y muchas otras actividades de las fases posteriores de la cadena de suministro; y

- Reduce el tiempo y el coste de la producción de información coordinada.

Los británicos lo han definido en las PAS 1192 y están siendo admitidos internacionalmente ya como un estándar de trabajo colaborativo.

El procedimiento de trabajo recoge diferentes estados de trabajo que se realizan entre todos los participantes del diseño y la construcción del proyecto:

- **Trabajo en curso:** Los modelos BIM se trabajan, inicialmente, de manera individual por cada disciplina. Los planos identificados en este estado nunca serán documentos de entrega de final de fase.

El cliente podrá recibirlos para consulta.

Se recomienda identificar estos modelos con el código "E0".

Además del estado deberá definirse la versión de este (V01.1, V01.2...). Los primeros dos dígitos para cambios importantes (V01, V02...) y el último dígito para cambios menores (V01.1, V01.2...).

El documento de Protocolo de modelado BIM no define la nomenclatura de las vistas en este estado. La definición y nomenclatura de estas vistas corresponderá al protocolo

de modelado BIM propio de cada empresa.

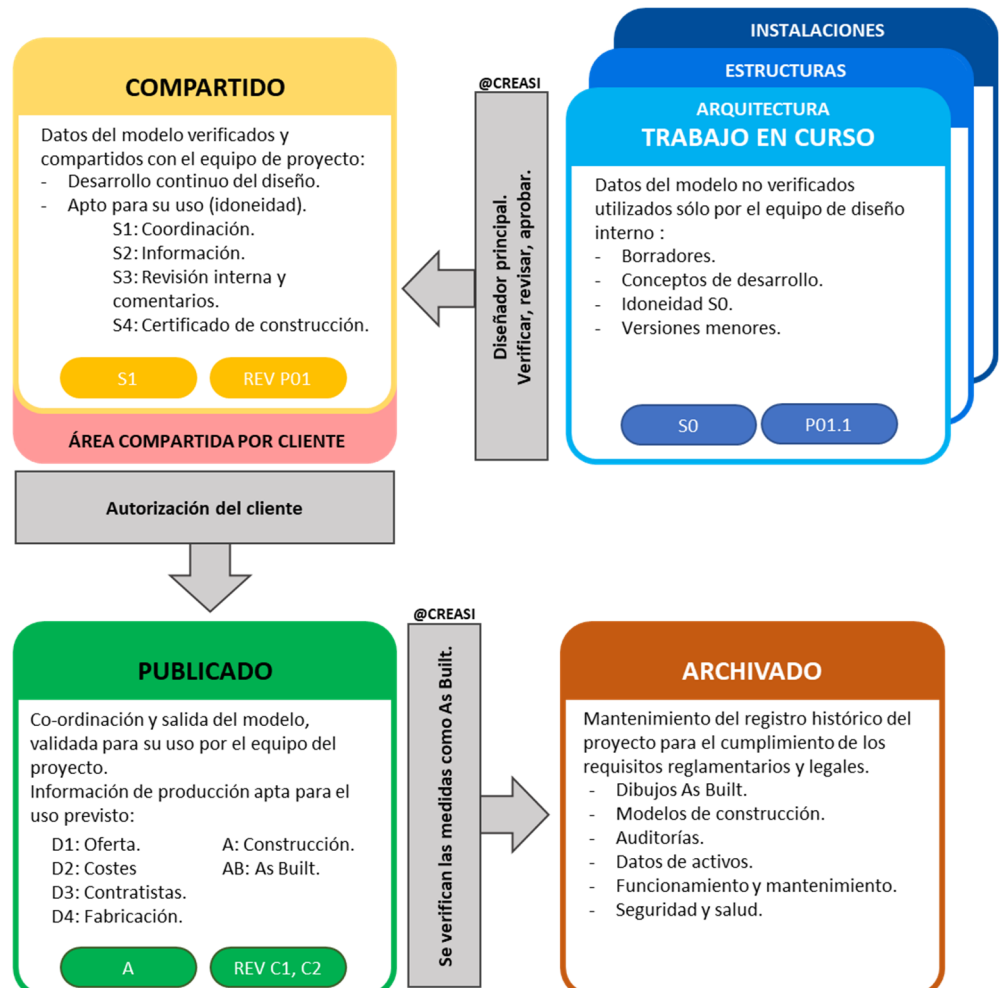
Es importante remarcar que en los modelos as-built presentados al finalizar la obra la carpeta de "trabajo en curso" del navegador de vistas debe estar vacía.

- **Compartido:** Para facilitar el trabajo colaborativo, cada equipo asociado a una disciplina debe controlar, según se defina en el Plan de proyecto de Ejecución BIM (PEB), la distribución de la información disponible para que sea utilizada por el resto de los equipos.

El modelo compartido deberá identificar el estado del modelo BIM según la codificación:

- "E1": Apto para coordinación.

Figura 54. Procedimiento del intercambio de información en proyectos BIM de las PAS 1192. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



- “E2”: Apto para solicitar información a terceros.
- “E3”: Apto para revisión conjunta y/o con cliente.
- “E4”: Apto para que pueda ser usado para estimaciones económicas o planificaciones de obra.
- “E5”: Apto para ser empleado por la constructora o por el suministrador de productos.
- “E6”: Apto para ser entregado a cliente conteniendo todos los requerimientos definidos a nivel de modelos de información del proyecto.
- “E7”: Apto para ser entregado a cliente conteniendo todos los requerimientos definidos a nivel de modelos de información del proyecto.

Además del estado deberá definirse la versión de este (V01.1, V01.2...). Los primeros dos dígitos para cambios importantes (V01, V02...) y el último dígito para cambios menores (V01.1, V01.2...).

La forma en la que se compartirán estos modelos BIM también está definida en el PEB.

Es importante indicar que antes de subir a compartido cada equipo deberá asegurarse que cumple con los requerimientos definidos en el documento de requerimientos del cliente, el propio PEB y el manual de protocolo BIM.

- **Publicado:** Los modelos BIM, datos exportados, planos... se almacenarán en el área publicada del proyecto, una vez que hayan sido formalmente verificados, aprobados y autorizados. Toda esta información es la que se considera necesaria para su ejecución en obra.

El modelo compartido deberá identificar el

estado del modelo BIM según la siguiente codificación:

- B1, B2, B3...: Son documentos ya aprobados a nivel general pero que tienen algún comentario o incidencia comunicada por el cliente o por alguno de los participantes en el proyecto.
- A1, A2, A3...: Son documentos ya aprobados y aceptados por todos los participantes.

Además del estado deberá definirse la versión de este (V01.1, V01.2...). Los primeros dos dígitos para cambios importantes (V01, V02...) y el último dígito para cambios menores (V01.1, V01.2...).

La revisión y control de emisión de documentación deberá seguir los sistemas de control de documentos establecidos en el PEB.

Se deberá llevar un registro de todos los entregables emitidos.

El estado publicado se reserva para el momento en el que del modelo BIM se generan planos o se extrae información de cualquier tipo que figure en los entregables definidos en el PEB como fin de fase o de hito de entrega. Hasta ese momento, el estado será o trabajo en curso o compartido.

Sólo se debe volver a publicar documentación cuando exista una modificación del proyecto.

Es importante que los modelos BIM se actualicen durante la fase de construcción de manera periódica recogiendo todos los cambios realizados en la obra en ese periodo. Las actas de seguimiento de obra deben de recoger si esos cambios se han actualizado en los modelos BIM. Los pagos de certificaciones mensuales podrán retenerse hasta el cumplimiento de esta información.

- **Archivado:** Toda la información aprobada (modelos BIM comerciales, IFCs, PDFs,

DWGs, archivo COBie...) al final del proyecto se almacenará en la sección apropiada de las carpetas del proyecto, incluyendo la información compartida, publicada y "As Built" (es decir, tal y como se ha construido).

Toda la documentación en estado archivado debe de estar marcada con el estado "F".

Además del estado deberá definirse la versión de este (V01, V01.2...). Los primeros dos dígitos para cambios importantes (V01, V02...) y el último dígito para cambios menores (V01.01, V01.02...).

El archivado debe de coincidir con el fin de obra. Generar el "as built" debe considerarse

como la actualización de los cambios realizados en el último periodo. Los restos de cambios ya se han debido ir realizando de manera periódicamente según lo defina el Plan de proyecto de ejecución BIM.

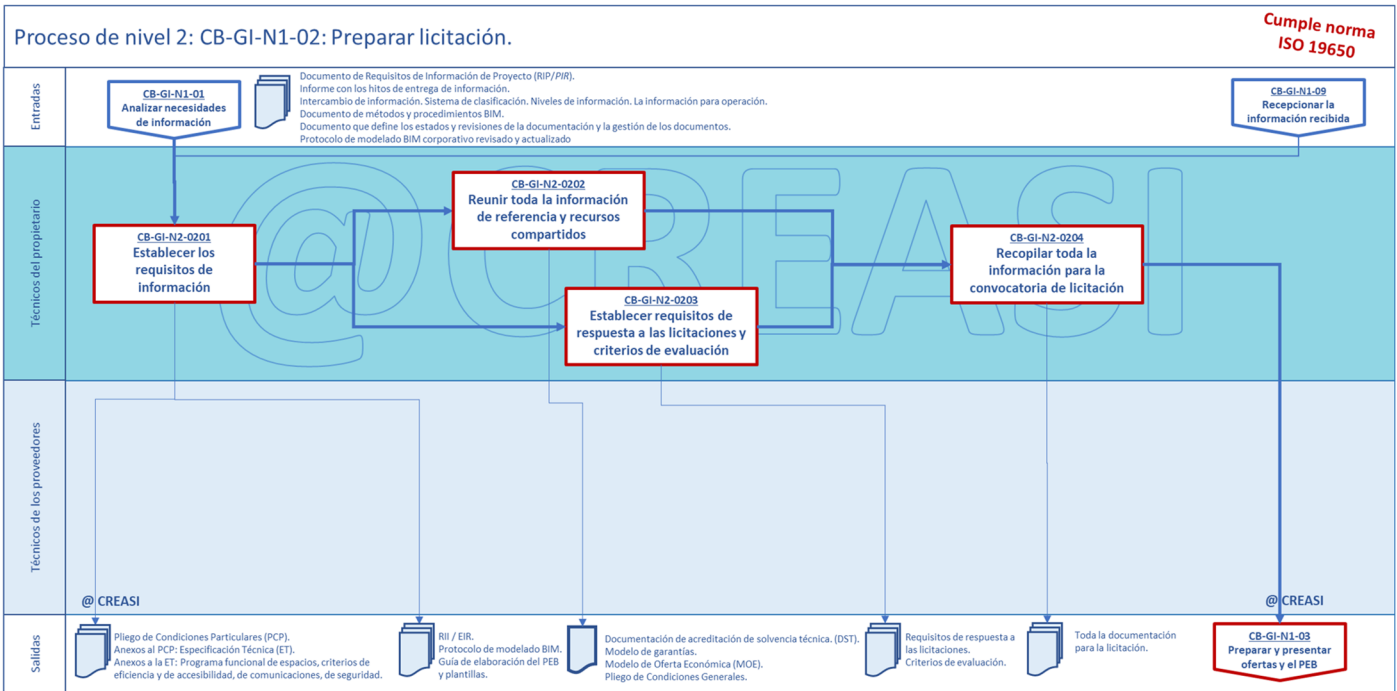
Presentamos como resumen del procedimiento de intercambio de información una tabla resumen que recoge toda la codificación que deben llevar los documentos para identificar en que estado está.

Es muy importante que los propietarios dediquen recursos para que puedan realizar las revisiones que figuran en el procedimiento que finalmente ellos propongan en el documento RII (EIR).

Figura 55. Resumen de la codificación a seguir en el intercambio de información entre los agentes del proyecto. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

Códigos normalizados de estados para los modelos y documentos					
Estado	Descripción	Revisión	Datos Gráficos	Datos No Gráficos	Documentos
Trabajo en Curso (WIP)					
SO	Trabajo en curso o WIP. Índice de documentos maestros de identificadores de archivos cargados en la intranet/extranet.	P01.01 to P0n.0n	✓	✓	✓
Compartido (no contractual)					
S1	Apto para coordinación. El archivo está disponible para ser "compartido" y utilizado por otras disciplinas como base para su información.	P01 to P0n	✓	✗	✗
S2	Apto para información.	P01 to P0n	✗	✓	✓
S3	Apto para revisión interna y comentarios	P01 to P0n	<i>Sies requerido</i>	✓	✓
S4	Apto para la aprobación de la construcción	P01 to P0n	✗	✗	✓
S5	Apto para su construcción ó fabricación	P01 to P0n	✗	✗	✓
S6	Apto para autorización del Modelo de Información del Proyecto (MIP) (Intercambios de Información 1-3)	P01 to Pnn	✗	✗	✓
S7	Apto para la autorización del Modelo de Información del Activo (MIA) (Intercambio de Información 6)	P01 to Pnn	✗	✗	✓
De trabajo en curso a Publicado no autorizado (no contractual)					
D1	Apto para el cálculo de coste.	P01.01 to P0n.0n	✓	✓	✓
D2	Apto para licitaciones.	P01.01 to P0n.0n	✗	✓	✓
D3	Apto para contratistas.	P01.01 to P0n.0n	✓	✓	✓
D4	Apto para fabricación/aprovisionamiento.	P01.01 to P0n.0n	✗	✓	✓
Documentación publicada (contractual)					
A1, A2, A3, An	Aprobada y aceptada como fase completa.	C01 to C0n	✓	✓	✓
B1, B2, B3, Bn	Parcialmente aprobado: Para construcción con comentarios secundarios del cliente. Todos los comentarios secundarios deben indicarse mediante la inserción de una nube y una declaración de "en suspenso" hasta que se resuelva el comentario y, a continuación, volver a enviarse para su plena autorización.	P01.01 to P0n.0n	✓	✓	✓
Publicado para la aceptación del Modelo de Información del Activo (MIA)					
CR	Documentación de entrega as-built, PDF, modelos nativos, COBie, etc.	C01 to C0n	✓	✓	✓

Figura 56. Proceso referido a preparar la licitación desde la visión de gestión de la información BIM. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



8.2.3 Proceso N2: Preparar la licitación

Este sub-proceso tiene como entrada el de analizar las necesidades de información y, por tanto, ya disponemos de cierta información recopilada como son el documento de Requerimientos de Información del Proyecto (RIP; PIR), el informe con los hitos estimados del proyecto, el procedimiento de intercambio de información a seguir, el sistema de clasificación a emplear para el proyecto, hemos definido los distintos niveles de información gráfica y de datos que deben existir para este proyecto y hemos revisado, y actualizado si procede, el Protocolo de Modelado BIM.

Ahora el equipo técnico del propietario (el departamento de gestión de proyectos del área de FM de la Organización) deberá preparar la propia documentación propia de un concurso de licitación de obras, especialmente el Pliego de Condiciones Particulares (PCP) y todos sus anexos.

En la figura 56 hemos puesto un posible esquema de este documento.

Desde esta guía proponemos que los cambios a realizar por solicitar metodología y tecnología BIM se realicen sobre los anexos al PCP, especialmente, en el documento de Especificación Técnica (ET) y sus propios anexos.

En el documento de Especificación Técnica (ET) proponemos que se indique el compromiso que se tiene de realizar el proyecto bajo metodología BIM y que el proyecto no se trata únicamente de entregar modelos 3D, sino de aprovechar esta nueva metodología y las nuevas tecnologías existentes para garantizar el cumplimiento de los objetivos marcados, especialmente, a nivel de requerimientos funcionales, de aseguramiento de cumplimiento de normativas, de asegurar la calidad, de ajustarse al presupuesto definido y respetar los hitos establecidos.

El segundo punto que proponemos es indicar las obligaciones que los adjudicatarios adquieren respecto al cumplimiento de los usos de los modelos BIM definidos en la licitación.

Figura 57A. Esquema de un posible planteamiento de documentos de licitación y su contenido. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

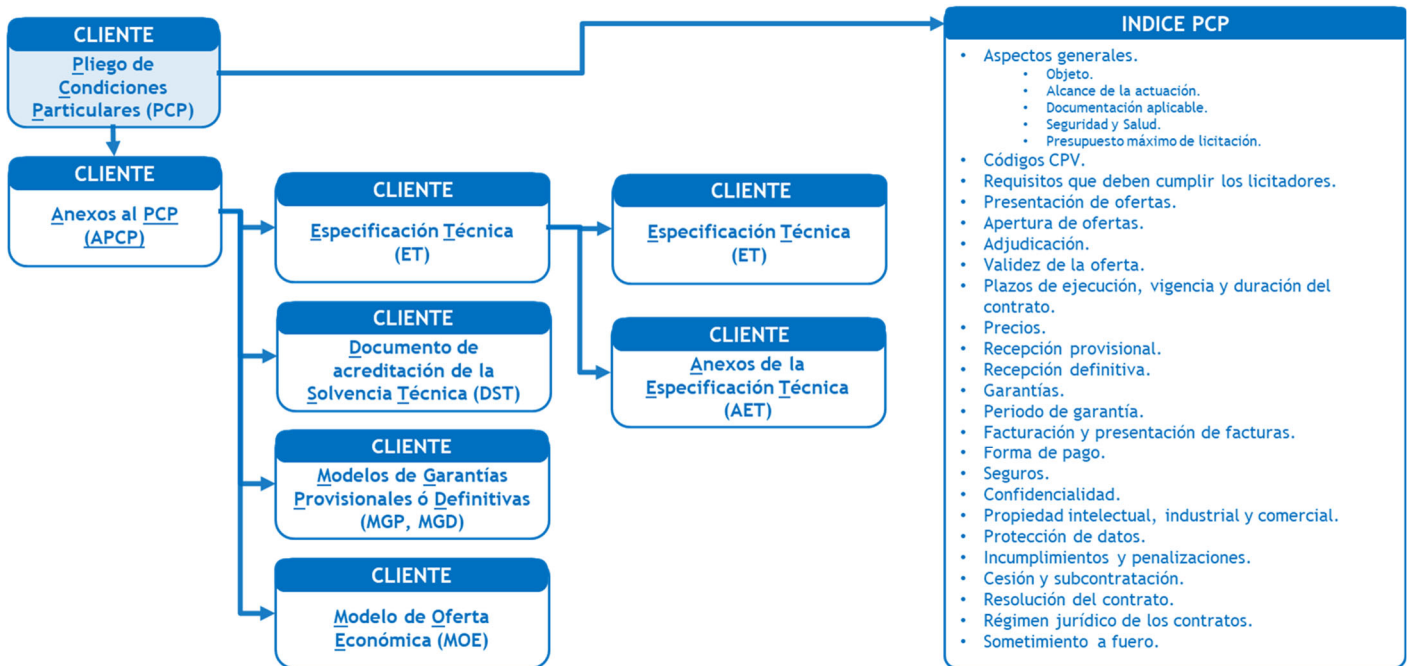
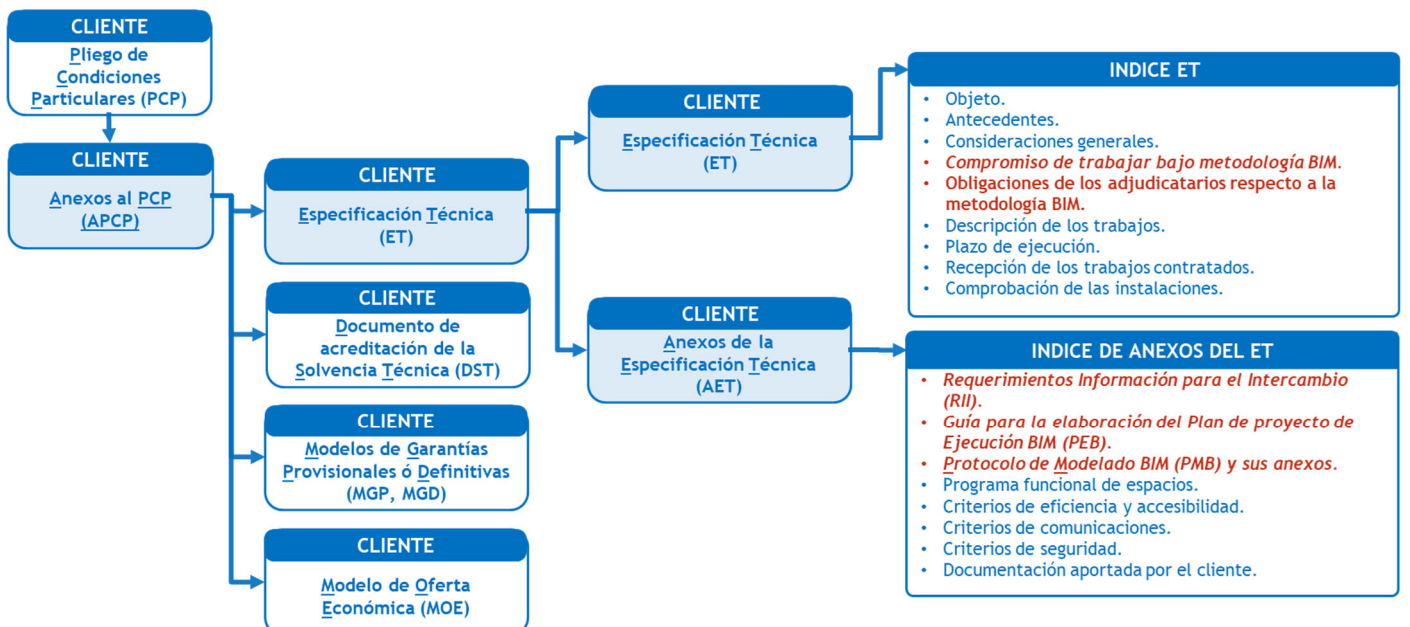


Figura 57B. Esquema de una posible propuesta de cambios a realizar en un proyecto BIM. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



Como anexos BIM a la Especificación Técnica (ET) proponemos incorporar los siguientes documentos:

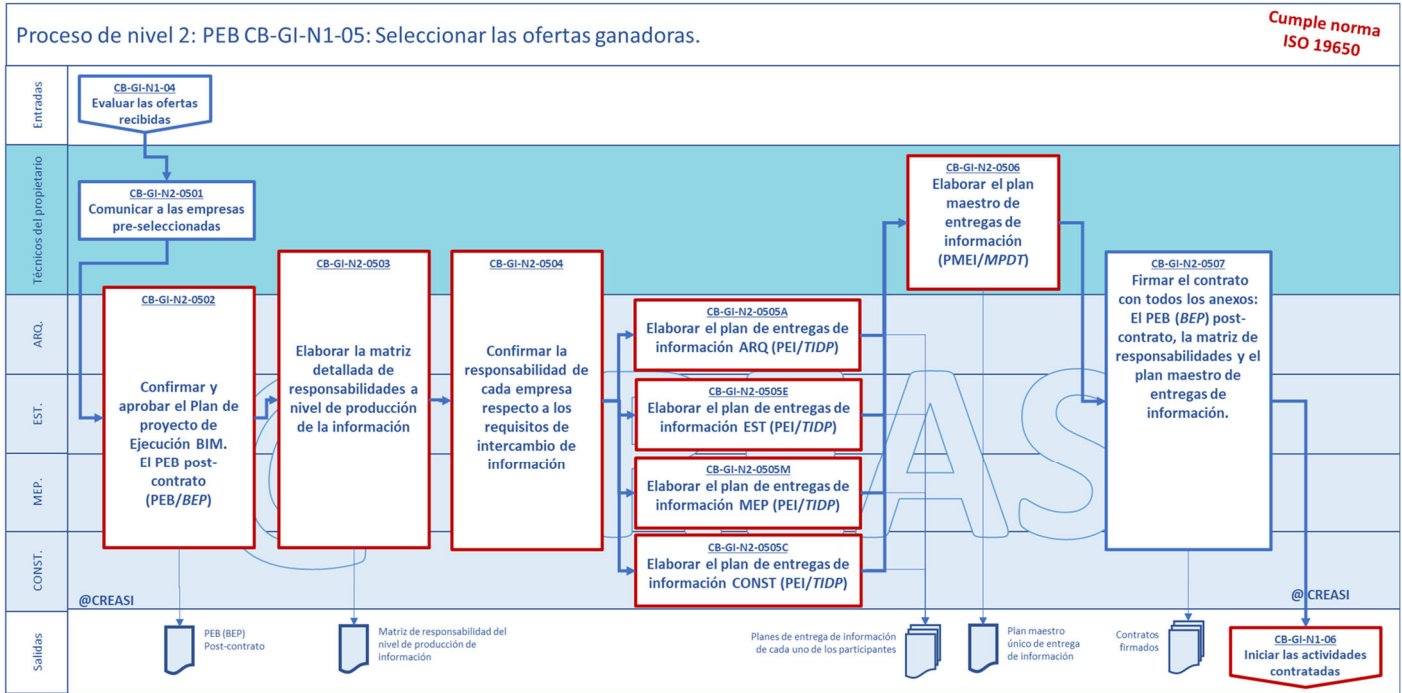
- El de Requerimientos de Información para el Intercambio (RII; EIR).
- La guía para la elaboración del Plan de Proyec-

to de Ejecución BIM por parte de los licitadores.

- El Protocolo de Modelado BIM.

Además, el equipo técnico deberá elaborar o recopilar el resto de documentos técnicos que consideren necesario comunicar a los licitadores.

Figura 58. Proceso de nivel 1 relativo a las actividades relacionadas con la selección de ofertas y su relación con la gestión de la información BIM. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



8.2.4 Proceso N2: Seleccionar ofertas ganadoras

En este subproceso se realizan actividades de gran importancia para el éxito del proyecto. Si el cliente a pre-seleccionado a varios agentes para el desarrollo del proyecto (p.e. un estudio de arquitectura, una ingeniería para instalaciones y otra para estructuras), es ahora cuando los planes de proyecto de ejecución BIM se deben re-fundir en un único documento y revisar que todos los planes de entrega de cada una de estas empresas están alineados adecuadamente.

El objetivo de este sub-proceso es la elaboración de un único Plan de Proyecto de Ejecución BIM, la elaboración final del Plan Maestro de entregas de información y la firma de los contratos correspondientes.

8.2.5 3 Proceso N2: Iniciar las actividades contratadas

En este subproceso se describen las actividades

que cada uno de los adjudicatarios tienen que realizar de cara a estar preparados para el inicio de los trabajos.

Es muy importante que todos los integrantes del equipo de cada una de las empresas que participarán en el proyecto conozcan el contenido de todos los documentos que se han ido mencionando.

Uno de los riesgos de no éxito de un proyecto BIM es que toda esta información sea sólo conocida por los que han participado en el proceso de licitación y no por los técnicos que luego lo ejecutarán.

Recomendamos que cada empresa prepare un pequeño documento donde todos sus participantes reconocen conocer el contenido de estos documentos, especialmente el RII (EIR), el PEB (BEP) y el Protocolo de Modelado BIM (PMB).

El subproceso termina justo con la reunión de inicio del proyecto.

8.2.6 3 Proceso N2: Producir colaborativamente la información solicitada.

Figura 59. Proceso de nivel 1 relativo a la preparación interna de los adjudicatarios y su relación con la gestión de la información BIM. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

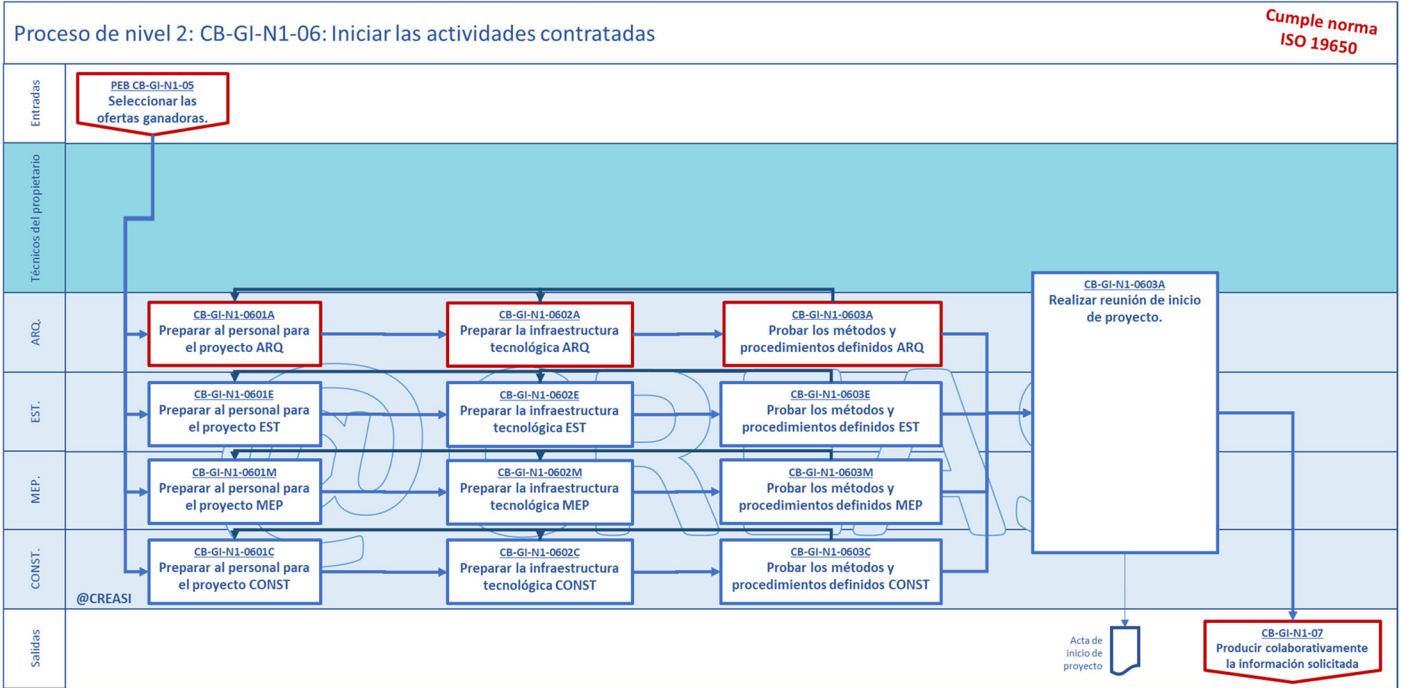
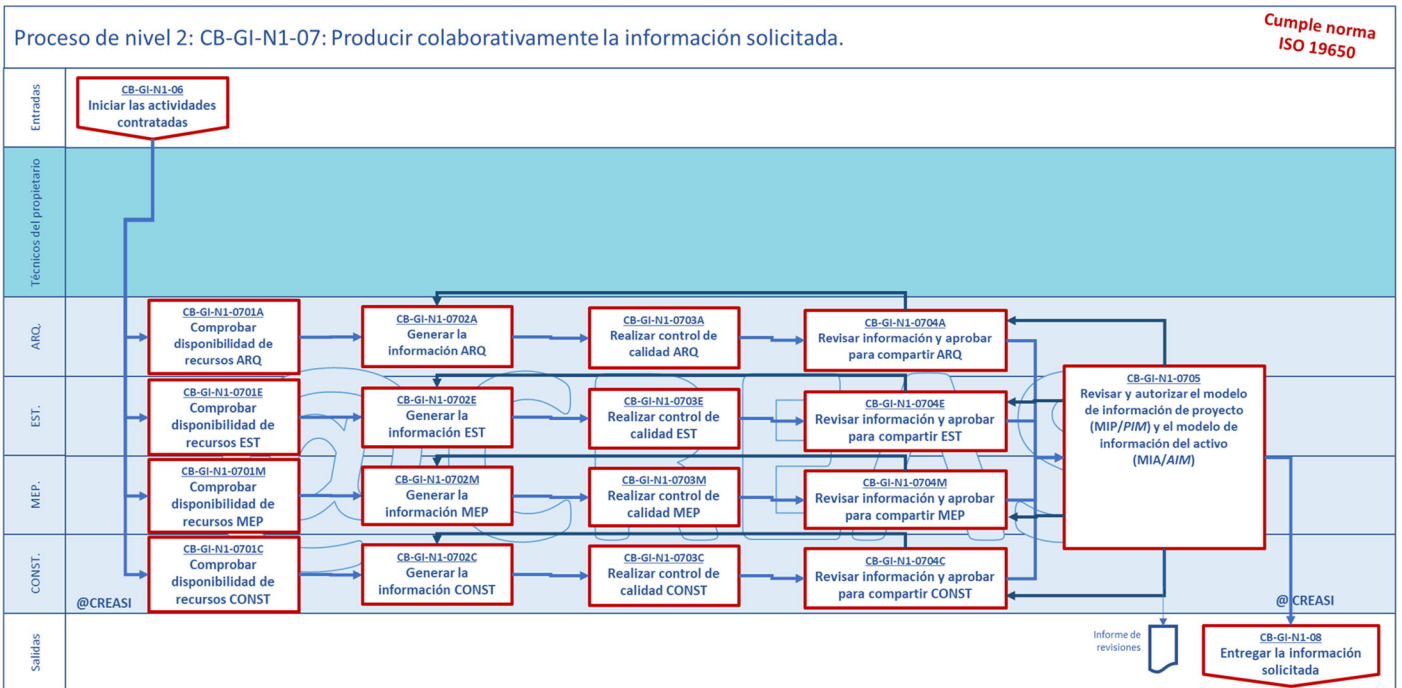
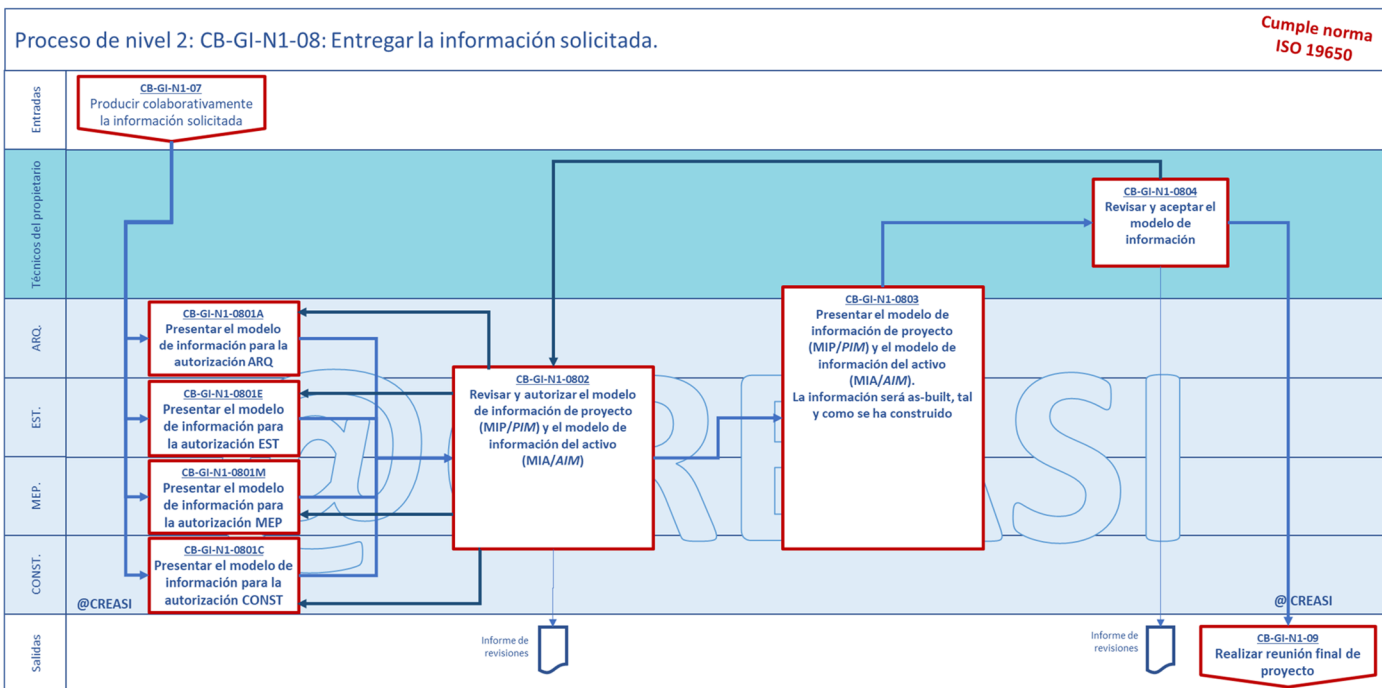


Figura 60. Proceso de nivel 1 relativo a las actividades relacionadas con la producción de los trabajos contratados y su relación con la gestión de la información BIM. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



proceso deberá cumplir con el procedimiento de intercambio de información definido en el RII (EIR). El alcance real de este subproceso dependerá de la fase del proyecto, de los usos de los modelos BIM definidos por el cliente y de quién sea el responsable de su realización.

Figura 61. Proceso de nivel 1 relativo a las actividades relacionadas con la entrega de información y su relación con la gestión de la información BIM. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



8.2.7 Proceso N2: Entregar la información solicitada

Los entregables de este subproceso dependerá de la fase o fases contratadas y de los usos de los modelos BIM solicitados.

Lo más importante de este subproceso es que el propietario dedique los recursos necesarios para revisar y comprobar que se han cumplido todos los requerimientos solicitados.

Esta labor no es trivial y requiere de personal cualificado y formado en el uso de software BIM y en el conocimiento de todos los datos solicitados.

El propietario debería poder revisar tanto los modelos BIM en el formato de software comercial como en los formatos de intercambio definidos (IFC).

Puede consultar el siguiente capítulo para conocer más sobre el formato abierto IFC.

También debemos de revisar el resto de los entregables: planos (en PDF), Libro del Edificio, Manua-

les de los equipos, la documentación aportada por los Organismos de Control Autorizado (OCA) de Calidad en la edificación, el archivo COBie, licencias... en definitiva toda la información que se haya solicitado en el contrato y en EIR.

Es importante destacar que desde su validación por el propietario, la actualización de los modelos BIM y de todos sus datos, pasa a ser del propietario quién debería disponer de los recursos internos o externos para acometer esta actividad y no perder el precioso tesoro de información que ha recibido al finalizar la construcción del activo.

Esta información será de gran utilidad para los responsables de su operación y mantenimiento siempre que contenga información veraz y actualizada.



09

INTEROPERABILIDAD. IFC PARA PROPIETARIOS Y GESTORES.

Por Javier García Montesinos. AMP Estratégico.

Vicepresidente de la Comisión de Propietarios y Gestores de activos
de la Asociación BuildingSMART Spain.

Director de CREA Soluciones Inteligentes.

Con la colaboración especial de:

María Pilar Jimenez Abós.

BIM Manager en INECO y miembro del Comité de Expertos de Comisión BIM España.

Sergio Fernández.

Director del Área Tecnológica de RETAILGAS.

Este capítulo cuenta con el apoyo de la COMISIÓN BIM ESPAÑA:



INTEROPERABILIDAD. IFC PARA PROPIETARIOS Y GESTORES

Los propietarios y gestores tienen, con razón, una gran duda: ¿En qué formatos se deben recibir los modelos BIM? ¿Qué otros formatos de información se deben de recibir?

Los estándares abiertos son una necesidad para el mercado en los proyectos BIM. Aunque muchos no lo comprendan, y es muy razonable, no debemos limitar los beneficios del BIM por el uso de un software comercial u otro. Los propietarios y gestores deben definir los usos de los modelos BIM en base a sus necesidades para cumplir con los objetivos y no en base a funcionalidades de los software comerciales que dispongan.

Sabemos que todavía existe un camino por recorrer en el campo de la interoperabilidad. El avance será mayor si los propietarios (especialmente los organismos públicos) y gestores de activos "exigen" mejores interoperabilidades a los fabricantes de software.

El contenido de este capítulo es:

- * El concepto de estándares abiertos.
- * BIM e IFC. Preguntas más comunes sobre el IFC.
- * Tipos de IFC: IFC2x3, IFC4 RV, IFC4 DTV. ¿Cuáles solicitar?
- * Arquitectura del IFC. IFC y COBie.
- * Formato de colaboración BIM para coordinación (BCF).

9.1 El concepto de estándares abiertos

La asociación BuildingSMART defiende el uso de estándares abiertos que permitan una comunicación libre de la información estructurada a lo largo del ciclo de vida para mejorar la construcción y la operación y el mantenimiento de la cartera de activos.

La asociación está trabajando, a nivel internacional, en cinco estándares:

- **Manual de Entrega de Información (IDM en inglés).** Analiza los procesos individuales y los asigna para comprender qué debe fluir y cuándo.
- **El estándar de datos (IFC, Industry Foundation Classes).** En una analogía con un teléfono inteligente, el IFC equivale al "sistema operativo" básico que transporta la información.
- **Formato de colaboración BIM para la coordi-**

nación (BCF, BIM Collaboration Format; empleado para las colisiones o interferencias entre disciplinas). Proporciona la capacidad de la gestión de los cambios a realizar y facilita la trazabilidad de los problemas.

- **El diccionario de datos (IFD, International Framework for Dictionaries).** Es un método flexible y robusto para vincular bases de datos existentes con información del sector de la construcción e integrarla en los modelos BIM. Recoge los términos, el vocabulario y los atributos de las cosas.
- **La traducción de los procesos (MVD, Model View Definition (MVD)).** En la analogía con el teléfono inteligente, equivale a las "aplicaciones" que ejecutan IFC.

Las Definiciones de Vista del Modelo (MVDs) definen el subconjunto del modelo de datos IFC que son necesarios para apoyar los requisitos específi-

¿QUÉ ES EL IFC?

IFC (Industry Foundation Classes) es un estándar abierto para representar toda esa información en un modelo de información del activo que se puede usar para intercambiar y compartir abiertamente esta información entre muchas soluciones de software diferentes.

cos de intercambio de datos de la industria de AEC durante el ciclo de vida de un proyecto de construcción.

Una Definición de la Vista Modelo proporciona una guía de implementación (o acuerdos de implementación) para todos los conceptos de IFC (clases, atributos, relaciones, conjuntos de propiedades, definiciones de cantidades, etc.) utilizados dentro de un subconjunto en particular. Por lo tanto, representa la especificación de los requisitos de software para la implementación de una interfaz IFC que satisfaga los requisitos de intercambio.

9.2 BIM e IFC

“Building Information Modelling” es, como ya hemos visto, un proceso integrado de diseño, cons-

trucción y gestión de los activos basado en una representación digital que incluye información gráfica y no gráfica.

IFC (Industry Foundation Classes) es un estándar abierto internacional para representar toda esa información en un modelo de información del activo que se puede usar para intercambiar y compartir abiertamente esta información entre muchas soluciones de software diferentes.

Hemos dicho que IFC es un estándar para construir modelos de información, no dibujos.

El IFC permite intercambiar información sobre estructuras, elementos, espacios y otros objetos BIM.

El IFC es una especificación abierta, respaldada por una organización internacional sin ánimo de lucro como lo es la Building Smart Internacional. Además IFC está registrada como norma ISO 16739.

9.3 Preguntas sobre el formato IFC

Sería normal que Usted se plantee las siguientes preguntas sobre este tema:

¿Quién desarrolla IFC? ¿Cuál es el procedimiento para el desarrollo de IFC?

¿Quién decide sobre qué se convierte en parte del estándar de IFC?

¿Cuál es el sistema de garantía de calidad aplicado al desarrollo y mantenimiento de IFC?

Estas preguntas se responde en la propia página web de la asociación BuildingSMART (<http://www.buildingSMART-tech.org/implementation/faq/faq-general-questions#Q9>).

Reproducimos en este informe las respuestas indicadas:

La asociación ha implementado un grupo de personas expertas que forman parte del grupo permanente llamado MSG (Model Support Group).

MSG es responsable del desarrollo y mantenimiento de la especificación IFC y las especificaciones relacionadas.

El objetivo principal de MSG es desarrollar, mejorar y mantener continuamente la especificación IFC y respaldar su implementación en un software compatible con IFC.

Además, MSG es responsable de coordinar las Definiciones de Vista de Modelo - MVD, es decir, la definición de subconjuntos de IFC para admitir ciertos casos de uso de intercambio de información y uso compartido, o requisitos de intercambio.

La dirección básica de desarrollo de IFC es una decisión tomada por BuildingSMART International.

Se deben proponer nuevas incorporaciones generales a IFC, con un alcance general cada vez mayor.

El grupo de toma de decisiones técnicas se denomina ITM y vota sobre aceptar nuevos proyectos de extensión de IFC.

Las adiciones menores pueden ser manejadas por el proceso de mantenimiento general entre las versiones de la IFC y pueden llevar a una actualización menor intermedia, es decir, una corrección técnica.

Los problemas se resuelven mediante el grupo MSG en un proceso basado en consenso. La votación proporcionaría una decisión final.

Cualquier nueva publicación, menor o mayor, incluye un proceso de revisión abierto. Los prelanzamientos, los candidatos alfa, beta y de lanzamiento se publican en el sitio web y se realiza un anuncio para su revisión. La revisión interna es realizada por el MSG mismo. Cada parte de la especificación IFC (esquema de forma abreviada) tiene un "propietario" que es responsable de proponer y hacer los cambios y adiciones, y 1-2 revisores inter-

nos, que verifican los cambios y las adiciones.

La revisión externa está abierta para todos los interesados en seguir desarrollando y mejorando la calidad de IFC. Hay una invitación pública para la revisión de este sitio web y la base de datos en línea en <http://www.iai-tech.org/jira/browse/IFR>. Las compañías de software organizadas en el Grupo de Soporte de Implementación, ISG de BuildingSMART son particularmente alentadas a participar.

9.4 Tipos de IFC. ¿Cuáles solicitar?

El formato IFC es un formato en constante evolución. Los principales formatos que ahora se utilizan son los siguientes:

9.4.1 IFC2X3

La vista de coordinación ha sido la primera definición de vista desarrollada por BuildingSMART International y actualmente es la vista más implementada del esquema IFC. Se publicó en febrero del 2006.

La versión a fecha de publicación de la guía es IFC 2x3 TC1 (Technical Corrigendum)

El objetivo principal de la Vista de coordinación es permitir el intercambio de modelos de información de edificios entre las principales disciplinas de arquitectura, estructura e instalaciones. Contiene las definiciones de estructura espacial, construcción y elementos de instalaciones que se necesitan para coordinar la información de diseño entre estas disciplinas.

El modelo de información de construcción compartido se supone que puede ser reeditado por la aplicación receptora. Incluye la definición de estructura espacial, construcción e instalaciones con representaciones de formas, que incluyen tanto formas paramétricas para un rango limitado de elementos estándar, como la capacidad de incluir también formas no paramétricas para todos los demás ele-

mentos. Los conjuntos de propiedades, definiciones de materiales y otra información alfanumérica se pueden asignar a esos elementos.

El soporte de escenarios de ida y vuelta se excluye del soporte de la vista de coordinación.

9.4.2 IFC 4

Se lanzó en 2013 como la nueva plataforma IFC. Incorpora nuevas extensiones, mejoras en la geometría y numerosas mejoras.

Actualmente se emplea el IFC4 Add2 (ADDendum) que es de julio 2016.

9.4.2.1 IFC 4 RV (Vista de Referencia)

Es el IFC que sirve para visualizar el modelo BIM, realizar interferencias o visualizaciones, pero no es modificable (es sólo de lectura y para proteger el contenido).

9.4.2.2 IFC DTV (Vista de Referencia de Diseño)

Es el IFC que sirve para importar el contenido para su posterior modificación.

9.4.2.3 ¿Es el IFC DTV la solución ideal para propietario y gestores de activos?

El estándar IFC está muy bien para la revisión del proyecto y la detección de interferencias entre las diferentes disciplinas.

Y al final del proyecto ¿es el IFC DTV ideal para propietarios y gestores que quieren seguir manteniendo el modelo BIM a lo largo de todo su ciclo de vida?

El mercado del software BIM tiene una deficiencia, no disponemos de ningún software de modelado BIM que modifique directamente el archivo IFC. Por tanto tenemos que estar importando el IFC a un formato nativo de un determinado software.

9.4.2.4 ¿En qué formato debe solicitar el propietario o gestor de activos los modelos BIM?

Aunque este punto es complicado y de gran controversia, realizaremos unas recomendaciones a los propietarios y gestores de activos para que soliciten los siguientes tipos de formatos:

- El formato nativo, identificando el software y la versión con la que se han realizado los modelos.
- Los archivos IFC DTV de cada una de las disciplinas asegurándose que todos tienen un punto para su correcta visualización en conjunto.
- Los archivos IFC RV.
- Los “dwg” que se generen directamente desde los modelos BIM y siguiendo el “Manual de normalización CAD” que el cliente tenga.
- Los archivos PDF (3D y 2D).
- Los archivos COBie.

Con los archivos de los modelos BIM nativos nos aseguramos poder seguir manteniendo de manera correcta los modelos BIM aunque nos implique disponer de licencias o subcontratar el trabajo a quién tenga estas licencias.

Con los archivos IFC DTV nos aseguramos disponer de los IFC que nos permita compartirlos para los siguientes proyectos de reforma y actualización sin estar sujetos a los proveedores ni a ningún fabricante de software.

Con los archivos IFC RV aseguramos un formato no modificable que nos permite poder usarlo para fijar responsabilidades.

Los archivos “DWG” facilitan poder compartirlos con proveedores o instaladoras que todavía no trabajen en BIM. Pero no debemos de perder de vista que las actualizaciones de información no se deben de realizar sobre los “dwgs”, siempre se deben de actualizar los modelos BIM si queremos seguir tienen el modelo BIM sincronizado con la realidad y que sea nuestra fuente de información.

Los archivos PDFs nos permiten acceder de mane-

ra sencilla tanto a visualizaciones 3D del activo como el acceso a los planos 2D .

Los archivos COBie en formato de MS. EXCEL nos permiten disponer de un inventario completo del nuevo activo y de otra información complementa-

Figura 62. Propuesta de formatos a entregar al propietario o gestor del activo. Cortesía de CREASI.

FORMATOS A EXIGIR POR UN PROPIETARIO O GESTOR

- Todos los modelos BIM en su formato nativo.
- Los archivos IFC DTV.
- Los archivos IFC RV.
- Los planos “dwg” extraídos de los modelos BIM.
- Los archivos PDFs.
- Los archivos COBie.

ria muy relevante a nivel de todo el proyecto. COBie es un archivo de intercambio estándar entre el mundo de la construcción y el de operación y mantenimiento. Explicaremos esta estándar en un apartado posterior.

Cada cliente deberá definir los formatos que solicita a sus proveedores y debe de saber que detrás de estos archivos hay un trabajo que debe ser reconocido y recompensado. Los beneficios para propietarios y gestores serán inmediatos ya que de esos archivos podemos obtener el inventario que está bajo nuestra responsabilidad y las acciones que, a partir de ese momento, debemos realizar para su mantenimiento y operación.

Documentación de nivel avanzado

9.4 Arquitectura del IFC

9.4.1 Introducción

IFC define un modelo de relación de entidad basado en el lenguaje estándar EXPRESS de modelos de datos para los productos. EXPRESS se formaliza en la norma ISO 10303 para el intercambio de modelos de productos STEP (Standard for the Exchange of Product model data).

IFC consta de cientos de entidades organizadas en una jerarquía de herencia basada en objetos. Los ejemplos de entidades incluyen elementos de construcción como “IfcWall”, de geometría como “IfcExtrudedAreaSolid” y construcciones básicas como “IfcCartesian-Point”.

En el nivel más abstracto, IFC divide todas las entidades a nivel jerárquico y no jerárquico.

Las entidades a nivel jerárquico derivan de IfcRoot y tienen un concepto de identidad (que tiene un GUID, un identificador único), junto con atributos para el nombre, la descripción y el control de revisión. Las entidades sin nivel jerárquico no tienen identidad y las instancias solo existen si se hace referencia desde una instancia con raíz directa o indirectamente.

IfcRoot se subdivide en tres conceptos abstractos: Definiciones de objetos, relaciones y conjuntos de propiedades:

- “IfcObjectDefinition” captura tipos y ocurrencias de objetos tangibles.
- “IfcRelationship” captura relaciones entre objetos.
- “IfcPropertyDefinition” captura propiedades extensibles dinámicamente sobre objetos.

9.4.2 “IfcObjectDefinition”

Se divide en clases de objetos y tipos de objetos.

“IfcObject” captura las clases de los objetos, como

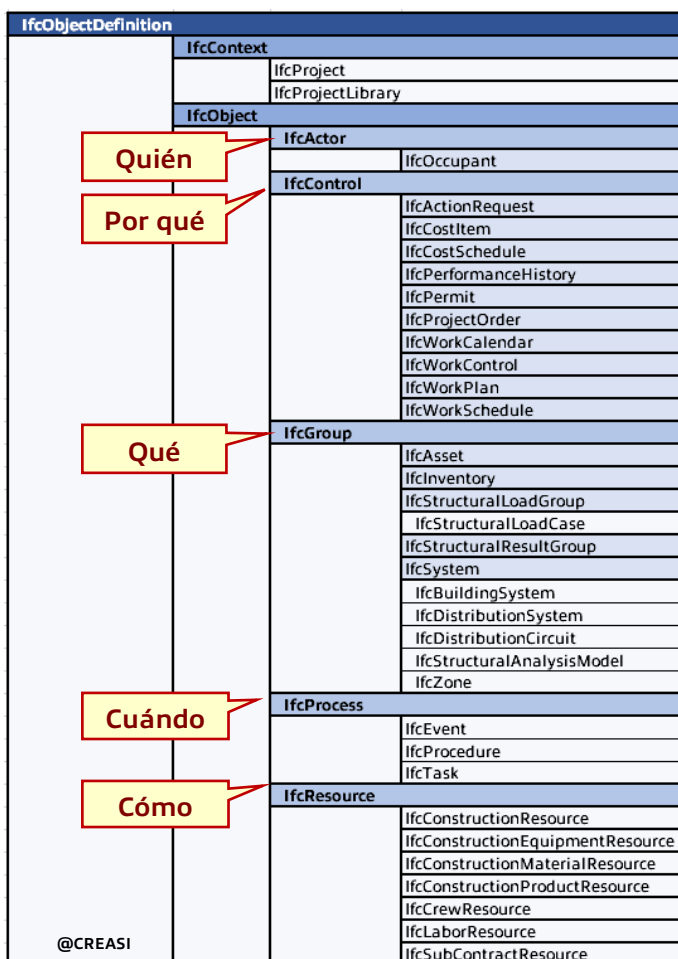
la instalación de un producto con número de serie y ubicación física.

“IfcTypeObject” captura definiciones de tipos (o plantillas) como un tipo de producto que tiene un número de modelo particular y una forma común.

Las clases y tipos se subdividen en seis conceptos fundamentales: actores ("quién"), controles ("por qué"), grupos ("qué"), productos ("dónde"), procesos ("cuándo") y recursos ("cómo"):

- “IfcActor” representa a personas u organizaciones.
- “IfcControl” representa reglas que controlan el tiempo, el coste o el alcance, como las órdenes de trabajo.
- “IfcGroup” representa colecciones de objetos

Figura 63. Jerarquía IFC: IfcObject. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



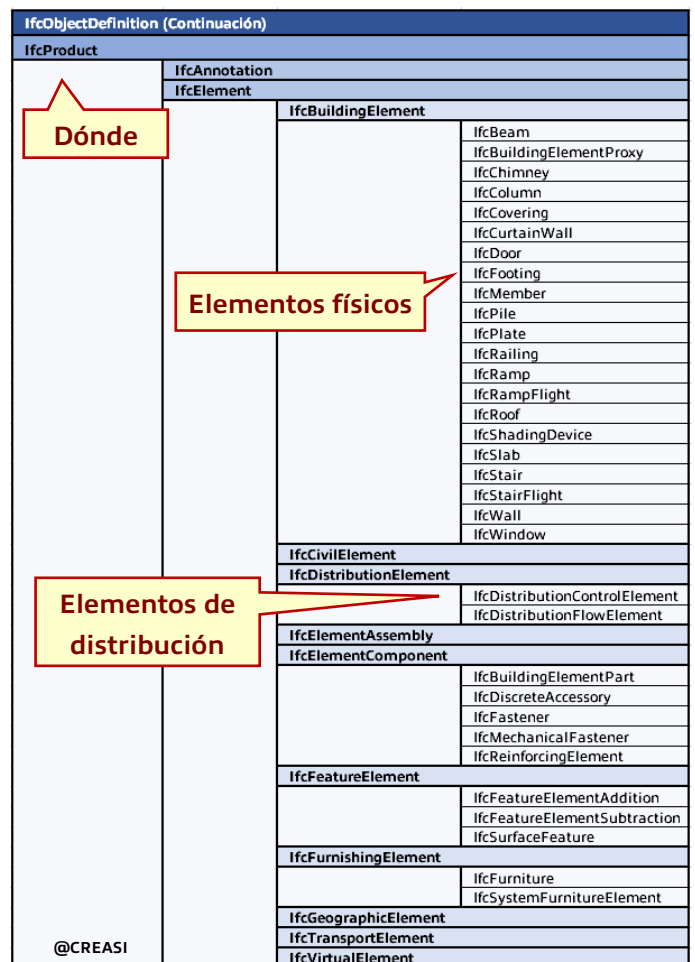
para fines particulares, como circuitos eléctricos.

- “IfcProcess” representa las ocurrencias en el tiempo, tales como tareas, eventos y procedimientos.
- “IfcResource” representa el uso de algo con disponibilidad limitada, como materiales, mano de obra y equipo.
- “IfcProduct” representa sucesos en el espacio, como elementos físicos de construcción y ubicaciones espaciales.

“IfcProduct” es la clase base para todos los objetos físicos y se subdivide en:

- elementos espaciales,

Figura 64. Jerarquía IFC: IfcObject (continuación). Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



Documentación de nivel avanzado

Figura 65. Jerarquía IFC: *IfcObject* (continuación). Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

IfcObjectDefinition (Continuación)	
IfcProduct	
	IfcGrid
	IfcPort
	IfcDistributionPort
	IfcProxy
	IfcSpatialElement
Elementos espaciales	IfcExternalSpatialStructureElement
	IfcExternalSpatialElement
	IfcSpatialStructureElement
	IfcBuilding
	IfcBuildingStorey
	IfcSite
	IfcSpace
	IfcSpatialZone
	IfcStructuralActivity
	IfcStructuralAction
	IfcStructuralCurveAction
	IfcStructuralPointAction
Elementos estructural-	IfcStructuralReaction
	IfcStructuralCurveReaction
	IfcStructuralPointReaction
	IfcStructuralSurfaceReaction
	IfcStructuralItem
	IfcStructuralConnection
	IfcStructuralMember

- elementos físicos,
- elementos de análisis estructural y
- otros conceptos.

Los productos pueden tener materiales asociados, representaciones de formas y colocación en el espacio.

Ésta es la clase más importante a conocer para propietarios y gestores pues nos permiten centrarnos en obtener el inventario que está bajo nuestra responsabilidad.

9.4.3 "IfcRelationship"

Establece las relaciones entre objetos. Existen seis tipos de relación fundamentales: composición, asignación, conectividad, asociación, definición y de declaración:

- **"IfcRelDecomposes"**: Establece una relación jerárquica entre elementos, como subdividir un edificio en pisos y habitaciones o una pared en montantes y revestimientos. Define el concepto general de elementos que se componen o descomponen. La relación de descomposición de-

nota una jerarquía de todo/parte con la capacidad de navegar desde el todo (la composición) hasta las partes y viceversa.

- **"IfcRelAssigns"**: Establece relaciones de asignación en las que un objeto consume los servicios de otro objeto, como un recurso de mano de obra asignado a una tarea o una tarea asignada a un elemento de construcción. Es una descripción general de las relaciones de "enlace" entre las instancias de *IfcObject* y sus

Figura 66. Jerarquía IFC: *IfcRelationship*. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

IfcRelationship	
Relaciones de enlace	IfcRelAssigns
	IfcRelAssignsToActor
	IfcRelAssignsToControl
	IfcRelAssignsToGroup
	IfcRelAssignsToGroupByFactor
	IfcRelAssignsToProcess
	IfcRelAssignsToProduct
	IfcRelAssignsToResource
	IfcRelAssociates
	IfcRelAssociatesApproval
	IfcRelAssociatesClassification
	IfcRelAssociatesConstraint
Referencias externas	IfcRelAssociatesDocument
	IfcRelAssociatesLibrary
	IfcRelAssociatesMaterial
	IfcRelConnects
	IfcRelConnectsElements
	IfcRelConnectsPathElements
	IfcRelConnectsWithRealizingElements
	IfcRelConnectsPorts
	IfcRelConnectsPortToElement
	IfcRelConnectsStructuralActivity
Conexiones entre objetos	IfcRelConnectsStructuralMember
	IfcRelConnectsWithEccentricity
	IfcRelContainedInSpatialStructure
	IfcRelCoversBldgElements
	IfcRelCoversSpaces
	IfcRelFillsElement
	IfcRelFlowControlElements
	IfcRelInterferesElements
	IfcRelReferencedInSpatialStructure
	IfcRelSequence
	IfcRelServicesBuildings
	IfcRelSpaceBoundary
	IfcRelSpaceBoundary1stLevel
	IfcRelSpaceBoundary2ndLevel
	IfcRelDeclares
IfcRelDecomposes	
Relaciones de jerarquía	IfcRelAggregates
	IfcRelNests
	IfcRelProjectsElement
	IfcRelVoidsElement
Relaciones genéricas	IfcRelDefines
	IfcRelDefinesByObject
	IfcRelDefinesByProperties
	IfcRelDefinesByTemplate
	IfcRelDefinesByType

Documentación de nivel avanzado

diversos subtipos de primer nivel. Un enlace denota la asociación específica a través de la cual un objeto (el cliente) aplica los servicios de otros objetos (los proveedores), o a través de la cual un objeto puede navegar a otros objetos.

- **“IfcRelConnects”**: Define la conectividad entre objetos como una losa de piso conectada a una viga o una tubería conectada a un fregadero.
- **“IfcRelAssociates”**: Indica referencias externas para un objeto, como por ejemplo un fichero externo de la biblioteca IFC donde se define un objeto. Se refiere a las fuentes de información (en particular, una clasificación, una biblioteca, un documento, una aprobación, una restricción o un material). La información asociada puede residir interna o externamente de los datos del proyecto. No hay dependencia implícita por parte de la asociación.
- **“IfcRelDefines”**: Indica un ejemplo de relación, como por ejemplo que un segmento de tubería es de un tipo particular. Define una relación genérica y abstracta a la que están acostumbrados los subtipos:
 - asignar un tipo de objeto a una incidencia de objeto;
 - asignar un conjunto de propiedades a una instancia de objeto;
 - asignar una plantilla de property set a un conjunto de propiedades.
- **“IfcRelDeclares”**: Nueva en IFC4. La relación objetiva IfcRelDeclares gestiona la declaración de objetos (subtipos de IfcObject) o propiedades (subtipos de IfcPropertyDefinition) a un proyecto o biblioteca de proyectos (representada por IfcProject, o IfcProjectLibrary).

La relación maneja la asignación de otros objetos, como IfcActor, o IfcTypeObject al proyecto, o biblioteca de proyectos. El atributo RelatedDefinitions proporciona las referencias a los obje-

tos de primer nivel, que son los elementos dentro del contexto. Todos los demás objetos que se refieren a los objetos del primer nivel también se definen en el contexto.

9.4.4 “IfcPropertyDefinition”

Captura conjuntos de propiedades dinámicamente extensibles. Un conjunto de propiedades contiene una o más propiedades que pueden ser:

- un único valor (por ejemplo, cadena, número, unidad de medida),
- un valor limitado (con mínimo y máximo),
- una enumeración,
- una lista de valores,
- una tabla de valores o
- una estructura de datos.

Mientras que IFC define varios cientos de conjuntos de propiedades para tipos específicos, los conjuntos de propiedades personalizados pueden ser definidos por proveedores de aplicaciones o usuarios finales:

- **“IfcPropertySet”** representa un conjunto de propiedades asociadas a un objeto o a un tipo de objeto.
- **“IfcPropertySetTemplate”** captura definiciones de propiedades y sus tipos de datos.

9.4.5 ¿Qué entidades IFC, qué conjunto de propiedades y propiedades debe conocer un propietario y gestor?

Los propietarios y gestores de activos, facility managers o responsables de mantenimiento deberán definir en el documento de Requisitos de Intercambio de Información (EIR) cómo deben de ser los IFC que van a recibir.

Esto implica definir que conjunto de propiedades (IfcPropertySet) requieren y que propiedades deben de estar dentro de cada conjunto.

Documentación de nivel avanzado

Estos conjuntos de propiedades se estructuran por los siguientes dominios:

9.4.5.1. Dominios arquitectónico y estructural:

Dentro estos dos dominios debemos definir la información a recibir a nivel de vigas, chimeneas, pilares, revestimientos, puertas, cimentaciones, perfiles, pilotes, placas, barandillas, rampas, cubiertas, dispositivos de protección solar, forjados, escaleras, muros y ventanas.

Figura 67. Entidades IFC y conjunto de propiedades comunes de los elementos arquitectónicos.

Entidad IFC	Conjunto de propiedades propias a la entidad IFC (Property Sets)
IfcBeam	Pset_BeamCommon
IfcBuildingElementProxy	Pset_BuildingElementProxyCommon
IfcChimney	Pset_ChimneyCommon
IfcColumn	Pset_ColumnCommon
IfcCovering	Pset_CoveringCommon
IfcDoor	Pset_DoorCommon
IfcFooting	Pset_FootingCommon
IfcMember	Pset_Common
IfcPile	Pset_PileCommon
IfcPlate	Pset_PlateCommon
IfcRailing	Pset_Common
IfcRamp	Pset_Common
IfcRoof	Pset_Common
IfcshadingDevice	Pset_Common
IfcSlab	Pset_Common
IfcStair	Pset_Common
IfcWall	Pset_Common
IfcWindow	Pset_Common

IfcBuildingElementProxy se utiliza para el resto de elementos arquitectónicos que no son ninguno de los otros definidos. No debería usarse para equi-

pos.

En la siguiente tabla aparecen algunas de las propiedades técnicas que recomendamos se deben exigir en los IFC4 de entrega al cliente al final del proyecto en todos los elementos arquitectónicos y en su conjunto de propiedades Pset_XXXXCommon:

Figura 68. Algunas de las propiedades más representativas del conjunto de propiedades común.

Nombre de propiedad (PropertyName)	Descripción
Reference	Referencia
Status	Estado
Slope	Pendiente
IsExternal	¿Es un elemento exterior?
ThermalTransmittance	Transmitancia térmica
LoadBearing	¿Es portante?
FireRating	Resistencia al fuego
AcousticRating	Ratio acústico
FlammabilityRating	Inflamabilidad
Combustible	¿Material combustible?
SecurityRating	Ratio de seguridad
FlagilityRating	Clasificación de fragilidad
WindLoadResistance	Resistencia al viento.

Nota. No todas estas propiedades se aplican a todas las entidades IFC de elementos de arquitectónicos.

Revise las propiedades en <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>

9.4.5.2. Dominios de HVAC, de electricidad, fontanería y protección de incendios

Existe una entidad IFC para todos los elementos que representan los sistemas de distribución de una construcción: IfcDistributionElement. Ejemplos típicos de sistemas de distribución son:

Documentación de nivel avanzado

- Sistemas de refrigeración.
- Sistemas de calefacción.
- Sistemas de ventilación.
- Sistemas de tuberías de agua.
- Sistemas eléctricos.
- Sistemas de comunicaciones.

El dominio HVAC lo forman los primeros tres sistemas indicados (refrigeración, calefacción y ventilación). Estas entidades IFC son lo que para los responsables de activos, facility managers o de mantenimiento tiene gran relevancia dado su gran impacto en el centro de costes dedicados a los consumos energéticos. Las entidades IFC del dominio HVAC están dentro de la parte de energía: IfcEnergyConversionDevice y son las siguientes:

Figura 69. Entidades IFC para la distribución de la energía o la transferencia de calor.

Entidad IFC	Conjunto de propiedades propias a la entidad Ifc (Property Sets)
IfcAirToAirHeatRecovery (Recuperadores de calor)	Pset_AirToAirHeatRecoveryTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcBoiler (Calentadores de agua u otros fluidos)	Pset_BoilerTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcBurner (Quemadores)	Pset_BurnerTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcChiller (Enfriador)	Pset_ChillerTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcCoil (Bobinas)	Pset_CoilTypeCommon Pset_CoilTypeHydronic Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration

Figura 70. Entidades IFC para la distribución de la energía o la transferencia de calor (Continuación).

Entidad IFC	Conjunto de propiedades propias a la entidad Ifc
IfcCondenser (Condensadores)	Pset_CondenserTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcCooledBeam (Enfriadora)	Pset_CooledBeamTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcCoolingTower (Torre de enfriamiento)	Pset_CoolingTowerTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcElectricGenerator (Generador eléctrico)	Pset_ElectricGeneratorTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcElectricMotor (Motor eléctrico)	Pset_ElectricMotorTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcEngine (Motor de combustión)	Pset_EngineTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcEvaporativeCooler ()	Pset_EvaporativeCoolerTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcEvaporator (Enfriador evaporativo)	Pset_EvaporatorTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcHeatExchanger ()	Pset_HeatExchangerTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcHumidificador ()	Pset_HumidifierTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcMotorConnection ()	Pset_MotorConnectionTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration

Documentación de nivel avanzado

Figura 71. Entidades IFC para la distribución de la energía o la transferencia de calor (Continuación).

Entidad IFC	Conjunto de propiedades propias a la entidad Ifc (Property Sets)
IfcSolarDevice ()	Pset_SolarDeviceTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcTransformer ()	Pset_TransformerTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcTubeBundle ()	Pset_TubeBundleTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration
IfcUnitaryEquipment (Equipo unitario)	Pset_UnitaryEquipmentTypeCommon Pset_ElectricalDeviceCommon Pset_SoundGeneration

Nota. Revise las propiedades en <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>

Es muy habitual el uso de la última entidad (IfcUnitaryEquipment) dado que este equipo puede combinar, en único producto, una serie de los otros componentes indicados en la tabla anterior.

Para los gestores del mantenimiento de estas instalaciones es muy importante que la información del IFC se refiere a equipos y no a componentes de equipos. Por lo tanto el modelado debería realizarse a este nivel y no a los componentes. Gestionar las órdenes de trabajo a nivel de componentes debe ya realizarse desde los software de gestión de mantenimiento pero para ello no se requiere haberlos modelados. Es importante que estos equipos se identifiquen como IfcUnitaryEquipment y no como IfcBuildingElementProxy.

Además de las entidades IFC relacionadas con la energía, dentro de los IFC relacionados con los sistemas de distribución tenemos las siguientes agrupaciones:

- **IfcDistributionChamberElement:** Lo constituyen las cámaras para la inspección de instalaciones.
- **IfcFlowController:** Identifica a los elementos que se utilizan para regular el flujo: válvulas, interruptores, relés...
- **IfcFlowFitting:** Identifica las uniones o transiciones entre elementos.
- **IfcFlowMovingDevice:** Identifica a los aparatos que sirven para distribuir o circular el transporte de fluidos (bombas, compresores o ventiladores).
- **IfcFlowSegment:** Identifica los segmentos por los que circula el flujo (cables, conductos y tuberías)
- **IfcFlowStorageDevice:** Identifica a los elementos de almacenaje (tanques).
- **IfcFlowTerminal:** Identifica los terminales en los que finalizan los sistemas de distribución.
- **IfcFlowTreatmentDevice:** Identifica a los elementos que se utilizan para eliminar la materia no deseada de un fluido (silenciadores, filtros o interceptadores).

De todas estas entidades debemos disponer de las propiedades que estén definidas en los siguientes grupos de parámetros de cada entidad:

- Los Pset_XXTypeCommon (donde XX es el nombre de la entidad Ifc),
- El Pset_ElectricalDeviceCommon y
- El Pset_SoundGeneration.

9.4.5.3. Dominio de los sistemas de controles del edificio

Dentro de los elementos de sistemas de distribución, además de los que tienen que ver con el flujo tenemos los que tienen que ver con los sistemas de control de los mismos: actuadores, alarmas, controladores, sensores, instrumentos de control del flujo y elementos de control.

De todas estas entidades debemos disponer de las propiedades que estén definidas en los siguientes grupos de parámetros de cada entidad:

- Los Pset_XXTypeCommon (donde XX es el

Documentación de nivel avanzado

nombre de la entidad Ifc),

- El Pset_ElectricalDeviceCommon y
- El Pset_SoundGeneration.

9.4.5.4. Conjuntos de propiedades propios para la gestión de los activos

Además de los conjuntos de propiedades indicados para elementos arquitectónicos y para equipos y resto de elementos asociados a la distribución de la energía o materia, existen otros conjuntos de propiedades de vital importancia para los gestores de activos, facility managers y gestores de mantenimiento:

- **A nivel medioambiental:**
 - Pset_EnvironmentalImpactIndicators,
 - Pset_EnvironmentalImpactValues.

Figura 72. Propiedades de los conjuntos de propiedades asociados a temas medioambientales.

Conjunto de propiedades (Property Sets)	Propiedades en inglés (español)
Pset_EnvironmentalImpactIndicators	Reference
	FunctionalUnitReference
	Unit
	ExpectedServiceLife
	TotalPrimaryEnergyConsumptionPerUnit
	WaterConsumptionPerUnit
	HazardousWastePerUnit
	NonHazardousWastePerUnit
	ClimateChangePerUnit
	AtmosphericAcidificationPerUnit
	RenewableEnergyConsumptionPerUnit
	NonRenewableEnergyConsumptionPerUnit
	ResourceDepletionPerUnit
	InertWastePerUnit

Figura 73. Propiedades de los conjuntos de propiedades asociados a temas medioambientales. Continuación.

Conjunto de propiedades (Property Sets)	Propiedades en inglés (español)
Pset_EnvironmentalImpactIndicators (Continuación)	RadioactiveWastePerUnit
	StratosphericOzoneLayerDestructionPerUnit
	PhotochemicalOzoneFormationPerUnit
	EutrophicationPerUnit
	LifeCyclePhase
Pset_EnvironmentalImpactValues	TotalPrimaryEnergyConsumption
	WaterConsumption
	HazardousWaste
	NonHazardousWaste
	ClimateChange
	AtmosphericAcidification
	RenewableEnergyConsumption
	NonRenewableEnergyConsumption
	ResourceDepletion
	InertWaste
	RadioactiveWaste
	StratosphericOzoneLayerDestruction
	PhotochemicalOzoneFormation
	Eutrophication
	LeadInTime
Duration	
LeadOutTime	

Documentación de nivel avanzado

- **A nivel de condición del activo y vida útil:**
 - Pset_Condition.
 - Pset_ServiceLife.

Figura 74. Propiedades de los conjuntos de propiedades asociados a la condición del activo y la vida útil.

Conjunto de propiedades (Property Sets)	Propiedades en inglés (español)
Pset_Condition	AssessmentDate
	AssessmentCondition
	AssessmentDescription
Pset_ServiceLife	MeanTimeBetweenFailure
	ServiceLifeDuration

- **A nivel de producto y garantías:**
 - Pset_ManufacturerOccurrence.
 - Pset_ManufacturerTypeInfoInformation.
 - Pset_Warranty.

Figura 75. Propiedades de los conjuntos de propiedades asociados a temas de producto y garantía.

Conjunto de propiedades (Property Sets)	Propiedades en inglés (español)
Pset_ManufacturerOccurrence	AcquisitionDate
	BarCode
	SerialNumber
	BatchReference
	AssemblyPlace
Pset_ManufacturerTypeInfoInformation	GlobalTradeItemNumber
	ArticleNumber
	ModelReference
	ModelLabel
	Manufacturer
	ProductionYear
AssemblyPlace	

Conjunto de propiedades (Property Sets)	Propiedades en inglés (español)
Pset_Warranty	WarrantyIdentifier
	WarrantyStartDate
	WarrantyEndDate
	IsExtendedWarranty
	WarrantyPeriod
	WarrantyContent
	Exclusions

Es muy importante para propietarios y gestores disponer de toda esta información indicada en las tablas anteriores: datos medioambientales, de la condición del activo, la duración del activo, el tiempo medio entre fallos, los datos del producto con su código de barras y número de serie, el fabricante, el modelo, el año de producto, la fecha de instalación, la fecha de inicio de la garantía, la duración de la garantía, el contenido de la garantía...

En la realidad los clientes están gastando dinero de manera injustificada realizando acciones correctivas sobre equipos que están en garantías, sólo por que el propietario y su responsable carecen de información para impedir ese gasto.

Los propietarios y gestores de activos deberán definir cuál debe ser el origen de toda esta información, si deberá estar en los modelos BIM o en los sistemas de gestión de la organización.

9.4.5.4. Conjunto de propiedades para cuantificar los elementos

Los propietarios y gestores deben poder cuantificar los elementos que contienen los modelos BIM exportados en archivos IFC. Estos elementos constituyen el inventario de lo que está bajo la responsabilidad de los propietarios y gestores de activos.

La cuantificación no sólo interesada para obtener un presupuesto de un proyecto de nueva construcción o de reforma. Los propietarios deben poder confeccionar en cualquier momento un informe de valor actual de la construcción. Muy interesante en procesos de compra-venta de activos, de va-

loración de activos, due diligence...

El propietario y gestor de activos necesita cuantificar el número de cada uno de los tipos de equipos que tiene y dónde se localizan. Esta cuantificación se realizará en base al sistema de clasificación que haya elegido para todo el ciclo de vida del activo.

Además siempre necesita conocer sus geometrías básicas (ancho, largo y alto).

Todos las entidades IFC tienen un conjunto de propiedades relacionadas con la cuantificación (Quantity Sets).

9.4.5.5. Unidades de las propiedades

Otro punto importante que deben conocer propietarios y gestores es que los IFC deben de ir acorde con el sistema internacional de Unidades adoptado por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), vigente en la Unión Europea y en España (Real Decreto 2032/2009, de 30 de diciembre, por el que se establecen las unidades legales de medida).

Figura 76A. Unidades básicas del Sistema Internacional (Real Decreto 2032/2009).

Magnitud	Nombre de la unidad	Símbolo de la unidad
Longitud.	Metro.	m
Masa.	Kilogramo.	kg
Tiempo, duración.	Segundo.	s
Corriente eléctrica.	Amperio.	A
Temperatura termodinámica.	Kelvin.	K
Cantidad de sustancia.	Mol.	mol
Intensidad luminosa.	Candela.	cd

Figura 76B. Unidades del Sistema Internacional derivadas de las básicas (Real Decreto 2032/2009).

Magnitud. Nombre.	Unidad SI derivada coherente	
	Nombre	Símbolo
Área, superficie.	Metro cuadrado.	m ²
Volumen.	Metro cúbico.	m ³
Velocidad.	Metro por segundo.	m/s
Aceleración.	Metro por segundo cuadrado.	m/s ²
Número de ondas.	Metro a la potencia menos uno.	m ⁻¹
Densidad, masa en volumen.	Kilogramo por metro cúbico.	kg/m ³
Densidad superficial.	Kilogramo por metro cuadrado.	kg/m ²
Volumen específico.	Metro cúbico por kilogramo.	m ³ /kg
Densidad de corriente.	Amperio por metro cuadrado.	A/m ²
Campo magnético.	Amperio por metro.	A/m
Concentración de cantidad de sustancia	Mol por metro cúbico.	mol/m ³
Concentración másica.	Kilogramo por metro cúbico.	kg/m ³
Luminancia.	Candela por metro cuadrado.	cd/m ²
Índice de refracción ^(b) .	Uno.	1
Permeabilidad relativa ^(b) .	Uno.	1

9.5 IFC y COBie

Ambos, IFC y COBie, son estándares que permiten la comunicación entre agentes y entre agentes y cliente durante todo el ciclo de vida del proyecto: diseño, construcción y operación.

IFC contiene la geometría y los datos de los modelos de información incorporados a los elementos modelados. Su finalidad es la reproducir el modelo completo en otra solución de software BIM incorporando los datos.

COBie sólo contiene datos y no la geometría completa de todos los elementos, algunos de ellos tienen que ver con coordenadas espaciales. Con un archivo COBie nunca podremos reproducir un modelo en otros software. Su finalidad es la de complementar el modelo de información con datos sobre el activo que requiere el cliente para comprobación de cumplimiento de sus requerimientos ó para integrarlos con soluciones corporativas del propietario (ERP, IWMS, CAFM, GMAO...).

Algunos de los datos definidos en COBie están ya integrados en el estándar IFC tal y como se ha explicado en el capítulo 08 GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN BIM de esta guía.



9.6 Formato de colaboración BIM para coordinación (BCF)

9.6.1 Introducción e historia del formato BCF

Como dice D. Ignacio de la Cruz "Un archivo BCF es un archivo de comentarios sobre un proyecto que refleja el histórico de interacciones entre agentes y permite gestionar las idas y venidas de información, requerimientos, colisiones, etc." (Fuente: <https://www.buildingsmart.es/2018/05/07/bcf-mejorando-la-comunicaci%C3%B3n/>)

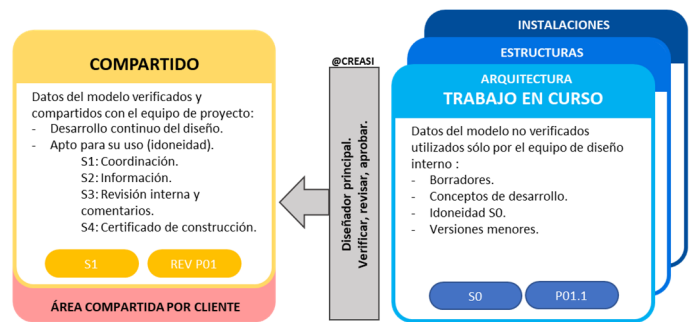
BuildingSMART ha adoptado el Open BIM Collaboration Format (BCF) como un estándar de BuildingSMART.

La página web de la BuildingSMART nos muestra la historia de este formato: "Antes de 2010, los usuarios finales, que querían intercambiar problemas, propuestas y solicitudes de cambio en los modelos de datos BIM, siempre tenían que intercambiar todo el modelo BIM completo. El receptor tenía que comparar diferentes versiones del modelo BIM para filtrar las solicitudes del remitente. Como una forma mucho más eficiente de apoyar este esfuerzo, se propuso la idea de desarrollar un estándar abierto para permitir la comunicación entre diferentes herramientas de software. En 2010, Tekla y Solibri crearon un esquema XML inicial, llamado "bcfXML v1", para codificar mensajes que contengan problemas, propuestas, solicitudes de cambio. El objetivo fue aumentar el grado de colaboración en los flujos de trabajo BIM mediante el intercambio y la colaboración. "bcfXML v1" se implementó con varios paquetes de software y se obtuvieron valiosas experiencias al usarlo en proyectos basados en BIM. En 2013, en base a estas experiencias, se estableció un grupo de trabajo, liderado por Solibri, en el ISG (Implementer Support Group) de BuildingSMART para mejorar "bcfXML v1". Finalmente y después de una revisión

pública intensa, "bcfXML v2" se lanzó y fue adoptada por BuildingSMART en octubre de 2014".

Éste estándar abierto permite a los propietarios y gestores estar informado de todos esos cambios que van proponiendo los distintos agentes del proyecto y, además y lo más importante, participar activamente en ellos revisando y validando desde las primeras fases de diseño si éste cumple con sus requisitos, estándares...

Figura 77. Procedimiento del intercambio de información en proyectos BIM de las PAS 1192. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.



Para los propietarios y gestores es muy importante disponer de la trazabilidad completa de todas esas propuestas de mejora y cambio.

9.6.2 ¿Por qué los propietarios y gestores necesitan utilizar este formato BCF?

Como ya hemos comentado, los propietarios y gestores de activos deben de participar desde las primeras fases de diseño en la revisión y validación de los modelos.

Como se ve en el esquema anterior, los arquitectos y los ingenieros van compartiendo IFC 2x3 del proyecto.

Para garantizar un trabajo continuo de colaboración y disponer de la trazabilidad de cada propuesta de cambio y de mejora, se requiere disponer de una plataforma web donde se integre toda esta información y se permita ir realizando un seguimiento de estos cambios fijando quién es el res-

ponsable de su modificación.

La asociación BuildingSMART defiende que esta información sobre cambios y mejoras no obligue a un formato o software propietario y que permita ser usado por cada uno de los agentes pudiendo usar sus software de modelado BIM y de otras apli-

caciones BIM. También defiende que para notificar estos cambios o mejoras no tenga que pasar todo un modelo BIM completo.

Por estos motivos se recomienda el uso de software BIM que cumplan con éste estándar de colaboración BCF en los proyectos.

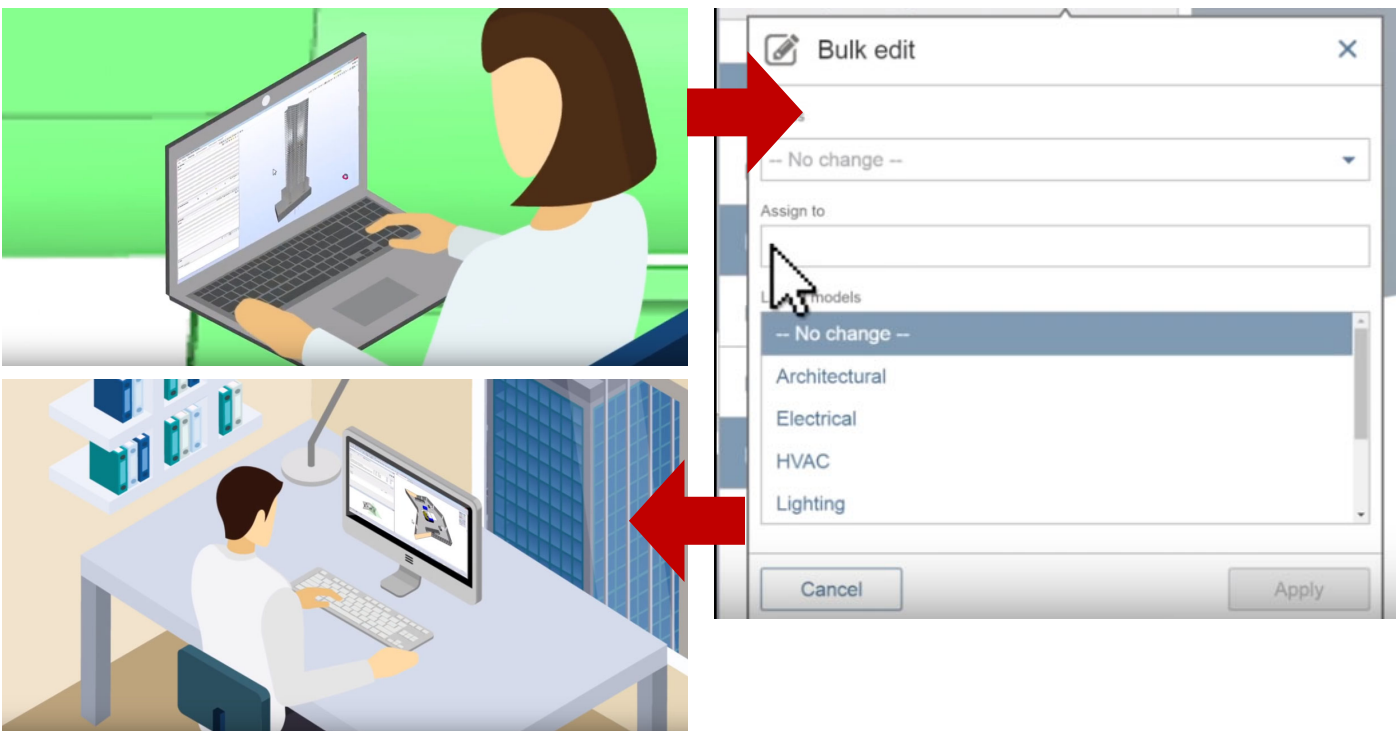
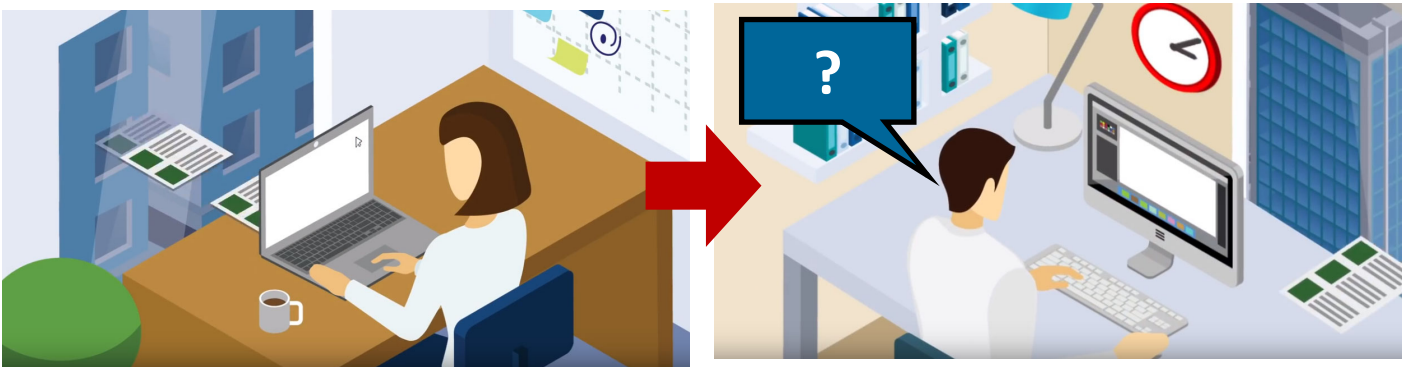


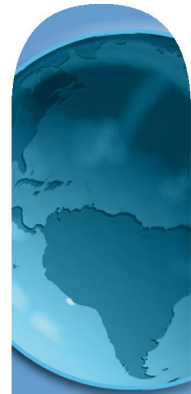
Figura 78. Ilustración formada por imágenes del video de la BuildingSMART donde se explica el formato BCF en un proyecto de colaboración BIM. Ver video en: <https://www.youtube.com/watch?v=yrm5SrEfSvE&feature=youtu.be>



100110
101110
101110

1

0



SOLUCIONES TECNOLÓGICAS APLICADAS AL CICLO DE VIDA DE LOS ACTIVOS.

Por Javier García Montesinos. AMP Estratégico.

Con la colaboración especial de:

David Barco Moreno.

Architect Technologist BIM Coach. Autor del Libro "Diario de un BIM Manager".

CTO. Director técnico de BERRILAN BIM. CTO. Responsable de la línea editorial Diario de un BIM MANAGER. Director del Postgrado "BIM MANAGER" de la Universidad Europea. Consejo educativo y responsable del programa mentor. BUTIC, The New School.

Iván Gómez Rodríguez.

Co-fundador de VT-LAB. Socio fundador de SabiMAD.

Profesor en Realidad Virtual y Aumentada en postgrado BIM de la Universidad Europea y en el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

NOTA IMPORTANTE: La versión de la Guía Enero 2020 dispondrá de unas tablas con empresas y productos que los autores conocen. Por supuesto, esta lista no es restrictiva de las soluciones existentes. Rogamos que si su empresa dispone de una solución de BIM o IWMS, ruego contacte con la Asociación para poder incorporarla a la guía: info@buildingsmart.es.

SOLUCIONES TECNOLÓGICAS APLICADAS AL CICLO DE VIDA DE LOS ACTIVOS.

En el siglo XXI ya nadie debería pensar que en las fases de diseño, construcción y gestión de un activo no se empleen soluciones informáticas especializadas para cada fase del ciclo de vida de los activos.

El papel del propietario en este nivel es muy importante, tiene que definir o validar las aplicaciones o soluciones informáticas que deben emplearse durante las diferentes fases y debe decidir que soluciones informáticas debe emplear para su trabajo de validación de requisitos, sus responsabilidades sobre el control del proyecto, de la obra y del propio activo.

El contenido de este capítulo plantea los siguientes temas:

- * ¿Cómo ayuda el software BIM a los propietarios?
- * Conociendo la historia de la tecnología BIM.
- * Soluciones informáticas que se emplean en la fase de diseño y construcción de un nuevo activo.
- * Soluciones informáticas que se emplean en la fase de operación y mantenimiento.
- * Nuevas tecnologías aplicadas a la gestión de activos.

10.1 ¿Cómo ayuda el software BIM a los propietarios?

Aunque parece que todos acabamos de descubrir las soluciones de software BIM, la historia de la tecnología BIM comenzó hace unos treinta años de existencia.

El software BIM debe ser capaz de representar las propiedades físicas e intrínsecas de un activo como un modelo orientado a objetos y vinculado a una base de datos.

El usuario de un software BIM puede ver e interactuar con el modelo tanto en vistas tridimensionales como bidimensionales (vista en planta, vista techo, alzados, secciones).

Los softwares BIM tienen la característica de ser paramétricos, lo que permite al usuario del mismo crear restricciones a nivel de alturas de planta y hacer que elementos como los muros se ajusten a esta restricción de manera paramétrica.

La industria AEC busca con el software BIM aumentar su productividad, reduciendo las horas que

destina en la producción de planos y dedicando esas horas a mejorar su producto "activo".

El software BIM actual nos abre un mundo de nuevas oportunidades, de nuevos servicios, de dar mayor garantía a los propietarios y gestores de activos de cumplir con sus objetivos y con sus requisitos.

Por este motivo es tan importante que, de verdad, los propietarios y gestores de activos, establezcan una nueva fase dedicada a la pre-construcción virtual del activo, en donde se simule, se experimente el comportamiento del edificio antes de su construcción.

Estas simulaciones nos permitirán mejorar el producto "activo" antes de construirlo. Tomar decisiones sobre los modelos BIM de un activo es económico comparado con introducir cambios en la fase de obra o una vez concluido el edificio.

Muchas personas han entendido que el software BIM reduce los tiempos de redacción de proyectos.

Esto es cierto siempre y cuando el tiempo dedica-

do a la redacción de proyectos se estuviera haciendo con el nivel adecuado para asegurar un mínimo de cambios en obra y se aplicarán los criterios de coste de ciclo de vida en la toma de decisiones sobre el activo.

Analizando la situación del sector de la industria AEC en España podemos concluir, sin equivocarnos, que un porcentaje muy elevado de proyectos no se han realizado bajo estas dos premisas.

Desde esta guía queremos animar a los propietarios, promotores, inversores en activos a que identifiquen bien sus objetivos de su proyecto de inversión, que definan bien que producto quieren ofrecer al segmento de potenciales clientes que han identificado y que incluyan en las fases de su proyecto una, la pre-construcción virtual, que permita obtener todos los beneficios que la industria de las soluciones de software nos están ofreciendo.

Esta guía se ha centrado mucho en conceptos como metodología, procesos, buenas prácticas... y, hasta este último capítulo, no hemos querido hablar de software BIM. Ha sido completamente intencionado dado que la industria AEC domina la idea que BIM es únicamente un cambio de software CAD por BIM.

Hemos decidido escribir este último capítulo de la Guía BIM por la petición de los asistentes al "Workshop de la Guía BIM para propietarios y gestores de activos" realizada en Madrid en Mayo del 2019 con la colaboración de la Escuela de la Edificación y el Colegio Oficial de Aparejadores de Madrid.

Sinceramente la guía parecía incompleta esperando el capítulo décimo y el tema de la tecnología aplicada al ciclo de vida de los activos nos parece un buen final para esta guía.

10.2 Conociendo la historia de la tecnología BIM.

Los fundamentos conceptuales del sistema BIM se

remontan a los primeros días de la computación. Ya en 1962, Douglas C. Englebart nos da una visión asombrosa del futuro arquitecto en su artículo "Aumentando el intelecto humano" según se cita en <https://www.archdaily.com/> en su artículo sobre "a-brief-history-of-bim":

"el arquitecto comienza a introducir una serie de especificaciones y datos: un forjado de losa de seis pulgadas, paredes de hormigón de doce pulgadas de ocho pies de alto dentro de la excavación, y así sucesivamente. Cuando haya terminado, la escena revisada aparecerá en la pantalla. Una estructura está tomando forma. Lo examina, lo ajusta.... Estas listas se convierten en una estructura cada vez más detallada e interrelacionada, que representa el pensamiento maduro detrás del diseño real".

Parece increíble que eso se escribiera en 1962, yo no había nacido. Según se indica en ese mismo artículo, Englebart sugiere el diseño basado en objetos, manipulación paramétrica y una base de datos relacional; sueños que se harían realidad muchos años después. Hay una larga lista de investigadores en diseño cuya influencia es considerable, incluyendo a Herbert Simon, Nicholas Negroponte e Ian McHarg, quienes estaban desarrollando una pista paralela con Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El trabajo de Christopher Alexander ciertamente habría tenido un impacto ya que influyó en una escuela temprana de programadores informáticos orientados a objetos. Por muy reflexivos y robustos que fueran estos sistemas, los marcos conceptuales no podrían realizarse sin una interfaz gráfica a través de la cual interactuar con dicho modelo de construcción.

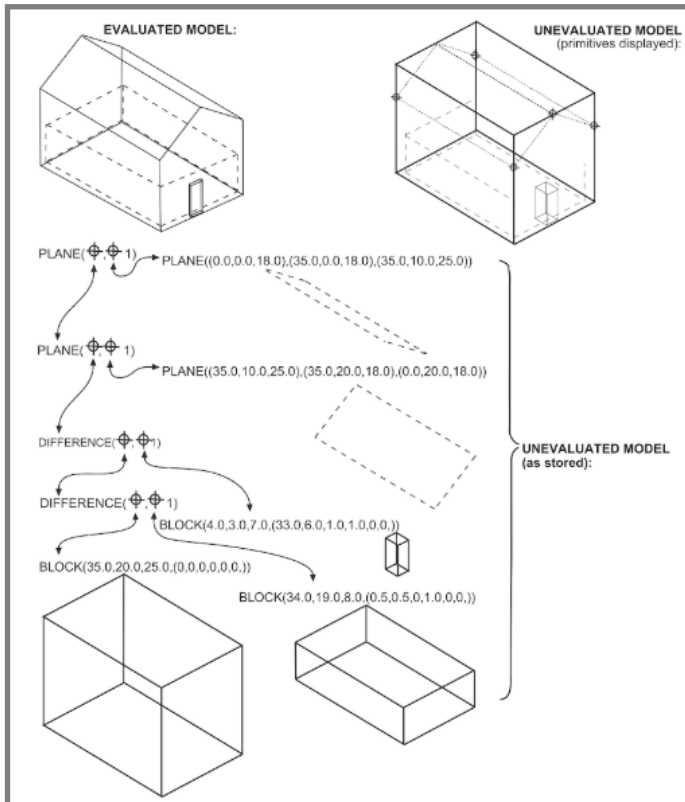
A partir de las raíces de la interfaz gráfica de SAGE y del programa Sketchpad de Ivan Sutherland en 1963, empezaron a aparecer programas de modelado sólidos basados en el desarrollo de la repre-

Basado en el texto: *Historia del BIM*: <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>

la información sobre formas que comenzaron a aparecer en las décadas de 1970 y 1980 fueron la geometría sólida constructiva (CSG) y la representación de límites (brep).

El sistema CSG utilizaba una serie de formas primitivas que pueden ser sólidas o vacías, de modo que las formas pueden combinarse e intersectarse, restarse o combinarse para crear la apariencia de formas más complejas. Este desarrollo es especialmente importante en la representación de la arquitectura, ya que las intrusiones y las sustracciones son procedimientos comunes en el diseño (ventanas, puertas).

Figura 79. Ejemplo de un modelo CSG. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers.* Por Charles M. Eastman, Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston.



El proceso de diseño requiere una conexión visual con el medio en el que el diseñador está trabajando. Esto planteó otro desafío, ya que los arquitectos necesitaban una forma de decirle al ordenador

qué hacer que fuera menos tediosa que las tarjetas perforadas que se usaban en las primeras computadoras. El desarrollo de plumas de luz, pantallas montadas en la cabeza y varios artilugios en los primeros días de la interacción hombre-computadora (HCI) fueron los primeros intentos.

La observación de los edificios a través de la perspectiva de la base de datos contribuyó a la disgregación de la arquitectura en sus componentes constituyentes, lo que requirió una taxonomía literal de las partes constituyentes de un edificio. Uno de los primeros proyectos en crear con éxito una base de datos de edificios fue el Sistema de Descripción de Edificios (BDS), que fue el primer software en describir los elementos individuales de la biblioteca que se pueden recuperar y añadir a un modelo. Este programa utilizaba una interfaz gráfica de usuario, vistas ortográficas y de perspectiva y una base de datos clasificable que permitía al usuario recuperar información categóricamente por atributos, incluyendo el tipo de material y el proveedor. El proyecto fue diseñado por Charles M. Eastman, que se formó como arquitecto en Berkeley y pasó a trabajar en informática en Carnegie Mellon University. Eastman continúa como experto en tecnología BIM y profesor en la Georgia Tech School of Architecture.

Eastman afirmó que los dibujos para la construcción son ineficientes y causan redundancias de un objeto que se representa en varias escalas. También criticaba los dibujos impresos por su tendencia a deteriorarse con el tiempo y no representan el edificio a medida que se realizan las renovaciones y los dibujos no se actualizan. En un momento de profecía, el concepto de revisión automatizada de modelos surge para "comprobar la regularidad del diseño" en un artículo de 1974.

Eastman concluyó que BDS reduciría el coste del diseño, a través de "eficiencias en la redacción y el análisis" en más de un cincuenta por ciento. El

Basado en el texto: Historia del BIM: <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>

proyecto de Eastman fue financiado por DARPA, la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada y fue escrito antes de la era de los computadores personales, en una computadora PDP-10. Muy pocos arquitectos fueron capaces de trabajar en el sistema BDS y no está claro si algún proyecto se realizó utilizando el software. BDS fue un experimento que identificaría algunos de los problemas más fundamentales a ser abordados en el diseño arquitectónico durante los próximos cincuenta años.

El siguiente proyecto de Eastman, GLIDE (Graphical Language for Interactive Design) creado en 1977 en CMU, exhibía la mayoría de las características de una moderna plataforma BIM.

En los inicios de la década de los 80 había varios sistemas desarrollados en Inglaterra que ganaron fuerza y se aplicaron a proyectos construidos. Estos incluyen GDS, EdCAAD, Cedro, RUCAPS, Sonata y Reflex. El sistema de software RUCAPS desarrollado por GMW Computers en 1986 fue el primer programa en utilizar el concepto de fase temporal de los procesos de construcción y se utilizó para ayudar en la construcción por fases de la Terminal tres del Aeropuerto de Heathrow (Laiserin - Historia de BIM). La fundación del Centro de Ingeniería de Instalaciones Integradas (CIFE) en Stanford en 1988 por Paul Teicholz marca otro hito en el desarrollo de BIM, ya que facilitó que un gran número de estudiantes de doctorado y con colaboraciones de la industria promovieran el desarrollo de modelos de construcción "cuatridimensionales" con atributos de tiempo para la construcción. Esto marca un punto importante en el que dos tendencias en el desarrollo de la tecnología BIM se dividirán y desarrollarán durante las próximas dos décadas. Por un lado, el desarrollo de herramientas especializadas en múltiples disciplinas para servir a la industria de la construcción y mejorar la eficiencia en la construcción. Por otro lado, el tratamiento del modelo BIM como un prototipo que

podría probarse y simularse en función de criterios de rendimiento.

Un ejemplo posterior pero prominente de una herramienta de simulación que dio retroalimentación y "sugirió" soluciones basadas en un modelo es el Building Design Advisor, desarrollado en Lawrence Berkeley National Lab a partir de 1993. Este software utiliza un modelo de objetos de un edificio y su contexto para realizar simulaciones. Este programa fue uno de los primeros en integrar el análisis gráfico y las simulaciones para proporcionar información sobre cómo podría funcionar el proyecto dadas las condiciones alternativas en cuanto a la orientación del proyecto, la geometría, las propiedades de los materiales y los sistemas de construcción. El programa también incluye asistentes básicos de optimización para tomar decisiones basadas en una serie de criterios que se almacenan en conjuntos llamados "Soluciones".

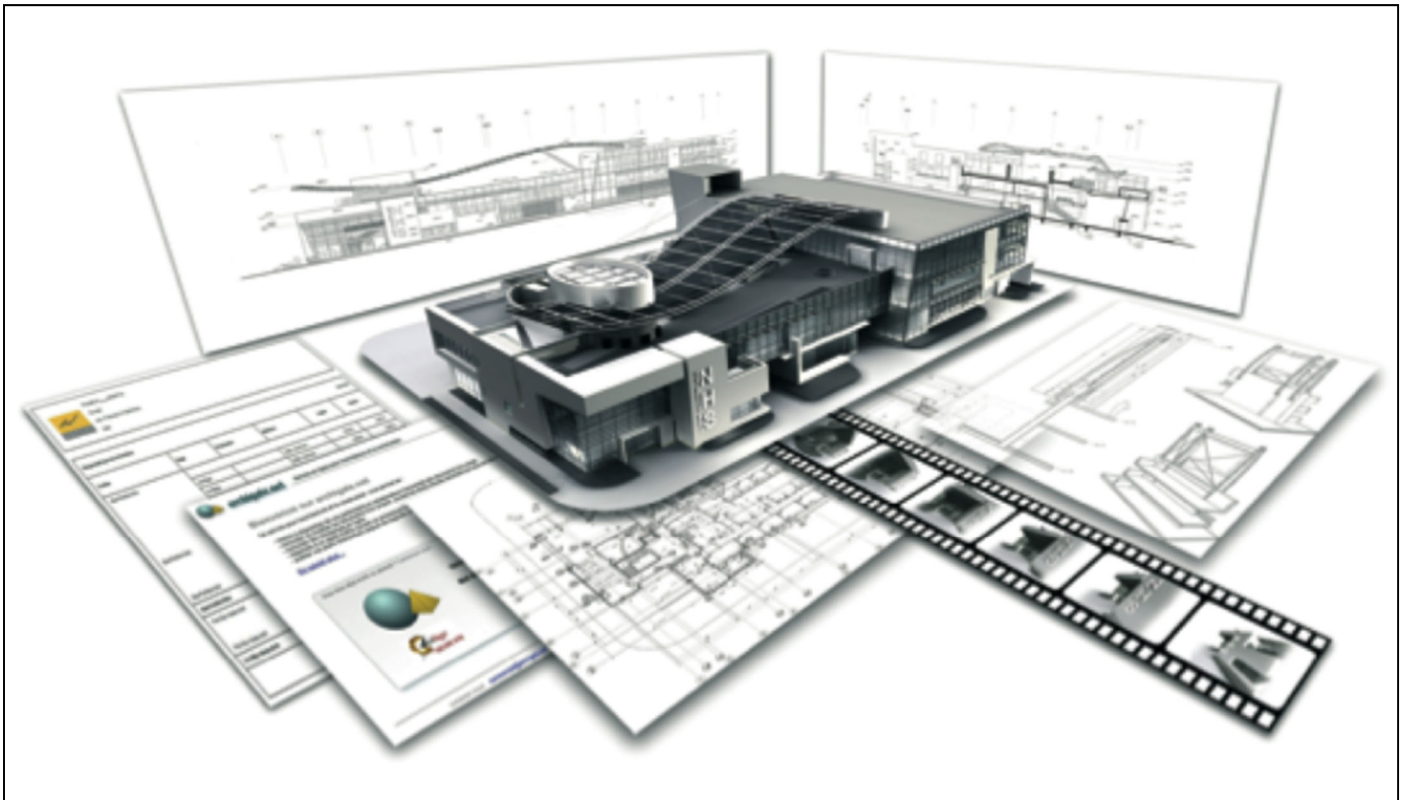
Mientras los acontecimientos se desarrollaban rápidamente en Estados Unidos, el bloque soviético tenía dos genios de la programación que acabarían definiendo el mercado BIM tal y como se lo conoce hoy en día. Leonid Raiz y Gábor Bojár serían los respectivos cofundadores y fundadores de Revit y ArchiCAD.

ArchiCAD fue desarrollado en 1982 en Budapest, Hungría, por Gábor Bojár, un físico que se rebeló contra el gobierno comunista y fundó una empresa privada. Gábor escribió las primeras líneas de código empeñando las joyas de su esposa y pasando de contrabando ordenadores Apple. Usando tecnología similar a la del Sistema de Descripción de Edificios, el software Radar CH fue lanzado en 1984 para el Sistema Operativo Apple Lisa. Esto más tarde se convirtió en ArchiCAD, lo que convierte a ArchiCAD en el primer software BIM disponible en un ordenador personal.

ArchiCAD en uno de los principales actores del mercado de software BIM.

Basado en el texto: *Historia del BIM*: <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>

Figura 80. NHS Building — paastudio, CA, USA — www.paastudio.com . Imagen obtenida de la web https://www.graphisoft.com/archicad/open_bim/about_bim/



Poco después de que Graphisoft comenzara a vender los primeros puestos de Radar CH, Parametric Technology Corporation (PTC) fue fundada en 1985 y lanzó la primera versión de Pro/ENGINEER en 1988. Este es un programa CAD mecánico que utiliza un motor de modelado paramétrico basado en restricciones. Equipados con el conocimiento de trabajar en Pro/ENGINEER, Irwin Jungreis y Leonid Raiz se separaron de PTC y comenzaron su propia compañía de software llamada Charles River Software en Cambridge, MA.

Los dos querían crear una versión arquitectónica del software que pudiera manejar proyectos más complejos que ArchiCAD. Contrataron a David Conant como su primer trabajador, quien era un arquitecto con experiencia que diseñó la interfaz inicial que duró nueve versiones. Para el año 2000 la compañía había desarrollado un programa llamado "Revit", una palabra compuesta que implica

revisión y velocidad, que estaba escrita en C++ y utilizaba un motor de cambio paramétrico, hecho posible a través de programación orientada a objetos.

"La primera versión de Allplan apareció en 1984, y desde entonces ha sido una marca del Grupo Nemetschek. Es una familia de productos con módulos de software para arquitectura, ingeniería y gestión de instalaciones. Es un software de diseño basado en parámetros con mucha automatización. La integridad del modelo permanece alta cuando se cambia entre diferentes vistas. Allplan es ligero y se adapta bien a proyectos a gran escala, pero los usuarios a menudo los dividen en proyectos más pequeños para gestionar más fácilmente grandes cantidades de información.

Los objetos paramétricos se denominan "Smart Parts" en Allplan. El software tiene una amplia biblioteca integrada de piezas inteligentes están-

Basado en el texto: Historia del BIM: <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>

dar, y los usuarios también pueden crear piezas inteligentes personalizadas. Las piezas inteligentes son paramétricas y se prestan a la personalización, pero el uso sofisticado requiere habilidades de programación: Allplan también tiene una API basada en python, que permite una personalización más profunda, incluido el acceso a las funciones de modelado 3D de Parasolid. El software tiene una interfaz visual clara que permite trabajar en 2D, 3D o vistas mixtas. La colocación de los elementos estructurales, como las barras de refuerzo, es bastante intuitiva. Sin embargo, a veces puede ser complejo de operar, ya que depende de que el usuario domine todos sus atajos para ser competente. Allplan se utiliza comúnmente en combinación con otro software. Ofrece muchas posibilidades de importación y exportación, tanto para archivos 2D como 3D." (Sacks, Rafael; Eastman, Chuck; Lee, Ghang; Teicholz, Paul. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers).

Vectorworks comenzó como MiniCAD, un sistema Apple Computer Mac CAD desarrollado por Diehl Graphsoft en 1985. Fue adaptado a Windows en 1996. Diehl Graphsoft fue adquirida por Nemetschek en el año 2000.

Siempre ha destacado por su fuerte apoyo a los clientes y en una sólida base de usuarios en todo el mundo, dirigida a las empresas más pequeñas. En 2009, adoptó el motor de geometría Parasolid para su plataforma principal de modelado geométrico; Vectorworks tenía anteriormente capacidades paramétricas similares a las de AutoCAD Architecture. Entoncés su modelado paramétrico era similar a otros, pero con la facilidad de uso, la facilidad de uso de gran precisión, y las valiosas capacidades de presentación por las que había sido señalado.

En 2002, Autodesk compró la empresa y comenzó

a promocionar el software en competencia con su propio software basado en objetos "Architectural Desktop".

Revit revolucionó el mundo del Modelado de Información de Edificios al crear una plataforma que utilizaba un entorno de programación visual para crear familias paramétricas y permitir que se añadiera un atributo de tiempo a un componente para permitir que una "cuarta dimensión" de tiempo se asociara con el modelo de construcción. Esto permitía a los contratistas generar programas de construcción basados en los modelos BIM y simular el proceso de construcción. Uno de los primeros proyectos en utilizar Revit para el diseño y la programación de la construcción fue el proyecto de la Torre de la Libertad en Manhattan. Este proyecto se completó con una serie de modelos BIM separados pero vinculados, que se conectaban con programas para proporcionar estimaciones de costes en tiempo real y cantidades de material. Aunque el programa de construcción de la Torre de la Libertad ha estado lleno de asuntos políticos, las mejoras en la coordinación y la eficiencia en el sitio de construcción catalizaron el desarrollo de software integrado que podría ser utilizado para ver e interactuar con arquitectos e ingenieros.

Las siguientes versiones han seguido potenciando esa mayor colaboración que ha tenido un importante impacto en la industria en general, incluyendo un alejamiento de los contratos de diseño, licitación y construcción hacia la ejecución de proyectos integrados, en los que muchas disciplinas suelen trabajar con un conjunto de modelos BIM mutuamente accesibles que se actualizan con distintos grados de frecuencia. Un archivo central toma un objeto y aplica un atributo de propiedad para que un usuario que está trabajando en un proyecto determinado pueda ver todos los objetos, pero sólo puede cambiar los que ha sacado de un "plan de trabajo". Esta característica, publicada en Revit 6 en 2004, permitió a grandes equipos de arquitectos

una forma de software colaborativo.

En 2006 las empresas Graphisoft and Scia pasan a ser empresas subsidiarias de Nemetschek.

En 2016 Nemetschek adquiere SOLIBRI y en el 2017 dROFUS.

Bentley Systems ofrece también una amplia gama de productos relacionados con la arquitectura, la ingeniería, la infraestructura y la construcción. El AECOsim de Bentley es un descendiente evolutivo de Triforma, un producto anterior.

Bentley es uno de los principales actores en el mercado de ingeniería civil, infraestructura y plantas.

Actualmente la solución BIM de BENTLEY es OpenBuildings Designer.

Figura 81. Listado de los principales productos de modelado BIM para edificación. Cortesía de David Barco.

FABRICANTE	P. MOD. ARQUITECTURA
ACCA SOFTWARE	EDIFICIUS
CADLINE KFT	ARCHLINE.XP PROFESSIONAL
ALLPLAN GRUPO NEMETSCHKEK	ALLPLAN
AUTODESK	REVIT, FUSION 360, INVENTOR
BENTLEY	OPENBUILDINGS DESIGNER
BRISCAD	BRISCAD BIM
DASSAULT SYS- TÈMES	SOLIDSWORKS. PLATAFORMA 3DEXPERIENCE (BUILDING DESIGN)
GRAPHISOFT GRUPO NEMETSCHKEK	ARCHICAD
4M	IDEA ARQUITECTURA
RENGA	RENGA ARQUITECTURA
ROBERT MCNEEL & A.	RHINOCEROS
TRIMBLE	SKETCHUP STUDIO
VECTORWORKS GRUPO NEMETSCHKEK	VECTORWORKS

10.3 Soluciones informáticas que se emplean en la fase de diseño y construcción de un nuevo activo.

Los propietarios deben saber que para el diseño y construcción de un nuevo activo el sector AEC emplea distintos tipos de software:

- Software de modelado BIM.
- Software de gestión documental para proyectos BIM.
- Software BIM para interferencias o colisiones.
- Software de simulación 4D.
- Software de simulación 5D.
- Software de simulaciones energéticas, de iluminación interior, solar...
- Software de control de calidad de los IFC.
- Software para capturar la realidad.
- Otras soluciones de interés.

10.3.1 Software de modelado BIM.

Los **software de modelado BIM** son aquellos que nos permiten modelar tridimensionalmente los distintos elementos, sistemas o componentes de un activo y que cubren elementos arquitectónicos, de instalaciones y de estructuras.

Figura 82. Listado de los principales productos de modelado BIM de estructuras. Cortesía de David Barco.

FABRICANTE	P. MODELADO ESTRUCTURAS
AUTODESK	ROBOT, A. STEEL, A. CONCRETE
CYPE	CYPECAD
CSI	ETABS
NEMETSCHKEK GROUP	SCIA
TRIMBLE	TEKLA STRUCTURES

Figura 83. Listado de los principales productos de modelado BIM de instalaciones. Cortesía de David Barco.

FABRICANTE	P. MOD. INSTALACIONES
AUTODESK	REVIT MEP
CYPE	CYPEMEP
DATA DESIGN SYSTEM	DDS CAD
DIAL	DIALUX
NEMETSCHEK GROUP	MEP MODELER (ARCHICAD)
PROGMAN	MAGICAD
INVENTA	TEKTON3D

Figura 84. Listado de los principales productos de modelado BIM para obra civil. Cortesía de David Barco.

FABRICANTE	P. MODELADO CIVIL
AUTODESK	CIVIL 3D, INFRAWORKS
BENTLEY	INROADS, RAILTRACK
BUHODRA	ISTRAM-ISPOL
MDT SOFTWARE	MDT, CLIP – CARTOMAP

En la tabla 81 aparece un listado de los principales productos de modelado BIM.

En la tabla 82 se describe el listado de software de modelado a nivel estructuras y en la tabla 83 el de modelado MEP.

10.3.2 Software de gestión documental para proyectos BIM.

Es muy importante para la adecuada **gestión documental de un proyecto BIM** disponer de una plataforma web que nos ayude a gestionar todos los archivos que se generan en un proyecto, tanto modelos BIM, planos CAD, PDF, documentos de textos, presupuestos, planificaciones de obra, documentación técnica... En definitiva que nos ayuden a gestionar el Entorno Común de Datos (CDE) del que ya hemos hablado.

En este tipo de software es muy importante la gestión de usuarios y permisos para controlar toda

esta información y las funcionalidades que debe tener el software que ayuden a que todos los que tienen que recibir una notificación de un cambio en la documentación del proyecto la reciban en el momento oportuno.

Este tipo de software son los que facilitan una buena comunicación entre todos los agentes que participan en el proyecto incluido el propietario y gestor del activo.

Recomendamos que la plataforma de gestión documental sea contratada por el propio propietario del activo o por la empresa de Project Management en la que el cliente haya delegado su gestión. Creemos que el propietario es el máximo responsable tanto del activo como de toda su información.

Figura 85. Listado de los principales productos de gestión documental de los proyectos BIM. Cortesía de David Barco.

FABRICANTE	PLATAFORMA CDE
ALLPLAN	ALLPLAN BIMPLUS
GRUPO NEMETSCHEK	
AUTODESK	AUTODESK BIM 360, PLANGRID
BENTLEY	PROJECTWISE
CATENDA	BIMSYNC ARENA
GRAPHISOFT	BIMCLOUD
GRUPO NEMETSCHEK	
ORACLE	ACONEX
PROCORE	PROCORE PROJECT MANAGEMENT
THINK PROJECT!	THINK PROJECT!
TRIMBLE	PROJECTSIGHT
VIEWPOINT	VIEWPOINT FOR PROJECTS
GRUPO TRIMBLE	

10.3.3 Software BIM para interferencias o colisiones.

BIM es colaboración y mejora del proyecto realizando pre-construcción virtual detectando todas las colisiones o interferencias que de no detectarlas en esta fase implicaría cambios durante el proceso constructivo.

El propietario debe decidir si este estudio de interferencias entre los distintos agentes del proceso de diseño y construcción deben realizarse en un formato comercial específico o en soluciones que soporten IFC.

Desde la BuildingSMART somos partidarios de la utilización de soluciones comerciales para el trabajo en estado en curso, y para el estado compartido soluciones basadas en IFC 2x3 que soporten el es-

tándar BCF como estándar de comunicación abierto para las interferencias.

Los productos de modelado deberán facilitar el acceso a estos archivos BCF para poder ser modificados nuevamente en estado en curso.

En la tabla 86 hemos querido destacar aquellas que permiten las colisiones entre modelos en formato IFC.

10.3.4 Software BIM para simulación 4D.

Como ya hemos visto tenemos USOS de los modelos BIM que nos permiten **simular el proceso de construcción, el llamado 4D.**

La característica principal de este tipo de soluciones es que permiten enlazar las entidades de un modelo BIM con tareas de planificación y realizar una simulación del proceso constructivo.

Los propietarios deben de fomentar y valorar las propuestas que conlleven una simulación del proceso constructivo si quieren minimizar los riesgos de desviaciones en plazos y costes por problemas

Figura 86. Listado de los principales productos para la gestión de interferencias. Por cortesía de David Barco.

FABRICANTE	PROD. INTERFERENCIAS
AUTODESK	NAVISWORKS
BIM TRACK	BIMTRACK
BIM ASSURE	BIM ASSURE
CATENDA	BIMSYNC ARENA
CEAPOINT	DESITE MD PRO
THINK PROJECT!	
ITWO	ITWO 4.0
KALLOK STUDIOS	FUZOR CONSTRUCTION
KUBUS BV	BIMCOLLAB, BCF MANAGERS, ZOOM
PROCORE	PROCORE PROJECT MANAGEMENT
REVIZTO	REVIZTO
SOLIBRI	SITE, OFFICE Y ENTERPRISE.
GRUPO NEMETSCHKE	
TRIMBLE	TRIMBLE CONECT

Figura 84. Listado de los principales productos para la simulación 4D. Por cortesía de David Barco.

FABRICANTE	PROD. SIMULACIÓN 4D
ALICE TECHNOLOGIES	ALICE
AUTODESK	NAVISWORKS, BIM 360 PLAN
CEAPOINT	DESITE MD PRO
THINK PROJECT!	
GRIT VIRTUAL	GRIT VIRTUAL
ITWO	ITWO 4.0, PRESTO PLAN-IT
KALLOK STUDIOS	FUZOR CONSTRUCTION
SYNCHRO SOFTWARE	SYNCHRO PRO
TEAMSYSTEM	STR VISION CPM
TRIMBLE	VICO OFFICE FOR TIME

en el proceso constructivo.

10.3.5 Software BIM para simulación 5D.

Uno de los retos más importantes del sector AEC y de tanta importancia para los propietarios es que consigamos definir mejor los proyectos de forma que nos ajustemos al presupuesto obtenido.

La conexión de los software de modelado BIM con los software de mediciones y presupuestos suponen una gran ayuda de la que todos podemos aprovecharnos.

Para ello es muy importante que en el EIR se fijen los conceptos del presupuesto que deben ser obtenidos de los modelos BIM y en qué unidades deben ser medidos. Todo ello se relaciona con el **USO 5D** del que ya hemos hablado.

Figura 85. Listado de los principales productos para la simulación 5D. Por cortesía de David Barco.

FABRICANTE	PROD. SIMULACIÓN 5D
ASSEMBLE G. AUTODESK	ASSEMBLE INSIGHT
CYPE	CYPE ARQUÍMEDES
EXACTAL. RIB SOFT. COMPANY	COSTX
ITEC	TCQ
ITWO	ITWO 4.0, COST-IT+PRESTO
TEAMSYSTEM	STR VISION CPM
TRIMBLE	VICO OFFICE FOR COST

10.3.6 Software BIM para simular el comportamiento del activo.

El uso de soluciones BIM para el **cálculo de instalaciones, simulaciones energéticas, de iluminación interior, solar...** dan a los ingenieros unas herramientas muy importantes que pueden re-

dundar en grandes beneficios para el propietario a nivel de reducción de costes de explotación, de mejora en el confort de los ocupantes... que al final redundan en una mayor rentabilidad para el propietario.

Figura 86. Listado de los principales productos la simulación energética o de iluminación interior o solar. Por cortesía de David Barco.

FABRICANTE	PROD. SIMULACIONES ENERGÉTICAS, DE ILUMINACIÓN
AUTODESK	AUTODESK INSIGHT, GREEN BUILDING STUDIO
BENTLEY	AECOSIM
CYPE	OPEN BIM: IFC BUILDER, CYPE-THERM, BIMSERVER CENTER...
DESIGNBUILDER	DESIGNBUILDER
GRAPHISOFT GRUPO NEMETSCHek	GRAPHISOFT ECODESIGNER
INTEGRATED ENVIRONMENT	IES VIRTUAL ENVIRONMENT (VE)
OPEN SOURCE	OPENSTUDIO
TRIMBLE	SEFAIRA

10.3.7 Software BIM de revisión y validación de modelos en formato IFC.

También queremos destacar aquellas soluciones que pueden ayudar a auditar los modelos IFC recibidos por el cliente al finalizar una fase y que éste

Figura 87. Listado de los principales productos para la revisión de la calidad de los IFC recibidos.

FABRICANTE	PROD. CALIDAD IFC
DATA CUBIST	SIMPLEBIM.
SOLIBRI GRUPO NEMETSCHek	ANYWHERE, SITE, OFFICE Y ENTERPRISE.

necesita comprobar que cumplen los requisitos indicados en el EIR y, especialmente, a nivel de datos que deben contener los elementos que figuran en los diferentes modelos BIM.

10.3.8 Software para procesar la captura de la realidad.

Los propietarios y gestores deben prever la utilización de software que facilite la creación de modelos 3D a partir de fotografías importadas y escaneado láser que ayuden a actualizar y obtener los modelos as-built o a disponer de modelos BIM de activos ya construidos sin la utilización de los modelos BIM.

Figura 89. Listado de soluciones para tratamiento de nube de puntos. Por cortesía de David Barco.

FABRICANTE	PROD. SIMULACIÓN
3DFLOW	3DF ZEPHYR
AUTODESK	RECAP, REMAKE
BENTLEY	POINTTOOLS, DESCARTES
CAPTURING REALITY	REALITYCAPTURE
LEICA GEOSYSTEMS	LEICA CYCLONE
ELYSIUM	INFIPOINTS
TERRA MODUS	UNDET PARA SKETCHUP, REVIT
TRIMBLE	TRIMBLE BUSINESS CENTER, REALWORKS

10.3.9 Otras soluciones de interés.

El gran potencial de las soluciones BIM para propietarios es la capacidad de simular el comportamiento del edificio antes de ser construido.

Gracias al software los arquitectos e ingenieros pueden validar, comprobar, testear y mejorar sus diseños, lo que redundará claramente en el que el propietario recibirá un mejor activo que si no se

hubieran realizado todas estas simulaciones.

El cliente debe definir sus prioridades y valorar que es importante dedicar el tiempo necesario para la realización de un buen proyecto y que dedicar tiempo a la pre-construcción virtual le traerá grandes beneficios.

Muy importante el apoyo de las soluciones informáticas que permiten definir los requerimientos del proyecto a nivel de espacios, mobiliario, equipos, los distintos elementos constructivos... y permita su validación. Éste es el caso del software **dRofus** empresa del grupo NEMETSCHek.

El mundo del software nos aporta infinidad de oportunidades que aún apenas estamos explorando o descubriendo: simulación de humo, peatonal, de cumplimientos de normativas, de lluvia, de esfuerzos a nivel estructural, de fluidos...

Figura 90. Listado de otras soluciones BIM de interés. Por cortesía de David Barco.

FABRICANTE	SOFTWARE BIM. OTRAS.
ADVENT	TWINMOTION Visualización y fororrealismo.
AUTODESK	CFD Dinámica de fluidos.
BENTLEY	LEGION Simulación peatonal.
BENTLEY	LUMENRT Visualización y fororrealismo.
LUMION	LUMION Visualización y fororrealismo.
UNITY	UNITY REFLECT Visualización y fororrealismo.

10.4 Soluciones informáticas que se emplean en la fase de operación y mantenimiento.

Los propietarios y gestores de activos deberán tener en cuenta desde la fase de estrategia las soluciones empresariales y de Facility Management a utilizar en su organización en el caso que no exista ya antes del nuevo activo.

Dado que la gestión del activo durante su vida útil supone alrededor de un 80% del coste total pensamos imprescindible la utilización de un software para el control del activo.

Éste apartado debe de definirse en el EIR (Documento de Intercambio de Información). No hay una única forma “mágica” de trabajar para la integración de los datos entre el mundo BIM y el mundo de la gestión de los activos.

Una forma sería pensar que las soluciones informáticas de gestión leyeran directamente los archivos IFC dado que contienen tanto la geometría como los datos.

El problema que existe en la actualidad es que los modelos BIM hay que mantenerlos vivos durante la fase de operación y mantenimiento. En la actualidad no disponemos de software de modelado BIM que trabaje con IFC en modo nativo (o por lo menos no entre los software de primer nivel o los más extendidos). Animamos al sector a que existan software de modelado BIM con IFC nativos.

Los fabricantes de software de FM han tenido que tomar una decisión importante, con qué fabricante de software de modelado BIM tiene la integración.

Algunos de los fabricantes de modelado BIM están desarrollando productos de software para la gestión de estos activos para no perder así este mercado potencial.

El propietario y el gestor del activo deberán decantarse por alguna de las tipologías de software existentes para la gestión del activo:

- Soluciones CAFM (Facility Management asistido por ordenador): son soluciones especializadas en la gestión de los espacios y la ubicación de personas.
- Soluciones CMMS (Computerized Maintenance Management System): son soluciones especializadas en la gestión del mantenimiento. En español son los GMAO (Gestión de Mantenimiento asistido por ordenador)
- Soluciones EAM (Enterprise Asset Management): son soluciones de gestión de activos empresariales. Facilitan una gestión de mayor nivel con respecto a las soluciones CMMS).
- Soluciones REPM (Real Estate Portfolio Management): son soluciones para gestionar el portfolio de activos.
- Soluciones ELMS (Enterprise Lease Management Systems): son soluciones para la gestión de los alquileres de la organización.
- Soluciones CPMS (Capital Planning and Management Systems): Evaluación de la condición del activo, planificación del presupuesto de inversión y gestión documental.
- IPD / JOC (Integrated Project Delivery / Job Order Contracting): gestión integral y eficiente de las obras bajo nuevas metodologías de gestión ágil de proyectos y BIM, Ingeniería del Valor y Lean construction.
- Soluciones EHS (Environmental Health and Safety): gestión medioambiental, salud y seguridad, gestión energética...
- Soluciones IWMS (Integrated workplace management systems): gestión integrada del entorno de trabajo, que contiene la funcionalidad de todas las anteriores.

La pregunta que todo propietario y gestor de activos quiera que le responda es que tipo de software necesita y qué solución en concreto.

No hay una solución que les sirva a todos los clientes. Los factores para elegir son múltiples. La solución debe salir de haber realizado, de manera correcta, las actividades que nos llevan a la elaboración del documento de requisitos de la organización (OIR) en metodología ISO 19650, del Plan Estratégico de Gestión de Activos y de servicios de FM, de la política GA y FM y del Manual de procesos. En base a esta información y con todos estos requisitos, se realiza un proceso de selección de solución informática.

Es importante que la estimación económica del comparativo entre soluciones se realice en un escenario a cinco años en el que se incluyan los costes de uso de licencias, los costes de parametrización y configuración, los costes de consultas e informes necesarios, los costes de infraestructura y comunicaciones, los costes de soluciones terceras como de base de datos, los costes de integración con las soluciones empresariales, los costes de carga de datos...

Es importante que los propietarios y gestores de activos conozcan que existe otra modalidad diferente de la tradicional de adquisición de licencias de uso de la solución (on-premises). Hoy en día los fabricantes de software IWMS o de los otros tipos de software ofrecen también la modalidad de "software como servicio" (SaaS) ó "plataforma como servicio" (PaaS).

Cada organización deberá evaluar el coste-beneficio de cada modalidad de implantación. La integración con las aplicaciones corporativas tendrá un importante peso en la modalidad elegida.

Figura 90. Listado de soluciones de gestión integral del entorno de trabajo (IWMS). Cortesía de CREASI.

FABRICANTE	SOFTWARE IWMS
ACCRUENT	360FACILITY, VFA, FAMIS, LUCER-NEX...
ARCHIBUS	ARCHIBUS
CONCATEL*	SERVICEONE
FAMA SYSTEMS*	FAMA AFM
FM:SYSTEMS	FM:SYSTEMS
IBM	IBM TRIRIGA
IOFFICE	IOFFICE
PLANON	PLANON
ROSMIMAN SOFTWARE*	ROSMIMAN IWMS
SPACEWELL Grupo Nemetschek	SPACEWELL
TRIMBLE	TRIMBLE MANHATTAN

Notas: Basado en las soluciones que aparecen en el primer cuadrante del informe IWMS 2019 de VERDANTIX más soluciones nacidas en el mercado español() o conocidas por los autores..*

Marcadas en gris las que los autores conocen que tienen integración con BIM (pendiente de validación final) y sin entrar en valoraciones.

Figura 91. Listado de soluciones de CMMS (GMAO). Cortesía de CREASI.

FABRICANTE	SOFTWARE CMMS (GMAO)
TESTJG Y JINGENIEROS	MANTTEST.NET
ONUMA	ONUMA WORK ORDER SYSTEM (BIM GENIE)
SISTEPLANT	PRISMA GMAO
TCMAN	GIM V11
VALUEKEEP	VALUEKEEP

En las soluciones actuales hay otras soluciones que realizan la labor de conectar las soluciones de modelado BIM con las de CMMS/GMAO o CAFM/IWMS:

Figura 92. Listado de soluciones de conexión entre soluciones BIM y CMMS/IWMS. Cortesía de CREASI.

FABRICANTE	SOFTWARE INTERMEDIO
ECODOMUS	ECODOMUS FM
ENGWORKS	YOUBIM

Para la gestión de activos industriales existen soluciones especialmente diseñadas para este tipo de activos y sus procesos. Están en la categoría de software EAM (Enterprise Asset Management).

Figura 93. Listado de soluciones de EAM. Cortesía de CREASI.

FABRICANTE	SOFTWARE EAM
BENTLEY	ASSETWISE, APM (ASSET PERFORMANCE MANAGEMENT)
IBM	IBM MAXIMO
INFOR	CLOUDSUITE EAM, CLOUDSUITE FACILITY MANAGEMENT, OPEN-CAD BIM

10.5 Nuevas tecnologías aplicadas a la gestión de activos.

La tecnología actualmente se desarrolla a un nivel tan rápido que no somos capaces de asimilarla a la misma velocidad.

Los negocios deben de realizar prototipos para analizar los beneficios de implantarla y realizar planes de formación a su personal cuando se observa que produce beneficios.

Para que una transformación digital sea un éxito debemos haber involucrado a las personas que la van a usar.

10.5.1 Realidad Virtual y Aumentada

Hemos pedido a Iván Gómez, Co-fundador de VT-LAB que nos explique estas nuevas “realidades” que están a nuestro alcance:

“Podríamos comenzar afirmando que las tecnologías de realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA) son el futuro, pero en realidad llevan con nosotros más de lo que imaginamos. Se originaron en los años 50 y con la aparición de otros dispositivos de realidad virtual en los años 90, se hizo más patente que esta tecnología ya empezaba a despegar, siendo en la actualidad una realidad.

10.5.1.1 ¿Qué es y qué significa realidad virtual y realidad aumentada?

La **realidad virtual (RV)** es una tecnología que nos permite recrear situaciones y espacios reales o ficticios en los que un usuario tiene la sensación de estar inmerso.

Por otro lado, la **realidad aumentada (RA)** nos permite superponer elementos digitales e información virtual sobre elementos físicos y espacios reales existentes, e incluso interactuar con ellos.

Aunque las aplicaciones más conocidas de estas tecnologías sean en muchos casos los videojuegos, encontramos ya en nuestro sector aplicaciones y herramientas de RA y RV muy útiles que nos permiten mejorar nuestros procesos.

Profundizando en estas últimas, la integración de estas tecnologías con la metodología BIM nos da multitud de posibilidades, muchas de ellas basadas en la generación de espacios ciberfísicos, es decir, la unión entre el gemelo digital (modelo BIM) y el gemelo físico (realidad).

En el caso que nos ocupa -el Facility Management o la gestión de activos-, esta tecnología nos facilitará, entre otras cosas, gestionar la información asociada a los distintos elementos -sea ésta procedente del modelo BIM o de otras bases de datos-, vi-

sualizar espacios o diseños de manera inmersiva o también, realizar operaciones sobre un equipo apoyándonos en su gemelo digital y ayudados por cualquier tipo de información virtual. Todo ello de una forma sencilla y natural gracias a este nuevo interfaz, lo cual ayuda a simplificar las tareas y simplificar el trabajo.

10.5.1.2 ¿Qué beneficios pueden suponer para agentes del sector como propietarios y gestores?

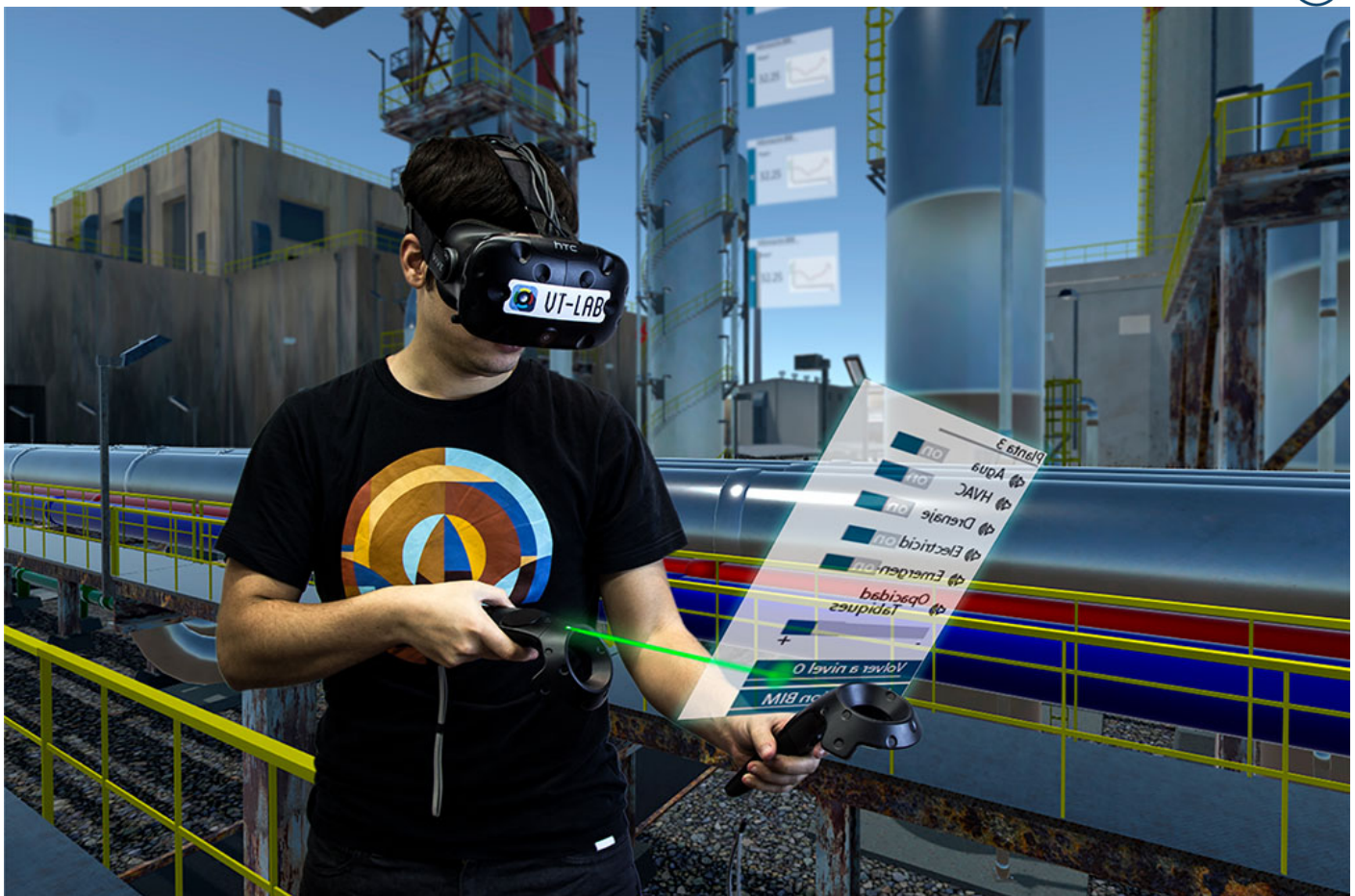
Disponer de herramientas de RV y RA integradas con la metodología BIM o incluso con otros sistemas y tecnologías (IOT, Big Data, IA...) va a presentar una serie de beneficios y ventajas para cualquier agente del sector.

La implementación de estas herramientas va a

permitir acceder a toda la información relativa a cualquier tarea de una forma natural, rápida y sencilla, indistintamente de donde proceda esta información: de un entorno de datos común, un modelo BIM o de cualquier otra fuente de datos. E indistintamente de donde se vayan a realizar dichas tareas: sobre el gemelo digital (Digital Twin), en el espacio real, o incluso en ambos simultáneamente.

El rápido y sencillo acceso a la correcta información desde cualquier lugar y en cualquier momento hace que se optimicen los tiempos de ejecución de las tareas, se minimicen los errores, se eliminen los fallos de interpretación y en general, mejoren los flujos de trabajo, suponiendo todo ello un ahorro en los costes de los trabajos y dando a propietarios y gestores el acceso a un modelo BIM sin

Figura 94. Herramienta de gestión en realidad virtual. Imagen cortesía de VT-Lab.



necesidad de ser especialistas en la materia.

Podemos de esta manera emplear estas tecnologías para realizar trabajos de oficina, como puede ser el caso de realidad virtual para visualizar y gestionar de manera inmersiva activos y espacios, obteniendo todo tipo de información visual de forma instantánea a través de las distintas herramientas.

También realizar simulaciones de procesos de trabajo complejos que de otra manera serían difíciles de replicar en entornos reales o en otros casos incluso peligrosos para los trabajadores que los llevarían a cabo.

En el caso de la realidad aumentada, permitirá visualizar maquetas o recreaciones de nuestros activos con toda la información necesaria para su gestión e incluso con datos en tiempo real de lo que pueda estar sucediendo en ellos.

En cuanto a los trabajos de campo, va a permitir a un operario llevar a cabo la reparación de un equipo industrial a la vez que un especialista le da las correspondientes indicaciones de forma remota apoyándose en marcas, señales y todo tipo de información en realidad aumentada.

Pese a lo complejo que todo este proceso pueda parecer, existen ya en el mercado herramientas especializadas que nos permiten pasar de BIM a RV y RA de forma cada vez más fácil e intuitiva.

10.5.1.2 Hablemos de los dispositivos

Aunque puede resultar interesante tener una aplicación en la que puedo desplazarme fácilmente por un edificio, realizar la simulación de una situación de emergencia o incluso gestionar y llevar a cabo el mantenimiento de equipos en campo, uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta para el uso de estas tecnologías es el dispositivo.

Ya sabemos que para poder ejecutar cualquier

aplicación de realidad virtual o aumentada son necesarios los dispositivos adecuados para ello.

En función de la situación, el ámbito de aplicación o las tareas a llevar a cabo, cada dispositivo va a presentar unas ventajas y desventajas, de ahí la importancia de conocer las posibilidades y características de cada uno de ellos para extraer todo su potencial.

Destacaremos, por tanto, las **gafas de realidad virtual o HMDs** (Head Mounted Displays) **para el trabajo en oficina o de forma remota** dado que no requieren desplazamiento físico (entre los que podemos destacar *Oculus Quest*, *HTC Vive* o la serie de dispositivos de Windows Mixed Reality). Su capacidad de inmersión permite sumergirse en cualquier entorno virtual (con mayor o menor fotorealismo) y realizar tareas gracias a herramientas digitales y a las soluciones específicas desarrolladas para RV.

En el otro extremo encontramos **los trabajos a realizar en campo**, que sí requieren desplazamiento físico por parte del operario. Para ello, la realidad aumentada es la tecnología adecuada.

Entre los dispositivos destacan *Microsoft HoloLens*, *Magic Leap*, o el dispositivo de realidad aumentada más extendido y común: el smartphone. Al con-

Figura 95. Visualización de modelo en realidad aumentada. Imagen cortesía de VT-Lab.



trario que la mayoría de los dispositivos de RV (a excepción de las Oculus Quest), los dispositivos de RA destacan por su autonomía y no necesitan potentes ordenadores para su funcionamiento.

Las características de esta tecnología permiten, por ejemplo, visualizar la monitorización de instalaciones en tiempo real. De esta manera es posible detectar problemas más rápidamente y de forma sencilla, teniendo el margen necesario para reaccionar ante ellos, llevando a cabo una mejor toma de decisiones y facilitando la comprensión de la información gracias a los espacios ciber-físicos.

Además, da la posibilidad al operario en campo de recibir asistencia remota, ya sea en gafas de realidad aumentada o móvil, desde cualquier parte del mundo y visualizando todo tipo de hologramas superpuestos a la realidad.

Hoy en día la mayoría de los smartphones y tablets del mercado soportan realidad aumentada gracias a la tecnología ARCore de Android y ARKit de Apple, lo que convierte a esta tecnología en accesible a cualquier usuario y trabajador del sector, y por tanto en una herramienta muy útil en su día a día.

Por tanto, la RV y RA van más allá del mundo de los videojuegos o experiencias puntuales. La integración de estas tecnologías con la metodología BIM y otros sistemas abre un abanico infinito de posibilidades a sectores como el Facility Management o la gestión de activos.

Gracias a ello conseguiremos avanzar hacia la necesaria digitalización del sector AEC y contribuir en el aumento de la productividad del mismo". Gracias Iván por la explicación.

10.6 Internet de las Cosas (IoT) y BIM

Según WIKIPEDIA el "IoT es un sistema de dispositivos informáticos interrelacionados, máquinas mecánicas y digitales, objetos, animales o personas que están provistos de identificadores únicos

(UIDs) y la capacidad de transferir datos a través de una red sin necesidad de interacción entre personas o entre personas y ordenadores.

La definición de la Internet de las Cosas ha evolucionado debido a la convergencia de múltiples tecnologías, el análisis en tiempo real, el aprendizaje automático, los sensores de productos básicos y los sistemas integrados. Los campos tradicionales de los sistemas integrados, las redes de sensores inalámbricos, los sistemas de control, la automatización (incluida la automatización de viviendas y edificios) y otros contribuyen a hacer posible la Internet de las Cosas".

Como dice Seppo Torma (CEO of Visualynk) "Los sistemas de IoT sólo contienen una lista de sensores y valores de los mismos. Es necesario tener algún contexto para entender dónde se encuentra el sensor y cuál es el significado de estos valores. El modelo BIM es una forma natural de dar significado y contexto a estos valores de los sensores y también de relacionar los valores entre sí.

Lo que hemos hecho en varios proyectos es visualizar estos valores de los sensores en un modelo BIM. Creo que hay muchas posibilidades futuras en las que podríamos utilizar los modelos BIM para un análisis más cuidadoso de los datos, teniendo en cuenta las características de un edificio que se relacionan con la eficiencia energética y contrastándolas con los valores de temperatura, de consumo de energía, etc. "

Según Vishal Singh (profesor en Aalto University) "una forma de ver el BIM es verlo como una plataforma de agregación. Típicamente, en la mayoría de los proyectos de construcción, los diseñadores utilizan BIM. Eso significa que los datos ya están ahí en un formato estructurado y tendría sentido aumentar esos datos con los datos adicionales que se van a añadir al edificio".

Según Steve Cooper (Vice president, Europe at Oracle Construction & Engineering) "el IoT consis-



te en capturar cosas como la recopilación de datos en tiempo real. Si podemos conectar un sensor a un equipo que monitorice el comportamiento de ese equipo o que sepa algo sobre él, como dónde está ubicado, entonces, en última instancia, podemos construir aplicaciones que nos den un posicionamiento proactivo alrededor de ese componente o que puedan responder si emprendemos una investigación.

Si vinculamos esto con el BIM, entonces lo que tenemos es una comprensión del componente en sí mismo y una visión de lo que le está sucediendo a ese componente vinculada a los datos que hemos capturado”.

Lo cierto es que estamos empezando a descubrir los beneficios de integrar los modelos BIM de un activo que contiene todos los datos de diseño, construcción y operación, con los datos obtenidos del sistema de sensores del activo y con los datos de los sistemas de gestión.

El Facility Manager o el gestor de activos del futuro próximo deberá ser un experto en saber filtrar

de todo ese conjunto enorme de datos, sólo los datos que necesita para que le ayuden a tomar una decisión. Así irá aumentando su conocimiento sobre su activo y el gestor será cada vez más sabio y aportará un mayor “VALOR” a su organización”.

En el futuro cercano el gestor de activos y del Facility Manager deberá saber combinar la información de los sistemas de IoT con la Inteligencia Artificial para poder tomar siempre las mejores decisiones para su organización.

La tecnología ya existe. El problema es de madurez del mercado y de la falta de los conocimientos tecnológicos necesarios en los gestores.

También tenemos que resolver un problema técnico, hoy en día trabajamos con múltiples formatos BIM, múltiples soluciones de gestión y múltiples protocolos en los sensores IoT.

La idea de soluciones que sirvan de puente entre estos sistemas comienza a ser una buena oportunidad de negocio para los desarrolladores de software y una oportunidad para los gestores del futuro

Las opiniones de Seppo Torma, Vishal Singh y de Steve Cooper han sido traducidas del artículo realizado por Chris Lo en Octubre del 2019 en la web: <https://www.designbuild-network.com/features/bim-and-iot/>



FIG

LISTADO DE FIGURAS DE LA GUÍA BIM.

LISTADO DE FIGURAS DE LA GUÍA BIM:

Figura 01. Vista 3D de un modelo BIM cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

Figura 02. Presentado en la Mesa Redonda de Usuarios de la Construcción "Colaboración, Información Integrada y el Ciclo de Vida del Proyecto en el Diseño, Construcción y Operación de Edificios" (WP-1202, Agosto, 2004)", la "Curva MacLeamy" .

Figura 03. Modelo conceptual de Asset Management adaptado a la metodología BIM.

Figura 04. Exposición de cinco de los temas que marca IAM adaptados a nuestra propuesta conceptual de AM+FM.

Figura 05. Grupo de ciclo de activo del modelo conceptual de la gestión de activos adaptado a las fases de un proyecto tradicional.

Figura 06. Visión del BIM desde la norma ISO 19650 Gestión de la información usando la metodología Building Information Modelling.

Figura 07. Fases de un proyecto BIM.

Figura 08. Adaptación de la metodología BIM de las guías PAS 1192 al contexto de España.

Figura 09. Etapas de la fase de diseño de la estratégica de un proyecto BIM.

Figura 10. Propuesta del contenido del documento de "Caso de Negocio" para justificar una inversión.

Figura 11. Etapas de la fase de diseño de la estratégica de un proyecto BIM.

Figura 12. Jerarquía de requisitos de información que forman parte del Modelo de Información del Cliente y están definidos en la norma ISO 19650-1.

Figura 13. Etapas de la fase de diseño de la estratégica de un proyecto BIM.

Figura 14. Índice propuesto del documento de "Requisitos de Intercambio de Información", EIR.

Figura 15 Y 16. Etapas de la fase de diseño de la estratégica de un proyecto BIM: Requisitos de gestión.

Figura 17. Etapas de la fase de diseño de la estratégica de un proyecto BIM. Requisitos de gestión y técnicos.

Figura 18. Etapas de la fase de diseño de la estratégica de un proyecto BIM: Requisitos técnicos y comerciales.

Figura 19. Índice propuesto para el "Protocolo de Modelado BIM" (PMB).

Figura 20. El plan de proyecto de ejecución BIM dentro de la metodología BIM.

Figura 21. Propuesta de índice de Plan de Proyecto de Ejecución BIM pre-contrato.

Figura 22. Propuesta de índice de Plan de Proyecto de Ejecución BIM post-contrato.

Figura 23. Propuesta de plantilla de Plan Maestro de Entrega de Información.

Figura 24. Propuesta de plantilla de la Tabla de Entrega de Producción de los Modelos (TEPM).

Figura 25. Propuesta de Modelo Conceptual de Gestión de Activos desde una visión de gestión de servicios de FM y desde el uso de la metodología BIM para el diseño y la construcción de nuevos activos.

Figura 26. Exposición de cinco de los temas que marca IAM adaptados a nuestra propuesta conceptual de BIM+FM.

Figura 27. Usos del BIM asociados a la dimensión BIM 3D.

Figura 28. Usos del BIM asociados a la dimensión BIM 4D.

Figura 29. Usos del BIM asociados a la dimensión BIM 5D.

Figura 30. Usos del BIM asociados a la dimensión BIM 6D.

Figura 31. Clasificación de los "usos de los modelos BIM" definida por D. Bilal Succar en su blog BIMThinkSpace.

- Figura 32.** Clasificación de los “usos de los modelos BIM” de carácter general. Definida por D. Bilal Succar.
- Figura 33.** Clasificación de los “usos de los modelos BIM” basados en dominios (I). Definida por D. Bilal Succar.
- Figura 34.** Clasificación de los “usos de los modelos BIM” basados en dominios (II). Definida por D. Bilal Succar.
- Figura 35.** Clasificación de los “usos de los modelos BIM” personalizados. Definida por D. Bilal Succar.
- Figura 36.** Leyenda de las tablas de clasificación de los “usos de los modelos BIM” .
- Figura 37.** Normas ISO 41000 de Facility Management que ya están publicadas.
- Figura 38.** El Facility Management como un sistema de gestión según la norma ISO 41001.
- Figura 39.** Visión del FM como un proceso de mejora continua.
- Figura 40.** Elementos principales de un modelo de gestión de facility management. Basado en los elementos del modelo de gestión de activos de la norma ISO 55001.
- Figura 41.** Marco conceptual de gestión de los activos ampliado para incluir la visión BIM y FM.
- Figura 42.** Proceso de nivel 0 del área de FM que cumple con las normas ISO 55001, ISO 41000 y BIM. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.
- Figura 41, 42 y 43.** Clasificación de los “usos de los modelos BIM” basados en dominios. Definida por D. Bilal Succar.
- Figura 44.** Integración de la metodología PMBOK y BIM. Basada en información desarrollada en la guía BIM para gestión de proyectos realizada por RICS en Mayo 2017. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.
- Figura 45.** Ejemplo de proceso de nivel 1 de gestión de la Información desde la visión de la norma ISO 19650-2.
- Figura 46.** Ejemplo de proceso de nivel 2 para analizar las necesidades de información de un proyecto desde la visión de la norma ISO 19650-2.
- Figura 47.** Nivel de Información Gráfica.
- Figura 48.** Nivel De Información definido en el PlanBIM de Chile.
- Figura 49.** Matriz de objetos y elementos BIM. Tipos definidos por PLANBIM de Chile y obtenidos del Departamento de Veteranos de Guerra del Gobierno americano.
- Figura 50.** Estructura del estándar COBie. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.
- Figura 51 y 52.** Relación de propiedades relacionadas con el estándar COBie.
- Figura 53.** Actividad de establecer el Entorno Común de Datos dentro del proceso sobre el análisis de las necesidades de información del proyecto según la norma ISO 19650-2.
- Figura 54.** Procedimiento del intercambio de información en proyectos BIM de las PAS 1192.
- Figura 55.** Resumen de la codificación a seguir en el intercambio de información entre los agentes del proyecto.
- Figura 56.** Proceso referido a preparar la licitación desde la visión de gestión de la información BIM.
- Figura 57.** Esquema de un posible planteamiento de documentos de licitación y su contenido.
- Figura 58.** Proceso de nivel 1 relativo a las actividades relacionadas con la selección de ofertas y su relación con la gestión de la información BIM.
- Figura 59.** Proceso de nivel 1 relativo a la preparación interna de los adjudicatarios y su relación con la gestión de la información BIM.
- Figura 60.** Proceso de nivel 1 relativo a las actividades relacionadas con la producción de los trabajos contratados y su rela-

LISTADO DE FIGURAS DE LA GUÍA BIM:

ción con la gestión de la información BIM.

Figura 61. Proceso de nivel 1 relativo a las actividades relacionadas con la entrega de información y su relación con la gestión de la información BIM.

Figura 62. Propuesta de formatos a entregar al propietario o gestor del activo.

Figura 63, 64 y 65. Jerarquía IFC: IfcObject. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

Figura 66. Jerarquía IFC: IfcRelationship. Imagen cortesía de CREA Soluciones Inteligentes.

Figura 67. Entidades IFC y conjunto de propiedades comunes de los elementos arquitectónicos.

Figura 68. Algunas de las propiedades más representativas del conjunto de propiedades común.

Figura 69, 70, 71. Entidades IFC para la distribución de la energía o la transferencia de calor.

Figura 72 y 73. Propiedades de los conjuntos de propiedades asociados a temas medioambientales.

Figura 74. Propiedades de los conjuntos de propiedades asociados a la condición del activo y la vida útil.

Figura 75. Propiedades de los conjuntos de propiedades asociados a temas de producto y garantía.

Figura 76. Unidades básicas del Sistema Internacional (Real Decreto 2032/2009).

Figura 77. Procedimiento del intercambio de información en proyectos BIM de las PAS 1192.

Figura 78. Ilustración formada por imágenes del video de la BuildingSMART donde se explica el formato BCF en un proyecto de colaboración BIM. Ver video en: <https://www.youtube.com/watch?v=yrm5SrEfSvE&feature=youtu.be>.

Figura 79. Ejemplo de un modelo CSG. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers. Por Charles M. Eastman, Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston.

Figura 80. NHS Building — paastudio, CA, USA — www.paastudio.com. Imagen obtenida de la web https://www.graphisoft.com/archicad/open_bim/about_bim/

Figuras del 81 al 93. Listado de los principales productos de modelado BIM. Cortesía de David Barco.

Figura 94. Herramienta de gestión en realidad virtual. Imagen cortesía de VT-Lab.

Figura 95. Visualización de modelo en realidad aumentada. Imagen cortesía de VT-Lab.





AM + BIM + FM = ÉXITO
Una oportunidad que no podemos perder.



BBB

BIBLIOGRAFÍA Y LECTURAS RE- COMENDADAS.

BIBLIOGRAFÍA Y LECTURAS RECOMENDADAS:

Capítulo 01. BIM. SITUACIÓN ACTUAL.

Enlace: Historia del BIM: EUBIM TASKGROUP: <http://www.eubim.eu>

Enlace: Manual para la introducción del BIM por parte del sector público europeo: <http://www.eubim.eu/handbook-selection/handbook-spanish/>

Enlace: Informe McKinsey Global Institute Febrero 2017: "Reinventing construction through a productivity revolution"; By Filipe Barbosa, Jonathan Woetzel, Jan Mischke, Maria Joao Ribeiro, Mukund Sridhar, Matthew Parsons, Nick Bertram, and Stephanie Brown; <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>

Enlace: informe del Observatorio BIM presentado en la cuarta edición de EBS Summit 2018: <https://europeanbimsummit.com/eu-bim-observatory/>

Capítulo 02. BENEFICIOS DEL BIM PARA PROPIETARIOS Y GESTORES.

Enlace: Edificios de alto rendimiento: <http://www.wbdg.org/resources/whole-building-design>

"Curva MacLeamy": Mesa Redonda de Usuarios de la Construcción "Colaboración, Información Integrada y el Ciclo de Vida del Proyecto en el Diseño, Construcción y Operación de Edificios" (WP-1202, Agosto, 2004)".

Capítulo 03. ASSET MANAGEMENT Y BIM.

Enlace: El instituto de Asset Management. Anatomía de la gestión de activos: <https://theiam.org/knowledge/asset-management-an-anatomy/>

Libro: Gestión de activos. "Business Solutions" Asset Management Maintenance Framework. Dr. Luis Amendola, Ph. D. 3ª Edición. PMM Institute for learning. Valencia –España. Printed by Coprint S.L.

Libro: "Asset management for directors". Monique Beedles. Australian Institute of Company Directors.

Libro: "Asset management. Whole-life management of physical assets". Edited by Chris Lloyd. Institution of Civil Engineers.

Capítulo 04. METODOLOGÍA BIM PROPUESTA.

Enlace: British Standards and Publicly Available Specifications (PAS) from BSI. Pas 1192. <https://bim-level2.org/en/standards/>

Enlace: EIR: <https://toolkit.thenbs.com/articles/employers-information-requirements/>

Enlace: AEC (UK) BIM PROTOCOLS: <https://aecuk.wordpress.com/documents/>

Capítulo 05. LAS DIMENSIONES Y LOS USOS DEL BIM.

Enlace: Los usos del BIM: <https://bimforum.org/uses/>

Enlace: Los usos del BIM: https://www.bim.psu.edu/bim_uses/

Enlace: BIMThinkSpace: <https://www.bimthinkspace.com/>. **BIM ThinkSpace es uno de los blogs de mayor duración de D. Bilal Succar (la primera publicación fue en octubre de 2005) que abarca el mo-**

delado de información de la construcción desde la perspectiva de los "profesionales informados". Comparte temas que atraen la reflexión y valiosas contribuciones de autores invitados internacionales. Autor: D. Bilal Succar .

Capítulo 06. BIM Y FACILITY MANAGEMENT.

UNE-EN ISO 41001:2018: <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/UNE?c=N0060919>.

UNE-EN ISO 41012:2019: <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/UNE?c=N0061876>.

Capítulo 07. BIM Y EL PROJECT MANAGEMENT.

UNE-ISO 21500:2013: <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/UNE?c=N0050883>.

BIM FOR PROJECTS MANAGEMENT: <https://www.rics.org/uk/news-insight/research/insights/bim-for-project-managers/>

Capítulo 08. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN BIM.

Enlace: Normas ISO 19650 Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modelling). Gestión de la información al utilizar BIM (Building Information Modelling):

UNE-EN ISO 19650-1:2019: Parte 1: Conceptos y principios. (ISO 19650-1:2018).

<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/UNE?c=N0062137>.

UNE-EN ISO 19650-2:2019: Parte 2: Fase de desarrollo de los activos. (ISO 19650-2:2018).

<https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/UNE?c=N0062138>.

PNE-prEN ISO 19650-3: Parte 3: Fase operativa de los activos. (ISO/DIS 19650-3:2019).

EN-ISO 19650: Documento para una mejor comprensión de la norma. Elaborado por la Building Smart. <https://www.buildingsmart.es/recursos/en-iso-19650/>.

BIM FORUM. LOD: <https://bimforum.org/lof/>.

BIM TOOLKIT: La biblioteca de definiciones. <https://toolkit.thenbs.com/definitions>.

Capítulo 09. INTEROPERABILIDAD. IFC PARA PROPIETARIOS Y GESTORES.

Enlace: <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4/Add2TC1/html/schema/ifcsharedbldgelements/pset/>

Capítulo 10. SOLUCIONES TECNOLÓGICAS APLICADAS AL CICLO DE VIDA DE LOS ACTIVOS.

Enlace: Historia del BIM: <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>

Libro: "Guía para implementar y gestionar proyectos BIM". Diario de un BIM MANAGER. Por David Barco Moreno. Editor: Costos S.A.C. Primera edición: 2018.



G T E

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

GLOSARIO DE TÉRMINOS:

POR JAVIER GARCÍA MONTESINOS.

4D. Es una de las dimensiones del BIM (referencia al tiempo) y un uso del BIM en el cuál el modelo geométrico es combinado con una planificación de la obra para crear una simulación del proceso constructivo. Muy importante para el cumplimiento de los objetivos del cliente.

5D. Es una de las dimensiones del BIM (referencia al dinero) y un uso del BIM en el cuál el modelo geométrico se combina con datos de costes de los distintos elementos para generar el presupuesto del proyecto.

6D. Es una de las dimensiones del BIM (referencia a la fase de operación y mantenimiento). Dentro de esta dimensión tiene cabida todos aquellos usos del BIM especializados para la operación y el mantenimiento. Hay determinados autores que indican que la 6D dimensión tiene que ver con la sostenibilidad de los activos y la 7D con la operación y mantenimiento. El autor de esta guía mantiene que la sostenibilidad debe estar fijada en la fase estratégica y en las primeras fases del diseño del activo y no después de las simulaciones de construcción y de presupuesto. En su opinión las simulaciones energéticas son críticas para la visión del propietario y son usos BIM que permiten simular el comportamiento del activo antes de construirlo.

As-built. En cuanto a los modelos as-built refleja los modelos que deben de reflejar el activo tal y como se ha construido.

AIR. Asset Information Requirements. Requisitos de Información del Activo. Especifica la información que debe ser entregada por el equipo de proyecto al finalizar la obra y coincidiendo con la entrega del Libro del Edificio.

AIM. Asset Information Modeling. Modelo de Información del Activo. Modelo de información para operación y mantenimiento, el cuál está compuesto por el modelo geométrico as-built y la información definida en el AIR a nivel de operación y mantenimiento.

BCF. BIM Collaboration Format. Es un estándar para la comunicación de incidencias y el envío de las mismas entre distintos software que emplea el equipo de proyecto, especialmente entre modelos IFC y modelos procedentes de soluciones comerciales.

BIG Data. Un término para referirse a grandes volúmenes de datos complejos.

BIM. Building Information Modelling. Una metodología de trabajo colaborativa en la que se emplean modelos digitales para dar soporte a todas las fases del ciclo de vida de los activos: diseño, construcción, operación y mantenimiento.

BEP. BIM Execution Plan. Plan de Ejecución BIM (PEB). Se refiere al documento que se desarrolla por los ofertantes inicialmente, y por el equipo de proyecto una vez ya adjudicado el proyecto para definir su forma de trabajo colaborativa y cómo se va a cumplir con los objetivos indicados por el cliente.

BS / PAS 1192. Una serie estándares británicos (Publicly Available Specifications, PAS) que describen algunos aspectos de la metodología BIM con visión de ciclo de vida de los activos: planificación, construcción y operación y mantenimiento.

BuildingSMART. Se refiere a la organización internacional que lidera el desarrollo de los estándares openBIM.

CAD. Computer Aided Design). El uso de herramientas digitales para propósitos de diseño y dibujo. Usualmente hace referencia a trabajos en dos dimensiones, pero en la realidad las aplicaciones también pueden incluir el dibujo de elementos tridimensionales.

COBie. Construction Operations Building Information Exchange. Una especificación desarrollada para transmitir información desde la fase de construcción a la fase de operación y mantenimiento.

CDE. Common Data Environment. Entorno Común de Datos. Es un espacio compartido de proyecto para almacenar e intercambiar toda la información del proyecto siguiendo los criterios definidos en el EIR y en el BEP. Debe ser capaz de gestionar el Modelos de Información del Proyecto y el Modelo de Información del Activo definido en estos documentos.

EIR. Exchange Information Requirements. Requisitos de Intercambio de Información. Es una especificación de la información que debe ser intercambiada y entregada en el desarrollo del proyecto para cada una de las fases del mismo: estudios previos, anteproyecto, proyecto básico, proyecto de ejecución, pruebas de funcionamiento y recepción del edificio, y operación y mantenimiento.

GUID. Global Unique Identifier. Identificador Global Único. Un número de identificación único generado para identificar a los elementos en sistemas de ordenador. En el contexto BIM se hace referencia al identificador asociado a los distintos elementos modelados y contenidos dentro de los archivos de intercambio IFC, IFC-GUID.

IFC2X3. Es una versión previa de IFC ampliamente extendida especialmente para el análisis de interferencias.

IFC4. La versión actual de la versión IFC y la primera en ser considerada un estándar ISO 16739:2013.

Industria 4.0. (La cuarta revolución industrial). Se refiere a los cambios en la automatización digital y los intercambios de información realizados dentro del sector industrial. Dentro de estos cambios están temas como el Internet de las Cosas (IoT) y el Cloud Computing.

Internet de la Cosas (IoT). Es una red de dispositivos físicos interrelacionados.

ISO. Es un organismo internacional independiente y no gubernamental de normalización compuesto por representantes de varias organizaciones nacionales de normalización. Fue fundada en el año 1947 y promueve estándares internacionales voluntarios, basados en el consenso y relevantes para el mercado que apoyan la innovación y brindan soluciones a los desafíos globales.

ISO 19650. Es la norma ISO sobre "Organización y digitalización de la información en edificios y obras de ingeniería civil, incluido el modelado de información de edificios (BIM)". La parte 1 trata de conceptos y principios. La parte 2 es sobre la fase de entrega de los activos. Fecha de la norma: 2018.

ISO 41001. Es la norma sobre el "Facility Management" como un sistema de gestión de las organizaciones.

ISO 55001. Es la norma sobre la "Gestión de Activos" como un sistema de gestión de las organizaciones.

LOD. Level of Development (LoD). Describe el nivel de representación de un elemento modelado. Es un concepto americano.

LOD. Level of Detail (LOD). Describe el nivel de representación gráfica de un elemento modelado en base al nivel de servicio requerido. Es un concepto británico. Forma parte del LoD Definición (Nivel de detalle, nivel de información).

LOG. Level of Geometry. El nivel de detalle geométrico de un elemento modelado.

LOIN. Level of Information Need. Un término sinónimo al LoD.

LOI. Level of Information. Describe el nivel de contenido no geométrico de un elemento (metadatos). Forma parte del LoD Definición (Nivel de detalle, nivel de información).

MPDT. Model Production Delivery Table. Una planificación específica de un proyecto que define el nivel geométrico y el nivel de información de cada uno de los elementos del modelo.

OpenBIM. Son los procedimientos colaborativos de intercambio de información utilizando estándares neutrales y abiertos. Ejemplo de estándares OpenBIM: IFC y el BCF.

PIM. Project Information Model. Modelo de Información del Proyecto. Es el conjunto de información gráfica, no gráfica y documentos necesarios para cada una de las fases del proyecto a nivel de diseño y construcción.

PIR. Project Information Requirements. Requisitos de Información de Proyecto. Describe los requerimientos de información del propietario durante las fases de diseño y construcción.

Publicado por la Asociación Building SMART Spain. Madrid.

www.buildingSMART.es

Todos los derechos reservados a los autores de los diferentes artículos, de las imágenes y a la Asociación BuildingSMART Spain.

Copyright @ Building Smart Spanish Chapter (BSSC). 2020.

Imágenes de edificios adquiridas en ADOBE STOCK. Ninguna persona está autorizada a usar estas imágenes sin adquirir su propia licencia.

20

20

Versión - 02A