



building

SMART

Spanish journal of BIM



nº 18/01



Spanish journal of BIM

Spanish journal of BIM es una publicación editada por el buildingSMART Spanish Chapter para la investigación y difusión en español de estudios sobre el modelado de la información de los edificios (BIM)

<http://www.buildingsmart.es/journal-sjbim/presentación/>

Información, envío de artículos y publicidad: sjbim@buildingsmart.es

Formato electrónico de la revista: <http://www.buildingsmart.es/journal-sjbim/historial/>

Spanish journal of BIM

nº18/01

Director-Editor:

Antonio Manuel Reyes Rodríguez. Dr. Ingeniero Industrial.

Escuela de Ing. Industriales. Universidad de Extremadura. SPAIN

Consejo de administración:

Presidente: Fernando Blanco Aparicio

Tesorero: Pablo Daniel Callegaris

Secretario: Sergio Muñoz Gómez

Repres. de los simpatizantes: Eduardo Cortés Yuste

Comité Científico:

Dr. Antonio Manuel Reyes Rodríguez. Ingeniero Industrial.
Escuela de Ing. Industriales. Univ. de Extremadura. ESPAÑA

Dra. Norena Martín Dorta. Ingeniero Edificación.
Universidad de La Laguna. ESPAÑA

Dr. Eloi Coloma Picó. Arquitecto.
Univ. Politècnica de Catalunya. ESPAÑA

Dr. António Aguiar Costa. Arquitecto
Instituto Superior Técnico, Univ. de Lisboa. PORTUGAL

Dr. Mauricio Loyola.
Universidad de Chile. CHILE

Dr. Javier Núñez. Arquitecto
Fac. Arq., Diseño y Urbanismo. Univ. B^{os} Aires. ARGENTINA

Dr. Juan Enrique Nieto Julián. Arquitecto.
E.T.S. Ingeniería de Edificación. Univ. de Sevilla. ESPAÑA

Dr. Pablo Herrera Polo. Arquitecto
Fac. Arquitectura. Univ. Peruana de Ciencias Aplicadas. PERÚ

Dr. Manuel Soler Severino. Arquitecto
E.T.S. Arquitectura. Univ. Politécnica de Madrid. ESPAÑA

Dr. Eduardo Sampaio Nardelli. Arquitecto
Fac. Arq. e Urb. Univ. Presbiteriana Mackenzie. BRASIL

Dr. José Manuel Martins Neto dos Santos. Engenheiro Civil.
Fac. Ciências Exatas e Eng. da Univ. da Madeira. PORTUGAL

Dr. Esteban José Rivas López. Arquitecto
ETS de Arquitectura. Universidad de Granada. ESPAÑA

Depósito Legal: 000478-2014

I.S.S.N.: 2386-5784

Imprime: Unión 4 C/ Mérida, 8

06230 Los Santos de Maimona (Badajoz).ESPAÑA
Tfno: +34 924 571 379. www.imprentaunion4.es





¿Estás haciendo BIM así?

Trabajar con algunas tecnologías es como limarse las uñas con un rallador de queso: un rato es divertido pero, a la larga, resulta doloroso.

Y es que las herramientas, sobre todo CAD, no nos lo ponen fácil: requieren adaptar nuestra pericia a sus limitaciones.

Está muy bien perder tiempo en ello cuando jugamos, pero en la práctica profesional, especular con las herramientas es un lujo. Y si además comprometes una entrega, es un riesgo.

Por eso en Modelical llevamos desde 2012 ayudando al sector de la construcción a sacarle el máximo partido a sus aplicaciones, a su tiempo y a su información.

Lo hacemos en 3D, y en BIM, claro.

Porque hay algo peor que pretender ganarse la vida haciendo proyectos con el juguete de la foto: hacerlo en BIM sin la visión y la estrategia adecuadas.

En Modelical te ayudamos a elegir, formarte y utilizar las mejores herramientas BIM.

Y si hace falta, las adaptamos para ti, las desarrollamos y las conectamos con tus aplicaciones de negocio, te acompañamos en tus proyectos, y nos comprometemos con ellos como si fueran los nuestros.

Para que la tecnología esté a tu servicio, y no al revés.

Si quieres dejar de jugar en BIM, visítanos en www.modelical.com o pásate por el stand 8E46 en BIMExpo.

modelical



VISUALIZACIÓN DE DATOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD BIM

La información contenida en un repositorio BIM se puede consumir de muchas maneras, por otra parte, la visualización de datos es uno de los aspectos culturales modernos que más luz está arrojando sobre la ingente cantidad de información que nos rodea. En este artículo veremos cómo, mediante un minado masivo de datos, el uso de un cuadro de control ayuda a un BIM Manager a tener controlados todos los modelos de diferentes proyectos alojados en diferentes repositorios.

Julio José García Borja. *Modelical, Madrid, España.*

Juan Manuel Pérez Mañogil. *Modelical, Madrid, España.*

Gaspar Díaz Noguera. *Modelical, Madrid, España.*

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Problemática actual

En la actualidad durante el desarrollo de la actividad de un BIM Manager de Proyecto, uno se encuentra una y otra vez con la labor de chequear la calidad de todos los modelos que componen el mismo. La simplificación de esta tarea puede siempre verse favorecida por una estrategia BIM global a nivel corporativo.

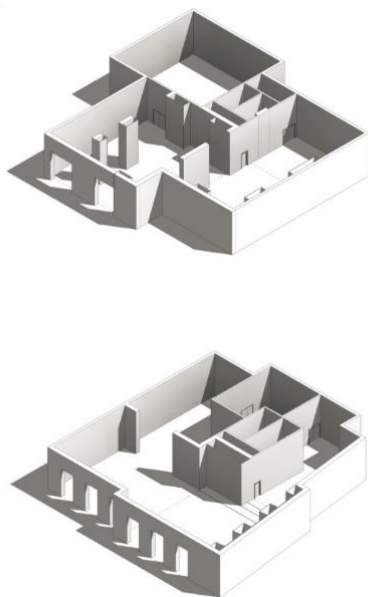


Fig. 1

A su vez un BIM Manager Corporativo tiene la misma tarea, pero en muchos proyectos. El aseguramiento de la consistencia se complejiza y estar al tanto de todas las posibles amenazas que se ciernen sobre los modelos de los proyectos puede resultar una tarea casi inabordable.

En un paso más allá, para un Gestor de modelos en fase de Operaciones y Mantenimiento el trabajo de gestión de la calidad es más complejo, ya que además de hacerlo sobre muchos proyectos con muchos modelos estos pueden ser fruto de diferentes firmas, tener orígenes diversos.



Fig. 2

1.2 Oportunidad

Más allá de la detección de colisiones, para el aseguramiento de la calidad de modelos existen diferentes estrategias de control efectivo. Estas pasan inicialmente por establecer unas mejores



prácticas para el modelado (secuencias de modelado indicadas en el BEP y la “splash screen” de todos los modelos), y después por el seguimiento de protocolos de chequeo establecidos en guías y aplicados mediante bloques de definiciones de Dynamo ad-hoc para proyectos, macros de control y homogeneización, etc.

Durante este proceso de investigación y constante evolución se detectaron algunas características comunes que desembocaron en el desarrollo de una herramienta que permite de manera desatendida controlar el desarrollo de los modelos a través de la visualización de métricas extraídas de los mismos.

1.3 Justificación

Para una toma de decisiones eficiente lo importante es tener información de manera rápida y veraz. Las medidas a tomar ante una calidad deficiente de los modelos BIM pueden tener que ver no sólo con la naturaleza del modelo sino con la del proyecto o incluso con decisiones a nivel corporativo.

La corrección de los modelos de manera desatendida, basada en el análisis de los datos extraídos de los mismos, puede provocar consecuencias no deseadas. Y es por eso que este aspecto no forma parte del alcance de este estudio. A continuación, se exponen mecanismos de visualización de datos como propuesta para controlar la calidad de diferentes modelos BIM. Además, se sugieren, del análisis de las métricas extraídas, conclusiones relevantes sobre potenciales acciones preventivas.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Introducción

Típicamente en los programas BIM existen tres métodos para visualizar la información contenida en un modelo:

- Vistas 2D/3D
- Cuadros de propiedades de elementos
- Tablas

Todos ellos dinámicos y relacionado entre sí.

Con ayuda de software externo como Tableau, Plotly, PowerBI o incluso Excel se puede visualizar información debidamente minada de los modelos, pero los programas BIM, por defecto, siguen teniendo ciertos problemas para mostrar la información contenida en ellos a través de otros métodos de visualización.

La elección de la visualización correcta es importante para exponer los problemas y poder tener una lectura de datos comprensible. Una mala elección de gráficas puede provocar que se malinterpreten los datos, incluso que muestren lo contrario.

Proliferan diferentes estudios e implementaciones sobre la visualización de datos sobre modelos BIM.

En los últimos años se han visto grandes avances en este campo, propiciados por la generación de muchos artículos académicos, por el desarrollo de librerías como D3.js, Matplotlib, Seaborn, Plotly... que han facilitado el acceso a la visualización de datos en diferentes sectores a un ritmo vertiginoso.

2.2 Alcance

¿Qué métricas debemos tener controladas para saber si un modelo goza de buena salud? Esta es una pregunta que se puede contestar si se sabe cuáles son los criterios de calidad aplicables en los modelos. Algunas métricas clave se pueden usar como si fueran muestras y, de este modo, extrapolar la información a otros aspectos del modelo.

Por ejemplo, si se tienen muchos dibujos 2d vinculados se supone que también habrán venido patrones de línea importados y que minimizando esta métrica se pueden minimizar efectivamente otras.

2.3 Frecuencia

¿Cuándo se visualizan estas métricas? La salud de los modelos BIM varía en el momento en el que alguien realiza cambios en el mismo.

Por tanto, en el desarrollo natural de un modelo interesa tenerlo controlado con frecuencias que pueden ser desde el tiempo real a plazos de semanas o meses.



2.4 Objeto de estudio

La propuesta es extraer métricas de elementos críticos de los modelos en el repositorio BIM en cuestión mediante un automatismo que vierte esa información en una base de dato externa y que permite su consumo para visualización.

La visualización propuesta está vinculada a las extracciones, ya que una de las métricas más importantes para visualizar la evolución de los modelos es el tiempo en el cual se efectúan los escaneos. Por lo que principalmente y salvo algunas excepciones que son particulares a Revit, la aplicación BIM en cuestión, se ha optado por diagramas de líneas con el tiempo en abscisas y el conteo en ordenadas.

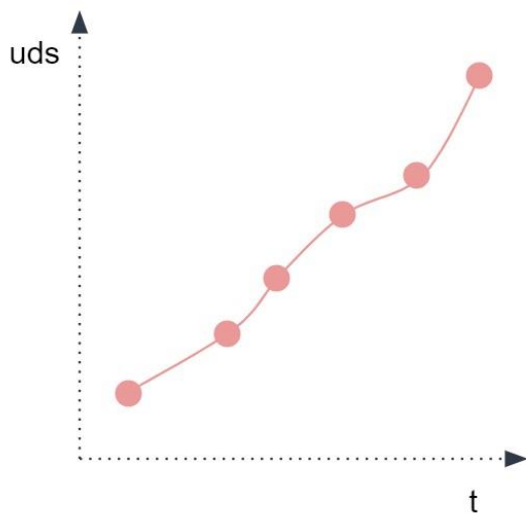


Fig. 3

3 ENFOQUE

3.1 Breve introducción a la calidad BIM

Entendemos la Calidad como el conjunto de propiedades características de un modelo BIM que le confieren la aptitud de satisfacer las necesidades del proyecto y de los usuarios.

La calidad BIM por tanto tiene que ver con características intrínsecas del modelo (rendimiento, consistencia en parámetros...) y a su vez con los usos BIM que se establecen en el proyecto.

Las características intrínsecas que definen la calidad las da el hardware y el propio software de modelado: límites de precisión, clasificación de elementos, generación y gestión de la geometría o las relaciones paramétricas entre elementos. Por otra parte, los usos BIM más habituales como coordinación 3D, revisión de diseño, autoría de diseño, diseño de sistemas constructivos y modelado de condiciones existentes fijan los requisitos en el contexto del proyecto.

Con esto presente se puede definir (salvo usos específicos) una serie de directrices para chequear la calidad en la gran mayoría de los modelos BIM.

3.2 Tipos de calidad en modelos BIM

Los criterios seleccionados para chequear la calidad se enmarcan en tres tipologías: estructura, contenido y consistencia.

Estos tres factores de calidad BIM son una tríada íntimamente ligada, buscar un equilibrio en ella es el objetivo a conseguir.

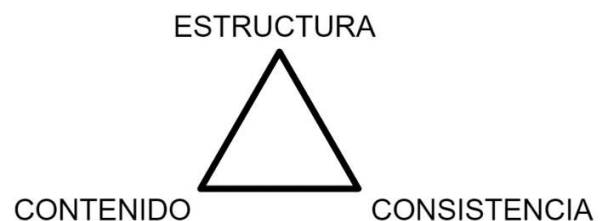


Fig. 4

- Estructura

Existen diferentes estrategias para dar estructura al repositorio BIM de un proyecto. Las más usadas son las siguientes:

1. Por disciplina
2. Por zonas (XY)
3. Por niveles (Z)
4. Por volúmenes (XYZ)



Esta partición se puede ejecutar de diferentes formas, por ejemplo, en el caso de Revit, a través de diferentes modelos y familias, con subproyectos, fases o con opciones de diseño. Se entiende que una correcta compartimentación debe garantizar un rendimiento idóneo de los modelos, pero como contrapartida hace más complejo el tratamiento de las coordenadas, así como el de la consistencia de la información entre archivos.

- Contenido

En la calidad del contenido se chequean que todos los elementos que deben aparecer en el repositorio BIM ciertamente están, pero quizás es más importante chequear los que están y no deben estar. Una detección rápida de que se están modelando elementos o rellenando parámetros que no se deben rellenar puede hacer que se ahorren ingentes horas de trabajo.

- Consistencia

Como se ha adelantado anteriormente la gestión de la calidad de la consistencia en los modelos puede complejizarse mucho si se tiene el proyecto muy atomizado. Es fundamental que algunas métricas del mismo proyecto y diferentes modelos permanezcan en el mismo valor, por ejemplo, subproyectos, fases o niveles.

4 DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

4.1 Arquitectura

Los datos extraídos se envían a un servidor remoto mediante peticiones REST, y son almacenados en una base de datos para su posterior consumo.

Desde el panel de control online la interfaz permite filtrar y ordenar dichos datos para permitir al usuario el análisis de los mismos.

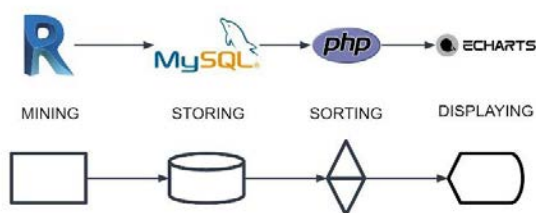


Fig. 5

4.2 Minado/Análisis

Desde un add-in desarrollado para Revit se configuran los modelos sobre los que actuar y los análisis a ejecutar por paquetes.

Los análisis se ejecutan sobre todos y cada uno de los modelos indicados en la configuración. Los test deben poder aplicarse en todo tipo de modelos y su ejecución ha de ser automática por lo que deben ser creados a prueba de error y no necesitar respuestas del usuario.

En algunos casos se extraen información más compleja en estructuras de datos específicas como por ejemplo información de una habitación junto al mallado de la misma.

En cualquier caso, el enfoque desde el principio ha sido extraer datos manteniendo una estructura lo más sencilla posible para permitir combinar y cruzar datos fácilmente y con esto poder sacar conclusiones.

Una vez terminados los análisis estos son enviados al servidor donde se almacenan, como comentábamos, hasta que son requeridos por el usuario en el panel de control.

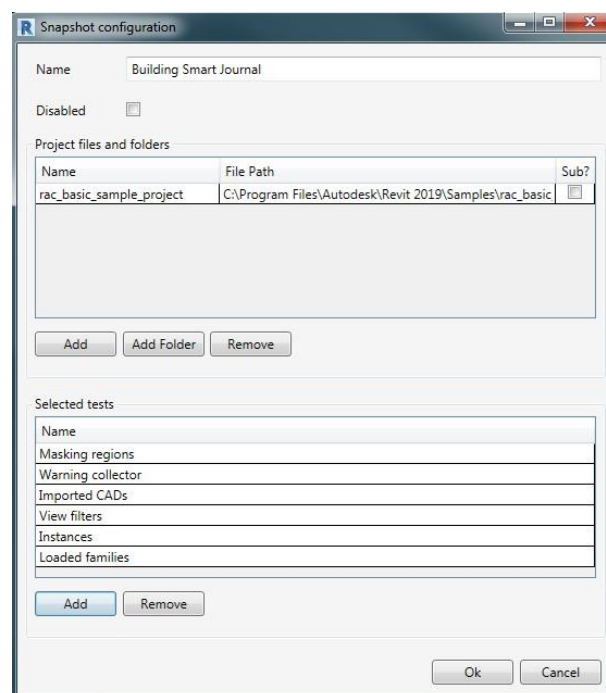


Fig. 6

La visualización de datos debe servir para la toma de decisiones en relación a la calidad del modelo. Se deben controlar las métricas necesarias y visualizarlas de un modo que indiquen claramente dónde, y cuándo aparecen los problemas. Es importante, por tanto, convertir estos datos en conocimiento.

En el siguiente gráfico, por ejemplo, podemos ver cómo evoluciona la cantidad de patrones de línea en los modelos de un proyecto y podemos apreciar claras bajadas en las métricas fruto de sucesivas purgas.



Fig. 7

5 OPORTUNIDADES DE DESARROLLO

El uso de tecnologías de visualización de datos puede ayudar al BIM Manager a realizar chequeos exhaustivos de métricas relativas a la calidad estructural, de contenido y de consistencia de lo modelado.

La herramienta propuesta es un ejemplo de cómo implementar estas tecnologías a nivel de minado, clasificación, mapeado y mostrado de datos.



Fig. 8

La parte de la herramienta que se ha tratado más a fondo es la dedicada al BIM Manager, pero desde Modelical se siguen desarrollando herramientas que aprovechan la visualización

de datos para la toma de decisiones, como por ejemplo la de las dos imágenes mostradas que se trata de una aplicación de análisis para la toma de decisiones en la gestión de activos a través de sus gemelos digitales BIM. En este desarrollo la herramienta se convierte en un visualizador de recintos se tiene acceso a toda una serie de gráficos vinculados con la información de las mismas.

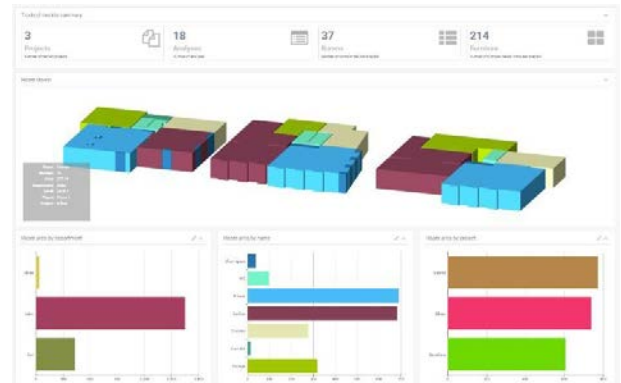


Fig. 9

También continúa la investigación e implementación de nuevas funcionalidades como la utilización de métodos probabilísticos de análisis de variación en métricas para realizar alertas automáticas vía email o BCF cuando se dispara alguna de las mismas.

La corrección de errores desatendida es otra vía de desarrollo que se está empezando a investigar. La propuesta de medidas correctoras es algo que ya se ha implementado en otras herramientas internas además del control de estas acciones desde un panel de control web y un análisis a posteriori para detectar si se ha efectuado o no dicha acción.

También hemos observado que la herramienta de visualización es útil para el control de la producción. Nos puede permitir predecir cómo va a ser el desarrollo de un proyecto comparado con otro de similares características. En la siguiente gráfica podemos ver la evolución del número de vistas en los diferentes modelos de un gran proyecto, las vistas y planos definen de manera clara la producción en un modelo, por lo que es una métrica ideal para dirigir desarrollos en esta línea.

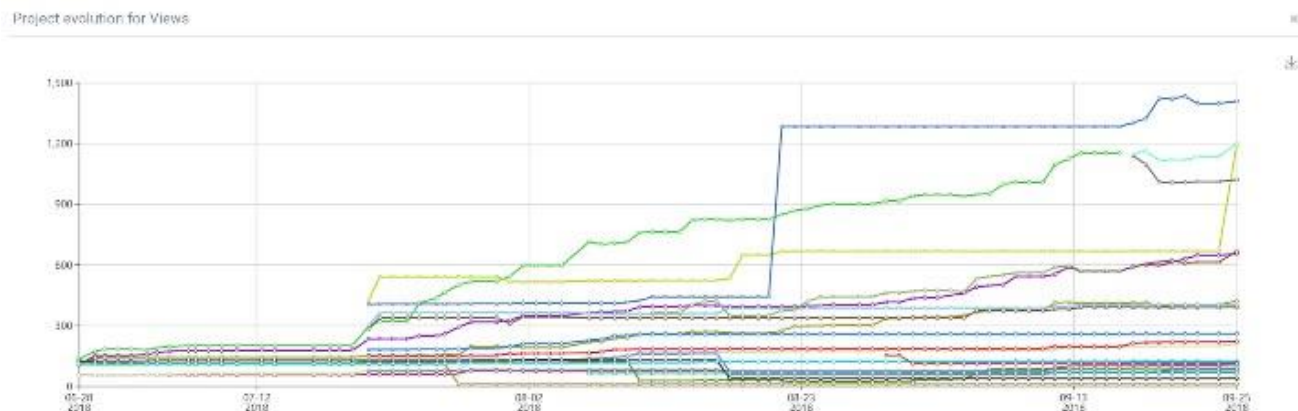


Fig. 10

6 BIBLIOGRAFÍA

[1] https://www.modelical.com/en/tags/expertise-best_practices/

[2] <https://www.modelical.com/en/gdocs/configuration-modeling-sequence/>

[3] <https://www.modelical.com/en/gdocs/wall-layers-and-location-line/>

[4] <https://www.modelical.com/en/records/custom-parameters/>

[5] BIM Execution Planning, Penn State, 2011

[6] Towards A Periodic Table of Visualization Methods for Management, Ralph Lengler & Martin J. Eppler, 2007

[7] Data-Driven Design and Construction: 25 Strategies for Capturing, Analyzing and Apply-ing Building Data, Randy Deutsch, 2015



SIMULACIÓN 4D COMO METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN FRENTE A PROCEDIMIENTOS CONVENCIONALES EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

Una mala planificación de un proyecto es causa habitual de pérdidas de tiempo y de incrementos de costes. En esta comunicación se analizan de forma cualitativa y cuantitativa la metodología 4D mediante la tecnología BIM respecto a la planificación convencional.

Los resultados demuestran que la integración del BIM en la planificación de la ejecución del proyecto se traduce en un mayor control a través del modelo, con la intención de anticipar y resolver potenciales riesgos y conflictos entre las actividades y los elementos temporales en un entorno dinámico antes de que lleguen a producirse. Se demuestra que la planificación tradicional supone un 20% menos de tiempo que la simulación 4D; sin embargo, la simulación 4D permite un 40% más de control de la evolución de los tiempos y una efectividad 40% mayor en el proceso de actualización de datos que la planificación convencional.

Alonso Candelario Garrido. *Ayesa, Sevilla, España.*

Héctor Martín Pérez. *Ayesa, Sevilla, España.*

Fidel San Emeterio Irastorza. *Ayesa, Sevilla, España.*

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Fuente

En la ejecución material de un proyecto siempre ha habido problemas de conectividad entre el diseño y la construcción, debido a las ineficacias en la transferencia de información desde la fase de diseño hasta la fase de construcción (B. Har-dín y otros, 2015).

El modelado de la información del edificio (BIM) es una tecnología proyectual en donde la información toma un carácter relevante en todo el ciclo de vida del proyecto. El modelo BIM conforma una base de datos en donde cada elemento constructivo tiene una visualización asociada y una información adherida (C. Boton y otros, 2015).

Han, Cline y Golparvar-Fard (2015) realizaron un estudio sobre el control de obras, analizando las desviaciones entre una nube de puntos, generada con un escaneado láser, y el modelo BIM 4D. Estos autores concluyeron que el mecanismo de clasificación propuesto aumenta la efectividad del modelo BIM con niveles de desarrollo (Level of Development, LoD) inferiores, con el fin de permitir la evaluación visual de la información del progreso a nivel operacional (K. K. Han y otros, 2015).

Zhou, Ding et al. (2015) plantearon un estudio de adopción de la simulación 4D en la industria del aceite y del gas. Concluyeron que la simulación 4D mejora los procesos de planificación y control en los proyectos de construcción de plantas industriales [4].



Moon, Dawood y Kang (2014) realizaron un estudio sobre sistemas de visualización de los conflictos de trabajo utilizando 4D, aplicando los resultados al caso de estudio de un proyecto de un puente, para evaluar las aplicaciones prácticas y la viabilidad del sistema desarrollado, concluyendo que los resultados de un proyecto se pueden mejorar mediante el sistema de análisis 4D (H. Moon y otros, 2014).

Sin embargo, ninguno de estos autores ha propuesto una metodología de trabajo que viabilice la simulación 4D mediante BIM, integrando el modelo BIM realizado en un software de diseño y las tareas definidas en un software de planificación para aplicarlos a proyectos de ingeniería mecánica.

El objetivo de este trabajo es analizar de forma cualitativa y cuantitativa las ventajas que supone la utilización de la simulación 4D mediante BIM respecto a la planificación convencional aplicadas a proyectos de ingeniería mecánica.

2 CONTENIDO

2.1 Metodología

Lo primero que se hizo fue definir la parametrización de los elementos constructivos que componen el modelo en el software de diseño. Los parámetros que se deben de definir son:

- Categoría de elemento: define la naturaleza del elemento (R. P. Charette y otros).
- Vertical 4D y Horizontal 4D: parámetros que hacen referencia a la posición del elemento constructivo en el plano, es decir, caracterizan la posición del pilar, viga, celosía... en el eje "x" (horizontal 4D) y en el eje "y" (vertical 4D).
- Nivel base: parámetro que define la posición en el eje "z" del elemento.

En segundo lugar, se crearon las tareas mediante las cuales se ejecutó la construcción. Para ello, se definieron las duraciones e interdependencias de las distintas tareas, desarrollando un diagrama temporal que marca la ejecución material del modelo constructivo.

Por último, se generó una simulación virtual de la construcción en un software de gestión de la construcción, con ayuda de la parametrización

realizada en el software de diseño y de la planificación temporal.

La figura 1 resume la metodología de planificación, seguimiento y control de tiempos seguida para la ejecución de la construcción.

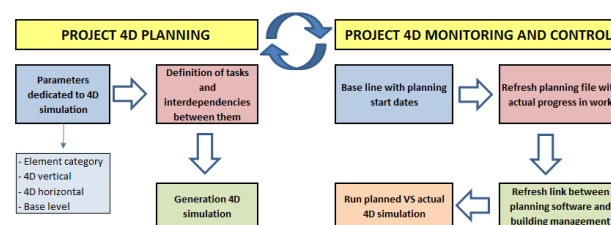


Fig. 1 Esquema de la planificación del proyecto objeto de estudio (izquierda) y del seguimiento y control del proyecto objeto de estudio. 2016. Elaboración propia

2.2 Estudio del caso

Se ha aplicado la metodología anterior a un caso concreto de planificación de la ejecución de la estructura de un edificio. Para ello, se diseñó y modeló la estructura mostrada en la figura 2:

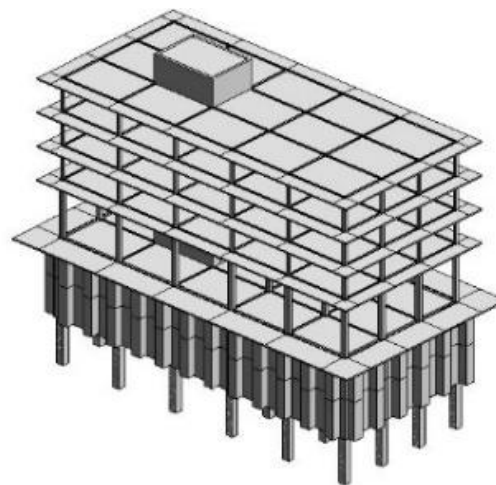


Fig. 2 Visualización 3D del proyecto objeto de estudio. 2016. Elaboración propia

Se ha realizado la definición de parámetros en el software de diseño de acuerdo a la metodología enunciada. Paralelamente a esta tarea, se realizó una planificación temporal de las tareas que darán lugar a la ejecución del proyecto. Por último, la combinación ambas tareas dio lugar a la simulación 4D, que consiste en el levantamiento virtual de la estructura. La figura 3 muestra la planificación temporal y la simulación 4D asociada a la misma.

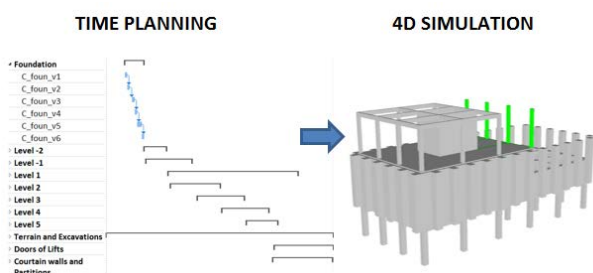


Fig. 3 Planificación temporal y simulación 4D asociada. 2016. Elaboración propia

Una vez finalizada la planificación temporal, se realizó el seguimiento y control de las tareas, con el fin de establecer una comparativa entre las duraciones de las tareas planificadas y las duraciones de las tareas reales.

La figura 4 muestra la actualización de las tareas planificadas a lo sucedido en la realidad (izquierda) y la simulación 4D del estado de las tareas planificadas (color verde transparente) frente al estado de las tareas reales (sólido).

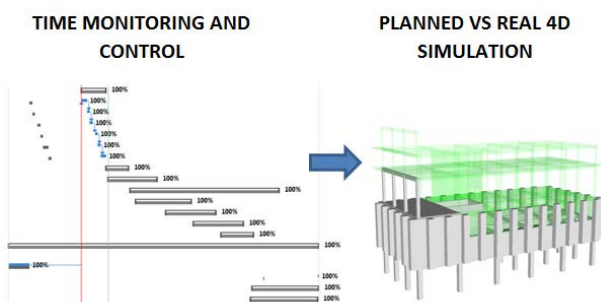


Fig. 4 Actualización del estado real de las tareas en la planificación temporal (izquierda) y simulación 4D planificada versus real. 2016. Elaboración propia

La Tabla 1 muestra una comparación entre la planificación tradición y la simulación 4D, relacionando ambas metodologías mediante una valoración en base a variables (5 óptimo y 1 pésimo).

A su vez, las variables están ponderadas con un factor que indica la importancia de cada una de ellas en la planificación de la obra.

Tabla 1. Comparación entre la planificación tradicional y la simulación 4D. 2016. Elaboración propia

Variable	TR	4D	P	TR P	4D P
Tiempo de realización	4	3	10%	0.40	0.30
Dificultad de la planificación	3	4	5%	0.15	0.20
Control visual de la planificación	2	5	10%	0.20	0.50
Facilidad de manejo de la documentación en despacho	4	4	5%	0.20	0.20
Facilidad de manejo de la documentación en obra	4	3	10%	0.40	0.30
Comprensión de la documentación	3	4	5%	0.15	0.20
Cantidad y organización de información	3	5	10%	0.30	0.50
Gestión y control de cambios	2	4	10%	0.20	0.40
Posibilidad de optimizar rendimientos de trabajo	3	4	10%	0.30	0.40
Extracción de informes y ratios de la planificación	4	2	5%	0.20	0.10
Facilidad de actualización	3	5	20%	0.60	1.00
TOTALES	35	43	100%	3.10	4.10



3 CONCLUSIONES

Como se muestra en la tabla anterior, se ha comprobado que mediante este procedimiento de simulación 4D se aumenta la eficiencia en el proceso de planificación de un proyecto de estructuras, siendo el baremo respecto a diferentes ítems de 3.1 sobre 5 para la planificación temporal y de 4.1 sobre 5 para la simulación 4D.

Además, se ha comprobado que la planificación tradicional supone un menor consumo de tiempo (4/5 de la planificación tradicional mayor que 3/5 de la simulación 4D, es decir, en la planificación tradicional se invierte un 20% de tiempo menos que en la simulación 4D); sin embargo, la simulación 4D permite un mayor control visual de cómo avanza la planificación en el tiempo (4/5 de la planificación tradicional menor que 2/5 de la simulación 4D, es decir, en la simulación 4D se tiene un 40% más de control visual de la evolución de los tiempos que en la planificación convencional).

Por otra parte, la visualización del levantamiento virtual del edificio en la simulación 4D redonda una mayor comprensión de la construcción, es decir, la ejecución material se comprende un 20% mejor con la simulación 4D que con la planificación tradicional. Esta mejor comprensión hace que las partes interesadas puedan tomar decisiones sobre la construcción en fase de planificación, donde los costes de estas decisiones son menores.

Con respecto a la facilidad de actualización de la información, la simulación 4D permite una actualización de datos con una eficiencia del orden del 40% mayor que la planificación convencional. Esto se debe a que actualizar la información en la simulación 4D consiste simplemente en cam-

biar los valores de los parámetros implementados en el modelo BIM o en el software de planificación.

Para concluir, se ha evidenciado que mientras más grande sea el proyecto más ineficiente se convierte la planificación manual, debido a que no hay un control total de la información que contiene. Sin embargo, la aplicación de la tecnología BIM a la planificación de tareas permite organizar y gestionar con mayor facilidad los plazos de ejecución de la estructura.

4 BIBLIOGRAFÍA

- [1] B. Hardin, D. Mccool, BIM and Construction Management, Editorial Wiley, 2015.
- [2] C. Botton, S. Kubicki, G. Halin, The Challenge of Level of Development in 4D/BIM Simulation Across AEC Project Lifecycle. A Case Study. Procedia Engineering, 123, pp. 59-67, 2015.
- [3] K.K. Han, D. Cline, M. Golparvar-Fard, Formalized knowledge of construction sequencing for visual monitoring of work-in-progress via incomplete point clouds and low-LOD 4D BIMs. Advanced Engineering Informatics, 29 (4), pp. 889-901, 2015.
- [4] Y. Zhou, L. Ding, X. Wang, M. Truijens, H. Luo, Applicability of 4D modeling for resource allocation in mega liquefied natural gas plant construction. Automation in Construction, 50, pp. 50-63, 2015.
- [5] H. Moon, N. Dawood, L. Kang, Development of workspace conflict visualization system using 4D object of work schedule. Advanced Engineering Informatics, 28, pp. 50-65, 2014.
- [6] R. P. Charette, H. E. Marshall, UNIFORMAT II Elemental Classification for Building Specifications, Cost Estimating and Cost Analysis, U. S. Department of commerce, National Institute of Standards and Technology.



DEFINICIÓN DE ROLES Y RESPONSABILIDADES EN EL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO BIM EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

Dada la gran importancia de BIM a nivel mundial, y la demanda a nivel nacional, resulta necesario la definición de roles y responsabilidades a lo largo del ciclo de vida en un proyecto a ejecutar en España, ya se trate de edificación o de infraestructura. BIM se basa en proyectos de colaboración y, ante todo, la eficaz gestión de la información elaborada durante el desarrollo del proyecto a lo largo del ciclo de vida del activo.

Se ha realizado un estudio tratando de cubrir toda la casuística de contratos en las distintas fases del ciclo de vida, tipo de proyecto, tamaño de la empresa y especialidades, dando lugar a la siguiente asignación de roles al entorno de trabajo con metodología BIM. Para gestionar un proyecto con metodología BIM (BIM Project) se crea un equipo de trabajo (Task Team) en el cual se definen los roles y responsabilidades en el Plan de Ejecución BIM (BEP) que se reflejarán en el contrato. Al igual que el Plan de Ejecución BIM, éste es un documento vivo que se adaptará a cada tipo de proyecto, organización y fase del ciclo de vida.

La gestión de un proyecto BIM se lleva a cabo por todo el equipo de trabajo. Los roles no son cargos en la empresa, son funciones y responsabilidades asignados en el equipo de trabajo. Un rol puede ser realizado por más de un miembro del equipo; y un miembro del equipo de trabajo puede asumir más de un rol. Los miembros del equipo de trabajo deben ser competentes para desempeñar el rol asignado, y tener autoridad para desempeñarlo. Los roles pueden pasar de una actividad a otra durante el ciclo de vida de un proyecto BIM.

Felipe Choclán Gámez. *Arquitecto, Dpto. de Construcción y Tecnología Arquitectónicas – Escuela Técnica Superior de Arquitectura – Universidad Politécnica de Madrid – España. Madrid, España.*

Hugo Sánchez Vicente. *Arquitecto, Dpto. de Construcción y Tecnología Arquitectónicas – Escuela Técnica Superior de Arquitectura – Universidad Politécnica de Madrid – España. Madrid, España.*

Manuel Soler Severino. *Dr. Arquitecto, Dpto. de Construcción y Tecnología Arquitectónicas – Escuela Técnica Superior de Arquitectura – Universidad Politécnica de Madrid – España. Madrid, España.*



1 TIPOS DE PROYECTOS

Los proyectos del Sector de Construcción, Edificación e Infraestructuras se presentan con unas características propias y diferenciadoras

claramente del resto de tipos de proyectos, que enumeramos a continuación:

- Dinámica de los procesos.
- Equipos especializados.
- Extensión de los procesos.
- Impactos externos.

Por otro lado, también los hacen singulares la complejidad y la amplitud del alcance:

- La dificultad de los trabajos de ejecución material.
- El nivel de recursos financieros implicados (alto nivel de costes).
- El plazo necesario para su ejecución (muy dilatado en el tiempo).

También hay que tener en cuenta las fases en los proyectos de construcción y la gestión de los riesgos en cada una de ellas. En este tipo de proyectos, podemos hacer la siguiente división:

- Viabilidad-Definición. Lo que podemos llamar Riesgo Estratégico con los objetivos principales de coste, plazo y alcance.
- Ejecución. Que lo llamaremos Riesgo Operativo. Donde se controlarán los objetivos y la gestión en el desarrollo de los trabajos.

Estaríamos, por lo tanto, hablando de tres fases:

- Definición del proyecto
- Ejecución del proyecto
- Transferencia del proyecto.

Para particularizar los proyectos de construcción y alinearlos con las guías y estándares más empleados, como el PMBOK o la Norma ISO 21500, deberíamos identificar los siguientes grupos de materia que no contempla la Norma:

- Financiación
- Seguridad y Salud
- Medioambiente y Sostenibilidad
- Quejas y reclamaciones

Además, deberíamos tener en cuenta la Gestión del Mantenimiento, con aquellos procesos que hacen referencia a la vida útil del “producto”.

La gestión de un Proyecto BIM comienza con la aprobación del Acta de Constitución del Proyecto y el Desarrollo posterior del Plan para la Dirección del Proyecto BIM, que refleja aquellas acciones necesarias para definir, preparar, integrar y coordinar todos los Planes Subsidiarios asociados a cada una de las restantes Áreas de Conocimiento. Y tendrá como particularidad el incluir entre los Planes Subsidiarios, el Plan de Ejecución BIM (BEP), contemplando también la Gestión de la Comunicación el CDE (*Common Data Environment*) o Entorno Colaborativo.

Los grupos de materia y los grupos de procesos se adaptarán a los requisitos del proyecto BIM, dada la flexibilidad y adaptabilidad de estas normas.

A continuación, se indican algunas definiciones de “proyecto” comúnmente aceptadas:

- Conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura o de ingeniería. (*Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua*)

- 1. El proyecto es el conjunto de documentos mediante los cuales se definen y determinan las exigencias técnicas de las obras contempladas en el artículo 2. El proyecto habrá de justificar técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

- 2. Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados. (*Ley de Ordenación de la Edificación -LOE- art 4*).



- 1. El proyecto describirá el edificio y definirá las obras de ejecución del mismo con el detalle suficiente para que puedan valorarse e interpretarse inequívocamente durante su ejecución.

2. En particular, y con relación al CTE, el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas de este CTE y demás normativa aplicable.

3. A efectos de su tramitación administrativa, todo proyecto de edificación podrá desarrollarse en dos etapas: la fase de proyecto básico y la fase de proyecto de ejecución. (*Código Técnico de la Edificación – CTE- art.6.1*)

- Conjunto único de procesos que consta de actividades coordinadas y controladas, con fecha de inicio y fin, que se llevan a cabo para lograr los objetivos del proyecto. (Norma Internacional ISO 21500)

- Sistema de carácter temporal complejo y dinámico, al que hay que aplicar un procedimiento de dirección integrada o “*management*” a lo largo de toda su vida con el fin de obtener una optimización de todos los recursos empleados a través de su estructura de organización, la cual será temporal. (Rafael de Heredia)

- Realización temporal que se acomete para crear un resultado, producto o servicio. (Libro blanco de la Dirección Integrada de Proyectos de Construcción -AEDIP).

2 CICLO DE VIDA DE LOS PROYECTOS

Para una mejor alineación con la Norma ISO 21500 podemos diferenciar en el Ciclo de Vida del Proyecto BIM cuatro ETAPAS que englobarían la totalidad de las Fases del Ciclo de Vida del Proyecto y en particular un Proyecto BIM, que son las siguientes:

- Pre-construcción
- Construcción
- Post-construcción

- De-construcción

La Norma ISO 21500 define el ciclo de vida como un conjunto definido de fases desde el inicio hasta el final del proyecto.

Los proyectos se organizan habitualmente en fases que se determinan por las necesidades de gobernanza y de control. Estas fases deberían seguir una secuencia lógica, con un inicio y un fin, y deberían usar los recursos para producir los entregables. Con el fin de asegurar una gestión eficiente del proyecto durante el ciclo de vida completo, debería realizarse un conjunto de actividades en cada fase. El conjunto de fases del proyecto se denomina ciclo de vida del proyecto.

El ciclo de vida del proyecto comprende el período desde el inicio del proyecto hasta su fin. Las fases se dividen por hitos de decisión, los cuales pueden variar dependiendo del entorno de la organización. Los hitos de decisión facilitan la gobernanza del proyecto. Al final de la última fase, el proyecto debería haber proporcionado todos los entregables.

Para gestionar un proyecto a lo largo de su ciclo de vida, los procesos de la gestión de proyectos deberían ser empleados para el proyecto como un todo, o para las fases individuales de cada equipo o sub-proyecto. (*Norma Internacional ISO 21500*)

Si revisamos los proyectos tradicionales y proyectos BIM en el proceso constructivo atendiendo a otras normas y estándares internacionales:

- Plan RIBA 2013 (*Royal Institute of British Architects*). Define las siguientes etapas del Ciclo de Vida del Proyecto de Construcción:

- *Strategic Definition*.
Definición Estratégica.
- *Preparation and Brief*.
Preparación e Informe.
- *Concept Design*.
Diseño Conceptual.



- *Developed Design*.
Desarrollo del Diseño.
 - *Technical Design*
Diseño Técnico
 - *Construction*
Construcción
 - *Handover and Close Out*
Traspaso y liquidación
 - *In Use*
Uso
- 3. Propuestas de Definición del Perfil (*Outline Proposal*).
 - 4. Diseño Esquemático (*Scheme Design*).
 - Diseño Detallado (*Detail Design*).
 - 5. Diseño detallado (*Detail Design*).
 - 6. Información para Producción (*Production Information*).
 - 7. Mediciones (*Bills of Quantities*).
 - 8. Oferta (*Tender Action*).

Estructura general del trabajo

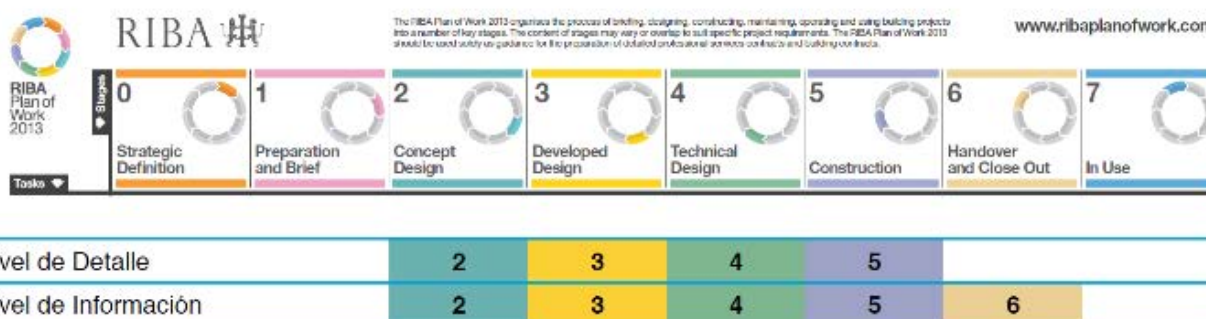


Fig.1 Estructura general de trabajo, PLAN RIBA, 2013, Royal Institute of British Architects

El plan RIBA de Trabajo 2013, organiza el proceso de información, diseño, construcción, mantenimiento, funcionamiento y utilización de proyectos de construcción en una serie de etapas clave.

El contenido de las etapas puede variar o superponerse para satisfacer requisitos de proyecto específicos.

No obstante, el plan RIBA de Trabajo 2013 debería ser usado únicamente como guía para la preparación de contratos de servicios profesionales detallados y contratos de construcción.

Ciclo de Vida para un Proyecto Constructivo según RIBA:

- Informe (*Brief*).
 1. Inicio (*Inception*)
 2. Viabilidad (*Feasibility*)
- Diseño Conceptual (*Concept Design*).
- Operaciones in situ (*Site Operations*).
- 9. Planificación (*Project Planning*).
- 10. Preparación del Terreno y Estructura (*Operation on site*).
- 11. Acabados (*Completion*).
- 12. Retroalimentación o Recopilación de Experiencia (*Feedback*).
- AIA (American Institute of Architects). *The Architect's Handbook of Professional Practice*. Tipos y Categorías de Servicio, Etapas:
 1. Servicios Pre-Diseño (*Pre-Design Services*).
 - Selección del Sitio
 - Definición del Programa
 - Estudios de Viabilidad
 - Material de Promoción
 - Búsqueda de fondos
 - Etc.



2. Servicios desde el Diseño hasta la fase de Construcción (Design-Through-Construction Phase Services). “Las 5 fases del Diseño”:

- o 2.1. Diseño Esquemático (SD-Schematic Design).
- o 2.2. Desarrollo del Diseño (DD-Design Development).
- o 2.3. Documentos para Construcción (CD-Construction Documentation).
- o 2.4. Licitación o Negociación (Bidding or Negotiation).
- o 2.5. Construcción (Construction).

3. Servicios Post-Construcción (Post-Construction Services).

- o Programas de Mantenimiento.
- o Gestión de Espacios, Planificación. (Space Planning).
- o Diagnósticos (Informes, Peritaciones...).
- o Etc.

• Ciclo de Vida de un Proyecto Constructivo según AIA:

- o Concepto.
 1. Programación.
 2. Evaluación del Programa.
- o Esquema.
 3. Diseño Esquemático.
 4. Diseño Conceptual.
- o Producción.
 5. Desarrollo del Diseño.
 6. Documentos Constructivos.
 7. Ofertas – Licitación.
- o Construcción.
 8. Construcción
- o Post-Construcción.
 9. Evaluación Post-Ocupacional

• Ciclo de Vida de un proyecto constructivo según Morris, 1981:

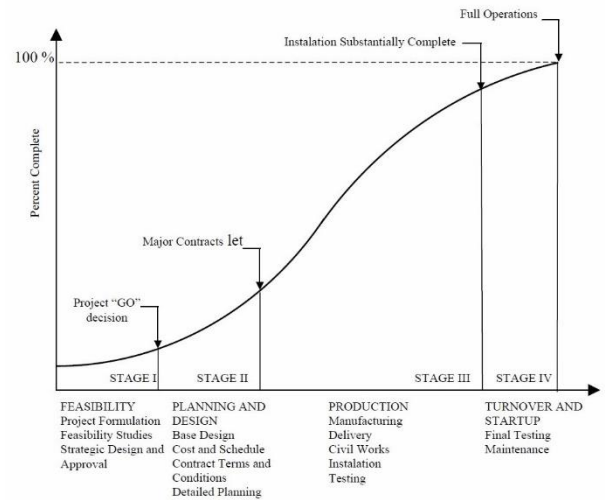


Fig. 2 Ciclo de vida de un proyecto constructivo. (Morris, 1981)

• Efecto de BIM en las fases del ciclo de vida de un proyecto según Bilal Succar, 2008-2015

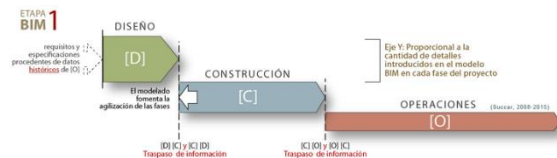


Fig.3 Fases del ciclo de vida del Proyecto en Etapa BIM 1 – modelo lineal

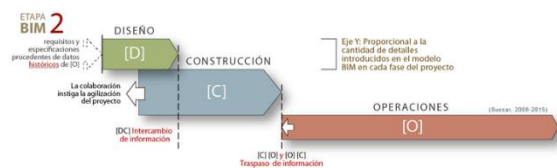


Fig. 4 Fases del ciclo de vida del Proyecto en Etapa BIM 2 – modelo lineal

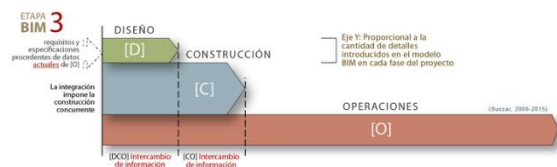


Fig. 5 Fases del ciclo de vida del Proyecto en Etapa BIM 3 – modelo lineal



Debemos darnos cuenta de que, según nuestra Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, la modelización de Bilal Succar, no es actualmente viable siempre. Deberíamos analizar en profundidad nuestro modelo constructivo, y adaptar esta modelización a nuestras particularidades (entre las que se debe incluir toda la legislación que le afecta) y no trasponer con más o menos literalidad algo externo.

Podemos entender el tercer modelo como un objetivo de hipótesis variable. El espíritu colaborativo del entorno BIM es fundamental para la comprensión del entorno, lo que supone un cambio sustancial del modelo español, una evolución.

3 ROLES Y EQUIPOS DE TRABAJO

Propuesta de equipos de proyecto BIM.

En nuestra propuesta debemos considerar como equipos en un proyecto BIM todos aquellos que intervienen en él durante la totalidad de su ciclo de vida. Consecuentemente debemos estudiar el proyecto BIM a lo largo de las etapas de su ciclo de vida y en cada una de sus fases analizar los equipos de trabajo que colaboran en su desarrollo.

El que inicia la puesta en marcha del proyecto BIM es el Promotor o Cliente y a partir de este momento se van incorporando los siguientes equipos:

- Equipo del Promotor / Cliente (EP) – Client Team (CT).
- Equipo de Gestión del Proyecto (EGP) – Project Management Team (PMT).
- Equipo de Diseño del Proyecto (EDP) – Integrated Design Project Team (IDPT)
- Equipo de Construcción (EC) – Construction Team (CT)
 - Equipo de Dirección de Construcción
 - Equipo de Producción
- Equipo de Post-Construcción:

- Equipo de Operación y Mantenimiento (EOM) – Facility Management Team (FMT)

- Equipos de De-Construcción:
 - Equipo de demolición (ED) – Demolition Team (DM)
 - Equipo de Reutilización – Re-Use Team
 - Equipo de Reciclaje – Recycle Team

Cabe destacar que, a pesar de que la LOE no contempla los equipos anteriormente enumerados como Agentes, con esta propuesta se pretende plantear conceptos que suponen una evolución respecto al modelo actual y mucho más amplio.

Propuesta de roles en un proyecto BIM

Proponemos una relación de los distintos roles que intervienen en un proyecto BIM, tanto usuarios BIM como en otras actividades derivadas de la metodología BIM.

Actualmente y para diferenciarlos de los intervinientes en un proyecto tradicional, sin la utilización de las técnicas, herramientas y metodología BIM, debemos poner el calificativo BIM. Pero más pronto que tarde cuando todos los proyectos se gestionen con esta metodología pensamos que no será necesario.

- Promotor / Cliente – Owner / Client
- Director de Proyecto BIM – BIM Project Manager
- Director de la Gestión de la Información – Information Manager
- Director Técnico BIM – BIM manager
- Director de la Gestión del Diseño – Lead Designer
- Director de la Gestión de la Ejecución – Lead Construction
- Director del Equipo de Trabajo – Task Team Manager



- Coordinador BIM – BIM Coordinator
- Modelador BIM – BIM Modeler / BIM Operator
- Otras actividades derivadas de la metodología BIM:
 - Analista BIM – Bim Analyst
 - Coordinador CAD – CAD Coordinator
 - Director Técnico CAD – CAD Manager
 - Programador de Aplicaciones BIM – BIM Application Developer
 - Especialista IFC – IFC Specialist
 - Facilitador BIM - BIM Facilitator
 - Consultor BIM – BIM Consultant / BIM Expert
 - Investigador BIM – BIM Researcher
- Identificar y evaluar a los agentes intervinientes en el proyecto.
- Generar el plan de gestión del proyecto, incluyendo: alcance, presupuesto y cronograma.
- Gestionar y controlar los riesgos.
- Gestionar los cambios en el proyecto.
- Gestionar la calidad.
- Mantener el proyecto en coste y plazo.
- Hacer el seguimiento e informar del progreso y estado del proyecto.

Términos y Definiciones

- Promotor/Cliente. Es la persona u organización que decide poner en marcha y financiar el Proyecto BIM y para ello contrata los servicios del Equipo de Gestión del Proyecto, EGP (Project Management Team, PMT), formando parte del Entorno Colaborativo (Common Data Environment, CDE).
- Director de Proyecto BIM. Persona nombrada por el cliente para liderar al equipo de proyecto BIM, gestionar el proyecto BIM, y alcanzar los objetivos para que se cumplan las expectativas del cliente. Forma parte del Equipo de Gestión del Proyecto, EGP (Project Management Team, PMT). Opera a Nivel Estratégico, Táctico y Operacional.

Funciones y responsabilidades:

- Desarrollar los protocolos BIM de acuerdo a los EIRs (Requisitos de Información del Cliente).
- Definir los objetivos y usos BIM del Cliente.
- Desarrollar el plan de proyecto (no el BEP que es un plan subsidiario y será desarrollado por el BIM Manager).
- Definir el alcance del proyecto.
- Desarrollar el acta de constitución del proyecto.
- Seleccionar, conformar y liderar el proyecto.

- Director de la Gestión de la Información. Es el agente responsable de gestionar y controlar el flujo de información entre todos los agentes intervinientes en el proyecto BIM a lo largo de todas las fases del ciclo de vida del proyecto. Es el responsable de que todos dispongan de la información adecuada y en el momento oportuno. Gestiona la transmisión de información del proyecto al Promotor o Cliente.

Funciones y responsabilidades:

- Es el responsable de gestionar la transmisión de la información necesaria para entregar al promotor o cliente durante todas las fases, con el fin de que pueda:

Diseñar.
Construir.
Explotar y mantener.

- El flujo de información se establece en una serie de hitos durante el ciclo de vida del proyecto (data drops). Debe crear, desarrollar y gestionar el Entorno Colaborativo (Common Data Environment, CDE) entre todos los agentes intervinientes en el proyecto.

- Director Técnico BIM. Es la persona nombrada por el Equipo de Gestión de Proyecto EGP en cualquier fase del ciclo de vida y a la aprobación del Promotor o Cliente, siendo plenamente responsable de la calidad digital y la estructura de contenidos para el proyecto BIM.

Lidera la correcta implantación y uso de la metodología BIM, coordinando el modelaje



del proyecto y los recursos en colaboración con todos los agentes implicados, asegurando la correcta integración de los modelos y sus disciplinas con la visión global del proyecto, coordinando también la generación de contenidos, con capacidad para comunicar los beneficios y dificultades de BIM.

Opera a Nivel Operativo (Técnico y Sistemático).

Funciones y responsabilidades:

- Proponer y coordinar la definición, implementación y cumplimiento del BIM Execution Plan (BEP).
- Aplicar los flujos de trabajo en los proyectos.
- Aplicación y validación de los protocolos BIM.
- Manual de usuario BM.
- Apoyar el trabajo colaborativo y coordina el Equipo de Diseño del Proyecto EDP (Integrated Design Project Team, IDPT).
- Establecer en el Entorno Colaborativo (CDE) el cumplimiento de los requisitos de información del cliente (EIRs).
- Normalización y estandarización.
- Software y plataformas.
- Establecer los niveles de detalle y de información – LOD.
- Gestión del modelo.
- Gestión de cambios en el modelo.
- Gestión de la calidad en el modelo.
- Asistencia en las reuniones del Equipo de Diseño del Proyecto EDP (Integrated Design Project Team, IDPT) y el Promotor o Cliente.
- Establecer flujos de trabajo y gestión de requisitos.
- Garantizar la interoperabilidad.
- Apoyo técnico en la detección de colisiones.
- Director de la Gestión del Diseño Es quien administra el diseño, incluyendo la aprobación y desarrollo de la información. Es quien confirma los resultados de diseño del Equipo de Diseño del Proyecto, EDP (Integrated Design Project Team, IDPT). Firma y aprueba la documentación para la coordinación del diseño de detalle antes de ser compartida.

Funciones y responsabilidades:

- Administrar el diseño
- Aprobar y desarrollar la información.
- Aprobar los resultados del Equipo de Diseño del Proyecto, EDP (Integrated Design Project Team, IDPT).

Es la persona que proporciona, junto con el Director de la Gestión de la Ejecución, un enlace de comunicaciones entre los diferentes Equipos de Diseño del Proyecto y los Equipos de Construcción.

Es quien coordina, junto con el Director de la Gestión de la Ejecución (si se trata de cuestiones que puedan afectar a dicha ejecución), las entregas de diseño de los diseñadores principales, diseñadores de especialidades (estructuras, MEP, etc.) y los subcontratistas, de cara al responsable del Equipo de Construcción para asegurar la entrega oportuna en costo.

- Director de la Gestión de la Ejecución. Es quien administra la dirección de la ejecución mediante las correspondientes gestiones con sistemas BIM, incluyendo la aprobación y desarrollo de la información. Es quien confirma los resultados de la ejecución del Equipo de Construcción, CT (Construction Team). Firma y aprueba la documentación para la coordinación de la ejecución antes de ser compartida.

Funciones y responsabilidades:

- Administrar la ejecución
- Aprobar y desarrollar la información.
- Aprobar los resultados del Equipo de Construcción, CT (Construction Team).

Es la persona que proporciona un enlace de comunicación, en cuanto a la dirección ejecutiva de la obra en el ámbito BIM, entre los diferentes equipos de Diseño del Proyecto y los equipos de Construcción.

Es quien coordina en cuanto a la dirección ejecutiva de la obra en el ámbito BIM, en colaboración con el Director de la Gestión del Diseño, los distintos intervinientes (diseñadores, especialistas, subcontratistas, etc...).

- Director del Equipo de Trabajo. Es responsable de la producción del diseño y de todos



los elementos que se relacionan con una tarea determinada. Estas tareas están a menudo basadas en unas disciplinas que tienen que ser compartidas por todo el equipo, existiendo un jefe de disciplinas que responde ante el Director de la Gestión del Diseño.

Funciones y responsabilidades:

- Responsable de la producción del diseño en una tarea determinada.
- **Coordinador BIM.** Es el agente responsable de coordinar el trabajo dentro de una misma disciplina, con la finalidad de que se cumplan los requerimientos del Director Técnico BIM. Realiza los procesos de chequeo de la calidad del modelo BIM, y que éste sea compatible con el resto de las disciplinas del proyecto.

Habrán tantos Coordinadores BIM como especialidades incluya el proyecto (diseño, estructura, MEP, sostenibilidad, seguridad y salud, calidad ...etc.).

Funciones y responsabilidades:

- Coordinar el trabajo dentro de su disciplina.
- Realizar los procesos de chequeo de la calidad del modelo BIM.
- Asegurar la compatibilidad del modelo BIM con el resto de las disciplinas.
- **Modelador BIM.** Es la persona responsable del modelado de acuerdo a los criterios recogidos en el BEP

Funciones y responsabilidades:

- Debe estar especializado en construcción, ya que “se modela como se construye”.
- Proporciona información fundamental para todas las disciplinas involucradas utilizando herramientas de software BIM.
- Exportación del modelo 2D.

- Creación de visualizaciones 3D, añadir elementos de construcción para los objetos de la biblioteca y enlace de datos del objeto.
- Debe seguir en su trabajo los protocolos de diseño.
- Coordina constantemente y con cuidado su trabajo con las partes externas tales como arquitectos, ingenieros, asesores, contratistas y proveedores.
- Posee técnicas y habilidades capaces para arreglar, organizar y combinar la información.
- Mantener su enfoque en la calidad y llevar a cabo sus tareas de una manera estructurada y disciplinada.
- Conocimientos de las TIC y específicamente de estándares abiertos y bibliotecas de objetos.

Otras actividades derivadas de la metodología BIM:

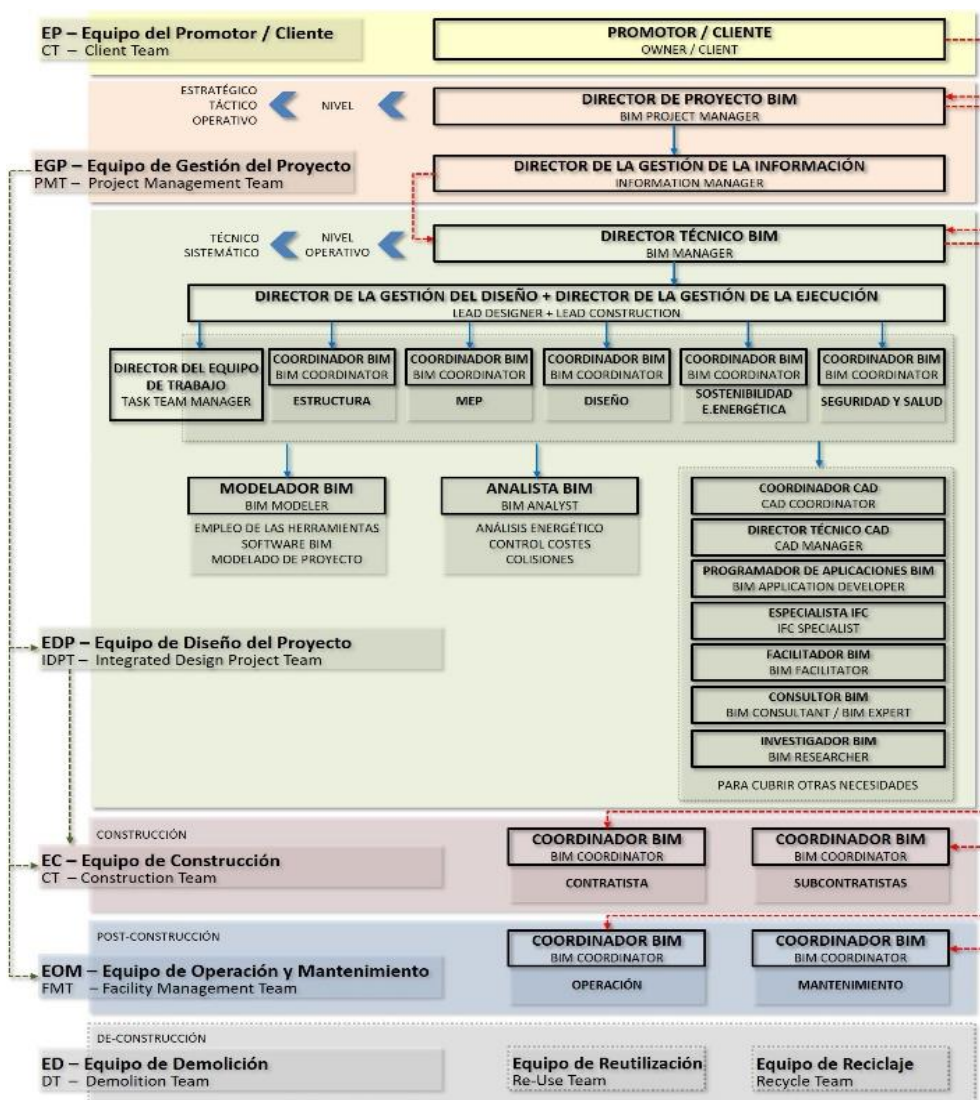
- **Analista BIM.** Realiza los análisis y las simulaciones basadas en el modelo BIM: analiza el funcionamiento y el rendimiento del edificio, simula las circulaciones del edificio, realiza los análisis de seguridad y el análisis del comportamiento energético.
- **Coordinador CAD.** Coordina el proyecto CAD, acordando “estándares y métodos” y garantiza su cumplimiento. Este rol debe ser responsabilidad del Director del Equipo de Trabajo (Task Team Manager) y del Director de la Gestión de la Información (Information Manager).
- **Director Técnico CAD.** Garantiza que los modelos CAD se integran en el proyecto utilizando los estándares y métodos acordados. Este rol debe ser responsabilidad del Coordinador CAD (CAD Coordinator).
- **Programador de Aplicaciones BIM.** Desarrolla y personaliza el software para dar apoyo a la integración de los procesos BIM.
- **Especialista IFC.** Profesional IT que contribuye, junto con expertos en diferentes áreas de la industria AEC/FM (arquitectura/ingeniería/construcción/Facility Management), al



formato IFC y a la definición inicial de los requisitos de las extensiones IFC. Han de estar familiarizados con la estructura de datos y los conceptos de modelado. Es responsable del mapeo de los requisitos de intercambio (Exchange Requirements). Para hacer que esto sea posible, trabaja con el Coordinador BIM y atiende a los requerimientos del Director Técnico BIM.

- Facilitador BIM. Ayuda a otros profesionales, no en el funcionamiento del software, si no en la visualización de la información del modelo. Ayuda a la labor del ingeniero para comunicarse con los contratistas. Ayuda a los FM para extraer información de los modelos BIM con distintas finalidades: asset management, space planning, mantenimiento, planificación...etc.

- Consultor BIM. Ofrece guías para proyectos de diseñadores, desarrolladores y constructores para la implantación BIM en empresas grandes y medianas que han adoptado esta metodología y no tienen experiencia como expertos en BIM. Encontramos tres tipos:
 - Consultor Estratégico - Strategic Consultant
 - Consultor Funcional - Functional Consultant
 - Consultor Operativo - Operational Consultant
- Investigador BIM. Experto que enseña, coordina y desarrolla la investigación sobre BIM.



Autores: Felipe Choclán Gámez, Hugo Sánchez Vicente

Fig. 6 Organigramma de Roles BIM. Felipe Choclán Gámez, Hugo Sánchez Vicente

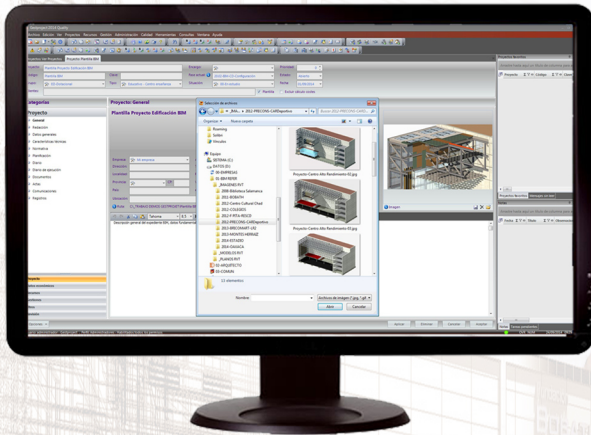


4 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Project Management Institute, 2013, A Guide to de Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), 5th edition.
- [2] PMI, 2012, PMI Lexicon of Project Management Terms, versión 3.0.
- [3] AENOR, 2013, NORMA ISO 21500, Madrid
- [4] ESA. Ethics, Standards and Accreditation. Línea de actuación BIM en Francia. <http://mission-numerique-batiment.fr/>
- [5] EU BIM Task Group. <http://www.bimtaskgroup.org/resources/>
- [6] Sergio Muñoz, Secretario de buildingSMART Spanish Chapter. Estrategias Europeas de implantación de BIM.
- [7] TERRY HILL ROB STEELE, ISO President, 2014. ISO: Standards for BIM & Infrastructure Presentation to Government BIM Symposium, Singapore.
- [8] DEPARTMENT OF VETERANS AFFAIRS, 2010, The VA BIM Guide, v1.0,
- [9] BSI (British Standards Institution), 2013. Documento PAS1192-2
- [10] Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación.
- [11] Código Técnico de la Edificación.
- [12] OmniClass. A Strategy for Classifying the Built Environment. Tabla 34 (Organizational Roles). Ed: 1.0, 2006-03-28.

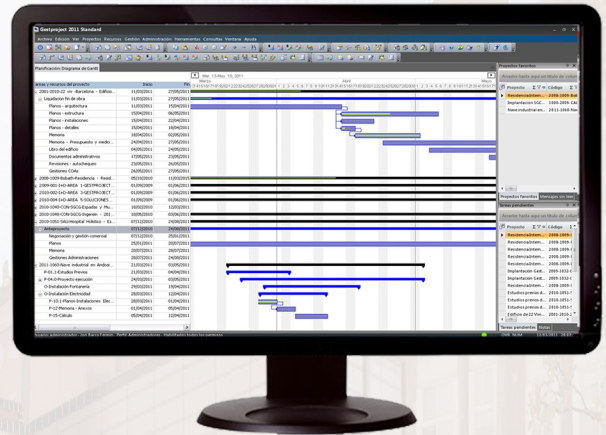
GESTION DE PROYECTOS: MAS BIM QUE NUNCA

Gestproject® el software de gestión estándar de las oficinas técnicas. Completamente parametrizado para la Gestión de proyectos **BIM**: normativa (estándares, AEC, uBIM, ISO), biblioteca (contenidos, foros, blogs), check list, roles BIM, toma de datos, indicadores...



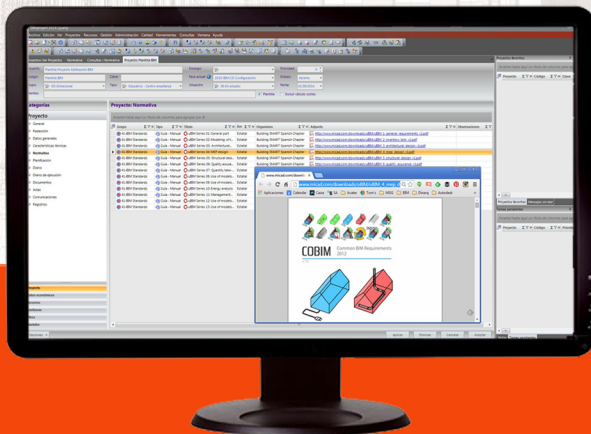
AREA PROYECTOS Y PLANIFICACIÓN

- Toma de datos y ficha técnica.
- Diagramas de Gantt: fases, tareas, recursos.
- Gestión documental: control versiones.
- Diario de proyectos: entregas, incidencias.
- Actas: de calidad, dirección, obra, BPEP.
- Gestiones oficiales: licencias, visados,...



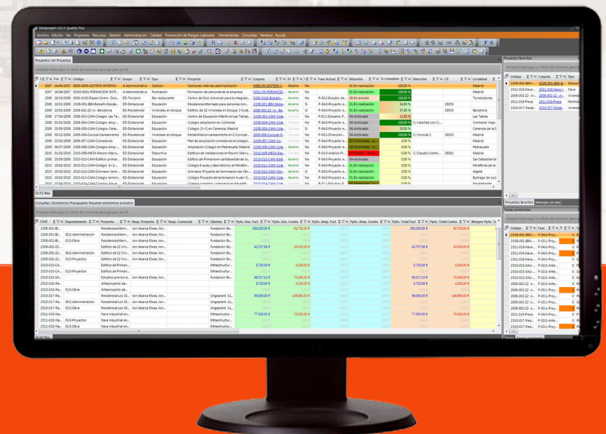
AREA RECURSOS, GESTIÓN Y ADMINISTRACION

- Empresa, Centro, Departamentos y Personal.
- Control de Clientes, proveedores y contactos.
- Contratos: personal, proveedores.
- Económica: facturas, presupuestos, horas.
- Comunicaciones: Agendas, emails y registros.
- Gestión de Normativas, bibliotecas, BBDD.



AREA CALIDAD, PRL Y CONTROL

- Documentos, Responsabilidad Dirección.
- Gestión Recursos: Formación, Clientes, Prov.
- Medición Análisis y Mejora
- Auditorias, AP, AC, NC, Indicadores
- Base para ISO 9001, 14001, 25001, 50001
- OHSAS Prevención de Riesgos Laborales



AREA INFORMES, CONSULTAS Y CONEXIONES

- Proyectos, Económicas, Horas, Calidad...
- Informes prediseñados y configurables
- Import-export: Outlook, vCard, Excel
- Import-export: Contaplus, Navision
- Conexion ODBC Excel (gráficos y tablas)
- Firma digital, rellenado campos PDFs



Solicita tu licencia gratuita de Gestproject® LT
Durante 30 días prueba cualquier versión
Pasado este período LT es completamente operativa



B+M

CLAVES DE LA IMPLANTACIÓN BIM EN SUIZA

En este artículo resumiremos cómo se ha implantado la tecnología BIM según la experiencia vivida en varios estudios de arquitectura suizos. Describiremos cuáles han sido las claves y dificultades de dicho proceso desde la fase inicial de diseño hasta la ejecución de las obras.

Abel Basurto. Arquitecto Senior BIM, Lucerna, Suiza.

1 CONTEXTO EN SUIZA

En esta última década, todos los países de la Unión Europea han sufrido una gran crisis financiera que ha conllevado a la absoluta congelación del sector de la construcción. En cambio, Suiza ha sabido aprovechar este contexto turbulento y nadar a contra corriente para acoger grandes obras de arquitectura e ingeniería. Esto se debe en parte, a que importantes inversores internacionales confían en su estabilidad política y financiera para emprender proyectos a largo plazo. Y son estos inversores, en busca de minimizar riesgos, ven imprescindible la utilización del Building Information Modeling.

La metodología BIM busca principalmente una documentación coherente y una comunicación más fluida entre todos los agentes que participan en el diseño y la construcción del objeto. La creación de un modelo virtual 3D permite localizar errores en una temprana fase, evitando que aparezcan en obra con los consecuentes costes y retrasos.

A continuación, enumeramos las claves de la implantación de dicha tecnología 3D en estudios de arquitectura donde se trabajaba de manera tradicional, dibujando todos los planos en 2D por medio de programas CAD.



2 IMPOSICIÓN DEL BIM

La principal causa para implantar BIM que se ha observado en los estudios de suiza, a diferencia de lo que se piensa, es debido normalmente a una imposición del promotor del proyecto. Aunque los arquitectos o ingenieros reconozcan las bondades de la metodología, suelen dejarlo pasar debido a que representa una fuerte inversión inicial de tiempo y dinero, que en muchos casos no se ve amortizada a corto plazo.

3 BIM MANAGER

El BIM Manager es la persona encargada de la implantación de la metodología debiendo estar respaldada por un directivo de la empresa. Si no existe esta figura, lo puede desempeñar un perfil técnico completando con formación externa de alguna asesoría BIM con experiencia previa. Si nos embarcamos en este proceso sin contar con un profesional acreditado, correremos el riesgo de no alcanzar con éxito y a tiempo nuestras metas.

4 ANÁLISIS INICIAL

Una vez decidido que se va a utilizar el BIM en un proyecto, se hace una reflexión del estado actual del negocio. Es importante hacer un análisis de los programas que se utilizan, los recursos informáticos con los que se cuenta y si son suficientes o necesitan mejorar. También es de utilidad constatar los conocimientos de los empleados por si fuese necesario una formación específica del tema.

5 LITTLE BIM O BIG BIM

Esta nomenclatura ha sido usada por primera vez por el autor Finith E. Jernigan en su libro de 2007 "BIG BIM little bim" [1]. Cuando hablamos de Little BIM nos referimos a la forma de implementar la metodología tan sólo dentro de nuestra empresa. Por el contrario, Big BIM abarca a todos los participantes que integran el proyecto, desde arquitectos, ingenieros, constructoras o promotoras y su forma de comunicación fluida. Es en la fase inicial donde se elige uno de estos conceptos.

6 INFORMÁTICA

En los estudios de arquitectura del país helvético suelen utilizarse ordenadores Mac con sistema operativo iOS al contrario que en España que lo más normal es Windows. Cabe destacar la fiabilidad y potencia de los ordenadores a pesar de su mayor coste. Para estos equipos en vez de Revit como herramienta de dibujo se utiliza Vectorworks y en su mayor medida Archicad. Con la herramienta de Team Work se consigue que varias personas trabajen simultáneamente en un mismo proyecto.

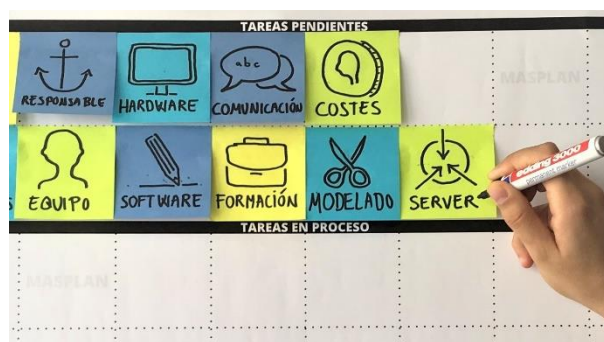


Fig. 1 Pizarra de tareas iniciales tipo Scrum

7 EQUIPO INICIAL

Para el primer proyecto que se lleva a cabo se elige un equipo reducido de empleados de los cuales es fundamental que posean una predisposición por el modelado en 3D. Se analizan sus capacidades por si fuese necesario completarlas por medio de cursos formativos específicos. La experiencia servirá para utilizarla en próximos proyectos.

8 FORMACIÓN

Actualmente Internet ofrece una gran cantidad de información gratuita sobre casi cualquier tema, que se puede aprovechar. De todas formas, la formación de pago es necesaria si se quiere profundizar en un aspecto en particular. También se considera fundamental ir documentando lo que se llama Know How que no es más que ir recopilando las vivencias positivas que vamos aprendiendo con el hacer.

9 PROYECTO PILOTO

Siempre se suele hablar que para implantar BIM en una empresa se empieza con un proyecto de prueba o de pequeño tamaño. En lo experimentado en los estudios de Suiza, se puede ver que por las circunstancias y la falta de tiempo se empieza directamente con un proyecto grande y complejo. Esto acarrea un gran riesgo, ya que no existe margen de error. Por esta razón es imprescindible contar con la ayuda de un BIM Manager o una asesoría BIM con experiencia previa.

10 DESILUSIÓN INICIAL

Cuando se comienza a utilizar BIM, se crean unas altas expectativas y suele pasar que, tras un gran esfuerzo, no se ven los resultados inmediatos. Esto se debe a que cuando modelamos el proyecto básico, se debe ya ir definiendo cosas propias del proyecto de ejecución. Así pues, en la fase inicial existe un pico de trabajo extra adelantado, que luego se ahorrará más adelante.



Fig. 2 Pizarra de tareas completas tipo Scrum

11 ESTÁNDARES OPENBIM

Unas de las claves del Building Information Modeling es la compatibilidad entre documentación de los distintos profesionales como arquitectos, aparejadores, ingenieros... BuildingSMART Switzerland lleva tiempo utilizando estándares OpenBIM como es la utilización del formato IFC, que consigue una comunicación más fluida entre programas heterogéneos. Con estos archivos un ingeniero, por ejemplo, puede calcular la eficiencia energética de un

edificio utilizando el modelo virtual facilitado por el arquitecto, sin tener que volver a modelar todo el edificio en 3D.

12 COORDINADOR BIM

Al poner en común todos los modelos virtuales en formato IFC de los distintos profesionales, aparece la figura del Coordinador BIM como encargado de encontrar colisiones y errores. Esta función representa una de las mayores ventajas de la metodología BIM, ya que se pueden identificar deficiencias en la etapa de diseño, que representarían un gran coste en la fase de construcción. Suele ser impulsado por la empresa constructora, que le interesa minimizar errores en obra.

13 LA NUBE

Otra oportunidad que brinda Internet es guardar los documentos en la nube de forma remota. Esto permite que cualquier persona, independientemente de su situación, pueda acceder de forma inmediata. También se pueden subir rápidamente las modificaciones que se realicen de los planos. Esto es muy importante para que en obra trabajen siempre con la documentación actual.

14 CONCLUSIÓN

La metodología BIM en Suiza lleva varios años consolidada ofreciendo buenos resultados. Podemos aprovecharnos de su experiencia y aprender de sus éxitos. Cierto es que supone un gran esfuerzo inicial pero sus muchos beneficios lo cubren con creces.

15 BIBLIOGRAFÍA

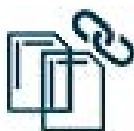
[1] Finith E. Jernigan, "BIG BIM little bim", 4Site PR, 2007.

CDE líder en la gestión de proyectos BIM

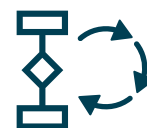
El partner imprescindible para la transformación digital



COMPARTIR



ENLAZAR



COORDINAR



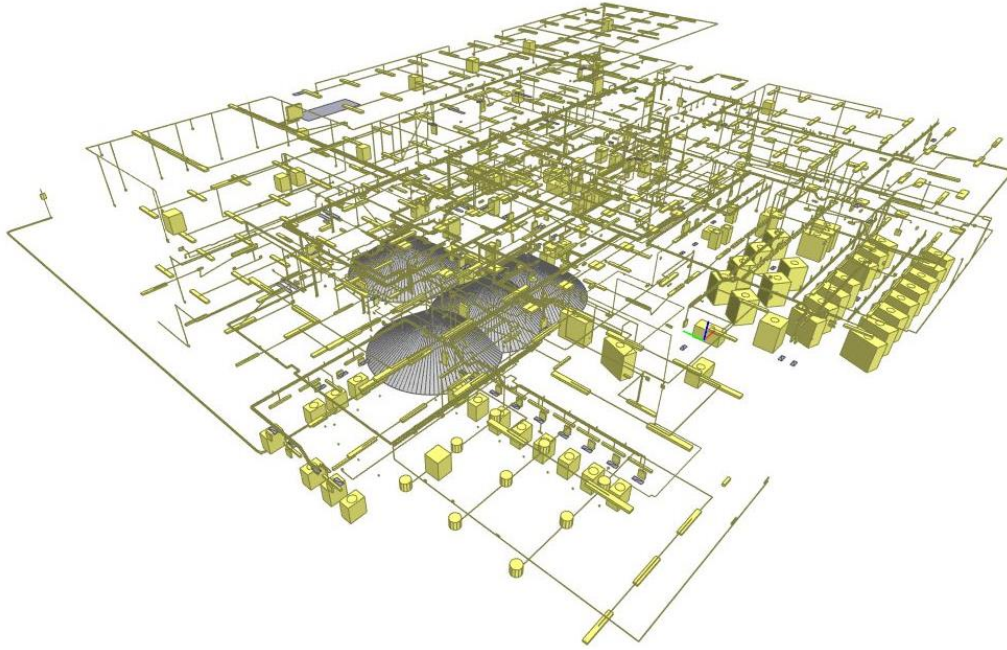
APROBAR



FEDERAR



AUDITAR



BIM y electricidad. ELECTRICIDAD y bim

Conforme nos introducimos en el mundo de las instalaciones modeladas y calculadas utilizando herramientas de modelado BIM, queremos ir abarcando campos que antes se quedaban al lado. Este es el caso de la electricidad, la cual hasta el día de hoy se ha visto reducida casi exclusivamente a iconos en 2D y 3D con cierta información.

Luis J. Lancharro Cordero. *Etelia, Sevilla, España.*

1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de mi trayectoria profesional utilizando herramientas BIM para el modelado de instalaciones, me he encontrado una disciplina que pasaba podríamos decir “*de puntillas*” en esta metodología de trabajo.

Me refiero a la instalación eléctrica y todas aquellas que utilizan cables.

En este artículo voy a exponer mi experiencia personal utilizando como herramienta BIM el software DDS-CAD para modelar y calcular instalaciones eléctricas.

Dentro del conjunto de herramientas que hay en el mercado, ésta es una de las que tiene mayor bagaje pues Data Design System se funda en 1984 en Noruega y desde sus inicios apostó por la incipiente metodología que hoy todos denominamos BIM.

No es la más conocida por el gran público, pero sí lo es en los ambientes en los que el formato IFC se valora. Donde la interoperabilidad y utilización de las mejores herramientas para cada función cobra importancia.

Voy a comenzar con una pregunta:
¿Interesar en la gestión de un edificio conocer respecto de cualquier consumidor de energía



eléctrica la información referente al cuadro eléctrico que lo maneja, el circuito que lo alimenta y la protección que tiene?

Desde mi humilde opinión, la respuesta es SI. En un mundo donde se está valorando cada vez más la información, tener información para poder posteriormente gestionarla es importante. El presente artículo va a tratar sobre el modelado y cálculos de la instalación eléctrica de un edificio destinado a educación en el nivel de formación profesional.

2 TRABAJO INTERNO EN DDS-CAD (para comprender como trabaja la herramienta)

El edificio constaba de un total de cincuenta y tres cuadros eléctricos desde el cuadro principal del edificio a cuadros principales de planta y cuadros secundarios.

Partí del modelo arquitectónico que se había realizado en un momento anterior y para otras causas por el equipo *eBIM*, formado por Carlos Grosso de la Herranz, Javier Farratell y Javier Pérez Gil utilizando como herramienta de modelado el programa Archicad.

El IFC generado desde él lo importé en mi programa para realizar el proyecto eléctrico.



Fig. 1 Perspectiva del edificio modelado con Archicad

Siguiendo las directrices indicadas por el ingeniero D. Francisco González Guerra se ubicaron los elementos consumidores de energía eléctrica y los cuadros eléctricos, así como los interruptores, detectores y tomas de corriente.

En la forma de trabajar DDS-CAD, el núcleo de todo el cálculo de líneas eléctricas se encuentra

en el diseño del cuadro eléctrico. Han de ser diseñados primero para poder calcular los cables posteriormente.

Por ello, cuadro a cuadro tuve que introducir los elementos de protección, y los cables a utilizar.

La siguiente imagen introducida pertenece a uno de los cuadros del proyecto (Cuadro taller F.P.B.).

1	2/3	Connect	Circuit	Device	Comp. 1	Comp. 2	Terminal	Cable	Voltage	Load	Length
			2, 3° 100	F2 40A			X1:16	5x100	400V	8A	17.4m / 1.24% / 0.11%
			3, 3° 100	F3 40A			X1:22	5x100	400V	8A	20.9m / 1.25% / 0.13%
			4, 3° 100	F4 40A			X1:46	5x100	400V	8A	15.3m / 1.23% / 0.10%
			5, 1° 50	F5 25A	F5 10A		X1:49	3x15	230V	1.96A	17.3m / 1.49% / 0.35%
			6, 1° 50	F6 25A	F7 10A		X1:51	3x15	230V	1.96A	12.6m / 1.39% / 0.26%
			7, 1° 50	F8 25A	F9 10A		X1:50	3x15	230V	1.96A	21.8m / 1.50% / 0.48%
			8, 1° 50	F9 25A	F10 10A		X1:51	3x15	230V	1.96A	25.3m / 1.65% / 0.52%

Fig. 2 Creación en DDS-CAD de un cuadro eléctrico

Se ve que se divide en columnas, cada una de ellas tiene una función. En las columnas **1**, **2/3** y **Conect** vemos unas líneas de color amarillo. Expresan la entrada, alimentación a otros cuadros y alimentación a elementos consumidores de electricidad.

La columna **Circuit** enumera cada uno de los circuitos, si es trifásico o monofásico, o el porcentaje de carga a tener en cuenta en el interruptor general.

La columna **Device** contiene la protección primera de la línea y la columna **Comp. 1** la protección segunda. Por ello hay líneas como los circuitos 5 y 7 que tienen la protección F5 y F6, o las protecciones F8 y F9. En las imágenes posteriores del esquema unifilar o multifilar que genera a partir de esta configuración podremos entenderlo.

La columna **Cable** es en la que elijo el cable en sección y tipología a partir del cual y una vez que calcule me dirá si cumple o no. Es por tanto un predimensionamiento.

La columna **Voltage** hace indicación a la tensión de cálculo.

La columna **Load** indica la carga de amperios (traducida internamente al conocer la potencia y la tensión de trabajo) para la que se calculará el cable.

La columna **Length** indica la longitud de la línea eléctrica, así como la caída de tensión hasta el cuadro eléctrico que la alimenta y desde éste hasta el principal.

En él se ha definido la alimentación a dicho cuadro (circuito 1), derivaciones a diversos cuadros que son alimentados desde él (circuitos 2, 3 y 4) y circuitos de alimentación a varios aparatos (circuitos 5, 6, 7, 8).

Al definir cada circuito se le indica el número de fases que lo alimentan (1, 2 o 3) y posteriormente se introducen las protecciones previstas inicialmente (F1 A F10) las cuales se eligen de las bases de datos del programa (diferenciales, magnetotérmicos, fusibles...).

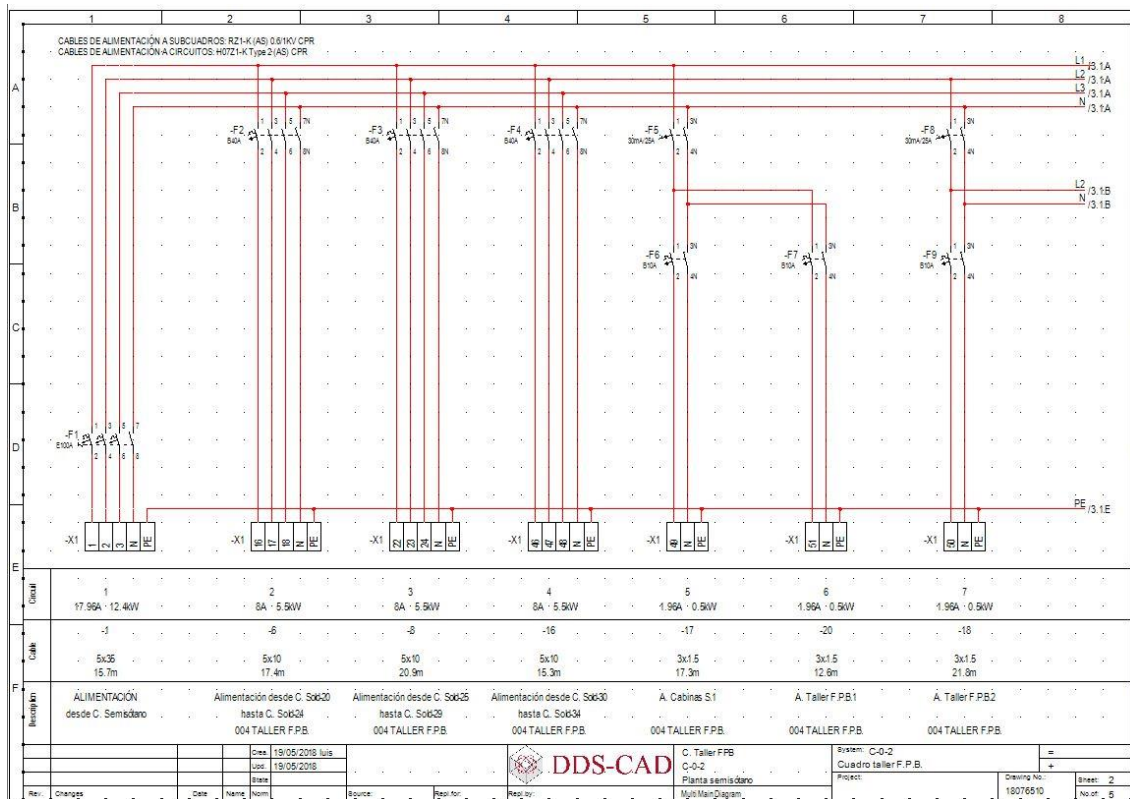
La Fig. 2 (Distribution Board C-0-2, Cuadro taller F.P.B.) representa un momento del proyecto en el que se ha calculado cada una de las líneas y es por ello que aparecen en la columna Length tanto la longitud del cable, como la caída de tensión, apareciendo dos: una calculada desde el cuadro y otra desde el inicio total de la instalación. Cuando se crea el cuadro, la longitud es 0 y no hay caídas de tensión.

En cuanto se ha definido el cuadro eléctrico (aunque no se haya trazado el cable) se tiene acceso al esquema unifilar que genera el programa.

A continuación, introduzco las imágenes pertenecientes al esquema (en este caso multifilar) del Cuadro taller F.P.B.

Ocupa dos hojas A4. La representación no es la habitual en nuestro país, pero sí se utiliza en Alemania.

Cada hoja se divide en un número de columnas (1 a 8) y de filas (A a F) y al terminar la información en una hoja se indica en la celda del extremo superior derecho la información referente a donde continua. En la siguiente hoja en la celda del extremo superior izquierdo hace lo mismo indicando de donde viene.



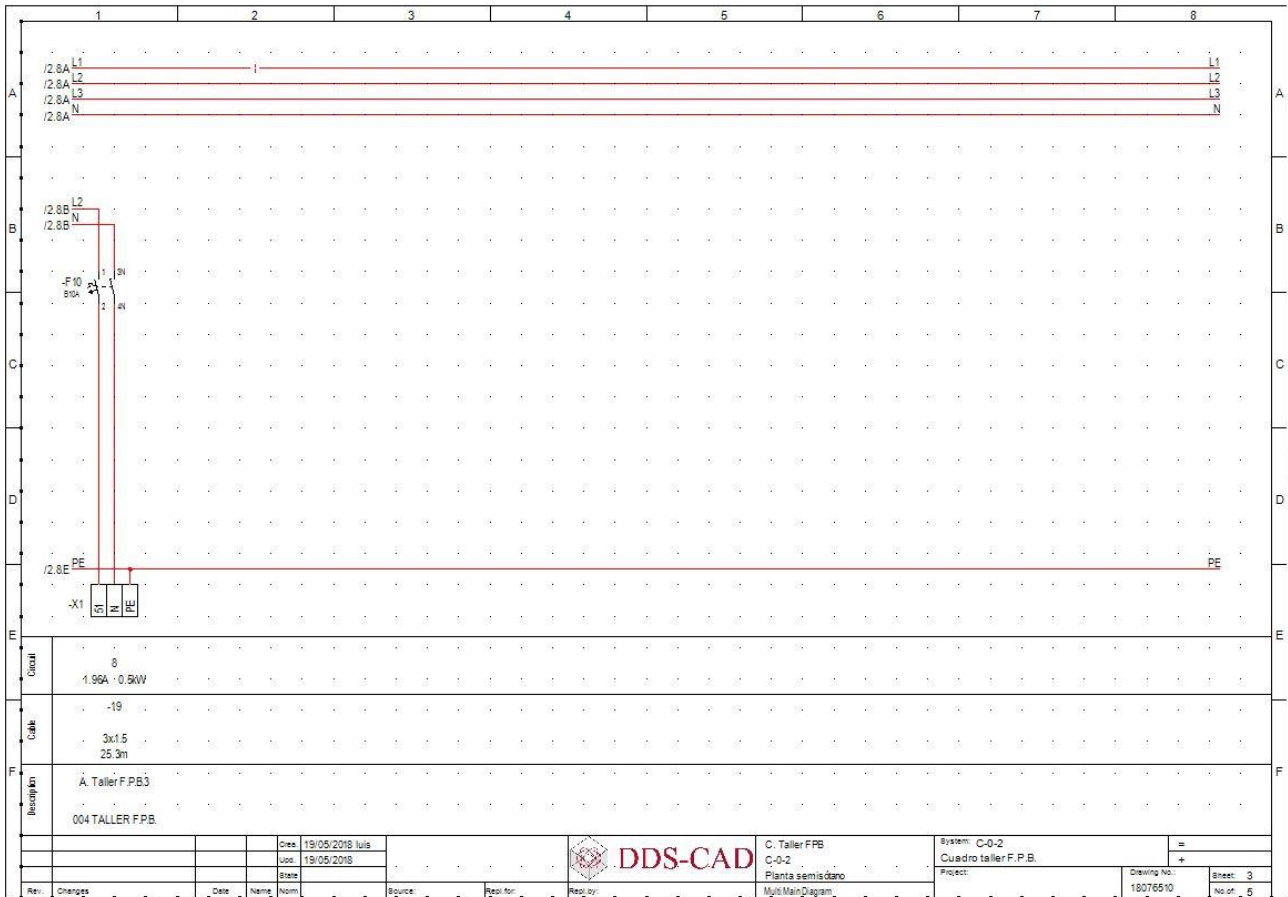


Fig. 3 Esquema multifilar que se consigue del cuadro eléctrico perteneciente al Cuadro taller F.P.B. (Fig. 2). También es posible extraer el mismo esquema unifilar. Este cuadro ocupa dos hojas A4

El siguiente paso a realizar es trazar los cables por el camino previsto para ello y unir cada circuito del cuadro eléctrico con los elementos consumidores.

Realizando este proceso con cada cuadro se obtuvo la instalación eléctrica de todo el edificio.

Mostramos en las siguientes imágenes las diversas plantas de la instalación eléctrica del edificio.

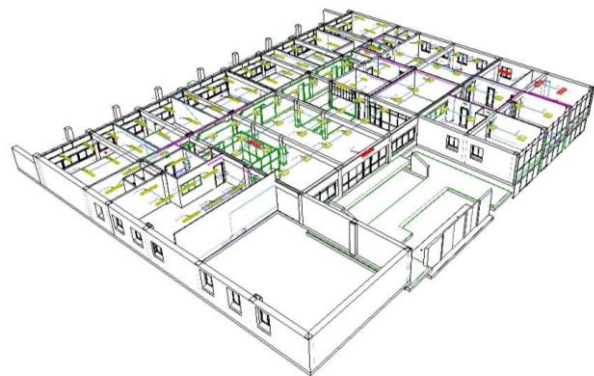


Fig. 5 Planta baja. Perspectiva generada desde DDS-CAD

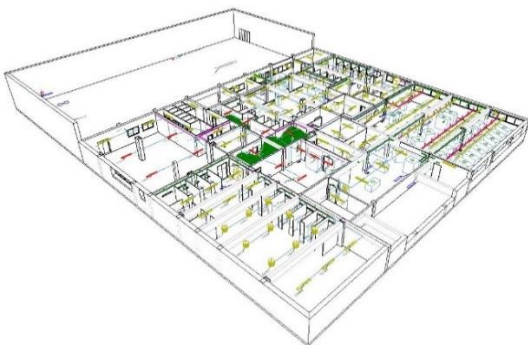


Fig. 4 Planta semisótano. Perspectiva generada desde DDS-CAD

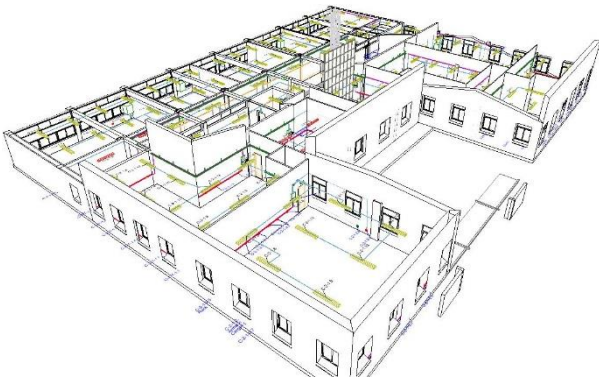


Fig. 6 Planta primera. Perspectiva generada desde DDS-CAD

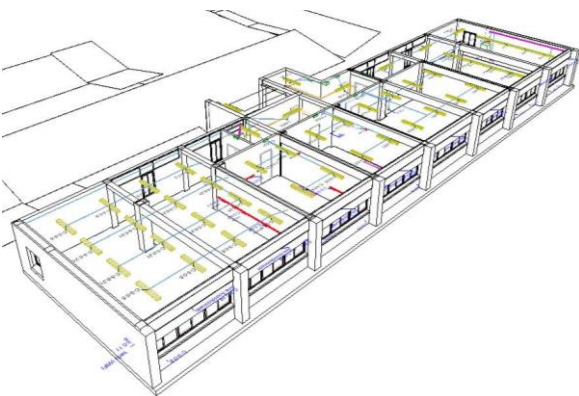


Fig. 7 Planta segunda. Perspectiva generada desde DDS-CAD

Una vez trazadas las líneas se calculan dentro del cuadro eléctrico al que pertenecen y en función de la sección predefinida, la carga a alimentar y la longitud del trazado se validarán o te indicará las deficiencias que puede tener.

En el trazado de bandejas, hasta la versión 13 no te daba ningún resultado en función de cables que soportaba, pero la nueva versión 14 sí te indica el porcentaje de volumen ocupado.

Una herramienta interesante que tiene es el uso del **Trunk**.

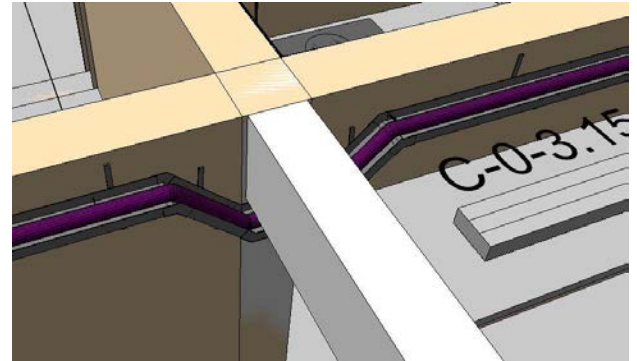


Fig. 8 Trazado de Trunk en una bandeja

Permite simplificar el trazado de cables en una bandeja, una canal o conducto sustituyendo todos los cables que habría que trazar por una sola línea con toda la información. Visualmente sólo vería un cable, pero realmente cuenta con todos los cables que van a ir en ella.

Recordemos que hay que trazar todos los cables desde cada cuadro hasta los puntos de consumo y bajo mi punto de vista es una solución rápida y veraz que sirve para el cálculo de todos los circuitos.

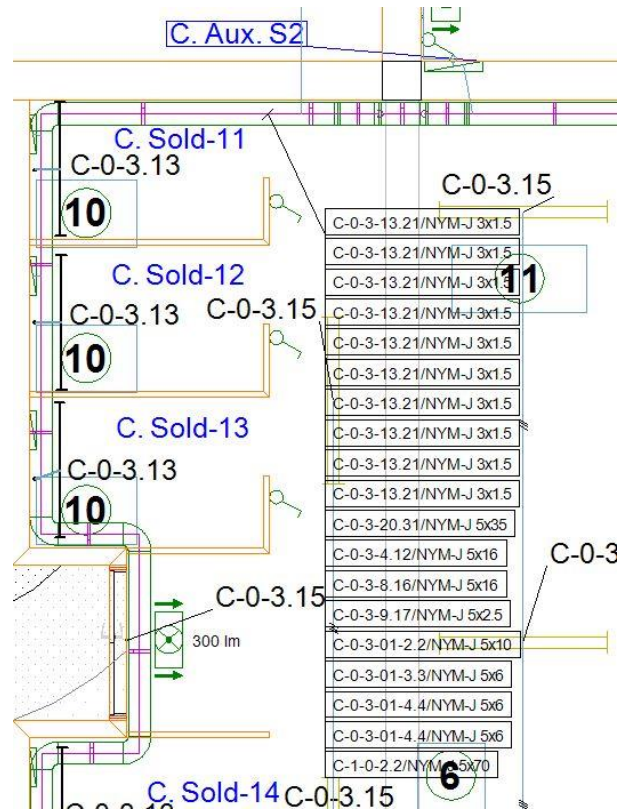


Fig. 9 Circuitos que van por la bandeja mostrada en la Fig. 08 (Trunk).



En la Fig. 09 se ven los cables con el cuadro al que pertenecen y circuito que alimentan.

En este caso es un cable de 5x70 mm², tres cables de 5x6 mm², un cable de 5x10 mm², dos de 5x16 mm², uno de 5x35 mm² y diez cables de 3x1.5 mm².

Si tuviera que trazar cada uno de estos cables desde el cuadro eléctrico, le tendría que dedicar un tiempo realmente grande para obtener el mismo resultado. Únicamente lo que me daría es la realización de una sección con todos los cables bien puestos, pero sería un trabajo no operativo.

Realizado el modelado de los diferentes circuitos se pueden preparar los planos con plantas, secciones, perspectivas, es decir lo normal que cualquier herramienta BIM ofrece.

3 EL IFC DEL MODELO GENERADO (para comprender lo que da)

Una vez terminado el modelo exporté a formato IFC 2X3 y a formato IFC 4, incluyendo a continuación una imagen desde un visor de IFC

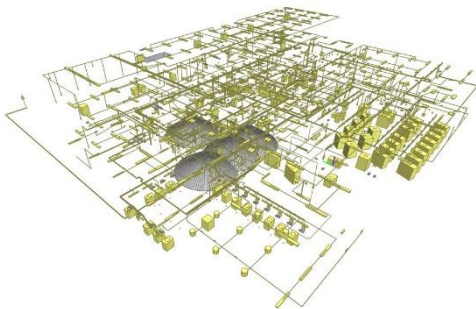


Fig. 10 IFC del modelo de instalación eléctrica generada desde DDS-CAD.

La primera diferencia que me llamó la atención es que el IFC 2x3 pesa 22 MB y el IFC 4 pesa 49 MB. Es decir, más del doble. Lo cual a simple vista indica la evolución en cantidad de información que es capaz de transmitir el IFC 4 frente al IFC 2x3

De este modelo vamos a ver la información que lleva un componente concreto. Hemos elegido una luminaria, pero podríamos haber cogido

una máquina, una toma de corriente, un detector de presencia o cualquier elemento alimentado eléctricamente.

DDS-CAD incluye en el modelo los Pset propios donde aparecen datos de cálculo.

Los Pset o PropertySet son un conjunto de propiedades asignadas a cada elemento, entendiendo propiedad como la unidad de información que se define dinámicamente para una entidad en particular y la entidad es una clase de información definida en base a unos atributos y restricciones comunes definidas en la ISO 10303-11

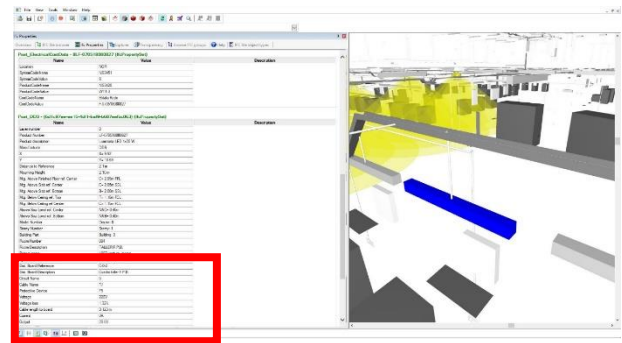


Fig. 11 Propertyset de DDS-CAD de un elemento del modelo

En esta imagen quiero destacar alguna de las características que van en el elemento perteneciente a los Pset que le introduce DDS-CAD.

- System Name: C-0-2,5,17
Es un indicativo del cuadro (C-0-2), circuito (5) y cable (17). Se corresponde con la información que aparece en las imágenes 02 y 03.
- Dist. Board Reference: C-0-2
Referencia del cuadro eléctrico que lo alimenta.
- Dist. Board Description: Cuadro taller F.P.B.
Nombre correspondiente al cuadro eléctrico.
- Circuit Name: 5
Número del circuito. Ver imagen 03.
- Cable Name: 17
Número del circuito
- Protective Device: F5



Protección primera. Ver Fig. 03

- Voltage: 228
Tensión que le llega
- Voltage loss: 1.32%
Caída de tensión.
- Cable length to board: 9.123
Longitud del cable que alimenta la luminaria desde el cuadro.

4 CONCLUSIONES EXTRAÍDAS

Hay varias.

- Información obtenida:

Una instalación eléctrica modelada en BIM ofrece una información no comparable a la que me ofrece el CAD. La herramienta y la forma de trabajar son distintas. La exigencia a la hora de desarrollar el trabajo también lo es.

Es como ir en coche. Puedo ir en un todoterreno o en un deportivo. Ambos me sirven para transportarme, pero si tengo que subir por el campo una montaña no me servirá uno de ellos.

El control de la información en cada elemento es extremo. La coordinación entre el elemento, los metros de cable, el cuadro y la protección de la línea es precisa.

Es otro nivel respecto a lo que se da en CAD.

- Tiempo empleado:

Si únicamente he de colocar los elementos consumidores y sus elementos de control sin introducir información alguna, llega a ser igual de rápido que en CAD.

Si he de trazar todos los circuitos de manera que pueda utilizar el programa para calcular las líneas eléctricas y los metros de cable, el tiempo empleado es mayor,

pero esta información se incorporará al modelo automáticamente.

En función de la definición que quiera dar tardaré más o menos.

Llegamos por tanto a un tema que afecta a todo lo que es BIM. Definir previamente por parte de la propiedad el alcance del modelo, ya que esto exigirá una mayor o menor concreción de la información.

Según el alcance, el número de horas será mayor y si el tiempo es mayor, el precio lógicamente también lo es.

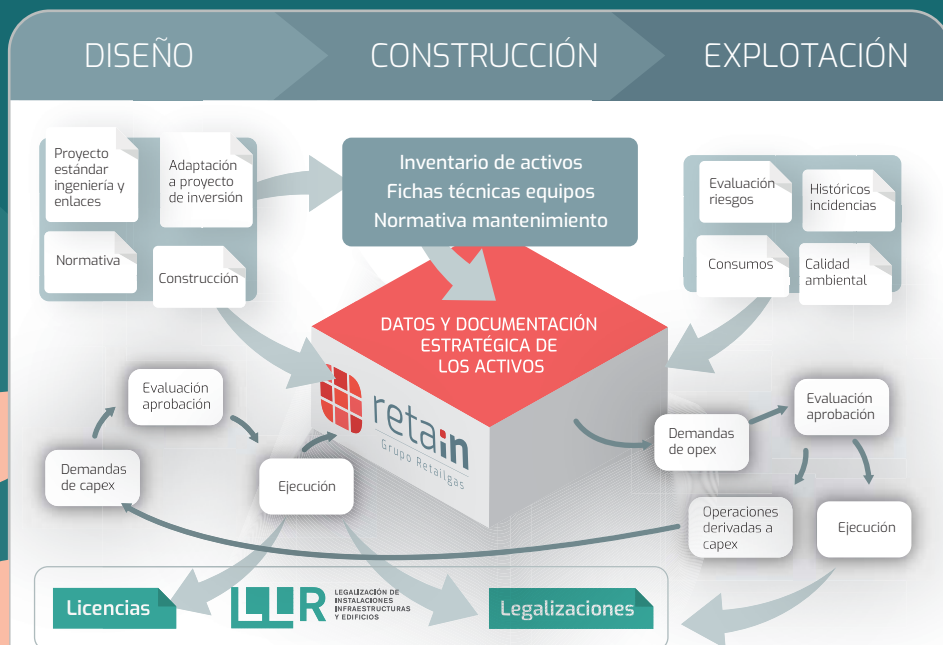
- Validez de la información:

Enlazo con el comienzo del artículo, pues pienso que tener información es importantísimo para quien tiene que gestionar. Puede ayudarle en la toma de decisiones, organización de compras, en la instalación propiamente dicha y por tanto dar mejor respuesta y más rápidamente a cualquier inconveniente.

Todo esto me lleva a concluir que BIM me permite ofrecerle al cliente un servicio muy superior en la instalación eléctrica al que da el CAD. Ahora debe ser él quien decida lo que necesita.

DE ACTIVOS EXISTENTES A ACTIVOS INTELIGENTES

Soluciones BIM inteligentes en el ciclo de vida de la construcción y el mantenimiento de activos



**Tú construye,
nosotros legalizamos**



Legalizar edificios, instalaciones o infraestructuras y mantenerlos legalizados durante el ciclo de vida del activo es una tarea compleja. Para liberarte de este proceso, en LLR hemos creado un servicio a tu medida, para que tú sólo te ocupes de construir.

Descubre Legal as a Service en nuestra web:
legalizaciondeactivos.com

Damos vida a tus activos



Los activos de tu empresa son claves para el desarrollo de tu negocio. Aportando inteligencia BIM a tus activos mediante la tecnología Retain puedes tener un mayor control sobre su estado para asegurar una mayor disponibilidad e incrementar su vida útil.

Más información en:
retaintechologies.com



Visítanos en el
stand 8F22





ALTERNATIVA 1

- EXCAVACIÓN DE 40.000 m³
COTA +263,5



ALTERNATIVA 2

- EXCAVACIÓN DE 40.000 m³
COTA +273



ALTERNATIVA 3

- EXCAVACIÓN DE 60.000 m³
COTA +263,5



BIM EN EL DISEÑO DE ALTERNATIVAS EN INGENIERÍA CIVIL: EVALUANDO SUS POTENCIALIDADES EN UN TALLER CON TÉCNICOS DE LA ADMINISTRACIÓN

En el ámbito de la ingeniería civil, la implementación de BIM está siendo más lenta de lo esperado, debido principalmente al tamaño y complejidad de este tipo de infraestructuras, a la falta de formación de los profesionales y a que los estándares y herramientas de software presentan todavía mayores dificultades en la interoperabilidad. Este trabajo presenta el resultado de un taller denominado “BIM en el ámbito de la Planificación Urbana”, realizado en la Universidad de La Laguna con técnicos de distintas áreas del Cabildo de Tenerife. Se propone desarrollar un ejercicio sobre planificación y diseño urbano acordes con la normativa municipal. La propuesta se desarrolla con el software Autodesk InfraWorks 360. Los participantes completaron un cuestionario para evaluar la tecnología y la metodología utilizadas en el ejercicio propuesto. Los profesionales han valorado positivamente las potencialidades de la tecnología BIM en el campo de la ingeniería civil. Globalmente, BIM fue evaluado como una tecnología interesante y atractiva y como un avance en comparación con las metodologías tradicionales. Consideraron que el taller fue útil y recomendarían estas herramientas a sus compañeros profesionales.

Norena Martín Dorta. *Universidad de La Laguna, La Laguna. España.*

Paula González de Chaves Assef. *Doctoranda en Universidad de La Laguna, La Laguna. España.*



1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo trata de poner en evidencia la necesidad de que la administración actúe como agente tractor en la introducción de Building Information Modeling (BIM) y de las estrategias a seguir. BIM no contempla solo la geometría física de un edificio o una infraestructura, sino que contiene los datos de los materiales, las características funcionales, la medición y el coste, y las propiedades de construcción y mantenimiento que consideremos, que pueden utilizarse como una tecnología de construcción digital. Está ampliamente aceptado que BIM contribuirá significativamente a la transformación de la industria, a la forma de hacer los proyectos y en la que hacemos negocios.

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 (BCG, 2016). Según el Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo (2017) es necesario el liderazgo público para conseguir una adopción amplia. Recomienda utilizar políticas gubernamentales y métodos de contratación pública como herramientas para apoyar esta transformación fundamental del sector. Sin este liderazgo "top-down" es probable que el sector prosiguiera con una adopción baja y desigual de la tecnología de la información, lo que limitaría sus oportunidades de lograr una mejora significativa de su productividad y su rentabilidad.

El informe "BIM in Australia" (AIA, 2010) ofrece una serie de sugerencias sobre cómo avanzar con BIM, una de las cuales es la educación con un enfoque multidisciplinario. Diferentes organismos de investigación como el NIST, Georgia-Tech, VTT, la Universidad de Osaka o el TUM han abordado estas cuestiones. El proyecto de investigación alemán "ForBAU" (ForBAU, 2008), por ejemplo, ha desarrollado diferentes conceptos creando modelos 3D paramétricos de carreteras y puentes. Investigadores de Japón propusieron un nuevo concepto que define un modelo de producto para proyectos de túneles (Yabuki, 2008) y en otros países como Corea (Shim, 2012), Finlandia (Hyvärinen et al., 2010), Francia (Lebéque et al., 2005) o los Estados Unidos

(IFCInfra, 2011) han puesto en marcha proyectos similares. El objetivo de todos estos proyectos de infraestructura es identificar soluciones diferentes desarrollando un modelo normalizado de infraestructura datos de la construcción. En 2011 la organización buildingSMART estableció la iniciativa "openINFRA" (Newsletter, 2011) con el fin de impulsar la implementación global del enfoque BIM en la infraestructura.

En 1994, investigadores de Francia y Japón comenzaron a desarrollar el modelo de producto IFC-Bridge. Este formato se basa en el esquema de datos IFC (Yabuki et al., 2006, Lebéque y Arthaud, 2007) y fue ampliado por un extenso conjunto de entidades específicas de puentes, necesarios para el intercambio de la información geométrica y semántica del modelo de este tipo de infraestructuras. Para asegurar un intercambio de valores específicos puente paramétrica Ji extendió el formato IFC-Bridge definido con otras entidades paramétricas (Ji et al. 2011). La iniciativa IFC-Road fue lanzada en 2005 (Lebéque, 2005). Ambos modelos de productos se asociaron en IFC-Infra (Lebéque, 2011). Uno de los grandes objetivos en el proyecto de investigación "ForBAU - The virtual construction site" fue investigar cómo utilizar métodos de modelado 3D paramétrico para desarrollar modelos digitales de carreteras y puentes (Borrmann et al, 2009).

En los siguientes apartados describimos la experiencia de un taller llevado a cabo en la Universidad de La Laguna con técnicos del Cabildo de Tenerife, en el que se aborda BIM en el diseño preliminar en el ámbito de la Planificación Urbana y el estudio de alternativas.

2 CASO DE ESTUDIO: AFECCIÓN DE LA CARRETERA FINCA CALDERA DEL REY DEBIDA A LA AMPLIACIÓN DE LA EDAR DE ADEJE ARONA.

El taller se diseñó para técnicos del Cabildo de Tenerife. Se inscribieron 61 técnicos. El taller se realizó en el marco de una jornada, dentro del plan de formación del Cabildo, para sensibilización en la metodología BIM entre técnicos de distintas áreas: carreteras, agua, patrimonio, innovación, deportes, etc. La participación en el



taller fue voluntaria. Se impartió en un aula de la Universidad de La Laguna.

El objetivo era estudiar, mediante la propuesta de distintas alternativas, la afección de la carretera Finca Caldera del Rey, por la ejecución de la ampliación de la EDAR de Adeje-Arona en la isla de Tenerife. Se utilizaron distintas herramientas: Autodesk Civil 3D e Infracworks 360. Se entrega la documentación necesaria: el enunciado del ejercicio y los archivos de datos de partida: la cartografía de la zona - en formato .dwg - una Ortofoto actualizada del sector en formato .ecw - y el levantamiento de la zona de estudio del PGO -en formato .shp.



Fig. 1 Ortofoto de la zona de estudio

El ejercicio práctico se estructura en cinco actividades que se detallan a continuación:

- Actividad 1: Actuación. Recopilación de información, datos de partida
- Actividad 2: Herramientas de software a utilizar.
- Actividad 3: Procesamiento de datos.
- Actividad 4: Abrir el modelo de la zona y cargar datos de partida. Cartografía, ortofoto y datos procesados.
- Actividad 5: análisis de resultados para la toma de decisiones.

En la primera actividad del ejercicio se plantearon los objetivos, la necesidad de llevarlo a cabo

y se recopiló la documentación necesaria de la zona de trabajo (Figura 2).

En la segunda actividad, se presentaron las posibilidades de las herramientas de software a utilizar. En este caso Autodesk Civil 3d e Autodesk Infracworks 360 (Figura 3).

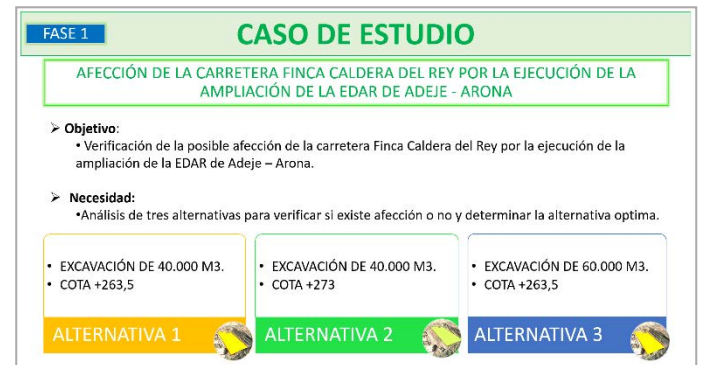


Fig. 2 Actividad 1 - Objetivos. Recopilación de documentación y diseño de alternativas



Fig. 3 Actividad 2 - Herramientas de software a utilizar

La tercera actividad consistió en mostrar el tratamiento en Autodesk Civil 3D del levantamiento de la zona objeto de estudio (Figura 4) y de las parcelas y procesarlo esta información para incorporarla al modelo de la zona (Figura 5).



Fig. 4 Actividad 3. Procesamiento del levantamiento de la zona



Fig. 6 Actividad 4. Carga de datos en el modelo territorial

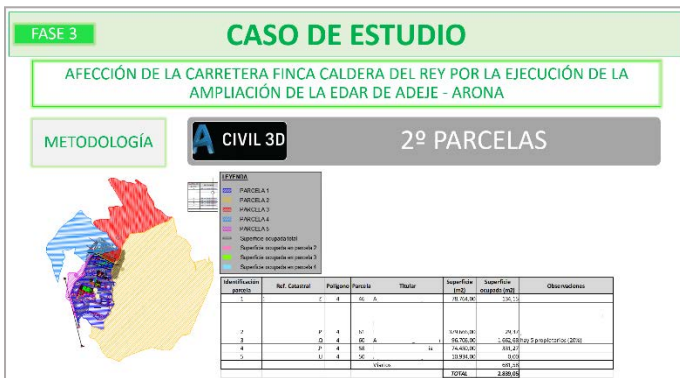


Fig. 5 Actividad 3. Procesamiento del levantamiento de las parcelas



Fig. 7 Actividad 5: análisis de resultados para la toma de decisiones

En la cuarta actividad, se facilitó a los participantes los archivos de datos para incorporarlos en el modelo territorial de la zona de actuación (Figura 6).

Se les entrega la cartografía y ortofotos de GRAFCAN (empresa pública de la Comunidad Autónoma de Canarias encargada de las actividades de producción, mantenimiento y gestión de la información geográfica y territorial de la comunidad autónoma). Para agilizar el ejercicio también se les facilitan las tres alternativas que se proponen estudiar.

La Figura 7 muestra los resultados según las tres alternativas de diseño planteadas en función de la cota de excavación.

3 ANALISIS DE DATOS Y RESULTADOS

Al finalizar el taller se administra un cuestionario para conocer la valoración de los usuarios y las potencialidades percibidas en relación a la metodología BIM en el ámbito de las infraestructuras. De los 61 inscritos, 49 contribuyeron con su participación rellenando la encuesta. El 63% de los participantes fueron hombres y el 37% mujeres. La media de edad fue de 42,7 años (mín=27 y máx=58; DE= 6,9).

El 52,2% de los participantes señaló que había oído hablar de la tecnología BIM, sin embargo, sólo el 8,7% de los participantes consideró que su nivel de uso era bueno. A la afirmación de "He aprendido información útil en el taller para mi profesión", el 76,1% se mostraron de acuerdo y totalmente de acuerdo en la escala Likert.

La Figura 8 muestra la opinión de los participantes sobre las herramientas utilizadas y con la posibilidad de utilizarlas en su trabajo profesional. El gráfico muestra que un 97,8% muestra interés por saber más sobre la tecnología BIM, por su utilización en los próximos proyectos profesionales y lo recomendarían a compañeros (>85% de acuerdo y completamente de acuerdo).

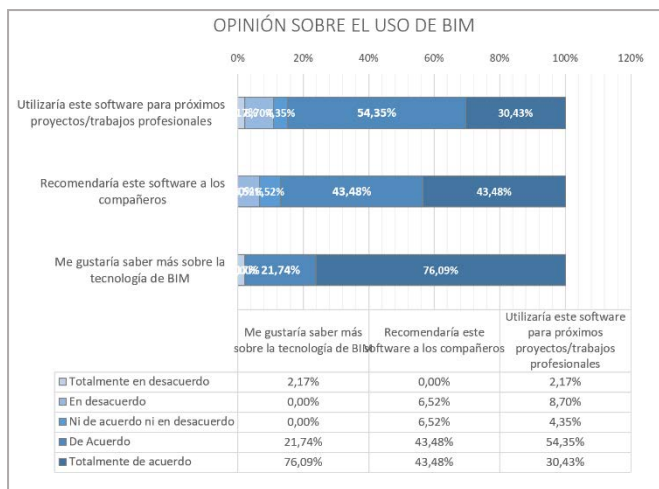


Fig. 8 Opinión sobre el uso de BIM

Respecto a la satisfacción global con el taller, el 73,9% manifiesta que está de acuerdo o totalmente de acuerdo con que le ha gustado la jornada (Figura 9). También manifiestan estar de acuerdo y totalmente de acuerdo (69,6%) respecto a las herramientas utilizadas (Figura 10). Hay que destacar que la jornada fue muy corta y los participantes demandaron la necesidad de que en próximas ediciones pudiera plantearse en formato de curso con una duración más amplia.

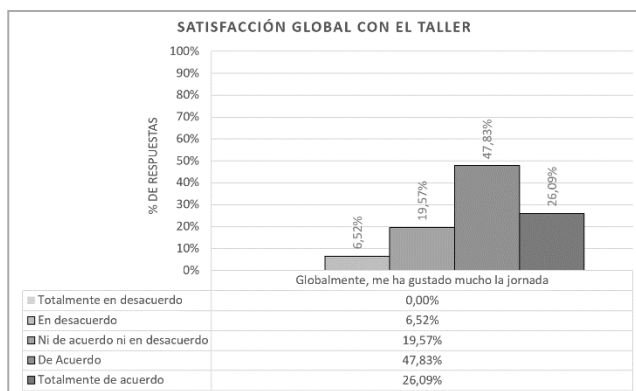


Fig. 9 Valoración global de taller BIM.

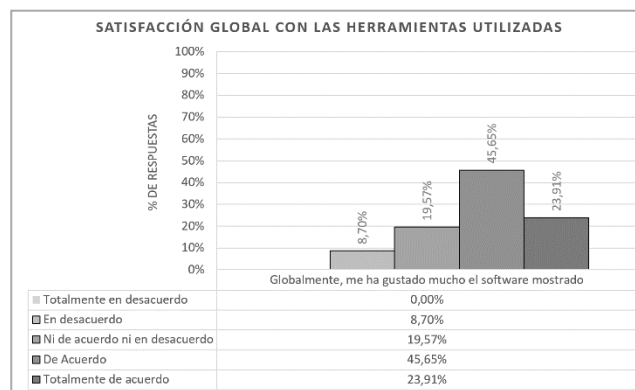


Fig. 10 Valoración global de las herramientas utilizadas

4 AGRADECIMIENTOS

Este artículo constituye parte del trabajo realizado en el marco del proyecto de investigación "BIMCanarias: La Tecnología BIM en el impulso de la industria Canaria de la Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Mantenimiento (AEC/O)", financiado por Fundación CajaCanarias. Ref.: CTCEPLA12.

Agradecemos la colaboración del Consejo Insular de Aguas de Tenerife.

5 BIBLIOGRAFÍA

[1] AIA, 2010, BIM in Australia. Recuperado el 15 de septiembre de 2018 de: <https://dynamic.architecture.com.au/i-cms?page=1.13262.13289.13527.14980>.

[2] BCG, 2016, Digital in Engineering and Construction, Recuperado el 15 de septiembre de 2018 de: <http://futureofconstruction.org/content/uploads/2016/09/BCG-Digital-in-Engineering-and-Construction-Mar-2016.pdf>

[3] Borrmann, A., Ji, Y., Wu, I-C., Obergrießer, M., Rank, E., Klaubert, C, Günthner, W., 2009, ForBAU – The virtual construction site project, In: Proc. of the 24th CIB-W78 International Conference, Istanbul, Turkey.

[4] EUBIM, 2017, Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo.



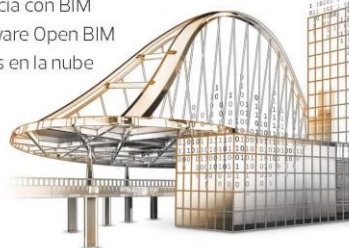
ALLPLAN
A NEMETSCHKE COMPANY

SOLUCIONES BIM PARA EL SECTOR AEC

ALLPLAN lleva más de 50 años impulsando la digitalización de la industria de la construcción. Con una orientación marcada por las necesidades de los usuarios, ofrecemos herramientas innovadoras para la planificación y la construcción de proyectos, inspirando a nuestros clientes para que hagan realidad sus ideas.

- > Líderes en experiencia con BIM
- > Soluciones de software Open BIM
- > Tecnologías basadas en la nube

allplan.com



[5] ForBAU project, 2008, Recuperado el 15 de septiembre de 2018 de: http://www.fml.mw.tum.de/forbau/index.php?Set_ID=18.

[6] Hyvärinen, J., Mäkeläinen, T., Rekola, M., Tömqvist, J., 2010, InfraTimantti esiselvitys Loppuraportti, VTT, Finland.

[7] IFC-Infra, 2011, Overview of the IFC-Infra meeting Paris – 2011.

[8] Lebéque, E. and Arthaud, G., 2007, IFC Bridge V2 Data Model, BuildingSMART, CSTB, France.

[9] 2005, IFC Bridge & Road Workshop. BuildingSMART, CSTB, Sophia-Antipolis, France.

[10] Lebéque, E., 2005, IFC Bridge & Road Workshop. BuildingSMART, CSTB, Sophia-Antipolis, France.

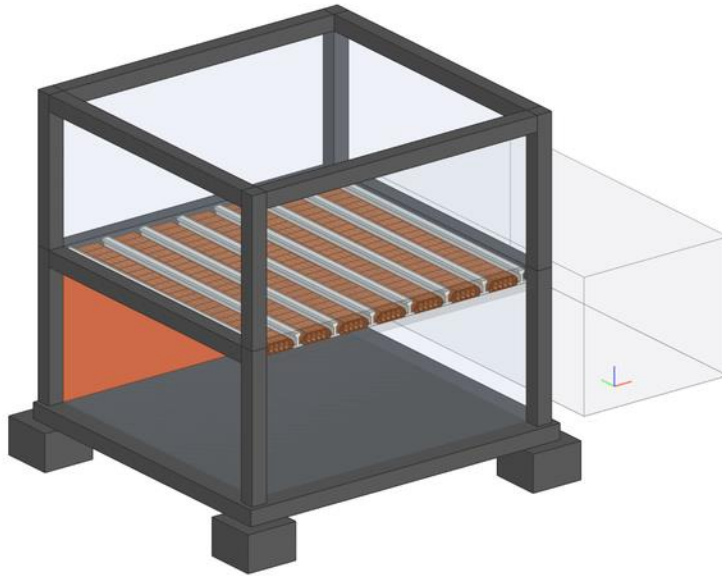
[11] Lebéque, E., 2011, IFC Bridge Experience – The development process, IFC-Infra meeting, Paris, 2011.

[12] Newsletter, 2011, Open standards for infrastructure, buildingSMART. <<http://bw-dssv07.bwk.tue.nl/files/news-letters/buildingsmart-newsletter-august-2011>> (03-04-2012).

[13] Shim, C-S., Lee, K-M., Kang, L., Hwang, J., Kim, Y., 2012, Three-Dimensional Information Model-Based Bridge Engineering in Korea, Scientific Paper of Structural Engineering International, 1/2012, 8–13.

[14] Yabuki, N., Lebegue, E., Gual, J., Shitani, T., Zhantao, L., 2006, International collaboration for developing the bridge product model IFC-Bridge. Proc. of the 11th Int. Conf. on Computing in Civil and Building Engineering.

[15] Yabuki, N., Lebegue, E., Gual, J., Shitani, T., Zhantao, L., 2006, International collaboration for developing the bridge product model IFC-Bridge. Proc. of the 11th Int. Conf. on Computing in Civil and Building Engineering.



Type	Name	Description	Active
IfcProject	Modelo BIM IFC	Modelo para pruebas IFC	<input checked="" type="checkbox"/>
IfcSite	Indefinido		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBuilding	Casentón		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBuildingStorey	Cimentación		<input checked="" type="checkbox"/>
Columns			<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBuildingStorey	Planta Baja		<input checked="" type="checkbox"/>
Slabs			<input checked="" type="checkbox"/>
Columns			<input checked="" type="checkbox"/>
Walls			<input checked="" type="checkbox"/>
IfcWallStandardCase	SW - 001		<input checked="" type="checkbox"/>
Beams			<input checked="" type="checkbox"/>
Building Element Proxies			<input checked="" type="checkbox"/>
Spaces			<input checked="" type="checkbox"/>
IfcSpace	01	Zone	<input checked="" type="checkbox"/>
Spaces			<input checked="" type="checkbox"/>
IfcSpaceType	Generic		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcSpace	02	Zone	<input checked="" type="checkbox"/>
Spaces			<input checked="" type="checkbox"/>
IfcSpaceType	Generic		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBuildingStorey	Planta Primera		<input checked="" type="checkbox"/>
Columns			<input checked="" type="checkbox"/>
IfcColumn	CRE - 001		<input checked="" type="checkbox"/>
Material Layer	Reinforced Concrete - Struct...		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcColumnType	Reinforced Concrete - Struct...		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcColumn	CRE - 002		<input checked="" type="checkbox"/>
Material Layer	Reinforced Concrete - Struct...		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcColumnType	Reinforced Concrete - Struct...		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcColumn	CRE - 001		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcColumn	CRE - 002		<input checked="" type="checkbox"/>
Beams			<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBeam	BMR - 002		<input checked="" type="checkbox"/>
Material Layer	GENERIC - STRUCTURAL		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBeamType	GENERIC - STRUCTURAL 300...		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBeam	BMR - 002		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBeam	BMR - 003		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBeam	BMR - 003		<input checked="" type="checkbox"/>
Spaces			<input checked="" type="checkbox"/>
IfcSpace	03	Zone	<input checked="" type="checkbox"/>
Spaces			<input checked="" type="checkbox"/>
IfcSpaceType	Generic		<input checked="" type="checkbox"/>

EDICIÓN DEL FICHERO IFC PARA ENRIQUECER Y EXPLOTAR LA INFORMACIÓN

El fichero IFC es demandado cada vez más como entregable BIM. Dadas ciertas limitaciones existentes en el proceso de generación de los mismos, se plantea necesario poder editarlo para enriquecerlo y de este modo poder explotar la información con diferentes fines. En este artículo se detalla por qué es necesario editar el fichero IFC, las escasas vías para hacerlo en la actualidad y qué capacidades deben incorporar las aplicaciones (SW) para facilitar este proceso

Pilar Jiménez Abós. *Ineco, Madrid, España.*

Sergio Muñoz Gómez. *Laurentia, Valencia, España.*

1 INTRODUCCIÓN

La metodología BIM, por definición, implica la colaboración de los diferentes agentes para la creación y gestión del modelo BIM. Para poder llevar a cabo esto de forma óptima, es necesario que exista lo que se denomina **Interoperabilidad**. Podemos encontrar varias definiciones del término Interoperabilidad. Por ejemplo, en el Glosario de términos del Real Decreto 4/2010 [1], por el que se regula el Esquema Nacional de In-

teroperabilidad en el ámbito de la Administración Electrónica, se dice que “la interoperabilidad es la capacidad de los sistemas de información, y de los procedimientos a los que éstos dan soporte, de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre ellos”. De igual modo, la Comisión es.BIM, en su Glosario de Términos BIM [2], define la Interoperabilidad como “Capacidad de diversos sistemas (y organizaciones) para trabajar juntos sin problemas, sin pérdida de datos y sin un es-



fuerzo especial. La interoperabilidad puede referirse a sistemas, procesos, formatos de archivo, etc.”.

Por tanto, parece necesaria la existencia de un formato de intercambio sin pérdida de información, especialmente, teniendo en cuenta la vida útil de una infraestructura o edificación, ya que nada garantiza que el formato nativo del software utilizado en la fase de Diseño:

- pueda ser utilizado posteriormente en las fases de Construcción, Operación y Mantenimiento.
- pueda ser consultado y/o editado en el futuro (al menos 50 años si pensamos en la vida útil de un edificio o infraestructura) tras haber quedado obsoleto.

1.1 BIM basado en estándares abiertos como objetivo de las AAPP

Son varias las organizaciones que defienden que el uso de BIM, al menos en el marco de las Administraciones Públicas, debe estar basado en estándares abiertos.

El EU BIM Task Group, en su “*Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo*” [3], recomienda hacer uso de normas internacionales para definir los requisitos de información y para promover procesos de colaboración y de intercambio de información. Además, de forma explícita, recomienda que el intercambio de datos se realice mediante formatos abiertos y neutrales, aumentando de este modo la interoperabilidad y favoreciendo la diversidad en la cadena de suministro en cuanto a las aplicaciones SW disponibles. También el World Economic Forum, en su informe “*An Action Plan to Accelerate Building Information Modeling (BIM) Adoption*” [4], incide en que el uso de estándares de intercambio de información aumentan la eficiencia e interoperabilidad.

Finalmente, cabe recordar que desde la creación de la Comisión es.BIM, en su decálogo de acciones se habla de “Fomentar la aplicación de “Open BIM”, es decir que todas las operaciones relacionadas con BIM se basen en estándares abiertos y universales, interoperables entre sí”.

1.2 El formato abierto de intercambio de datos IFC

En el sector de la construcción existe un formato de datos estandarizado y abierto que permite describir, intercambiar y compartir información de proyectos constructivos entre aplicaciones SW.

Este formato, llamado **IFC** (*Industry Foundation Classes*) [5] fue creado por buildingSMART [6] (asociación internacional, neutral y sin ánimo de lucro) a finales de los años 90 y registrado como estándar internacional por la *International Standardisation Organisation* en 2013 como **ISO 16739 “Industry Foundation Clases (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries”** [7]. Posteriormente, este estándar ha sido adoptado como Euronorma y está vigente en España desde 2017 como **UNE-EN ISO 16739:2016**.

Al ser un formato estandarizado internacionalmente, está recomendado de forma explícita su uso tanto por el EU BIM Task Group como por el World Economic Forum en los informes citados anteriormente.

El formato IFC está caracterizado por:

- Ser un formato orientado a objetos, basado en definiciones de clases que representan a objetos (como elementos constructivos, espacios, propiedades, formas, etc.).
- Contener información generada a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto de edificación o infraestructura, desde su concepción y diseño, hasta su demolición, pasando por su construcción, mantenimiento y rehabilitación. La información definida en el formato IFC hace referencia a la información administrativa de la construcción (situación, datos de los agentes como el promotor, el constructor o el proyectista), a la información de las soluciones constructivas e instalaciones que lo componen (geometría, materiales, propiedades, etc.).
- Estar estructurado en capas o submodelos con sus entidades, tipos y relaciones



entre tipos. Las entidades están agrupadas en esquemas, representativos de conceptos concretos, que se ensamblando dando lugar a un único modelo que engloba toda la información relativa a un proyecto.

- Disponer del concepto de vista o subconjunto de datos del modelo (**MVD**, *Model View Definition*) que cubre un área específica del proyecto. Un ejemplo de esto es el subconjunto de datos denominado **COBle** (Construction Operation Building Information Exchange) que es demandado en todos los proyectos públicos de Reino Unido desde el 4 de Abril de 2016. El fichero COBle contiene únicamente información relativa a espacios y zonas, localización e instrucciones de mantenimiento de elementos técnicos y los datos de las personas y entidades responsables del proyecto y su mantenimiento.

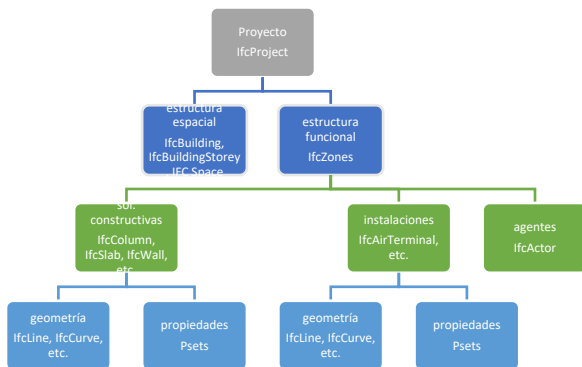


Fig. 1 Metaesquema del formato IFC

El formato IFC, a pesar de sus más de 20 años de vida, sigue siendo un formato en desarrollo, y aunque la última versión del mismo, IFC4 da una respuesta satisfactoria a su uso en proyectos de edificación, no podemos decir lo mismo para proyectos de infraestructuras. En la actualidad buildingSMART está ampliando el formato IFC para poder ser utilizado en proyectos de carreteras, puentes, túneles y ferrocarriles. Se espera que la versión IFC5 que integrará la ampliación para proyectos de infraestructuras se publique en el año 2020.

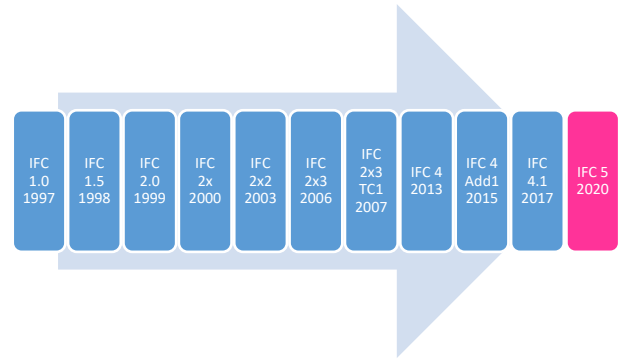


Fig. 2 Evolución de las distintas versiones de IFC

Actualmente, más de 150 aplicaciones SW son capaces de leer y/o escribir utilizando el formato IFC, de las que algunas son visualizadores gratuitos.

Por esto, cada vez son más las Administraciones Públicas en todo el mundo que demandan el Modelo en este formato.

Esta tendencia es también una realidad en las AAPP españolas, en las que cada vez son más los pliegos que requieren de manera específica el uso de formatos abiertos. En el último informe (nº 4) del Observatorio de Licitaciones que lleva a cabo la Comisión BIM del Ministerio de Fomento, del total de licitaciones publicadas en el año 2017 y primer semestre 2018, un 41% de las mismas establece que el formato sea IFC.

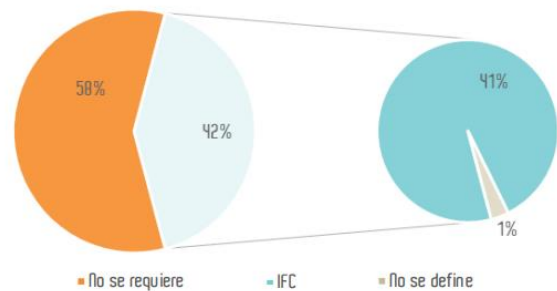


Fig. 3 Distribución del número de licitaciones con requisitos BIM que exige el uso de formatos abiertos. Informe nº 4 (Sep 2018) Observatorio de Licitaciones esBIM.



2 NECESIDAD DE EDITAR EL FICHERO IFC

Se ha detectado, en entornos BIM, la necesidad de poder editar (entiéndase como capacidad de manipular, agregar información, eliminar información, organizar la información ya existente... etc.) los archivos exportados a formato IFC para enriquecerlos y explotarlos. Algunos ejemplos que justifican dicha necesidad podrían ser:

- Modeladores trabajando con software BIM que no permite la agregación de parámetros.

En el pliego de requerimientos de información no gráfica incluida en modelos BIM, el promotor podría estar demandando parámetros propios de Proyecto, como "Código de Proyecto" por ejemplo. A día de hoy, escasos softwares de modelado BIM permiten exportar dicha información organizada en grupos de parámetros, por ejemplo a nivel de Proyecto (clase *IfcProject*). Lo mismo se repite si se trata de parámetros de Ubicación (clase *IfcSite*), Activo (clase *IfcBuilding*), Planta o Nivel (clase *IfcBuildingStorey*), etc.

- Planificador de obra sin software de modelado.

Los especialistas en Planificación de Obra realizan una actividad que antes no llevaban a cabo (enlazar informáticamente elementos de los planos a un diagrama Gantt). Con la aplicación del uso BIM conocido como 4D, deben asociar elementos 3D de modelos BIM a dicha estructura de planificación. Mediante un editor IFC sencillo pueden organizar y codificar los elementos del modelo BIM para asegurarse que, de manera automática y tras cada actualización del modelo, cada elemento 3D esté relacionado con la/las actividades de obra que le corresponden.

- Gestor de mantenimiento y/o promotor que requiere actualizar datos según la fase operación.

El gestor de mantenimiento o un promotor necesitará actualizar datos del modelo como el nombre de una luminaria porque aquella del modelo *As built* acaba de ser sustituida por otra marca de similares características geométricas al igual que podría requerir añadir la fecha de revisión

que ha tenido lugar esta semana en relación a cuestiones técnicas de un ascensor.

El debate sobre si se debe o no se debe editar el IFC, quién o quiénes tendrían competencias para hacerlo y las responsabilidades derivadas de esto son cuestiones que quedan al margen de este artículo y que, a futuro, podría resolver la legislación o, en su defecto, una matriz de responsabilidades incluida en el Plan de Ejecución BIM de cada Proyecto.

Evitar ediciones de IFC de forma malintencionada podrá ser resuelto por mecanismos como:

- Sistemas de archivado y repositorio de las versiones aprobadas.
- Visados de archivos formato IFC.
- Sellado-Capado vía contraseña (como archivos PDF con contraseña de seguridad que evitan ser abiertos o evitan que se copie/manipule).
- Firmado digital del archivo IFC (similar a la firma y o certificados en archivos .pdf).
- Blockchain.
- Trazabilidad incrustando información sobre quién editó qué y cuándo lo hizo sobre las entidades IFC o sobre el propio archivo IFC completo.
- Otras soluciones.

El objeto por tanto de este artículo es justificar la necesidad de poder editar IFC's, así como demostrar que efectivamente es posible llevarlo a cabo actualmente con mayor o menor esfuerzo y éxito en mayor o menor grado según la solución escogida.

3 NOCIONES BÁSICAS SOBRE EL FORMATO IFC

Como se ha comentado anteriormente, un fichero IFC contiene información del modelo BIM que puede ser consultada fácilmente mediante cualquier visualizador existente, como por ejemplo la siguiente:

- Estructura jerárquica del IFC.

Es decir, las clases *IfcProject*, *IfcSite*, *IfcBuilding*, *IfcBuildingStorey*, *IfcElementAssembly* e *IfcProducts/IfcElements*.

Type	Name	Description	Active
IfcProject	Modelo BIM IFC	Modelo para pruebas IFC	<input checked="" type="checkbox"/>
IfcSite	Indefinido		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBuilding	Casetón		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBuildingStorey	Cimentación		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBuildingStorey	Planta Baja		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBuildingStorey	Planta Primera		<input checked="" type="checkbox"/>
Columns			<input checked="" type="checkbox"/>
IfcColumn	CRE - 001		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcColumn	CRE - 002		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcColumn	CRE - 001		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcColumn	CRE - 002		<input checked="" type="checkbox"/>
Beams			<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBeam	BMR - 002		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBeam	BMR - 002		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBeam	BMR - 003		<input checked="" type="checkbox"/>
IfcBeam	BMR - 003		<input checked="" type="checkbox"/>
Spaces			<input checked="" type="checkbox"/>
IfcSpace	03	Zone	<input checked="" type="checkbox"/>

Fig. 4 Estructura jerárquica del archivo IFC usado como ejemplo

• Estructura no jerárquica del IFC.
Como las que siguen a continuación:

- *IfcTypes:* *IfcColumn*, *IfcSlab*, *IfcWallStandardCase*, *IfcBeam*, etc.
- *IfcLayers:* *IfcPresentationLayerAssignment*.
- *IfcGroups* – *IfcSystems* – *IfcZones*
- *IfcClassificationReference*

Lamentablemente no parece existir a día de hoy un visor que permita consultar el IFC generado en función de un árbol de clasificación, entre otros motivos, porque la clasificación que viaja en el IFC es sólo la que hayamos empleado y por tanto, la estructuración en árbol se ha perdido. No obstante, sí es posible consultar la clasificación de un elemento concreto.

Properties	Location	Classification	Value
Classification reference		Substructure	
Location			
Identification	EF_20_05		
Classification	Uniclass 2015		
Source	https://toolkit.thenbs.com/artides/classification		
Edition	April 2017		
Edition date			
Classification reference		Muros estructurales	
Location	http://www.csiorq.net/Uniformat		
Identification	20.20.10.30		
Classification	Uniformat		
Source	http://www.csiorq.net/Uniformat		
Edition	1998		
Edition date			
Classification reference		Muro	
Location			
Identification	Muro		
Classification	Clasificación de ARCHICAD		
Source	www.graphisoft.com		
Edition	21		
Edition date			
Classification reference		Muros de contención	
Location			
Identification	20.10.30.10		
Classification	GUBIMclass ES		
Source	www.gubimclass.org		
Edition	1.2		
Edition date			

Fig. 5 Ejemplo de muro estructural según Uniformat, Uniclass 2015 y GUBIMClass simultáneamente

- *Property Set*, *Property*, *data types* y *values*.

Agrupaciones de parámetros, parámetros, tipo de dato del parámetro y valor del mismo, ya sean propios del estándar IFC o customizados:

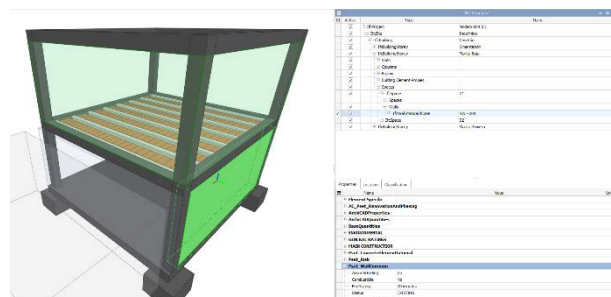


Fig. 6 Ejemplo de Pset_WallCommon propio del estándar IFC para el muro del ejemplo

4 REQUERIMIENTOS SOBRE EL FORMATO IFC COMO ENTREGABLE BIM

Del uso de la metodología BIM en un proyecto se pueden generar una serie de entregables, los cuales podemos clasificar del siguiente modo:

- Plan de Ejecución BIM (y actualizaciones del mismo en cada una de las fases).
- Modelo BIM, pudiendo estar federado en submodelos que abarcan diferentes ámbitos y que pueden ser generados o utilizados por distintas aplicaciones de SW:
 - Arquitectura
 - Carreteras
 - Estructuras
 - Instalaciones
 - Planificación y/o Seguimiento de Obra
 - Presupuestos y/o Certificaciones
 - Control de Calidad
 - Etc.

Además, el Modelo BIM (o submodelos) podrán estar en el formato nativo del software que lo genera o en formato abierto como IFC.

- Derivados de modelos BIM en diversos formatos como:
 - Planos (.dwg, .pdf, .dxf, etc.).
 - Imágenes (.jpeg, bmp, .tiff, etc.).
 - Vídeos (.mp4, .wmv, .avi, etc.).



- Listados (.xlsx, .doc, .pdf, etc.).
- Etc.

Centrando la atención en modelos en formato .ifc, algunos de los requerimientos del proyecto (tanto demandados por el promotor, como sugeridos por distintos agentes intervinientes, todos ellos recogidos en el Plan de Ejecución BIM) podrían ser:

- La versión del formato IFC y la vista (MVD) del mismo.

Las versiones del formato más comunes son 2x3, 4 y 4.1 Alignment. Del mismo modo, existen una serie de vistas (MVD) pre-establecidas en las aplicaciones SW, como en el ejemplo: IFC2X3 Coordination View 2.0.

- Pset's en estructura jerárquica

Podría requerirse agrupaciones de parámetros y parámetros asociados a entidades de la estructura jerárquica del ifc como entidades abstractas (por ejemplo, IfcSite con un PropertySet sobre Catastro y parámetros relativos a la Referencia Catastral, el enlace web al catastro de dicha Parcela, el uso de suelo estipulado por Catastro...) como entidades geométricas (por ejemplo IfcColumn con un Property Set relativo a Planificación de Obra y su parámetro de Código y Descripción de la Estructura del Gantt o Activity Breakdown Structure o bien para IfcSpaces, con property Set relativo a Gestión y Mantenimiento indicando código de zona, si es calefactada o no, etc.).

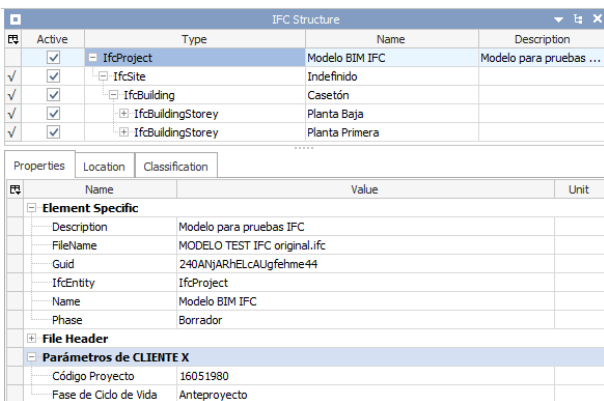


Fig. 7 Ejemplo de parámetros personalizados a nivel de IfcProject

- Pset's en organizaciones no jerárquicas. De la misma manera, podrían requerirse parámetros a nivel agrupación (IfcGroup, IfcSystem o IfcZone). En el ejemplo a continuación se ha replicado la estructura estándar del Pset_risk aplicándola a un grupo llamado Forjado Unidireccional.

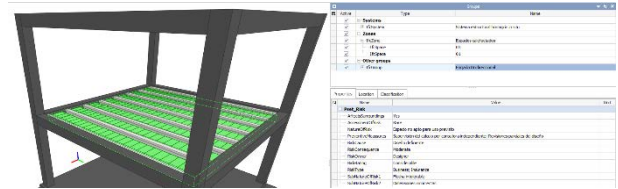


Fig. 8 Ejemplo de parámetros personalizados a nivel de IfcGroup

- Clasificaciones

Promotor o diversos agentes intervinientes en el ciclo de vida podrían estar demandando una organización de los elementos en función de varias clasificaciones simultáneamente, por ejemplo:

- Estándares internacionales: Omniclass, Uniformat, Uniclass
- Estándares nacionales: Gubimclass
- Estándares de proyecto:
 - WBS (work breakdown structure): estructura de desglose del trabajo
 - ABS (activity breakdown structure): estructura de planificación del trabajo
 - CBS (cost breakdown structure): estructura de presupuesto
- Otras clasificaciones: por ejemplo, organización de elementos para Gestión y Mantenimiento

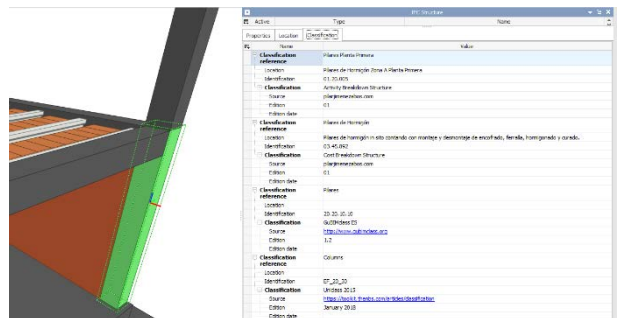


Fig. 9 Ejemplo de Pilar clasificado en función de varias estructuras de Clasificación



Naturalmente el cliente, el proyecto, las fases del mismo, o resto de agentes, podrían estar planteando otros requerimientos como nivel de desarrollo geométrico, organización de los modelos, capas, origen referenciado, etc.

5 MITOS SOBRE EL FORMATO IFC

Existen algunos mitos relativos al IFC que requieren ser revisados:

- El IFC no se puede editar

Esta afirmación es incorrecta. El IFC sí puede editarse (poder, en su acepción de tener capacidad o potencialidad para hacer algo) como así afirma Thomas Liebich, el considerado como padre del formato IFC, en el pasado curso impartido desde buildingSMART Spanish Chapter en Madrid el pasado mes de Abril 2018.

La demostración además es fácil: cualquiera puede abrir el archivo en formato IFC con el Bloc de notas, modificar datos editando el texto y guardar de nuevo sobrescribiendo el IFC como en el ejemplo que sigue:

```

ISO-10303-21;
HEADER($FILE_DESCRIPTION(($ViewDefinition [CoordinationView_V2_0_QuantityTakeoffAddOnView],
SpaceBoundary2ndLevelAddOnView)), $BIN LEVEL 2);
FILE_NAME('C:\Users\wmaria.abos\Desktop\ART\X\ARCO\X\CUJO_BSSCH_20180822\0805137_001\
sallidas\MODELO TEST IFC original.ifc', 2018 05 10 09:10:05 ('Amancio Ortega',
'Mercadona'), $in definir : 16 Mayo 2018', 'IFC 4 file generated by MICROSOFT WORD PLUS
2016 - Jorge Javier Vazquez');
FILE_SCHEMA('IFC4Xb');
ENDSEC;

DATA;
#1= IFCPERSON($, 'Amancio Ortega', $, $, $, $);
#3= IFCORGANIZATION($, 'Undefined', $, $, $);
#7= IFCPERSONANDORGANIZATION(#1, #3, $);
#10= IFCORGANIZATION('GS', 'GRAPHISOFT', $, $);
#11= IFCAPPLICATION(#10, '22.0.0', 'ARCHICAD-64', 'IFC add-on version: 3006 INT FULL');
#12= IFCOWNERHISTORY(#7, #11, $, .ADDED., $, $, $, 1535358421);
  
```

Fig. 10.a Parámetros y valores originales dentro del grupo File Header

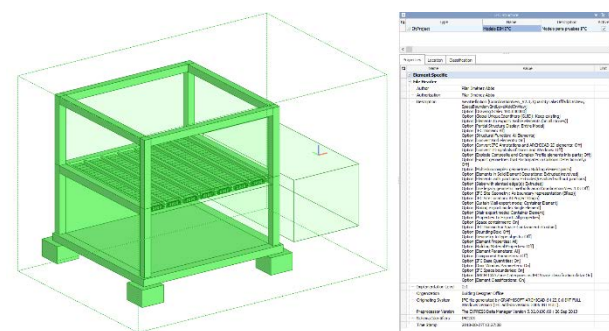


Fig. 10.b Edición del IFC con el Bloc de Notas

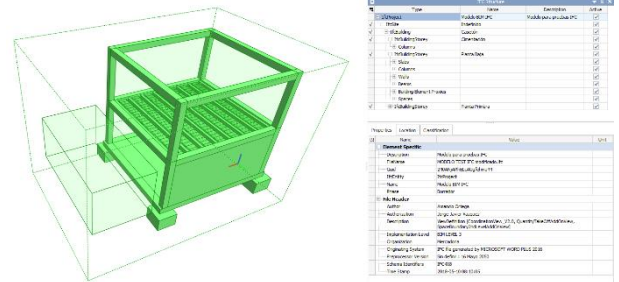


Fig. 10.c Parámetros y valores editados dentro del grupo File Header

Esta prueba relativamente sencilla conlleva apenas lleva 2 minutos. ¿Es éticamente correcto? Obviamente este es un caso extremo donde se cambian nombres de personas, software, versiones, fechas... por lo que la respuesta debería ser claramente NO. Pero no por ello hay que perder de vista que actualmente el sector está expuesto al riesgo de estas ediciones y por tanto no conviene confiar exclusivamente en la “no edición del IFC por cuestiones éticas”.

- Si añades parámetros personalizados ya no cumples el estándar IFC.

Tampoco es correcto. Según el mismo experto mencionado antes, el IFC está preparado como estándar internacional pero naturalmente buildingSMART no puede bajar al detalle de promotor, ingeniería P, constructora R, etc.

Adaptar el entregable en formato .ifc a estándares nacionales, estándares de proyecto, estándares de fase, estándares de agentes (promotor, ingeniería, constructora, gestor de mantenimiento, etc.) requiere pensarlo, documentarlo en los requerimientos e implementarlo en cada fase para cada proyecto.

Por tanto, si se añaden *Property Set's* (agrupaciones lógicas de parámetros o conjuntos de los mismos), *Properties* (parámetros de tipo texto, tipo número, tipo verdadero-falso, tipo lista... etc), y *Values* (el dato asociado al parámetro para dicha entidad con la que se relaciona), no conlleva salirse del estándar IFC aunque sí puede estar implicando no cumplir con estándares de tipo MVD (*Model View Definition*) como *Coordination View* para IFC 2x3 o *Design Transfer View* para IFC4. Por tanto es posible pensar en MVD's customizados y no por ello estar entregando modelos BIM que no cumplan con el estándar IFC.



- “El IFC no funciona como formato de intercambio” vs. “El IFC es un formato interoperable”

Ninguna de ambas afirmaciones es totalmente acertada. Si bien es cierto que IFC está pensando como un formato de intercambio en un sentido, no está pensado para servir como formato de intercambio de ida y vuelta entre aplicaciones de SW BIM. En la actualidad, son muchas las aplicaciones de SW capaces de importar un IFC y convertir bastantes elementos IFC (aunque no todos) en elementos nativos del mismo y por tanto, editables y/o paramétricos.

En el ejemplo de importación del IFC se detectó una conversión correcta a elementos nativos y por tanto editables de forjado, muro y pilares. Algunas vigas no se importaron, otras se importaron geoméricamente erróneas y el resto se importó correctamente, aunque no eran editables con la herramienta Viga del Software B.

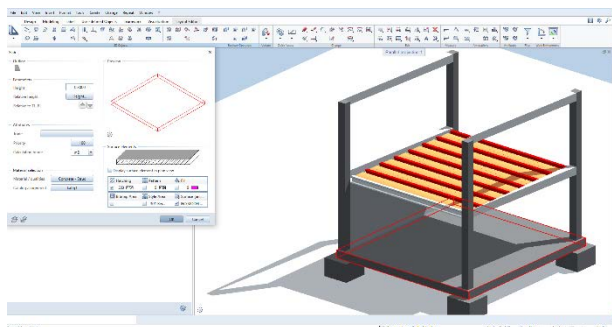


Fig. 11 IFC exportado desde software A e importado en software B

Lamentablemente se pierde mucha información como:

- Información no gráfica en *Property Set's* y *Properties* personalizados.
- Vistas y planos.
- Parametrización.
- Configuración de plumillas.
- Texturas aplicadas.
- Etc.

Cabe indicar, que estos problemas de pérdida de información pueden ser subsanada con el uso de plugins sobre los softwares de modelado (G. Costa y otros 2016) [8].

6 ANÁLISIS DE LA EDICIÓN DEL FICHERO IFC CON SOFTWARE DE MODELADO ACTUAL

Tras un análisis de varias soluciones de modelado y/o modelado más cálculo del mercado para el sector Edificación, y desde la óptica “Capacidades IFC” llevado a cabo de manera interna desde la Subdirección BIM de INECO se detectó que:

- Algunas soluciones no permiten añadir parámetros a niveles “abstractos” del IFC como *IfcProject*, *IfcSite*, *IfcBuilding*, etc.
- Algunas soluciones de cálculo y modelado (ya sea de instalaciones o de estructura) no permiten la agregación de parámetros ni grupos de parámetros ni siquiera a nivel entidad geométrica “tangible” (pilares, forjados, tuberías, etc.).
- En su mayoría tampoco permiten la agregación de clasificaciones que viajen en el parámetro preparado para ello del IFC (*IfcClassificationReference*).
- En su mayoría tampoco permiten la organización del IFC según estructuras no jerárquicas como las ya mencionadas (por ejemplo, organización por *IfcLayers* o agrupaciones de elementos tipo *IfcZone* o *IfcSystem*).

7 VÍAS PARA LA EDICIÓN DE FICHEROS IFC

Según el apartado anterior inmediatamente se intuye el problema: requerimientos a cumplir con herramientas ya adquiridas que en la mayor parte de los casos podrían no ser capaces. Es en este momento donde se plantean tres posibles soluciones a corto plazo:

- Editar el .ifc en formato de texto con el bloc de notas

Esta “solución” a priori es inviable ya que quienes al final incorporan información son ingenieros, arquitectos, gestores de mantenimiento, promotores... en ningún caso informáticos y por tanto sin conocimientos de lenguaje de escritura en IFC.



- Importar el ifc en un software que no tenga dicha limitación y editarlo

Esta alternativa en principio viable, requeriría la existencia de uno que tuviera capacidad para toda la casuística planteada anteriormente. No obstante, estaría obligando a contar con varias plataformas de modelado: la propia de modelado y la de “enriquecimiento” de datos. En cualquier caso, podría llevar a cuestionarse para qué utilizar una herramienta que no permite incorporar esa información cuando hay otras que sí modelan y lo permiten.

- Editar el ifc en un software específico de edición de IFC's

Afortunadamente estos softwares ya empiezan a existir en el mercado, aunque a día de hoy con muchas limitaciones.

Algunas de las capacidades que sería interesante encontrar en un software de edición de IFC's podrían resumirse en:

- Modificar/Añadir Clasificaciones de entidades geométricas en el parámetro *IfcClassificationReference*.
- Visualizar el IFC según la estructura de clasificaciones.
- Consultar el IFC según parámetros y/o clasificaciones.
- Extracción de tablas Excel según dichas consultas.
- Modificar/Añadir *Pset's*.
- Modificar/Añadir *Properties* (según data types: *IfcText*, *IfcInteger*, *IfcBoolean*, etc).
- Modificar/Añadir *Property Values*.
- Federar varios Ifc's y crear uno único.
- Cambiar de un tipo de entidad geométrica a otra (p.ej. *IfcColumn* > *IfcPile*).
- Crear grupos de entidades geométricas (*IfcSystem*, *IfcGroup*, *IfcZone* e *IfcElementAssembly*) a los que también se les pueda agregar *Pset's*.

8 CONCLUSIONES

Podemos concluir que:

- El cliente como “financiador” del proyecto puede establecer los requerimientos de los entregables BIM y por tanto los de los modelos en formato IFC.

La relevancia no radica tanto en si dichos requerimientos son desmedidos, sino si la empresa es capaz técnica y económicamente de cumplir con los mismos y/o si la competencia conoce o tiene soluciones más eficaces para lograrlo.

- Limitaciones de los softwares de modelado.

Como ya se ha indicado anteriormente no se ha encontrado por el momento ningún software comercial a día de hoy que demuestre cumplir y además de forma eficaz, ágil y rápida el listado de requerimientos posibles detallado anteriormente.

- Inviabilidad de editar el txt salvo para cuestiones muy sencillas y puntuales.

No parece razonable esperar que arquitectos, ingenieros, jefes de obra, gestores de mantenimiento, promotores, etc. cuenten con un conocimiento de IFC relativo a programación y escritura.

- Limitaciones de los softwares de edición IFC.

Tras un análisis de los editores de IFC disponibles en el mercado, ninguno de ellos cumple con el listado completo. Lo que no quiere decir que empresas con pulmón tecnológico no hayan desarrollado ya su propia herramienta de edición/enriquecimiento de IFC's. Lo que a priori parece un problema también es una oportunidad ya que supone un nicho de mercado que actualmente no está cubierto.

- Necesidad de un intercambio de información sin pérdidas:



Finalmente sigue siendo necesario el intercambio de información entre agentes sin pérdidas. Esto, que se ha venido haciendo en cierto modo mediante formatos "No BIM", como el .dxf o el .xls o el .xml, debe ser sustituido por un formato BIM, a ser posible abierto como es el caso de IFC. Para ello, será necesario que, por un lado, IFC siga creciendo e incorpore elementos de los que carece actualmente, pero también por otro lado que los SW, especialmente de modelado, mejore sus prestaciones en cuanto a la exportación e importación del modelo en formato IFC. Será entonces cuando se podrá hablar de Interoperabilidad real **sin pérdida de información**.

9 BIBLIOGRAFÍA

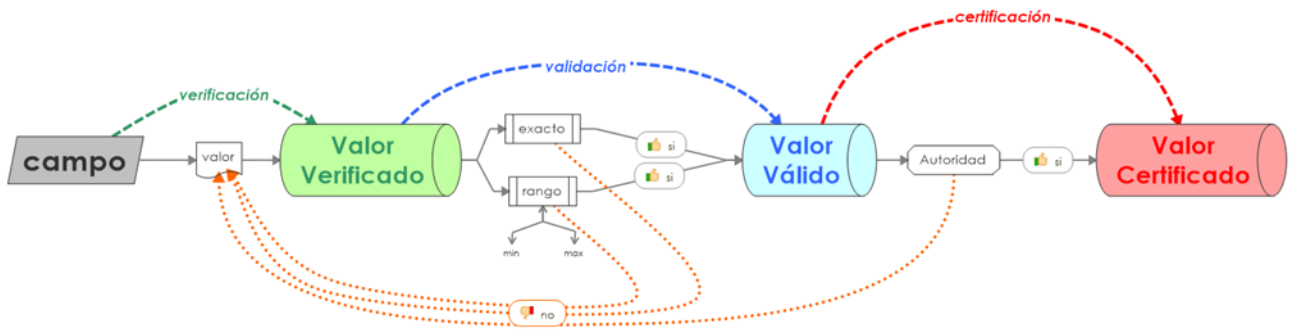
- [1] <https://administracionelectronica.gob.es/ctt/eni>
- [2] <https://www.esbim.es/>
- [3] <http://www.eubim.eu/handbook-selection/handbook-spanish/>
- [4] http://www3.weforum.org/docs/WEF_Accelerating_BIM_Adoption_Action_Plan.pdf
- [5] <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/>
- [6] <https://www.buildingsmart.org/>
- [7] <https://www.iso.org/standard/51622.html>
- [8] G. Costa, A. Jardí y J. Valderrama, "Mejoras para la automatización de procesos en la importación de modelos en IFC", *Spanish Journal of BIM* n1502, 2016.



Especialistas BIM
donde y cuando los necesitas

www.cadbimservices.com - info@cadbimservices.com
Calle Emilio Muñoz nº7, 2ª Planta 28037 Madrid (Spain)
Telf.: +34 91 305 82 65 - BIMEXPO Pabellón 8 Stand 8E42





ACCIÓN BIM: VERIFICACIÓN, VALIDACIÓN Y CERTIFICACIÓN

La certificación BIM de proyectos y empresas es la solución garantizada a las necesidades del mercado en Nivel 2 de BIM.

Desde la definición a la verificación y validación, la fiabilidad de los datos y su estructura estandarizada son los principales conceptos a dominar en un proceso BIM de alto nivel.

El blockchain o el mercado CE inteligente garantizan la correcta secuencia de datos en todas las fases del proyecto desde sus estudios iniciales hasta la explotación.

Javier Alonso. *Arquitecto, Atanga, Madrid, España.*

1 ACCIONES DE INTERÉS

Más allá del proceso de diseño e introducción de datos en todos los modos posibles para cada grado de un proyecto en sus distintas fases, es aún más relevante la capacidad y necesidad que existe de poder dar una autenticación a estos datos en su contenido, forma, valores, etc.

Esta vigilancia de la información es esencial en todos y cada uno de los elementos por separado y en la unidad (o unidades) de los sistemas o conjuntos de sistemas de un modelo BIM, así como sus entregables o cualquier otro tipo de derivado, y especialmente su ejecución y puesta en obra.

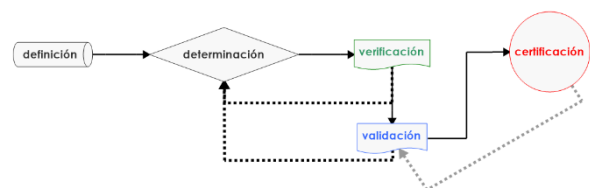


Fig. 1 Procesado de datos en metodología BIM. Elaboración propia

Es en este paso de “ejecución o puesta en obra”, antes durante y después, donde se incrementa notablemente la necesidad de realidad de los datos.

Esto se traslada a un proceso lineal desde la Definición hasta la Certificación, aunque desde su



determinación a la validación pasando por la Verificación se produce un bucle desde el cual solo se sale cumpliendo la totalidad de los requisitos necesarios para la Certificación del ítem objeto de análisis.

En un caso extremo, el proceso de Certificación puede anular o invalidar los procesos anteriores y devolver el proceso a su punto de Determinación.

2 DESCRIPCIONES

Los siguientes pasos se corresponden al proceso completo de un campo de un objeto, el objeto mismo en sí o un conjunto de objetos desde sistema hasta la totalidad de un edificio o ítem similar.

2.1 Definición

Según la Real Academia Española: Del lat. definitio, -ōnis. 1. f. Acción y efecto de definir. 2. f. Proposición que expone con claridad y exactitud los caracteres genéricos y diferenciales de algo material o inmaterial. Definir: Del lat. definīre. 1. tr. Fijar con claridad, exactitud y precisión el significado de una palabra o la naturaleza de una persona o cosa.

Aplicado a la metodología BIM es la creación de un campo de información con sus características explícitas.

Ejemplos: Espesor. Coordenadas. Material.

2.2 Determinación

Según la Real Academia Española: Del lat. determinatio, -ōnis. 1. f. Acción y efecto de determinar o determinarse. Determinar: Del lat. determināre. 1. tr. Decidir algo, despejar la incertidumbre sobre ello. 3. tr. Establecer o fijar algo. 4. tr. Señalar o indicar algo con claridad o exactitud.

En nuestro caso, se refiere a dotar a la definición previa de un valor alfanumérico.

Ejemplos: 0,25m. Rojo. 25kg/m³

2.3 Verificación

Según la Real Academia Española: f. Acción de verificar (ll comprobar la verdad). Verificar: Del lat. tardío verificāre. Comprobar o examinar la verdad de algo. 3. prnl. Salir cierto y verdadero lo que se dijo o pronosticó.

Su implementación en procesos BIM se refiere a comprobar la existencia del dato en su formato adecuado y la veracidad de los datos.

Ejemplos: Grosor > 0. Distancia = 3.1m.

2.4 Validación

Según la Real Academia Española: f. Acción y efecto de validar. Firmeza, fuerza, seguridad o subsistencia de algún acto. Validar: Del lat. tardío validāre 'fortificar'. Dar fuerza o firmeza a algo, hacerlo válido.

En BIM se describe como la comprobación y aceptación de la información del campo y sus valores, cumpliendo las necesidades impuestas por ley, norma o requerimientos propios o externos.

Ejemplos: Gr = 0,25m < 0,35m. Distancia > 3m.

2.5 Certificación

Según la Real Academia Española: 1. f. Acción y efecto de certificar. 2. f. Documento en que se asegura la verdad de un hecho. Certificar: Del lat. certificāre. 1. tr. Asegurar, afirmar, dar por cierto algo. 3. tr. Der. Dicho de una autoridad competente: Hacer constar por escrito una realidad de hecho.

La certificación en BIM es la validación realizada por un agente autorizado ajeno al creador de la veracidad de los datos.

Aplicado a sistemas más complejos y en referencia a la metodología BIM, se refiere a la validación externa del seguimiento real y efectivo de una metodología estandarizada y controlada que garantice la calidad de los resultados. Deberá ser realizada por agente reconocido.

3 NIVELES Y DATOS

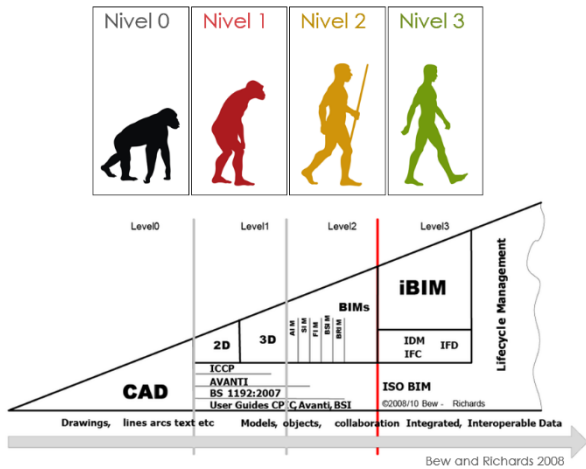


Fig. 2 Niveles BIM. Mark Bew and Mervyn Richards

En base a la definición de niveles BIM de Mark Bew and Mervyn Richards, podemos determinar que desde el nivel 2 se implementan con éxito parcial los procesos estandarizados de los procesos BIM en la cadena de trabajo completa del proceso. Vinculados a las fases de un proyecto definidos según Código Técnico CTE, se pueden establecer distintos usos de datos para cada fase.

PROCESO

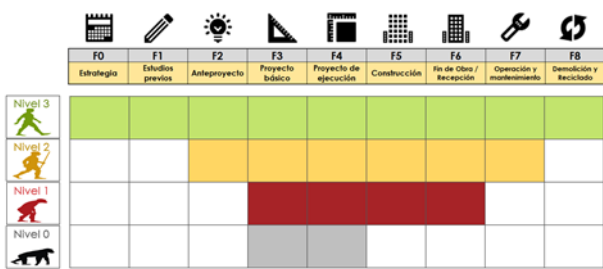


Fig. 3 Procesos y datos según Niveles BIM. Elaboración propia.

En un estado inicial de desarrollo, las herramientas propias de cada proceso se dan uso principalmente en fases de Proyecto (F3 y F4), hasta alcanzar la totalidad de las fases en un nivel 3.

PROCESO



Fig. 4 Datos en BIM Nivel 1. Elaboración propia

En primeros usos, no se alcanza el mismo nivel de información en elementos y conjunto que se desarrollan con metodologías clásicas tipo CAD.

PROCESO

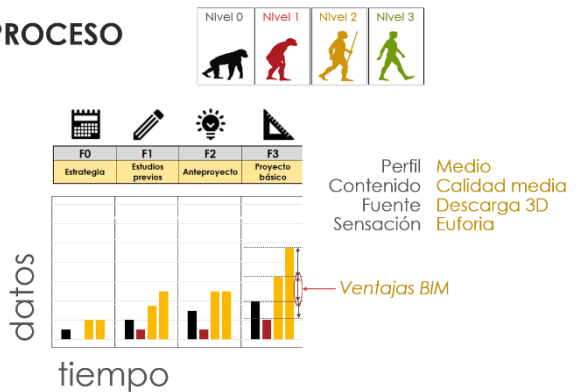


Fig. 5 Datos en BIM Nivel 2. Elaboración propia

En una segunda etapa, el conjunto de usuarios empieza a mejorar sus modelos digitales hasta superar levemente la cantidad y calidad de la información incluida en los documentos entregables derivados de los archivos BIM en todos sus tipos.

PROCESO

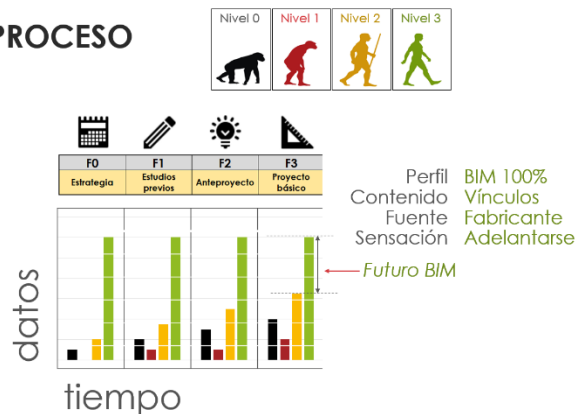


Fig. 6 Datos en BIM Nivel 3. Elaboración propia.



Hasta que finalmente la documentación incluida en los modelos BIM alcanzan la totalidad de las fases con un 100% de datos vinculados e integrados accesibles según permisos por responsabilidades.

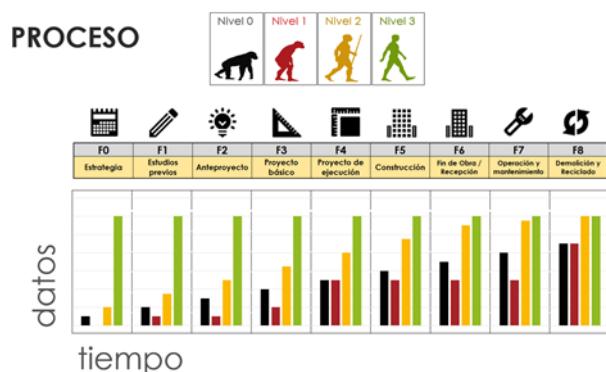


Fig. 7 Datos en Niveles por Fases. Elaboración propia

En nivel 2 ya es posible completar un proceso de Certificación válido para autoridades y clientes, dado que se cumplen la totalidad de requisitos recomendables y exigibles para garantizar la calidad mínima que deberá ser exigida.

En nivel 3 será posible controlar y certificar proyectos desde su Plan Estratégico, de forma que se integran en los planes de plazos y costes temas como cumplimientos normativos, exigencias técnicas de acatamiento y cualquier rango de parámetros definidas por la autoridad competente (Ministerios, Ayuntamientos, Promotores, coordinadores, gestores, etc.)

4 SEGURIDAD EN LOS DATOS

Para completar con éxito un proceso de documentación integral de un proyecto con metodología BIM es imprescindible garantizar la fiabilidad de los datos, tanto por su fuente como por sus referencias internas y externas.

Algunos de los pasos necesarios para favorecer el salto a Nivel 3 de BIM serán los siguientes:

4.1 Blockchain

La “cadena de datos” más conocida como “Blockchain” es una estructura de datos que incluye en su propia ordenación los valores o parámetros que garantizan su autenticidad y validez, de

forma independiente del lector o sistema utilizado. Su implementación en construcción será una de las formas más universales de dotar de la calidad y excelencia imprescindible para los procesos de la Industria 4.0.

4.2 SmartCE

Es el formato digital europeo para la Declaración de Prestaciones (DOP: Declaration of Performance) de productos de construcción. El marcado smartCE proporciona un enlace entre el producto y su DoP, en formato digital pero legible para humanos. Permite a los proyectistas, clientes y autoridades acceder y verificar la información de rendimiento de una manera fácil para cumplir con las exigencias administrativas.

	autor	externo	cliente	administración	certificador
certificación					
validación					
verificación					
determinación					
definición					

Fig. 8 Ordenación de Datos por agentes. Elaboración propia

4.3 Identificador único

El “Universal Unique Identifier / identificador único universal” (UUID) o “Globally Unique Identifier / Identificador único global” (GUID) está definido por la ISO / IEC 11578: 1996 Tecnología de la información - Interconexión de sistemas abiertos - Especificación de llamada a procedimiento remoto (RPC). En el año 2005 se ha realizado la revisión UIT-T X .667 ISO / IEC 9834-8: 2005.

En el caso del IFC hablamos del IFC GUID que es una cadena de 22 caracteres de longitud formada por la combinación de 64 posibles símbolos alfanuméricos (números de 0 a 9 y alfabeto internacional en minúscula y mayúscula)

5 CONCLUSIONES

Una vez se alcanza un nivel 1 y/o 2 de metodología BIM, se hace imprescindible la validación y verificación de los datos de un modelo BIM, en su conjunto o parcialmente. Estos pueden ser



realizados por el propio autor (auto-control) o de forma externa.

Y en el caso de los agentes implicados necesarios o deseen realmente demostrar la valía y profesionalidad de su metodología, solo es posible realizarlo mediante un agente externo con autoridad legal (entidades oficiales públicas como Ayuntamientos, Colegios profesionales o Ministerios) o delegados con reconocimiento oficial (Entidades Certificadoras).

	autor	externo	cliente	administración	certificador
conjunto de empresas					
empresa					
proyecto completo					
proyecto parcial					
persona					

Fig. 9 Certificación BIM por agentes. Elaboración propia

Al tratar la metodología BIM como una unidad de trabajo realizada por diversos agentes (arquitectos, aparejadores, ingenieros, etc) no es posible garantizar la efectividad del proceso tratando de forma individual la certificación, que solo será válida para personas a nivel de herramienta, nunca de procesos.

En el caso de desear una certificación reconocida de un trabajo BIM, deberá ser certificado el Proyecto, o en su defecto la empresas o empresas inmersas en el proceso.

Corresponde por lo tanto a las instituciones públicas la determinación de las necesidades de Verificación, Validación y Certificación de proyectos y subproyectos así como de Empresas y conjuntos de estas en un marco legal regulado y de forma única como parte de la implementación BIM en España y la adaptación del mercado nacional a los estándares internacionales que rigen el mundo de la construcción 4.0.

6 BIBLIOGRAFÍA

[1] Baru, Sanjaya 2018. PriceWaterhouseCoopers PWC "Blockchain: The next innovation to make our cities smarter"

[2] CWA 17316:2018 (E) "Smart CE marking for construction products"

[3] Commission Delegated Regulation (EU) No 157/2014 of 30 October 2013 on the conditions for making a declaration of performance on construction products available on a website <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0157>

[4] BIM level 2 certification <https://www.lr.org/en/construction-industry/building-information-modelling-bim/>

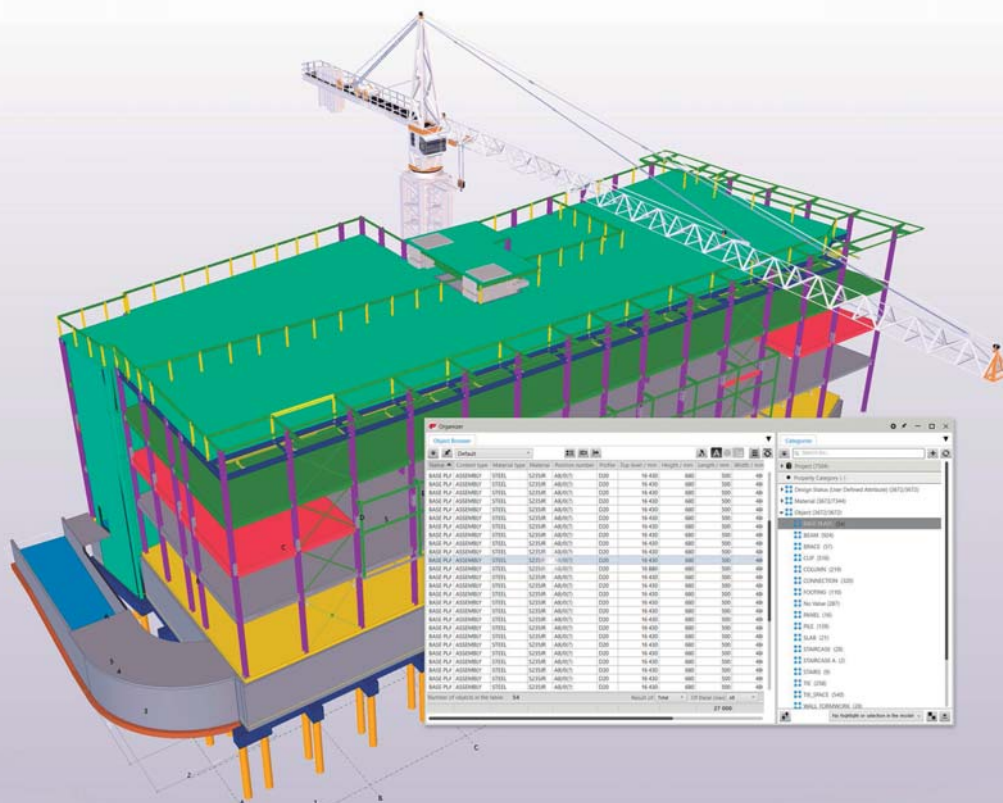
[5] IFC GUID <http://www.buildingsmart-tech.org/implementation/get-started/ifc-guid>

[6] IFC GUID <http://thebuildingcoder.typepad.com/blog/2010/06/ifc-guid-algorithm-in-c.html>



CONSTRUSOFT

TU PARTNER EN SOLUCIONES BIM



DISEÑO 3D MODELO BIM

CÁLCULO Y OPTIMIZACIÓN ESTRUCTURAL

PLANIFICACIÓN Y COSTES 4D, 5D

FABRICACIÓN



MÁS DE 20 AÑOS DE EXPERIENCIA OFRECIENDO SOLUCIONES, SOFTWARE Y FORMACIÓN BIM

SOFTWARE



Descubre nuestro amplio y completo portafolio tecnológico para cubrir todas tus necesidades BIM.

SOLUCIONES BIM



Asesorías, implementación, personalización del software, atención de consultas y formación online y presencial.

FORMACIONES



Conoce nuestra amplia gama de cursos online y presenciales.

WWW.CONSTRUSOFT.COM

Empresa especializada en software BIM para la construcción

Oficinas en: Barcelona | Madrid | Santiago de Chile | Bogotá | Lima



building SMART[®]
Spain