

building

SMART

Spanish journal of BIM



nº 15/01



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

nº15/01

Director-Editor:

Antonio Manuel Reyes Rodríguez. Dr. Ingeniero Industrial.

Escuela de Ing. Industriales. Universidad de Extremadura. SPAIN

Consejo de administración:

Presidente: Sergio Muñoz Gómez

Tesorero: Pablo Daniel Callegaris

Secretario: Fernando Blanco Aparicio

Repres. de los simpatizantes: Benjamin González Cantó

Comité Científico:

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

Dr. Leandro Madrazo. Arquitecto. Escola Tècnica Sup.
d'Arquitectura La Salle. Univ. Ramon Llull. Barcelona. ESPAÑA

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

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

Dr. Mauricio Loyola.
Universidad de Chile. CHILE

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

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

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

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

Depósito Legal: 000478-2014

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

Imprime: GRAFIEX, C.B. Avda. de la Constitución, 48.
06230 Los Santos de Maimona (Badajoz)
Tfno: 924 544 026. grafix2013@gmail.com



Somos su solución **BIM**

(Building Information Modeling)

20
AÑOS

Ofreciendo la mejor solución en Software **BIM**, para la ingeniería, el fabricante y la constructora.



Implementaciones
BIM
SEGÚN SUS
NECESIDADES

Soporte
Técnico



de **35.000**
consultas
resueltas

Somos distribuidores y desarrolladores exclusivos para España y Latinoamérica de:

Tekla Structures - StruMIS - Vico office - BuildSoft

Tekla **BIM**sight **Visualizador Gratuito**



www.construsoft.es info-es@construsoft.com

España: +34 936 327 350 / Chile: +562 2234 2978 / Perú +511 446 6034
Colombia: +571 215 3057

HOLISTEEC – Plataforma colaborativa en la nube basada en BIM para el diseño de edificios energéticamente eficientes

Asier Mediavilla

TECNALIA, División de Construcción Sostenible. Derio, España

asier.mediavilla@tecnalia.com

José Luis Izkara

TECNALIA, División de Construcción Sostenible. Derio, España

joseluis.izkara@tecnalia.com

Iñaki Prieto

TECNALIA, División de Construcción Sostenible. Derio, España

inaki.prieto@tecnalia.com

RESUMEN

El presente artículo describe las características principales del proyecto HOLISTEEC, cofinanciado por el 7º Programa Marco (GA nº 609138), comenzado en octubre de 2013 y que finaliza en 2017. El principal objetivo de este proyecto es diseñar, implementar y validar una plataforma colaborativa en la nube para el diseño de edificios basados en prestaciones (considerando térmica, acústica, iluminación y análisis de ciclo de vida) a lo largo del ciclo de vida. La plataforma da soporte a una metodología innovadora definida en el propio proyecto, que hace énfasis en diseño integrado y colaborativo, uso del BIM desde las etapas iniciales y asistencia al diseño a partir de la evaluación multi-criteria de indicadores basados en prestaciones. La plataforma está basada en BIM, haciendo énfasis en la integración del edificio en su entorno (GIS), fundamentándose en los dos principales estándares en cada ámbito: IFC y CityGML. Los mecanismos de interoperabilidad de la plataforma permiten que herramientas de diseño y de simulación de distintos ámbitos colaboren en el diseño más idóneo, a través de procesos de optimización multi-criteria. La plataforma será validada con cuatro casos reales.

1 INTRODUCCIÓN

Los edificios son en la actualidad uno de los principales consumidores de recursos del planeta: alrededor del 40% de la energía, 40% de las emisiones de CO₂ y utilizan un 20% del agua disponible. Esto ha obligado a poner en marcha diferentes políticas en numerosos países en todo el mundo (UE 2010, UE 2012), de modo que se deba reducir paulatinamente la huella energética y medioambiental de los edificios a lo largo de todo su ciclo de vida, hasta convertirlos en edificios de demanda casi nula, sin comprometer los niveles de confort.

Para ello se deben considerar múltiples variables incluyendo el empleo de materiales y soluciones cada vez más sostenibles, el diseño adaptado a las condiciones del lugar (pasivo, bioclimático...), el uso de energías renovables, instalaciones eficientes y una correcta gestión del edificio en funcionamiento, a través de un control inteligente, entre otras.

Dichos objetivos solo pueden cumplirse mediante una mejora notable en los procesos de diseño y construcción actuales, así como disponiendo de herramientas más integradas a lo largo del ciclo de

vida, que deberán poder evaluar aspectos prestacionales, más allá de los normativos.

Por otro lado es necesario tener una visión holística del edificio desde fases tempranas, pudiendo evaluar impactos e interacciones entre diferentes disciplinas (por ejemplo, un diseño eficaz desde el punto de vista energético puede no serlo desde el acústico, pero dichos conflictos se detectan a menudo tarde, siendo costosa su corrección). En este punto el Building Information Modeling o BIM y las simulaciones deben jugar un papel fundamental. Lamentablemente, los procesos de diseño y construcción actuales presentan múltiples carencias que obstaculizan dichos objetivos.

En este contexto surge el proyecto HOLISTEEC, donde se persiguen los siguientes objetivos:

- Definir una metodología integrada (holística) y colaborativa de diseño, basada en prestaciones que considere el uso del BIM y las simulaciones a lo largo de todo el proceso.
- Desarrollar una plataforma colaborativa en la nube que dé soporte a la metodología de diseño y permita a diferentes herramientas informáticas cooperar a lo largo del ciclo de vida.

El proyecto, comenzado en octubre de 2013, está cofinanciado por el 7º Programa Marco (GA nº 609138) y está constituido por un consorcio de 19 entidades (centros tecnológicos, desarrolladores y proveedores de software, estudios de arquitectura, ingeniería y consultoría, prescriptores y expertos en diseño y simulación). Junto a TECNALIA participan otros tres socios españoles: CYPE, Pich-Aguilera Arquitectos y ACCIONA.

Las primeras actividades del proyecto HOLISTEEC han analizado las carencias de los procesos de diseño actuales, mediante análisis de literatura existente, experiencias previas de las ingenierías y constructoras participantes en el proyecto, así como llevando a cabo una serie de entrevistas a distintos agentes del proceso de diseño y construcción, habituados al uso de BIM. Para tal efecto se ha preparado un cuestionario que ha sido completado por diversos agentes en distintos países de la Unión Europea.

Se han identificado y categorizado los problemas detectados en varios ámbitos.

Relacionados con el proceso:

- Secuencial: se evalúan tarde los impactos de ciertas decisiones clave, con su correspondiente impacto en costes y plazos.
- Involucración tardía de algunos agentes, que conlleva una falta de visión y objetivos comunes desde el inicio.
- Coordinación poco eficaz entre disciplinas (energía, acústica, impacto ambiental...). Imposibilidad de evaluar impactos de una decisión en varias disciplinas.
- No se evalúa de forma eficaz el impacto del entorno urbano circundante (sombras, ruido urbano...).

Relacionados con los datos:

- Flujos de información no armonizados (interacciones usuario-usuario), en formatos no estandarizados.
- Falta de datos fiables en fases tempranas para poder realizar evaluaciones preliminares cuando la capacidad de efectuar modificaciones es mayor.
- No identificación de la normativa correcta a aplicar.

Relacionados con las herramientas:

- Problemas de interoperabilidad entre las herramientas a lo largo del ciclo de vida y en particular de diseño y simulación (Maile, T., Fisher, M., & Bazjanac, V. 2007).
- Falta de herramientas que den soporte multi-criterio (eficiencia energética, acústica, control de presupuesto, normativa, seguridad...).

- Falta de herramientas de simulación dinámica que se adapten a varias etapas (diseño, construcción, operación...).

Este análisis ha sido el punto de partida a la hora de definir una metodología que solvente en la medida de lo posible dichas carencias y que se describe a continuación.

2 METODOLOGÍA HOLISTEEC

La metodología propuesta en el proyecto HOLISTEEC (Delponte et al., 2014) se basa en el diseño integrado o Integrated Project Delivery o IPD (AIA 2014), con especial foco en aspectos colaborativos y en diseño basado en prestaciones.

La metodología está orientada a prestaciones (performance-based design) con lo que se define un conjunto de indicadores clave (KPI) que abarcan múltiples dominios (energético, acústico, confort lumínico e impacto medioambiental) y múltiples escalas (edificio, ciudad).

Uno de los aspectos clave en HOLISTEEC es el uso de BIM y herramientas de simulación a lo largo de todo el proceso, desde fases muy tempranas. Esto contrasta con los procesos de diseño más tradicionales.

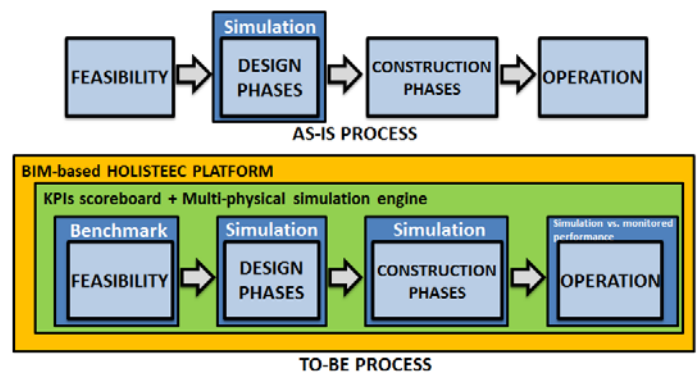


Figura 1. Metodología tradicional vs. HOLISTEEC

La aproximación anterior permite una evaluación de los indicadores de prestaciones (KPI) en cualquier momento del ciclo de vida, que son posteriormente combinados mediante optimización multi-criterio, generando recomendaciones de diseño.

En fase de viabilidad inicial se calcula un benchmark de costes y prestaciones, a partir de bases de datos históricas y experiencias previas.

El ciclo de vida se divide en 6 fases (estudio de viabilidad, diseño conceptual, autorización, diseño detallado, construcción y uso), cuya lógica de proceso se detalla mediante un diagrama BPMN (Business Process Modelling Notation).

En un diagrama BPMN se modelan las interacciones de distintos usuarios con la plataforma, garanti-

zando que ésta contiene la información necesaria en cada punto de toma de decisión. Dichas interacciones constituyen los Exchange Requirements (ER). En muchos casos, la información a intercambiar serán modelos BIM. En estos casos se establecen los requisitos de calidad para dichos modelos BIM, especificando el Nivel de Desarrollo o LOD de dichos modelos (BIMForum 2013), teniendo en cuenta el detalle mínimo que debe ser transferido posteriormente a herramientas de simulación con el fin de generar los indicadores. Además, con el fin de evaluar el impacto del entorno, en fases conceptuales también se deberá complementar con los modelos a escala urbana en LoD2

de CityGML, estándar de modelado urbano en 3D promovido y mantenido por la Open Geospatial Consortium (OGC 2013). Hay que destacar que CityGML habla de Nivel de Detalle (LoD) y no de desarrollo, utilizándose una numeración distinta. La filosofía que subyace en los diagramas BPMN es la de identificar los puntos de decisión principales del proceso, junto con los actores que de forma colaborativa participan de dicha decisión. El objetivo es posibilitar procesos de diseño en bucle o “what-if”, facilitando que las decisiones clave se tomen a tiempo, minimizando así su impacto.

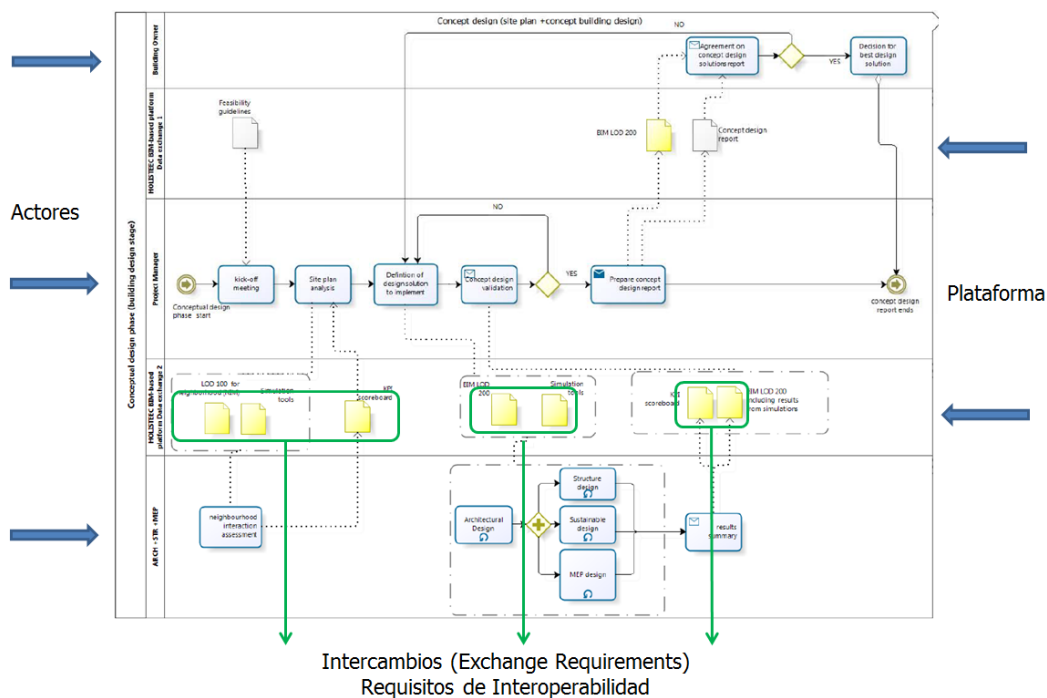


Figura 2. Diagrama BPMN de una fase dada

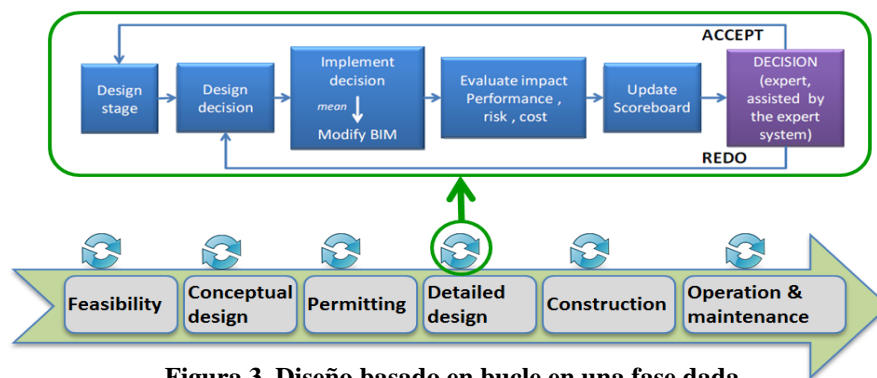


Figura 3. Diseño basado en bucle en una fase dada

El procedimiento de un bucle de diseño es, de forma simplificada, como sigue:

- Los diseñadores de cada disciplina (arquitectura, MEP y estructuras) generan alternativas de diseño, incrementando el nivel de desarrollo o LOD de la etapa anterior y solicitan una evaluación, previa comprobación de que no existan

conflictos entre disciplinas. El LOD requerido en cada fase y para cada una de las disciplinas (arquitectónico, mecánico, etc.) viene establecido por la metodología.

- Los expertos en simulación evalúan los modelos a partir del modelo único IFC y considerando las condiciones de contorno impuestas

por el modelo urbano. Se completa la información ausente y se generan los indicadores o KPI de cada dominio (térmico, acústico, iluminación y medioambiental).

- Se realiza una evaluación multi-criteria que evalúe las opciones más idóneas considerando simultáneamente todos los dominios y los impactos mutuos.
- Los diseñadores obtienen feedback del análisis, junto con recomendaciones de diseño, pudiendo visualizar y comparar cada alternativa y sus indicadores.
- Se puede continuar mejorando el diseño con otro bucle, generando nuevas alternativas.
- Una vez tomada la decisión de implementar una alternativa, se actualiza el modelo BIM aumentando su LOD, pasando a la siguiente fase de diseño.
- A medida que se avanza en el ciclo de vida, los bucles de diseño son cada vez más limitados, donde el grado de libertad de modificación del BIM bajo el procedimiento HOLISTEEC es cada vez menor.

3 ARQUITECTURA DE LA PLATAFORMA

La siguiente figura refleja la arquitectura de la plataforma HOLISTEEC (Mediavilla, A. et al., 2013).

Tal y como se puede apreciar, se corresponde a la típica arquitectura de tres capas, en la que se pueden identificar tres grandes bloques funcionales: modelo (datos), servicios (lógica) y herramientas de usuario (presentación).

También se puede observar que se apuesta por el uso de estándares en cada uno de los aspectos de la plataforma. A continuación se describe cada una de las capas en detalle.

3.1 Capa de datos (modelo)

La capa de datos se fundamenta en un servidor BIM contextualizado en su ámbito urbano (NIM o Neighbourhood Information Model). El servidor NIM consiste en la información a escala urbana más próxima al edificio, representada mediante el nivel de detalle LoD2 de CityGML. Dicho modelo contiene la información básica que posibilita la obtención de indicadores urbanos mediante simulación térmica, acústica, de iluminación y medioambiental. La implementación seleccionada del servidor es 3D City DB, una estructura relacional basada en PostGIS que mapea el contenido de un fichero CityGML.

Para el almacenamiento BIM se ha seleccionado IFC4 como estándar de referencia y la tecnología

bim+ de Nemetschek, ya que es uno de los participantes del proyecto.

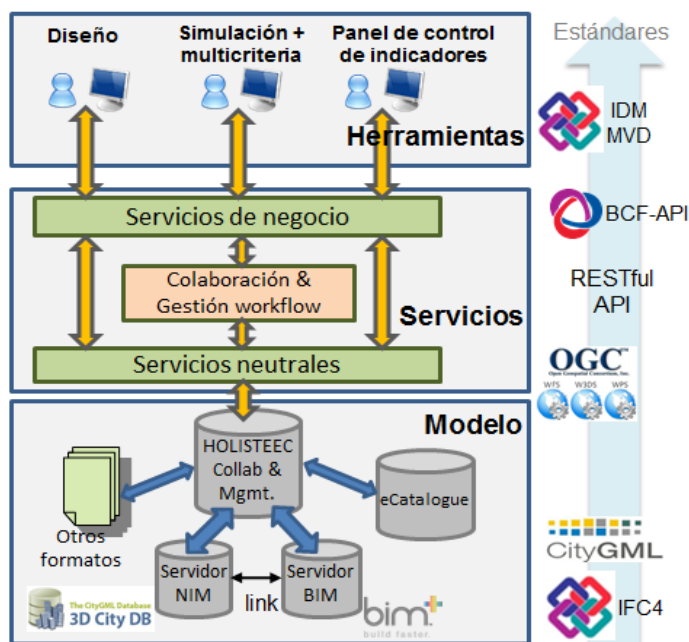


Figura 4. Arquitectura a tres capas de la Plataforma

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta es la correcta integración de los modelos BIM y NIM, de forma que se mantenga la integridad de ambos modelos, evitando duplicidades y pérdida de coherencia. Para ello, la clave reside en definir los links adecuados entre objetos a ambas escalas. Un ejemplo claro es la simulación urbana de radiación solar, cuyos resultados deberán asociarse en CityGML a objetos Building, RoofSurface y WallSurface. Posteriormente, al ejecutar simulaciones detalladas del edificio objetivo habrá que mapear esa información a entidades IfcBuilding e IfcWall de manera correcta, dado que uno de los principales objetivos de HOLISTEEC es utilizar las simulaciones urbanas para obtener las condiciones de contorno del edificio de cara a simulaciones en detalle a escala edificio. Puede que sea necesaria una capa lógica superior que mapee y agrupe objetos, por ejemplo los muros que conforman la fachada sur, etc.

Existirá además un catálogo electrónico de componentes constructivos (focalizados en envolvente e instalaciones), basado en IFC y donde se modelarán los parámetros principales de cara a dar soporte a las distintas simulaciones contempladas.

El servidor también alojará información en otro tipo de formatos (Excel, texto, PDF, ficheros climáticos...) que sirva de soporte en las distintas etapas de toma de decisión y que pueda estar siempre accesible a los distintos agentes (por ejemplo normativa, requisitos de usuario, imágenes, etc.).

El núcleo central del modelo lo constituye el servidor principal HOLISTEEC, que deberá implementar

el soporte colaborativo requerido (a través del formato BCF, que será descrito más adelante) y la información relacionada con usuarios, permisos, fases y estado actual del proyecto, etc. Este modelo es el que gestiona el resto de los modelos y redirige las peticiones de forma adecuada al servidor BIM o al NIM por ejemplo. Es probable que finalmente se integre en el servidor BIM, dado que bim+ incluye soporte para BCF.

3.2 Capa de servicios

La conexión entre modelo de datos y herramientas de usuario se realiza a través de una arquitectura orientada a servicios (SoA).

La capa inferior está compuesta por los servicios neutrales, cuyo objetivo es la búsqueda, filtrado y manipulación básica de la información contenida en el modelo de información. Se trata de una funcionalidad neutral, es decir, independiente de dominio o aplicación concreta, de forma que puede ser reutilizada en futuras ampliaciones de la plataforma. Además se implementarán funcionalidades básicas de semantización y completado del modelo, por ejemplo cálculo automático de orientaciones de fachada o de áreas y volúmenes, cuando el modelo básico no las traiga.

La capa superior la constituyen los servicios de negocio, que representa las funcionalidades a ofrecer a las herramientas que se conectan en el *workflow*, dentro de los cuales los más destacados serían:

- Subida y gestión de versiones de distintos modelos BIM, agrupados por disciplinas y de acuerdo al LOD requerido en cada momento.
- Servicios de generación automática del modelo a escala urbana en CityGML a partir de capas GIS proporcionadas por el usuario.
- Servicios de colaboración (peticiones de simulación, asistencia, generación de recomendaciones de diseño, etc.).
- Benchmarking y caracterización previa a escala urbana.
- Procesos BIM2SIM y NIM2SIM, es decir, extracción automática del mayor grado de información posible de IFC y CityGML respectivamente para transformarla en los formatos de entrada de las distintas herramientas de simulación (aunque la simulación posterior no estará exenta de un mínimo de intervención humana para retocar o completar la información).
- Volcado de indicadores al servidor, asociándolos al modelo o versión correspondiente.
- Servicios de visualización 2D/3D.

Por otro lado, entre ambas capas de servicios existirán unos servicios de gestión y coordinación del

workflow, que se encargarán de orquestrar los distintos servicios de negocio y neutrales. Deberán gestionar correctamente los permisos de cada usuario y las responsabilidades de cada acción en el *workflow*, llevando el control del estado del proyecto, la fase actual y la trazabilidad de cambios.

3.3 Capa de herramientas

Conectadas a la plataforma, a través de los servicios web están las herramientas de usuario, que abarcan el ciclo de vida de diseño y ambas escalas. En algunos casos se trata de herramientas proporcionadas por los socios del proyecto (dado que hay proveedores de software), en otras herramientas de terceros ampliamente utilizadas por profesionales.

Así, la plataforma integrará:

- Herramientas de diseño, tanto a escala urbana o GIS, como a escala edificio (CAD-BIM, MEP, estructuras). Por ejemplo CYPE, REVIT, SketchUp u AllPlan.
- Herramientas de simulación térmica, acústica, de iluminación e impacto ambiental, tanto a escala urbana como de edificio.
- Un asistente de diseño basado en la optimización multi-criteria de las distintas simulaciones y que permitirá evaluar de forma rápida las opciones elegidas.
- Un panel de control (dashboard) en el que el usuario podrá configurar opciones de diseño y visualizar y priorizar alternativas en función de los indicadores calculados. Tendrá capacidad de visualización 2D/3D. Se trata de un desarrollo desde cero para el proyecto.

4 MECANISMOS DE COLABORACIÓN

Uno de los principales aspectos de la plataforma es que debe dar soporte a la colaboración entre distintos usuarios y herramientas en todo el ciclo de vida.

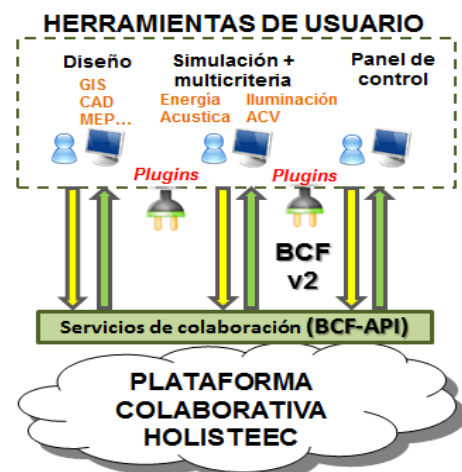


Figura 5. Mecanismos de colaboración mediante BCF

Para ello es indispensable que las herramientas sean capaces de comunicarse entre sí, transmitiendo información asociada a un punto concreto en la toma de decisión y siendo notificadas de peticiones externas.

La arquitectura general de tres capas mostrada en la Figura 4 refleja el contexto general de la conexión a la plataforma, pero es necesario estandarizar la información a transmitir en cuando a contenidos, formatos y protocolos, tal y como refleja la Figura 5.

El primer paso es acordar el formato en el que las distintas herramientas intercambian información. Dichos intercambios han quedado establecidos en los diagramas BPMN anteriores y se materializan en interacciones con la plataforma en lugar de usuario a usuario.

Para ello, el formato seleccionado es BCF o BIM Collaboration Format (BCF 2014), que ha sido aceptado como estándar por parte de BuildingSMART. BCF fue originalmente propuesto e implementado por Solibri y Tekla, añadiéndose después Magicad, DDS y otros. El propósito de BCF es que distintos software intercambien comentarios, datos y anotaciones sobre un modelo dado en un formato estándar, que habitualmente suele ser empaquetado en un zip que consta de los siguientes componentes:

- Markup.bcf: fichero XML de estructura predefinida, donde se encapsulan los mensajes, comentarios, problemas... Cada fichero hace referencia a un asunto o topic concreto.
- snapshot.png: una instantánea del modelo actual, que facilita enormemente la comprensión de la información transmitida.
- viewpoint.bcfv: fichero XML muy ligado al snapshot, que describe una vista sobre el modelo (posición de cámara, color, etc.).

Por otro lado, la versión 2 de BCF permite adjuntar ficheros adicionales (BIMSnippet) asociados al *topic*, que pueden ser modelos IFC o incluso datos de cualquier formato (texto, Excel, etc.).

De este modo, se prevé que los tipos de información a intercambiar en HOLISTEEC sean:

- Modelos IFC parciales o totales, o asociados a una disciplina (por ejemplo instalaciones).
- Conflictos, recomendaciones o feedback asociados a un análisis o simulación concreto, generados por los usuarios de dichas herramientas, junto con el asistente multi-criterio.
- Indicadores, resultados de simulación, etc. asociados a una versión de un modelo.
- Otro tipo de información contextual (pdf, xls...).

Uno de los aspectos a tratar en HOLISTEEC será garantizar que las distintas herramientas de usuario

utilizadas en el *workflow* generen e interpreten la información correctamente (tanto los BCF como los formatos que éstos transmiten, ya sean IFC o no). Para ello es posible que sea necesario el desarrollo de plugins sobre dichas herramientas con el fin de hacerlas compatibles con BCF, tanto en lectura como en escritura.

Tal y como se ha mencionado antes, cada intercambio a través de BCF estará relacionado con un asunto o *topic*, que a su vez corresponderá a un *Exchange Requirement* (ER) dado modelado en el BPMN. Los asuntos típicos serán del estilo “subir modelo”, “petición de simulación”, “conflicto entre disciplinas”, “cálculo de indicadores”, “recomendación de diseño”, “generación de modelo urbano”, etc., que de forma resumida son algunas de las funcionalidades de negocio a soportar por la plataforma.

Por otro lado la plataforma dispondrá de mecanismos de control de *workflow* que garanticen que las funcionalidades (intercambios BCF) sean accesibles a los roles adecuados en las etapas de diseño adecuadas, quedando las responsabilidades trazables.

Así, en una fase concreta (por ejemplo diseño detallado), los usuarios intervinientes (por ejemplo arquitecto e ingenieros térmicos, acústicos, etc.) podrán colaborar en bucles de diseño, probando variantes y realizando análisis “what-if”, simulándolas y enviando el feedback oportuno, pero una vez que la decisión esté cerrada y se pase a la siguiente fase (por ejemplo construcción) se cerrará el bucle. La aproximación implementada permite evaluar cada alternativa de diseño y detectar su impacto en cada disciplina técnica, llegando a una solución óptima en lo que respecta a sus indicadores o KPI.

Una vez establecido el formato de intercambio, el siguiente paso es estandarizar la comunicación con la plataforma, es decir, la tecnología a utilizar en los servicios de negocio reflejados en la Figura 4. En este caso se ha optado por BCF-API (BCF-API 2014), que se trata igualmente de un estándar BuildingSMART, basado en HTTP REST y muy ligado a BCF. Permite integrar distintas aplicaciones software en un flujo de trabajo BIM.

El consorcio agrupa a varios expertos en interoperabilidad y soluciones colaborativas, ligados a distintos capítulos de BuildingSMART.

5 INTEGRACIÓN EDIFICIO-CIUDAD

Tal y como se ha indicado en la exposición inicial un aspecto clave de la metodología es que contempla en todo momento la influencia y restricciones impuestas por el contexto urbano en el diseño de un edificio concreto. Esta interacción debe ser evaluada en fases preliminares, ya que los aspectos urbanos

impactarán en decisiones muy tempranas, como selección de ubicación más idónea, así como forma y volumetría aproximadas, orientación y disponibilidad de recursos (redes de energía, etc.).

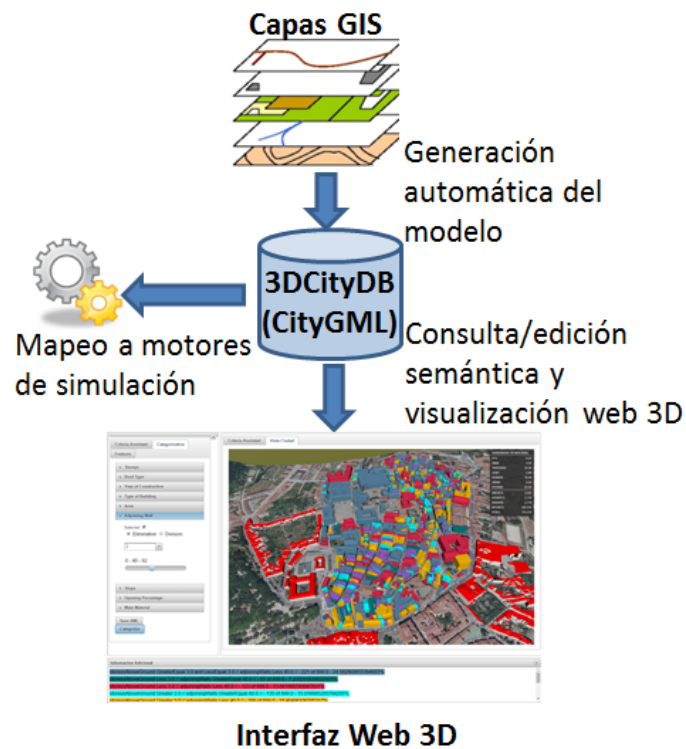


Figura 6. Flujo de información a escala urbana

Para ello, la plataforma contempla un workflow a escala urbana, liderado por TECNALIA, dado que actualmente es una de las principales apuestas tecnológicas del centro (Prieto, I., Izkara, J. L., & del Hoyo, F. J. D., 2012, Prieto, I., Izkara, J. L., Usobiaga, E., 2012). Los objetivos del workflow son:

- Generación semi-automática del modelo urbano en CityGML a través de formatos GIS habituales (capas shapefile 2D de ESRI, ficheros LIDAR, MDT y ortofotos generadas a partir de vuelos, entre otros). En muchos casos esta información es de acceso libre o en su defecto de bajo coste, con lo que garantiza la posibilidad de ser empleada en un gran número de ubicaciones geográficas.
- Servicios de bajo nivel para consulta y acceso básico a la información, basados en estándares OGC (WMS o WFS), incluyendo servicios de semantización básica o completado de la información (volúmenes, orientación de fachadas, etc.).
- Servicios de interoperabilidad que conviertan la información CityGML en formatos entendibles para las herramientas de simulación a escala urbana.

- Servicios de visualización basados en W3DS (estándar OGC) que permiten visualizar el modelo en 3D desde aplicaciones web.
- Para ello, ligada a un panel de control general de la plataforma, habrá un visor basado en tecnologías Web3D en el que se representen gráficos temáticos asociados a los indicadores o KPI a escala urbana.

6 RESUMEN

El proyecto HOLISTEEC abarca varios aspectos tecnológicos que están en las principales agendas de innovación y estrategias a escala europea, por lo que empiezan a ser objeto de investigación e implementación por parte de las empresas y centros de investigación punteros.

Las apuestas de futuro de TECNALIA también están alineadas con muchos de los objetivos planteados en HOLISTEEC, entre los que cabe mencionar los siguientes:

- Apuesta por modelos de datos multiescala, aunando semántica y visualización 3D, que consideran a la ciudad y al edificio como una transición continua de información, cuyo nivel de detalle se adecúe al rol y necesidades del usuario. No es posible concebir el edificio como ente aislado, sin considerar las interacciones con su entorno inmediato y viceversa (redes de energía, efectos de sombreado, ruido...).
- Apuesta por modelos de información estándares en ambas escalas (IFC a escala BIM o edificio) y CityGML en ámbito urbano, apostando asimismo por arquitecturas basadas en servicios web estándares que faciliten la integración de cualquier herramienta sin depender de tecnologías propietarias.
- Interfaces web 3D para visualización y edición de modelos de ciudad y edificio.
- Integración de los modelos BIM y CityGML con motores de simulación, mediante los mecanismos de interoperabilidad pertinentes. Cualquier herramienta de toma de decisiones que se base en prestaciones debe contemplar simulaciones en fases más tempranas que las prácticas habituales, cuando el margen de maniobra en el diseño es mucho mayor.

7 BIBLIOGRAFÍA

AIA (American Institute of Architects) 2014, . Integrated Project Delivery (IPD). Accedido desde: <http://www.aiacc.org/new-ipd-pdf-form/>.

BCF, 2014. BIM Collaboration Format. Accedido desde: <https://github.com/BuildingSMART/BCF>

BCF-API, 2014. Accedido desde: <https://github.com/BuildingSMART/BCF-API>

BIMForum, 2013. LOD Specification. <http://bimforum.org/wp-content/uploads/2013/08/2013-LOD-Specification.pdf>.

Delponte, E.; C. Ferrando, C.; Di Franco, M.; Hakkinen, T.; Rekola, M.; Abdalla, G.; Casaldàliga, P.; Pujols, C.; Lopez Vega, A.; Shen-Guan Shih, 2014. Holistic and Optimized Life-cycle Integrated Support for Energy-Efficient Building Design and Construction: HOLISTEEC methodology. Proceedings of the 10th European Conference on Product & Process Modelling (ECPPM), pp 899-905, Viena, 2014.

Maile, T., Fisher, M., & Bazjanac, V. 2007. Building Energy Performance Simulation Tools - A Life Cycle And Interoperable Perspective. Cife Working Paper #Wp107, Stanford University.

Mediavilla, A.; Mazza, D.; Robert, S.; Guigou, C.; Martin, J. ; Pruvost, H. ; Scherer, R. ; Ferrando, C. ; Delponte, E. The HOLISTEEC platform for building design optimization: an overview. Proceedings of the 10th European Conference on

Product & Process Modelling (ECPPM), pp 893-898, Viena, 2014.

OGC, 2013. CityGML standard. Accedido desde: <http://www.opengeospatial.org/standards/citygml>.

Prieto, I., Izkara, J. L., & del Hoyo, F. J. D., 2012. Efficient visualization of the geometric information of CityGML: application for the documentation of built heritage. In Computational Science and Its Applications–ICCSA 2012 (pp. 529-544). Springer Berlin Heidelberg.

Prieto, I., Izkara, J. L., Usobiaga, E., 2012. “Generación semi-automática de ciudades 3D en CityGML a partir de fuentes de datos libres”. Congreso TOPCART. I Congreso Iberoamericano de Geomática y Ciencias de la Tierra.

UE, 2010: Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010 , relativa a la eficiencia energética de los edificios. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32010L0031>

UE, 2012: Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012 , relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE Texto pertinente a efectos del EEE. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32012L0027>.



ASTECO ingeniería | arquitectura

BIM | **Asistencia Técnica** | **Ingeniería** | **Arquitectura** | **Formación**

Preconstrucción y Proyectos de Ejecución BIM
Externalización de Proyectos BIM. Outsourcing
Coordinación entre Propiedad y Empresas Contratistas
Centralización en la Gestión de la Información y
Documentación del Proyecto

www.astecoingenieria.com

Plaza Mayor, 6 Villar de Cañas, Cuenca. T: 969 194 066

contacto@astecoingenieria.com

Construcción virtual del casco estructural del centro de información e investigación de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI (CIIFIC-UNI): Una aplicación del método propuesto por IDandBIM International

Quiroz Mory, Luis Felipe

IDandBIM Internacional

Lima, Perú

RESUMEN

Desde hace varios años y cada vez con mayor frecuencia se viene implementando BIM en los principales proyectos de edificación desarrollados en el Perú, no obstante esta implementación en lo que se refiere a las estructuras de concreto armado esta normalmente limitada a una compatibilización de volúmenes de concreto.

IDandBIM International propone un proceso adicional a la compatibilización denominado “Construcción Virtual”. Este proceso mejora la constructabilidad del casco estructural de concreto armado, logrando así llevar el modelo BIM al campo. Con el Ing. Wilfredo Ulloa, Jefe del Laboratorio de Construcción Virtual e ingeniero residente de la obra en mención y la UNI se pudo desarrollar el proyecto Centro de Información e Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI (CIIFIC-UNI). El proyecto fue diseñado por especialistas docentes de la misma FIC UNI, este se cimienta en zapatas y pedestales, conectados sobre los que se asientan los aisladores sísmicos, sobre esta base se levantan los pórticos de los ocho niveles superiores.

Esta obra marca la diferencia por ser la primera edificación donde se ha podido realizar todo el proceso, es decir, optimizar el diseño, compatibilizar, simular la secuencia constructiva, generar planos de colocación de armado y las especificaciones para fabricación desde un modelo BIM. El proyecto es parte de la tesis de grado de nuestra colaboradora Erika Valle Benites, coordinadora BIM del proyecto.

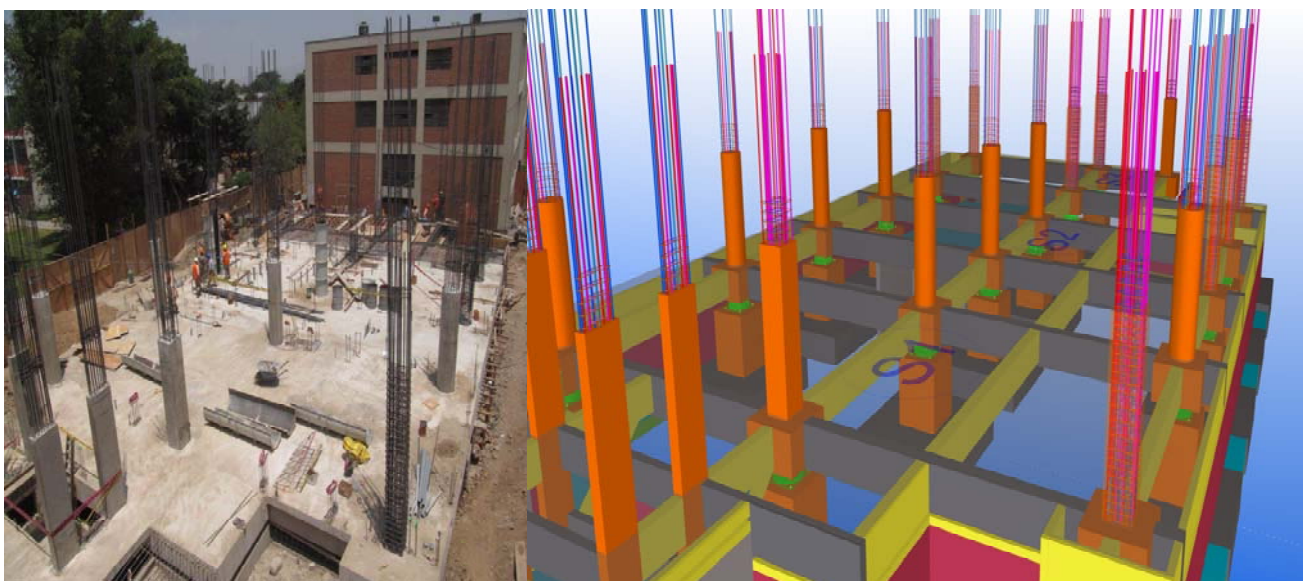


Figura 1. Vistas generales del proyecto

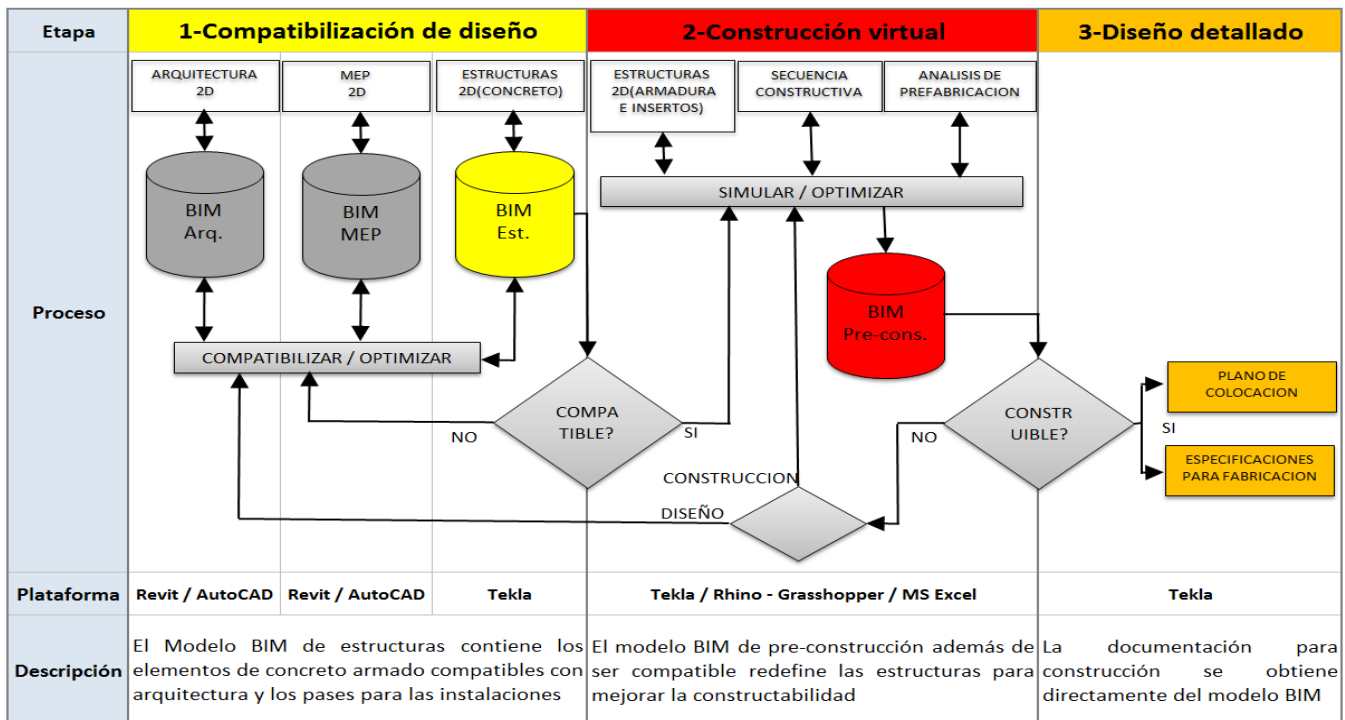


Figura 2: Proceso de construcción virtual

1 FLUJO DE INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO

El flujo de trabajo utilizado en el proyecto CIIFIC-UNI trató de optimizar el tiempo de coordinación y modelado de todos los involucrados en el proyecto, la Figura 2 muestra el resumen de las etapas de transformación de la información del proyecto para lograr las mejorar la constructabilidad de la construcción real.

2 ETAPA 1: COMPATIBILIZACION DE DISEÑO

La compatibilización de diseño permitió resolver las inconsistencias de los planos y modelos, los diseñadores solucionaron las interferencias en conjunto, pudiendo entonces definir los elementos de concreto armado que forman el modelo de estructuras.

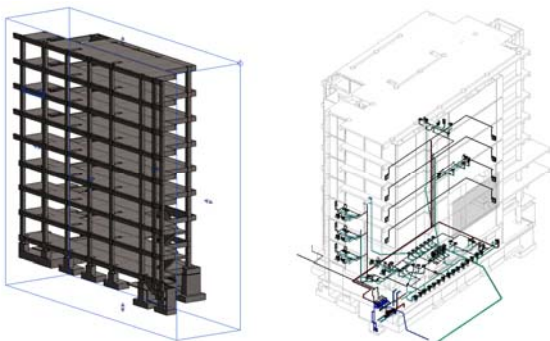


Figura 3: Modelo de arquitectura e instalaciones (Revit)

El modelo de estructuras contiene todos los elementos estructurales de concreto armado (sin armadura), es preciso aclarar que algunos diseñadores estructurales están comenzando a modelar las armaduras como parte de su diseño original. Los elementos de concreto armado obtenidos son compatibles con arquitectura y tienen las aberturas necesarias para el paso de las instalaciones.

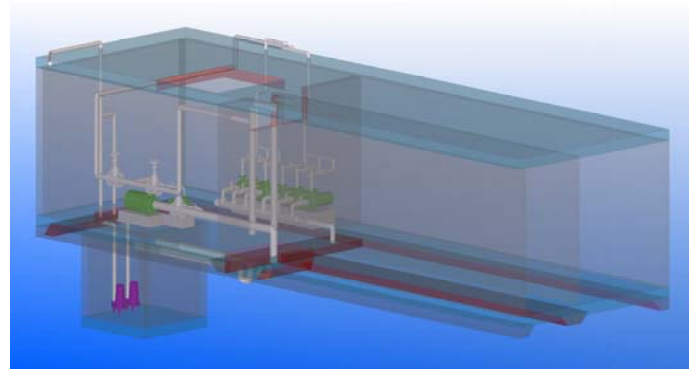


Figura 4: Modelo de estructuras contiene los pases para las instalaciones (Tekla)

3 ETAPA 2: CONSTRUCCION VIRTUAL

Este nuevo proceso se realiza para sacar el máximo provecho al modelo generado, no solo para la compatibilización del proyecto si no utilizarlo para mejorarla constructabilidad del casco estructural. La principal característica del proceso es la inclusión de

las armadura al modelo de estructuras, estudios de CAPECO indican que más del 50% del tiempo de obra gruesa está destinado al armado y colocación de armaduras, de ahí la importancia de este modelado.

- a) **Secuencia constructiva y catálogo de estructuras:** La definición de nombres de cada estructura es el inicio de nuestro proceso, se genera un catálogo de elementos de concreto armado según sectores y niveles, esta nomenclatura nos permitirá gestionar el modelo durante el detallado, fabricación y producción de los elementos.

ID	NOMBRE	ESTRUCTURA	NIVEL	SECTOR
100.01	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	2000
100.02	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	1500
100.03	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	1000
100.04	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	500
100.05	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	0
100.06	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-500
100.07	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-1000
100.08	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-1500
100.09	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-2000
100.10	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-2500
100.11	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-3000
100.12	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-3500
100.13	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-4000
100.14	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-4500
100.15	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-5000
100.16	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-5500
100.17	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-6000
100.18	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-6500
100.19	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-7000
100.20	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-7500
100.21	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-8000
100.22	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-8500
100.23	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-9000
100.24	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-9500
100.25	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-10000
100.26	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-10500
100.27	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-11000
100.28	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-11500
100.29	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-12000
100.30	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-12500
100.31	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-13000
100.32	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-13500
100.33	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-14000
100.34	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-14500
100.35	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-15000
100.36	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-15500
100.37	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-16000
100.38	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-16500
100.39	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-17000
100.40	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-17500
100.41	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-18000
100.42	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-18500
100.43	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-19000
100.44	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-19500
100.45	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-20000
100.46	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-20500
100.47	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-21000
100.48	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-21500
100.49	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-22000
100.50	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-22500
100.51	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-23000
100.52	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-23500
100.53	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-24000
100.54	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-24500
100.55	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-25000
100.56	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-25500
100.57	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-26000
100.58	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-26500
100.59	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-27000
100.60	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-27500
100.61	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-28000
100.62	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-28500
100.63	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-29000
100.64	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-29500
100.65	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-30000
100.66	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-30500
100.67	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-31000
100.68	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-31500
100.69	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-32000
100.70	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-32500
100.71	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-33000
100.72	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-33500
100.73	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-34000
100.74	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-34500
100.75	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-35000
100.76	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-35500
100.77	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-36000
100.78	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-36500
100.79	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-37000
100.80	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-37500
100.81	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-38000
100.82	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-38500
100.83	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-39000
100.84	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-39500
100.85	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-40000
100.86	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-40500
100.87	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-41000
100.88	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-41500
100.89	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-42000
100.90	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-42500
100.91	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-43000
100.92	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-43500
100.93	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-44000
100.94	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-44500
100.95	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-45000
100.96	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-45500
100.97	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-46000
100.98	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-46500
100.99	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-47000
100.100	IB-CONC-CA-POR-ASE	CONCRETO	C-1	-47500

Figura 5: Catálogo de estructuras

- b) **Coordinación para solución de incompatibilidades:** Las incompatibilidades que se presentan deben ser resueltas rápidamente, para ello se generan RFI gráficos que permiten hacer entender mejor el problema y acelerar su solución. Por ejemplo la Figura 9 propone una redistribución de las armaduras de los pedestales para evitar la colisión con los aisladores sísmicos, en base a este arreglo y luego de la aprobación de la propuesta se generaron plantillas para facilitar el armado. Los RFI gráficos fueron solucionados en la sala ICE del Laboratorio de Construcción Virtual FIC-UNI. Se realizaron diversas reuniones de coordinación entre los principales involucrados, estas reuniones fueron de mucha importancia porque permitió la integración de diversas especialidades, esta sinergia generó las mejores soluciones.

- c) **Modelado de armaduras e insertos:** El modelado de las armaduras se realizó en la plataforma Tekla, a cada parte de concreto se le agregan las armaduras con sus dimensiones nominales, recubrimientos, espaciamientos y formas especificadas desde el diseño, adicionalmente se agrega al modelo

todo elemento o inserto que va dentro del vaciado del concreto. Este modelado facilita la supervisión del cumplimiento de las especificaciones técnicas a los ingenieros responsables, asegurando así la calidad de las construcción; por ejemplo el modelado de las armaduras permite la verificación de la ubicación de los traslapes en zonas de mínimos esfuerzos y las propuestas de cortes de armadura por secuencias de vaciados. El tiempo de modelado se disminuyó considerablemente con la utilización de aplicaciones propias de IDandBIM que se adaptaron a las necesidades del proyecto.

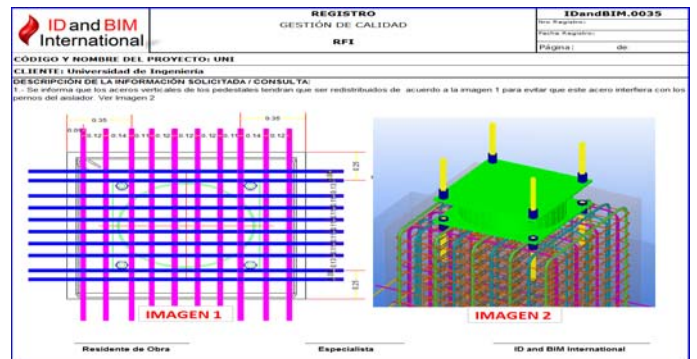


Figura 6: RFI gráfico para resolver interferencia

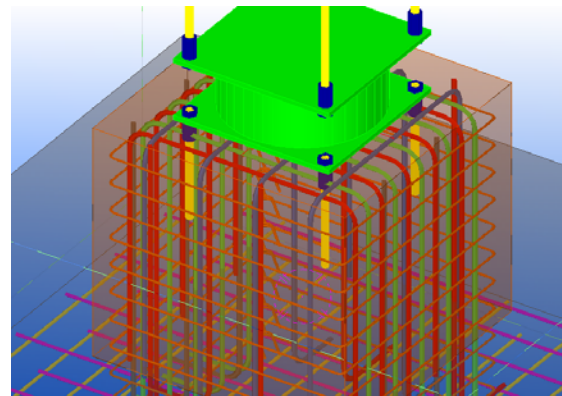


Figura 7: Modelado de aislador sísmico (Tekla)

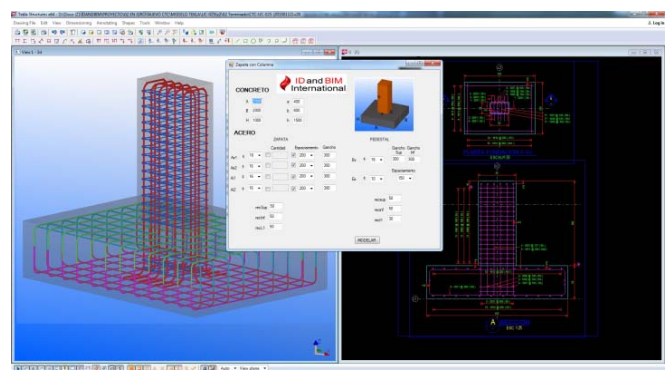


Figura 8: Automatización en modelado (Tekla)

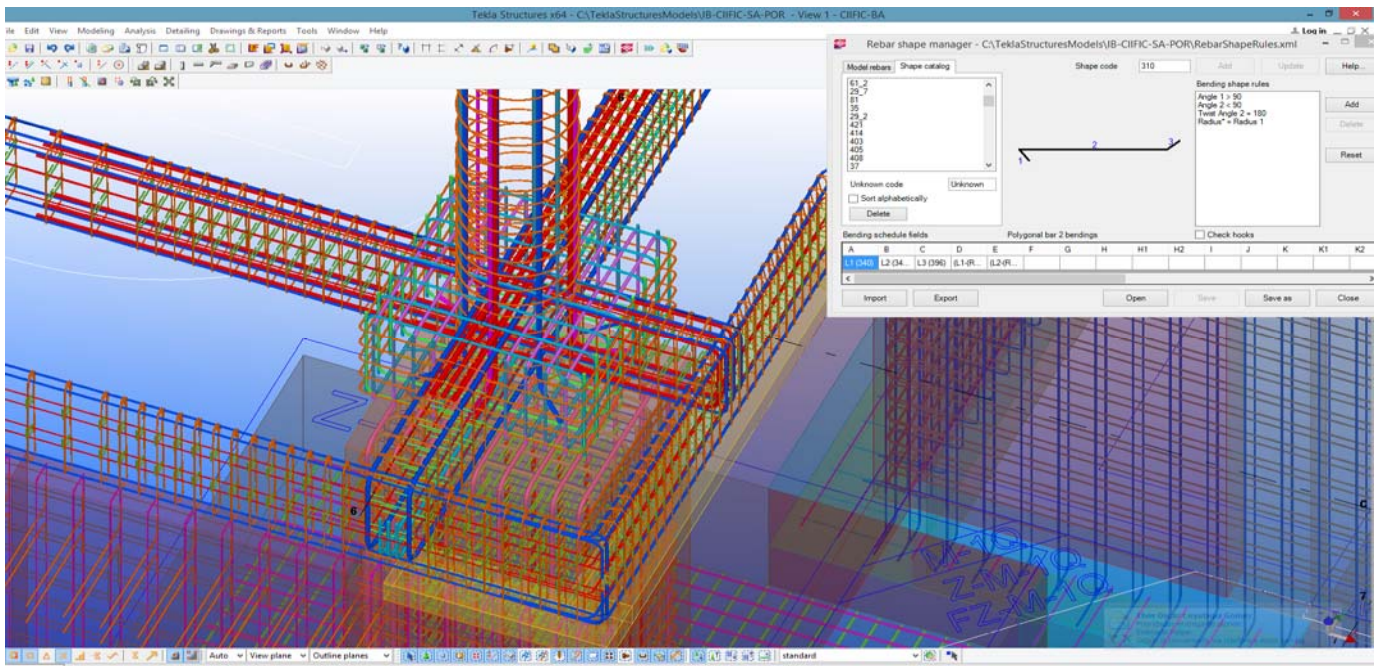


Figura 9: Modelado de armaduras (Tekla)

d) Métricas: La obtención de las métricas automáticamente del modelo fue de mucha importancia en el proyecto para la toma de decisiones el proyecto. La flexibilidad de la herramienta desarrollada para hacer reportes permite personalizar la salida de información en cualquier formato solicitado por el cliente.

e) Debido a la modalidad de compra del proyecto no se pudo tener el acero cortado y doblado de una planta industrializada, las barras se adquirieron en longitud de 9 metros, fue necesario entonces realizar un plan de corte que permita utilizar de manera óptima este acero de stock. La optimización de corte se realizó con el software "OPTIMA V1" de IDandBIM, esta herramienta utiliza un algoritmo heurístico propio para minimizar la cantidad de barras de acero a utilizar. Como datos de ingreso tenemos la longitud y cantidad de barras por diámetro obtenidos desde el modelo además de la cantidad de barras de stock que se tiene, todo por cada diámetro; en este caso solo se tenía stock de varillas de 9 metros; el resultado son los patrones de corte o combinaciones para el corte del acero de stock. Esta optimización fue de mucha ayuda porque se pudo identificar las varillas que presentaban mayores desperdicios y conjunto con el ingeniero estructural se propusieron alternativas de armado para reducirlo.



Figura 10: Reuniones colaborativas

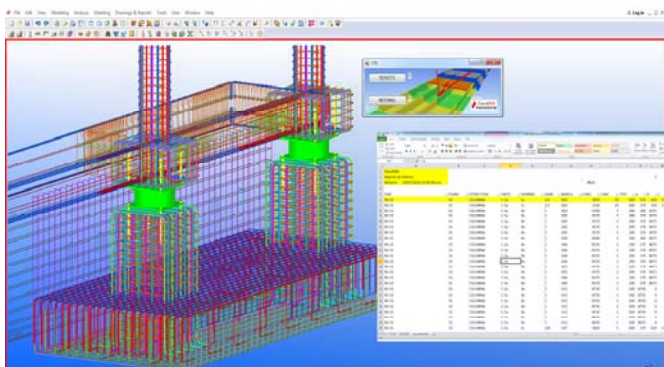


Figura 11: Métricas obtenidas del modelo (Tekla)



Figura 12: Software OPTIMA V1 desarrollado por IDandBIM

Corte	Cantidad	Unidad	Material	Observaciones	Detalle
1	1.000	m	Alambres		
2	1.000	m	Alambres		
3	1.000	m	Alambres		
4	1.000	m	Alambres		
5	1.000	m	Alambres		
6	1.000	m	Alambres		
7	1.000	m	Alambres		
8	1.000	m	Alambres		
9	1.000	m	Alambres		
10	1.000	m	Alambres		
11	1.000	m	Alambres		
12	1.000	m	Alambres		
13	1.000	m	Alambres		
14	1.000	m	Alambres		
15	1.000	m	Alambres		
16	1.000	m	Alambres		
17	1.000	m	Alambres		
18	1.000	m	Alambres		
19	1.000	m	Alambres		
20	1.000	m	Alambres		
21	1.000	m	Alambres		
22	1.000	m	Alambres		
23	1.000	m	Alambres		
24	1.000	m	Alambres		
25	1.000	m	Alambres		
26	1.000	m	Alambres		
27	1.000	m	Alambres		
28	1.000	m	Alambres		
29	1.000	m	Alambres		
30	1.000	m	Alambres		
31	1.000	m	Alambres		
32	1.000	m	Alambres		
33	1.000	m	Alambres		
34	1.000	m	Alambres		
35	1.000	m	Alambres		
36	1.000	m	Alambres		
37	1.000	m	Alambres		
38	1.000	m	Alambres		
39	1.000	m	Alambres		
40	1.000	m	Alambres		
41	1.000	m	Alambres		
42	1.000	m	Alambres		
43	1.000	m	Alambres		
44	1.000	m	Alambres		
45	1.000	m	Alambres		
46	1.000	m	Alambres		
47	1.000	m	Alambres		
48	1.000	m	Alambres		
49	1.000	m	Alambres		
50	1.000	m	Alambres		
51	1.000	m	Alambres		
52	1.000	m	Alambres		
53	1.000	m	Alambres		
54	1.000	m	Alambres		
55	1.000	m	Alambres		
56	1.000	m	Alambres		
57	1.000	m	Alambres		
58	1.000	m	Alambres		
59	1.000	m	Alambres		
60	1.000	m	Alambres		
61	1.000	m	Alambres		
62	1.000	m	Alambres		
63	1.000	m	Alambres		
64	1.000	m	Alambres		
65	1.000	m	Alambres		
66	1.000	m	Alambres		
67	1.000	m	Alambres		
68	1.000	m	Alambres		
69	1.000	m	Alambres		
70	1.000	m	Alambres		
71	1.000	m	Alambres		
72	1.000	m	Alambres		
73	1.000	m	Alambres		
74	1.000	m	Alambres		
75	1.000	m	Alambres		
76	1.000	m	Alambres		
77	1.000	m	Alambres		
78	1.000	m	Alambres		
79	1.000	m	Alambres		
80	1.000	m	Alambres		
81	1.000	m	Alambres		
82	1.000	m	Alambres		
83	1.000	m	Alambres		
84	1.000	m	Alambres		
85	1.000	m	Alambres		
86	1.000	m	Alambres		
87	1.000	m	Alambres		
88	1.000	m	Alambres		
89	1.000	m	Alambres		
90	1.000	m	Alambres		
91	1.000	m	Alambres		
92	1.000	m	Alambres		
93	1.000	m	Alambres		
94	1.000	m	Alambres		
95	1.000	m	Alambres		
96	1.000	m	Alambres		
97	1.000	m	Alambres		
98	1.000	m	Alambres		
99	1.000	m	Alambres		
100	1.000	m	Alambres		

Figura 13: Patrones de corte de armaduras



Figura 14: Análisis de reducción de merma

f) Pre-fabricación: Una vez modeladas las armaduras se realizaron reuniones de coordinación con personal de campo para revisar que estructuras podrían ser pre-armadas, luego de varias opciones se definió el pre-armado de pedestales al pie de obra, para luego solo colocarlos; con esto se pudo ir avanzando el armado durante la excavación.

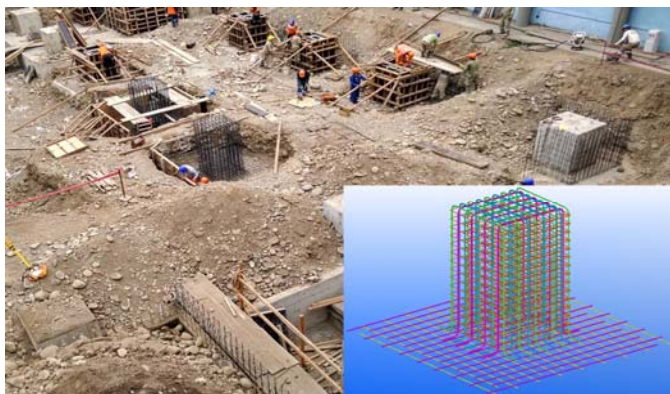


Figura 15: Prearmado de pedestales

g) Simulación de la construcción: Para simular la colocación de las armaduras, insertos y concreto se utilizó el software Rhino + Grasshopper como herramienta de programación visual, con esto pudimos iterar en tiempo real y obtener volúmenes de concreto para decidir los frentes y trenes de trabajo, además se pudo mostrar al equipo de trabajo la secuencia de construcción defini-

da. Obtenida la mejor opción de programación de los elementos de concreto se ingresó la data al modelo Tekla para definir la secuencia de colocación de las armaduras. Este modelo sirvió para que todos los trabajadores pudieran observar de manera secuencial el proceso constructivo de cada estructura.

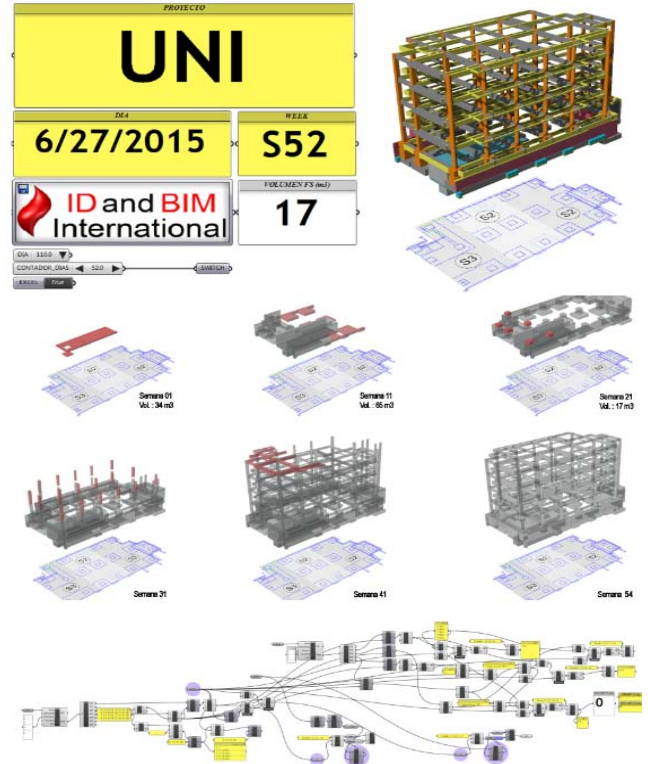


Figura 16: Programación visual de la obra (Rhino + Grasshopper)

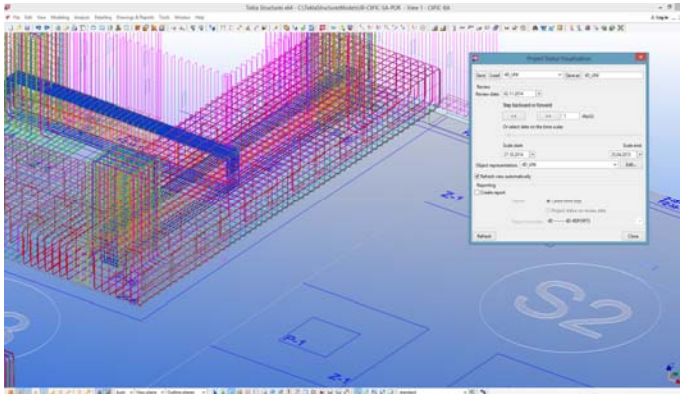


Figura 17: Secuencia de colocación de armaduras (Tekla)

4 ETAPA 3: DISEÑO DETALLADO

La finalidad de la construcción virtual es que el modelo sea utilizado en la obra; es por ello que luego de terminado la etapa de construcción virtual se generan los planos de colocación y las especifica-

ciones de fabricación permitiendo que la información entregada a los grupos de trabajo no presenten las incompatibilidades normales de los planos generados a base de 2D, además ante cualquier duda se pueda visualizar en el modelo.

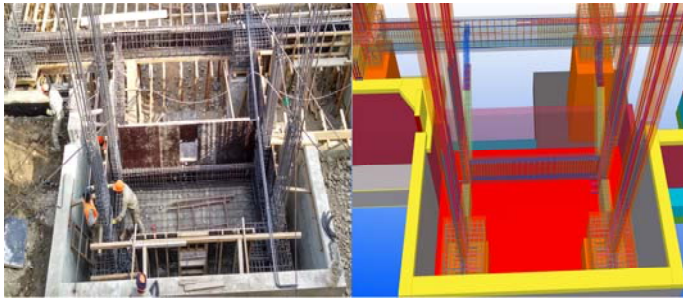


Figura 18: Ejecutar la obra como se modelo

PLANILLA DE BARRAS		FECHA: 15/04/14		REV: 02		
DOCUMENTO: D-CIFG-SACOS-BST-419		FECHA: 15/04/14		REV: 02		
TITULAR: SOTOMAYOR		FECHA: 15/04/14		REV: 02		
ELABORADO: VEGA VOS		FECHA: 15/04/14		REV: 02		
DISEÑADO: VEGA VOS		FECHA: 15/04/14		REV: 02		
PROYECTO: BARRIO SAN MARCOS		FECHA: 15/04/14		REV: 02		
POS.	ESQUEMA	CANT. (M)	CANT. (M)	TOTAL (M)	LONG. (M)	PESO (Kg)
100		1	1	1	2.00	2.00
101		1	1	1	2.00	2.00
102		1	1	1	2.00	2.00
103		1	1	1	2.00	2.00
104		1	1	1	2.00	2.00
105		1	1	1	2.00	2.00
106		1	1	1	2.00	2.00
107		1	1	1	2.00	2.00
108		1	1	1	2.00	2.00
109		1	1	1	2.00	2.00
110		1	1	1	2.00	2.00



Figura 19: Lista de barras con especificaciones de fabricación obtenidas del modelo

- Especificaciones para fabricación: Las especificaciones de fabricación fueron hechas automáticamente desde el modelo y muestran la geometría, radio de doblado, tolerancia, cantidad, marca, diámetro y longitud, además de los patrones obtenidos de la optimización
- Planos de colocación de armadura: Los planos de colocación de armaduras muestran la ubicación exacta de cada marca o posición de armadura por secuencia constructiva. El plano es generado automáticamente desde el modelo BIM y se coordinó con el personal de campo las vistas y cortes que necesitaban visualizar en cada tipo de elemento estructural (columnas, vigas, losas, etc.)



Figura 20: Capacitación para lecturas de planos de colocación

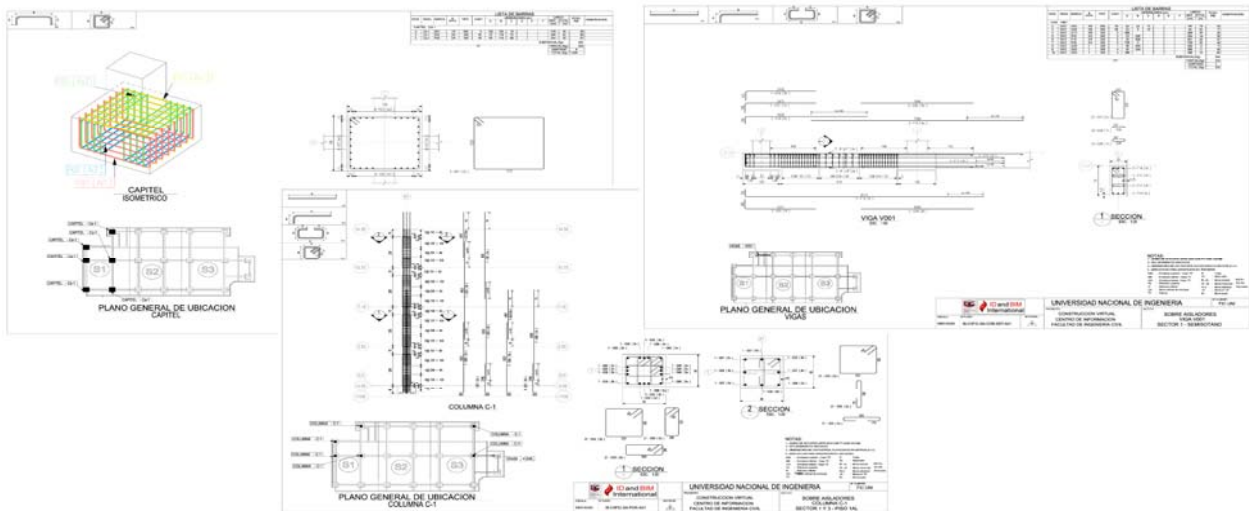


Figura 21: Planos de colocación obtenidos del modelo

Un caso de éxito: Ciudad de la Justicia de Córdoba (España)

Miguelangel Gea Andrés

Miguelangel Gea & Arquitectos, Director General de Total BIM Consulting. Sevilla, España

mgea@gea-arquitectos.es

RESUMEN:

La Ciudad de la Justicia de Córdoba (España) será sede de los Órganos y Servicios Judiciales y Fiscales del Partido Judicial de Córdoba. Para su construcción y puesta en servicio, se ha redactado, con financiación directa de la Comunidad Autónoma Junta de Andalucía, un Proyecto de Ejecución Base, siguiendo las directrices marcadas por la Dirección General de Infraestructuras y Sistemas de la Consejería de Justicia e Interior. En este Proyecto de Ejecución Base se definen todas las características, especificaciones, superficies y el resto de condiciones que ha de reunir la construcción de la Ciudad de la Justicia, formando parte de las prescripciones técnicas del contrato de construcción conservación y explotación de la sede judicial.

El contrato de construcción, conservación y explotación, de naturaleza administrativa especial [art.19.1.b) de la Ley 30/2007 de Contratos del Sector Público], se promueve con la colaboración del sector privado. La Administración cede un DERECHO DE SUPERFICIE a un tercero, durante un periodo determinado, a cambio de que la empresa construya el edificio, se lo arriende y realice la explotación del mismo según las determinaciones establecidas en los Pliegos que regulan el contrato, donde el agente privado adjudicatario ostenta el riesgo del proyecto y de la construcción del edificio, así como el de disponibilidad y explotación de los servicios.

1 EL PROYECTO

El proyecto del edificio de la Ciudad de la Justicia de Córdoba, cuyas obras se iniciaron oficialmente el 25 de agosto de 2014, tiene 50.894 m² construidos, edificados en siete plantas, con sótano, semisótano y cinco plantas sobre rasante, en un solar, de forma marcadamente rectangular, de 12.112 m², con los lados mayores, paralelos, a este y oeste y los lados menores, no paralelos, a norte y sur.



Figura 1. Emplazamiento

Albergará la totalidad de los órganos judiciales de Córdoba, así como la Audiencia Provincial, la Fiscalía y el Instituto de Medicina Forense. Tiene, además, un Salón de Actos y espacios reservados para una cafetería y para los colegios profesionales de abogados y procuradores.

El sótano se destina, prácticamente en su totalidad, para aparcamientos generales. La mitad del semisótano es para acceso y aparcamiento de vehículos policiales, con entrada y custodia de reclusos y el juzgado de guardia. También se aloja el Instituto de Medicina Forense. La otra mitad del semisótano la ocupa, en mayor parte, la zona de archivos generales; hay, además, un espacio reservado para la cafetería.

En la planta baja y primera están todas las Salas de Vistas, con los espacios de espera de testigos, por un lado, y los despachos de jueces, salas de reuniones y acceso de reclusos por el otro. En las tres plantas superiores están los despachos y espacios administrativos de los distintos órganos jurisdiccionales y los servicios especializados.

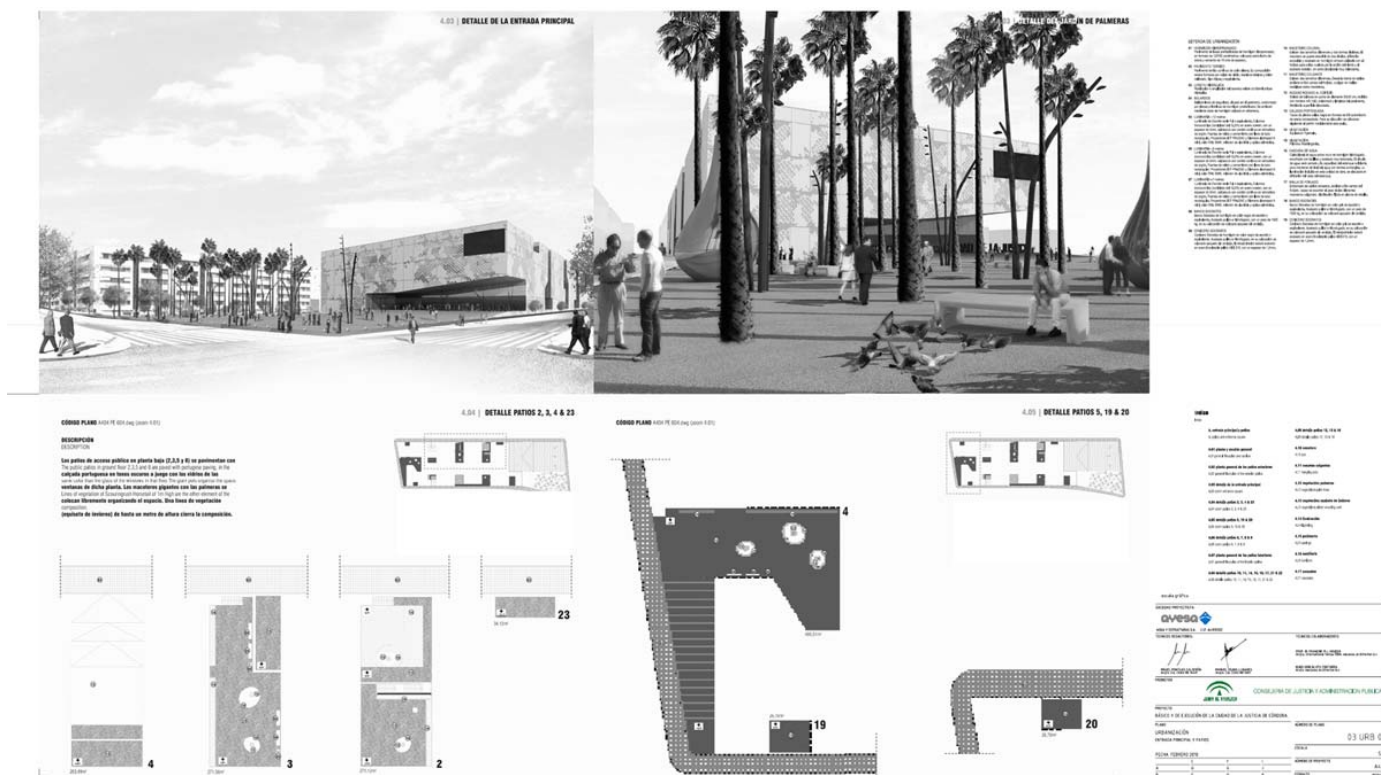


Figura 2. Póster explicativo

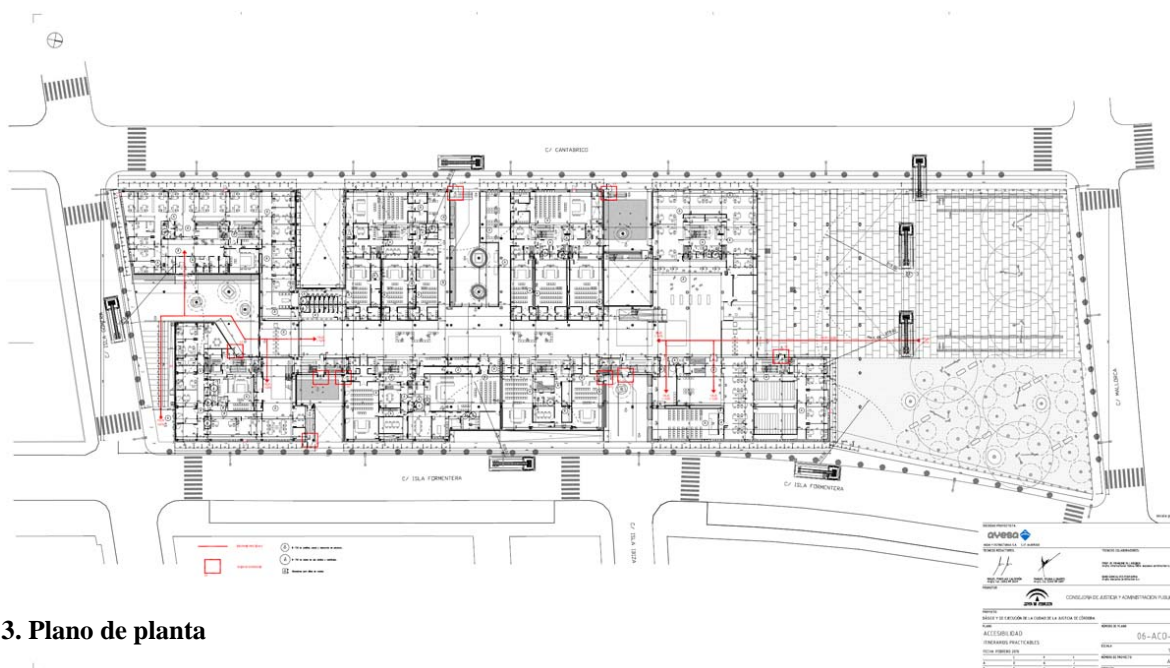


Figura 3. Plano de planta

El público accede al hall principal del complejo, situado en el centro y a lo largo del edificio, por ambos extremos del solar; por la fachada norte, a nivel de calle, y por la sur, mediante una rampa, al quedar la planta elevada sobre la rasante de la calle, debido al desnivel que tiene el solar.

El acceso principal es por la fachada norte, que dispone de un espacio libre exterior, plaza de acceso al gran porche diáfano de entrada, cubierto con el vue-

lo de la totalidad del volumen de 4 plantas que contiene, en las dos primeras plantas el Salón de Actos y en las dos restantes, los despachos de los jueces de la Audiencia, en una, y de los fiscales de la Fiscalía, en la otra.

Formalmente, el volumen que aloja el complejo, es un compacto paralelepípedo que mantiene las alineaciones de las fachadas, ininterrumpidas por patios exteriores de diferentes formas y alturas, que

posibilitan la entrada de luz natural a gran parte de los espacios situados sobre las rasantes de las calles. El Proyecto fue ganado en concurso por empresa de ingeniería Ayesa (Aguas y Estructuras S.A.) con la colaboración de la firma de arquitectura holandesa Mecanoo, en base al cual ha redactado el Proyecto de Ejecución Base (PEB), y ha sido adjudicado por concurso, como concesión administrativa, para su construcción y explotación, a la UTE denominada Ciudad de la Justicia de Córdoba S.A., constituida por las empresas Isolux, Corsan-Corvian y Copcisa Industrial.

Ciudad de la Justicia de Córdoba S.A., como Adjudicataria, según las bases, ha redactado el Proyecto de Ejecución Definitivo (PED), con ligeras modificaciones sobre el PEB (solo en climatización), teniendo que construirlo y financiarlo con recursos propios, gestionándolo y manteniéndolo durante 25 años, periodo de retorno de la inversión mediante el alquiler a la Consejería de Justicia e Interior, hasta que esta tome posesión definitiva del mismo.

El edificio tiene una estructura mixta de hormigón armado y perfiles laminados, con forjados de diferentes tipos: losas macizas de hormigón, reticulares con bovedillas y losas ligeras con chapa colaborante sobre perfiles laminados. Existen diferentes cuerpos volados resueltos con estructura metálica y un gran volumen de 4 plantas, de estructura metálica, totalmente volado, anclado en unas pantallas de hormigón armado mediante un sistema de tensores embutidos en ellas.

Las fachadas exteriores son de módulos prefabricados de GRC (Glass Reinforced Concrete); las de los patios abiertos a fachadas exteriores de paneles de Aquapanel Outdoor de Knauf revestidos de mortero monocapa tipo Cotegran, terminadas recubiertas con una celosía metálica de emparrillado de acero galvanizado lacado de color oro.

Las particiones interiores, en las plantas por debajo de la rasante de la calle, son de ladrillo así como en todos los núcleos de comunicación vertical, escaleras y ascensores, así como en todos los locales húmedos y cuartos de instalaciones de las demás plantas. En las plantas sobre la rasante, las particiones son tabiques de cartón yeso auto portantes, con grosores y composiciones diferentes para resolver aislamientos acústicos, sectores de incendios, alturas distintas, trasdosados, etc.

Las zonas de oficinas están compartimentadas con mamparas, ciegas o de vidrio, hasta la altura del falso techo, con barrera fónica por encima de este hasta el forjado.

Los falsos techos son, por lo general, continuos decorativos y acústicos de cartón yeso. Los pavimentos interiores son de terrazo continuo, salvo en zonas específicas con tarimas o especiales como en los

aparcamientos. Los pavimentos exteriores son de adoquines de piedra, colocados a la portuguesa. Hay una zona ajardinada con pradera de césped y palmeras, en la plaza de acceso; los patios interiores tiene palmeras aisladas, en jardineras de diseño singular, y plantas colgantes en recipientes situados a la altura de la cubierta, sostenidos por estructuras de cables tensados, anclados a los pretiles.

Está dotado, el edificio, de todo tipo de instalaciones: climatización, ventilación, eléctricas, fontanería, extinción y detección de incendios, alarma y control, telecomunicaciones, voz y datos, etc.

La obra se ha de ejecutar en 30 meses desde la fecha oficial de su inicio.

2 OBJETIVOS DE LA ADMINISTRACIÓN

La Administración quiso utilizar este proyecto como primera experiencia piloto de tecnología BIM, y que, el contrato del servicio BIM, tuviese como “objeto la realización de un modelo de información del edificio (BIM: Building Information Modeling) de la Ciudad de la Justicia de Córdoba de acuerdo con el Proyecto de Ejecución Base que la Administración facilita y las condiciones que se establecen”, encomendando modelar y auditar virtualmente el edificio judicial en su fase de proyecto previa a su construcción. Con tal fin convocó un concurso público que adjudicó a la firma Miguelangel Gea & Arquitectos S.L.P.

Los objetivos que persigue la Administración son los siguientes:

- Obtener las ventajas que proporciona la tecnología BIM para el control de la ejecución del edificio en su fase de proyecto:

- Coordinación de documentación de proyecto.
- Detección de interferencias entre disciplinas.
- Rectificaciones y aclaraciones de proyecto previas al inicio de la construcción.
- Consultas y cálculos.
- Planificación 4D/Secuencias de Construcción.

- Aplicar el modelo de información del edificio en el control, gestión y seguimiento del contrato de construcción y explotación del edificio judicial en fases posteriores: obra, puesta en servicio, arrendamiento y ciclo de vida.

- Reunir la información de proyecto en una sola base de datos, completamente integrada e interoperable, que pueda ser utilizada por todos los miembros del equipo de diseño y construcción, y por la administración y los operadores a lo largo del ciclo de vida.

- Visualizar virtualmente el edificio, con antelación a su construcción, por futuros usuarios y otros

agente de la Administración y terceros, para la planificación y gestión del servicio judicial, ayudando a evitar imprevisiones y modificaciones posteriores.

- Obtener una experiencia piloto de valor para la implantación y divulgación de nuevas herramientas que suponen una apuesta por la innovación tecnoló-

gica, la eficiencia y la sostenibilidad, objetivos a los que se obliga la Administración por la normativa nacional y comunitaria de sostenibilidad más reciente.

- Evaluar la implantación de la metodología BIM en la planificación y gestión de infraestructuras y servicios de la Administración de Justicia.



Figura 4. Perspectiva general

3 FASES DEL SERVICIO BIM

El objetivo de la Administración es que el modelo se utilice de la manera más completa posible y que su uso abarque el ciclo de vida del edificio, dividiéndolo en tres fases: fase de proyecto, con la realización del modelo en base la Proyecto de Ejecución Base (PEB) y Proyecto de Ejecución Definitivo (PED); fase de construcción, para actualizar el modelo de proyecto conforme a lo ejecutado en obra (As-built) y fase de gestión y mantenimiento de las instalaciones (BIM-6D).

En esta primera fase de proyecto, se exige que, el modelo BIM del edificio, incluya toda la geometría, las características físicas y datos de los productos y elementos constructivos necesarios para describir el trabajo de diseño y construcción, utilizando la información contenida en los Proyectos de Ejecución Base (PEB) y de Ejecución Definitivo (PED), con el nivel de detalle que estos aporten, vinculando los códigos de las partidas de medición a los correspondientes elementos constructivos e instalaciones, con objeto de poder obtener la medición, valoración y

certificación de manera automática, desde el modelo BIM.

No obstante, este proceso de modelado comprenderá como mínimo la elaboración de tres modelos BIM diferenciados por especialidad: estructura, arquitectura e instalaciones.

Estos tres modelos han de poder integrarse y centralizarse en uno solo, de tal manera que, se visualice el modelo BIM del edificio como un todo y se muestren las interferencias y conflictos que hubiesen, entre los diferentes elementos constructivos e instalaciones.

El software utilizado ha de admitir y ser compatible con el estándar de datos abierto (OPEN BIM) IFC, con el objeto de garantizar el intercambio con otras aplicaciones para el análisis y auditoría, cálculo y diseño de otras especialidades y otras necesidades de proyecto.

4 INTER OPERATIVIDAD: APLICACIONES UTILIZADAS

Se han utilizado, en la realización de los diferentes modelos y actividades de este servicio BIM, distintas aplicaciones, con inter operatividad mediante archivos de intercambio en formato IFC.

El modelado de la estructura y de la arquitectura se ha realizado con Allplan Arquitectura Plus, Allplan Territorio y Allplan Ingeniería Plus, en versión 2014, aplicaciones del grupo Nemetschek.

El modelo MEP, con todas las instalaciones, se ha realizado con DDS-CAD, aplicación también del grupo Nemetschek.

El análisis y auditoría (clash detection) con gestión e integración de los modelos en IFC, se ha realizado con Solibri Model Checker.

Las mediciones, valoraciones y certificaciones se han realizado con Presto 2014, a través del enlace bidireccional directo que tiene con Allplan 2014, más los listados desarrollados por nuestra firma.

5 METODOLOGÍA DESARROLLADA: MODELOS, ARCHIVOS, LAYERS, PROCEDIMIENTO.

La documentación del Proyecto de Ejecución Definitivo (PED), para realizar el modelo, se recibió completa en formato DWG y PDF en soporte digital.

Se estudió la estructura original de layers y contenidos de esta documentación, para así decidir la organización más adecuada de estructura de conjuntos, archivos y layers del BIM, preparar los asistentes de los elementos constructivos e instalaciones y el catálogo, con códigos y atributos de cada elemento que componen las partidas de medición, para signarlos a los asistentes que utilizará el equipo, en su trabajo en la red del servidor.

Así puede trabajar, un equipo multidisciplinar, deslocalizado, con uniformidad en el resultado, controlando todo el proceso, mediante permisos de acceso a diferentes campos del modelo.

Los planos de plantas, secciones y alzados del PED, aportados en formato DWG, se han convertido al formato propio de Allplan, constituyendo la base del proceso de modelado tridimensional, consiguiendo así unas geometrías precisas, conformes con el proyecto original.

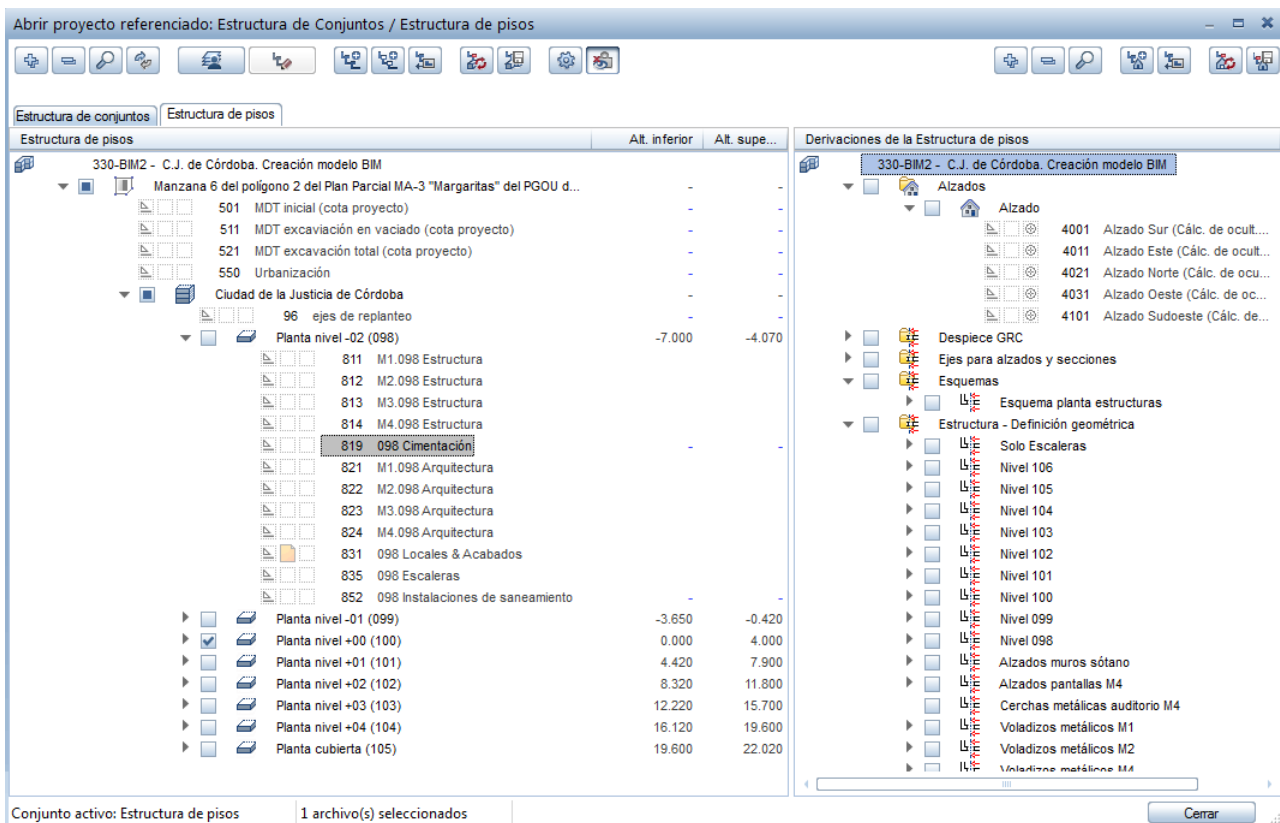


Figura 5. Estructura de la documentación del proyecto

Aplicando las herramientas que ofrece el programa, se ha creado una estructura jerárquica de archivos para los elementos constructivos que, combinada con la estructura de layers, según las necesidades, permiten ordenar los contenidos del modelo y mos-

trarlos de la forma necesaria, en cada momento y fase del proceso.

Hacer el modelado BIM del edificio, equivale a realizar la construcción virtual del mismo, reproduciendo su secuencia constructiva, detectando los posibles conflictos. Con la estructura establecida de archivos

y layers, se obtiene visualmente la información que se desee del modelo: el modelo completo, cada planta, solo estructura, solo pilares, todo las MEP, parte de ellas, alguna concreta, etc.

Todos los elementos constructivos tridimensionales de los modelos de estructura y arquitectura, tienen una opción de representación, en la pantalla de animación, con texturas y colores parecidos a su aspecto real, que facilita su identificación visual para cualquier persona, con o sin conocimientos técnicos.

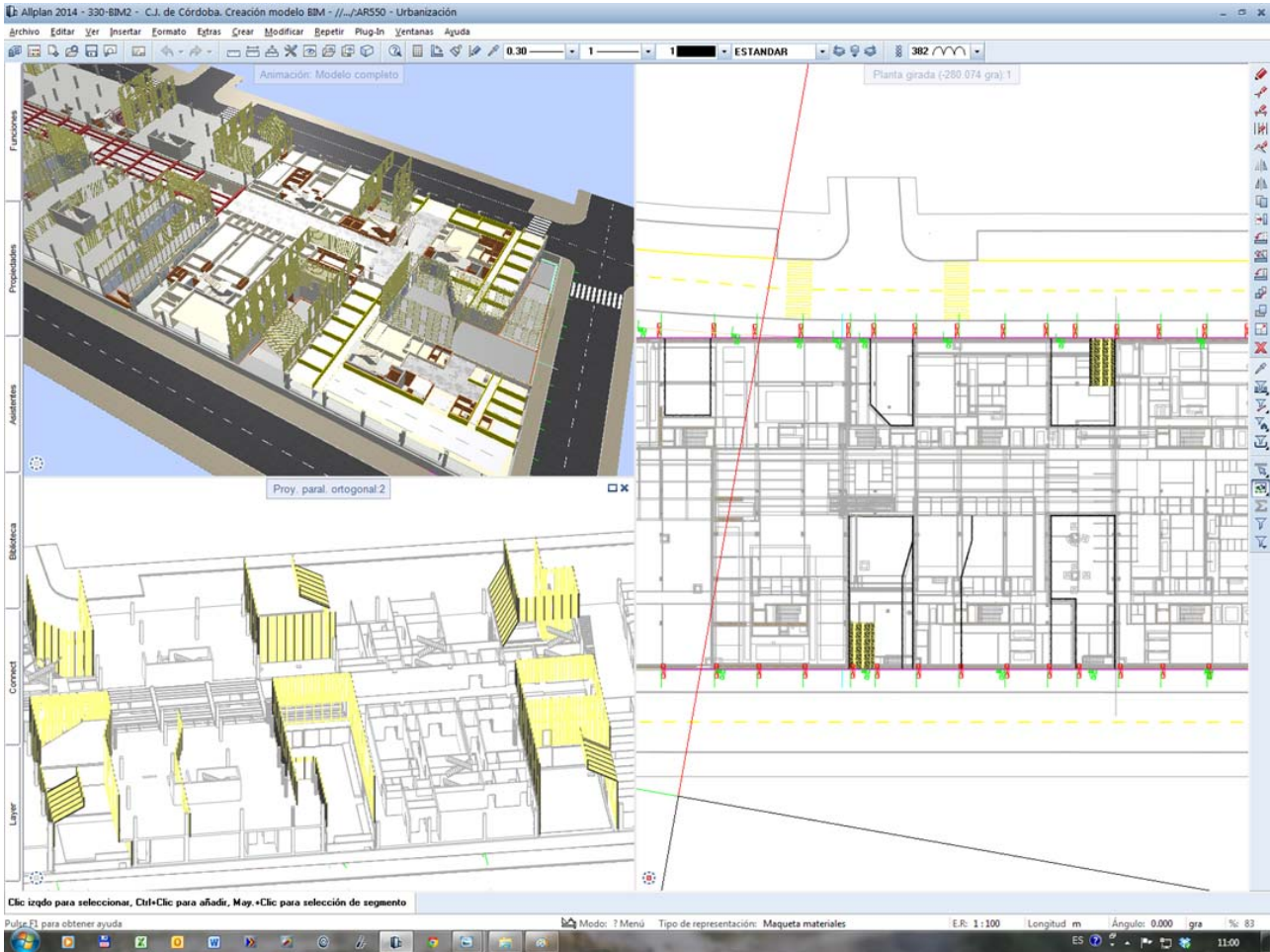


Figura 6. Modelado con Allplan 2014

Existen, además, diferentes opciones de representación del modelo, según los usos que se quiera hacer del modelo, por ejemplo mediciones, o diferentes escalas de representación, con variación en el grado de definición del detalle de cada elemento constructivo.

Para que el modelo quede vinculado a los contenidos de la documentación del PED, cada elemento constructivo del modelo BIM, tiene asignado su atributo geométrico y alfanumérico que lo identifica y clasifica, de acuerdo a una clasificación estándar preestablecida.

Los locales (o espacios) tienen asignados los parámetros alfanuméricos que determinan tanto su pertenencia a un área funcional concreta como su función/uso, también la nomenclatura de identificación y el tipo de nivel de acceso (abierto, controlado, restringido o prohibido), igual que en el PED.

Al finalizar el servicio de modelado de la fase de proyecto, previa a la construcción, se entregó el modelo BIM completo, estructura, arquitectura y MEP, en los formatos IFC 2x3 (estándar industrial) y PDF 3D en soporte digital (DVD, memoria USB).

Desde el modelo BIM, solucionadas las colisiones detectadas durante su modelado, se edita toda la colección de planos del proyecto, equivalentes a las series contenidas inicialmente en el PED, que permiten ejecutar la obra con mayor eficacia y rendimiento, por tener garantizada la eliminación de conflictos en el montaje, eliminándose así las desviaciones del presupuesto que se generan, por regla general, al construir un edificio con el sistema tradicional actual, debido a su doble misión de modelo único y a la vez prototipo para prueba/error.

La secuencia del modelado BIM ha sido la misma que la secuencia constructiva de ejecución real del edificio. Primero se ha realizado la excavación, en las dos fases establecidas, luego la losa de cimentación y muros de contención por bataches. Posteriormente se ha modelado la estructura completa del edificio, formada por cuatro módulos: M1,

M2, M3 y M4, separados por las juntas entre estructuras. Al realizarlo, se han detectado unas incidencias derivadas de los contenidos de los planos de estructura del PED, que se han documentado doblemente, por escrito y en los planos del PED, requiriéndose decisiones del Proyectista para subsanar el modelo BIM de estructura.

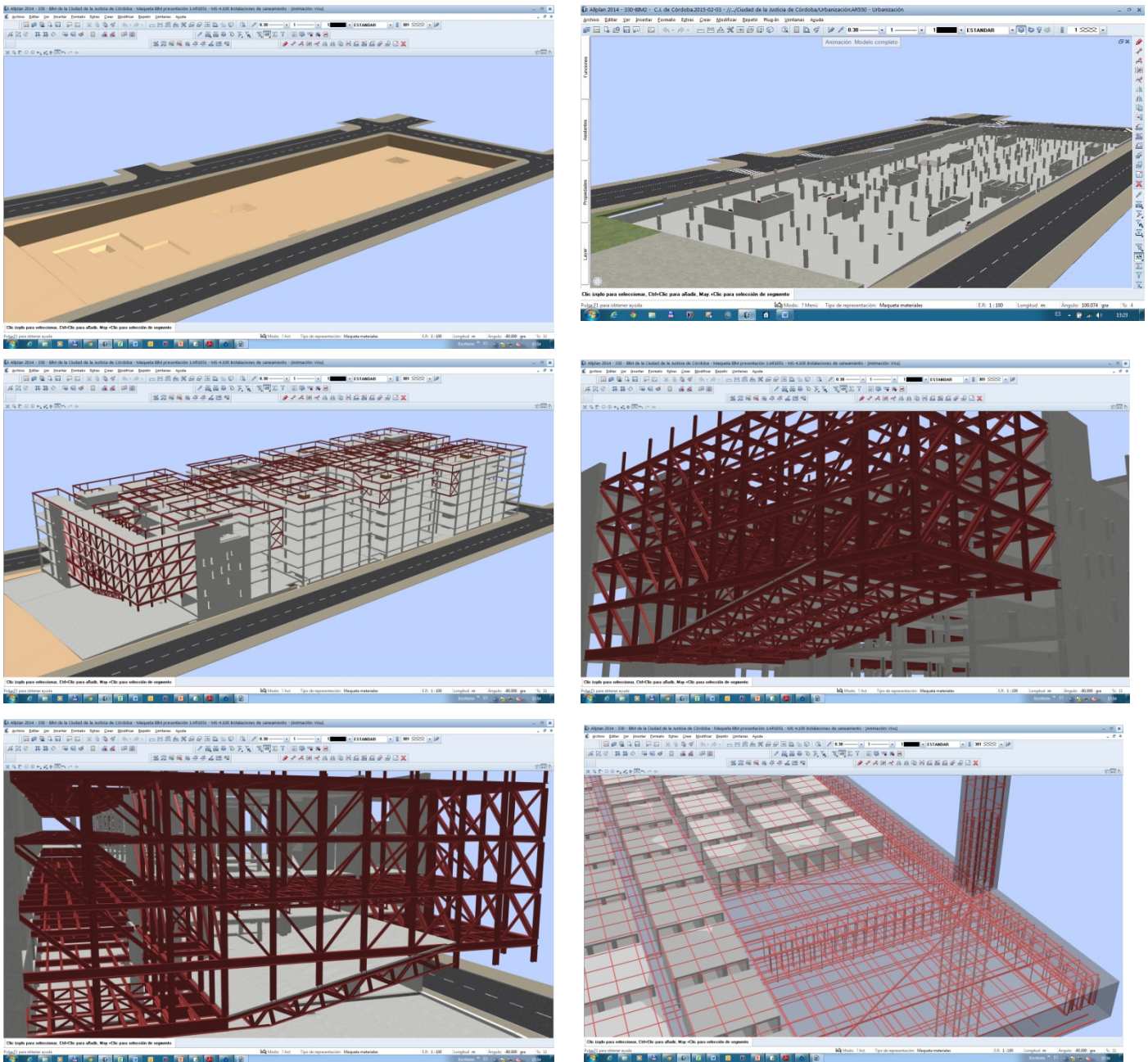


Figura 7. Fases de la modelización

Este procedimiento se ha seguido, por igual, en todas las fases del modelado, corrigiendo las incidencias que se detectaban entre elementos constructivos y entre estos y las instalaciones.

Terminada la estructura se modelaron las fachadas, tanto las de módulos prefabricados de GRC, como las de Aquapanel y celosía metálica.

Después, la cubierta general de la última planta y las cubiertas de los diferentes patios o rampas, inclu-

yendo todo el paquete de aislamiento, impermeabilización y rellenos para las pendientes de evacuación. A continuación, se modeló la partida de particiones. Las particiones son de ladrillo en los sótanos -2 y -1; en los núcleos de comunicación vertical (escaleras y ascensores), en los cuartos húmedos y en los de instalaciones del resto de las plantas. Las demás particiones son de tabiquería seca de paneles de cartón-yeso, con distintos grosores totales según su función

y altura, por aislamiento acústico y/o sectorización de incendios.

Estas diferencias de grosores generaron unas incidencias geométricas en todas las plantas que se documentaron por el procedimiento establecido.

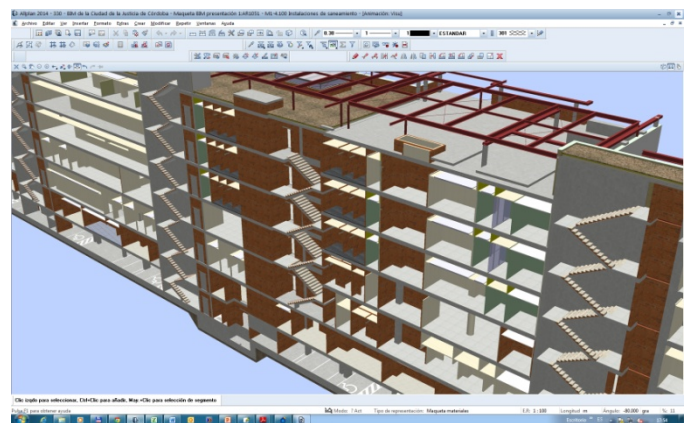
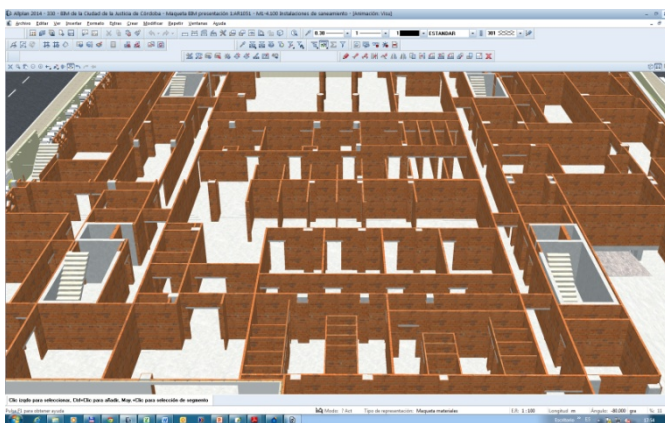
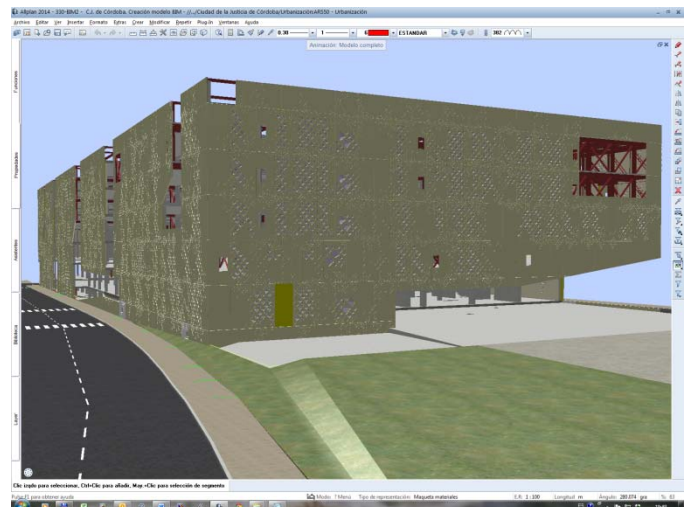
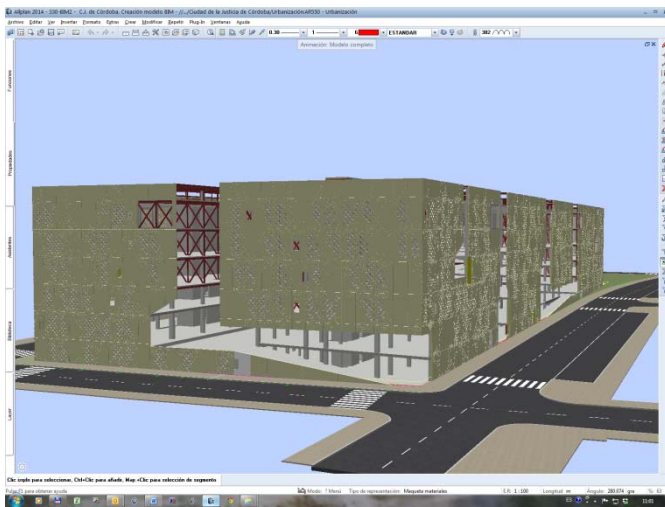
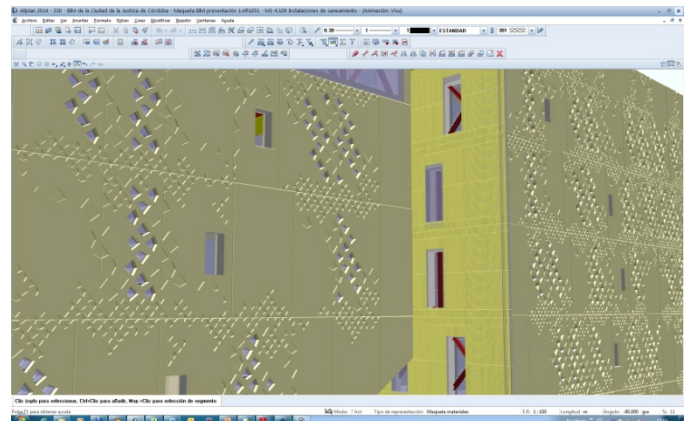
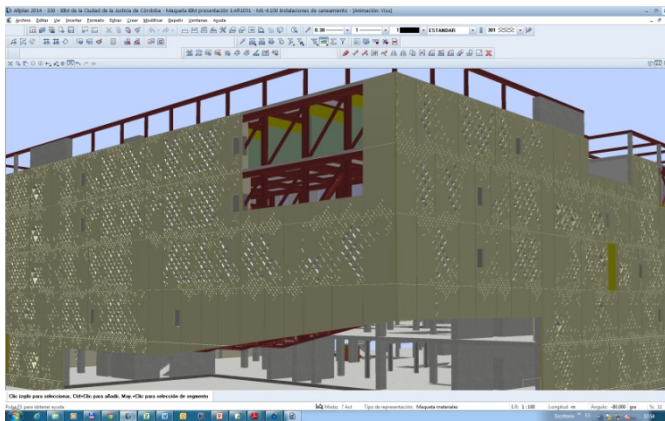


Figura 8. Fachadas y particiones

Estas diferencias de grosores generaron unas incidencias geométricas en todas las plantas que se documentaron por el procedimiento establecido.

Existen otro tipo de particiones en base a diferentes tipos de mamparas, ciegas o acristaladas, para las distintas zonas administrativas y de despachos, de todo el edificio, de altura hasta el falso techo por encima del cual, hasta la cara inferior del forjado, existe una barrera fónica que también se ha modelado.

Hay mamparas, con altura inferior, sin llegar al falso techo, para subdividir zonas administrativas. Una vez finalizado el modelado de las particiones se procedió a modelar todos los falsos techos, paso necesario para modelar los locales (o espacios) y evacuar así el modelo IFC, con la estructura y arquitectura (particiones y locales) necesario para realizar el modelado de las instalaciones (MEP), vinculadas al modelo, refiriéndolas localizadas por planta y local.

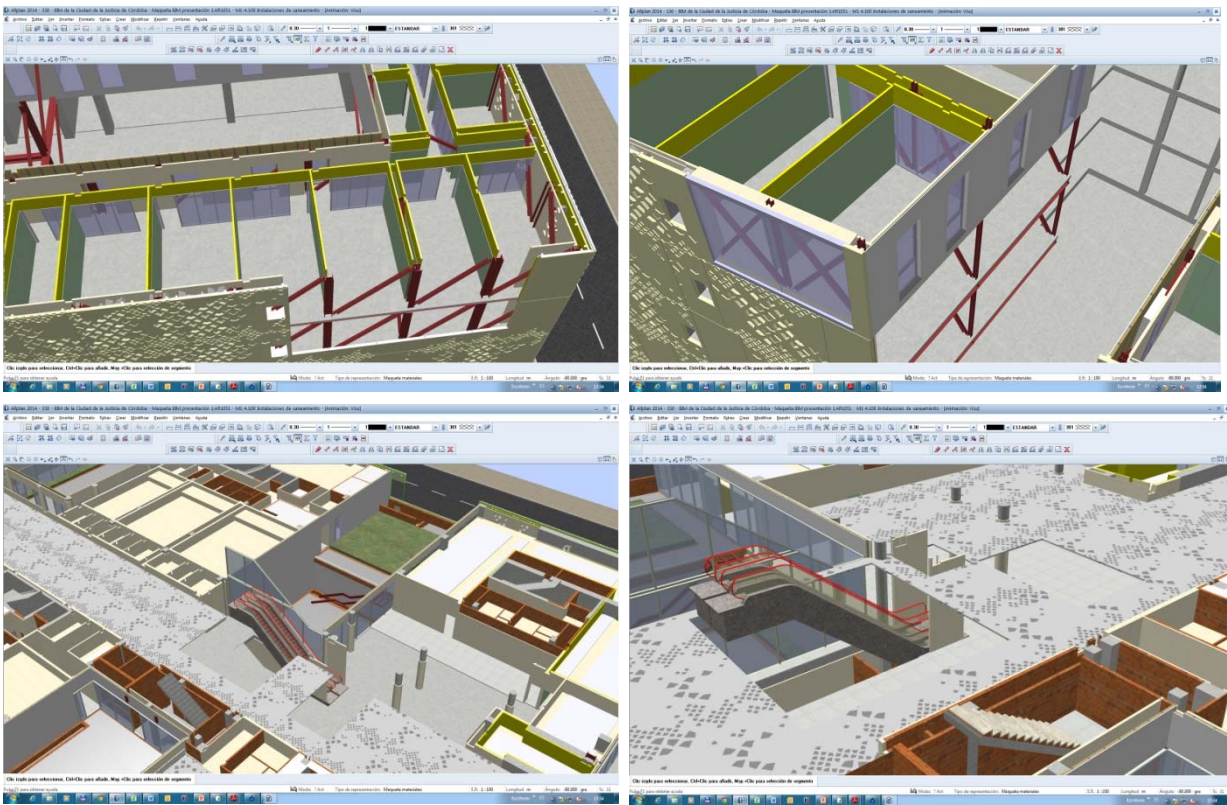


Figura 9. Otras particiones y falsos techos

Las interferencias que han surgido al modelar las instalaciones (MEP) con respecto a la estructura y arquitectura y con las distintas instalaciones entre sí, se han documentado de la forma ya indicada, para subsanar los conflictos por el Projectista.

Por último se han modelado todos los acabados de suelos y paredes, con los diferentes tipos de solerías, interiores o exteriores, y la terminación de las paredes con pinturas, aplacados o paneleados, así como todos los diferentes tipos de barandillas.

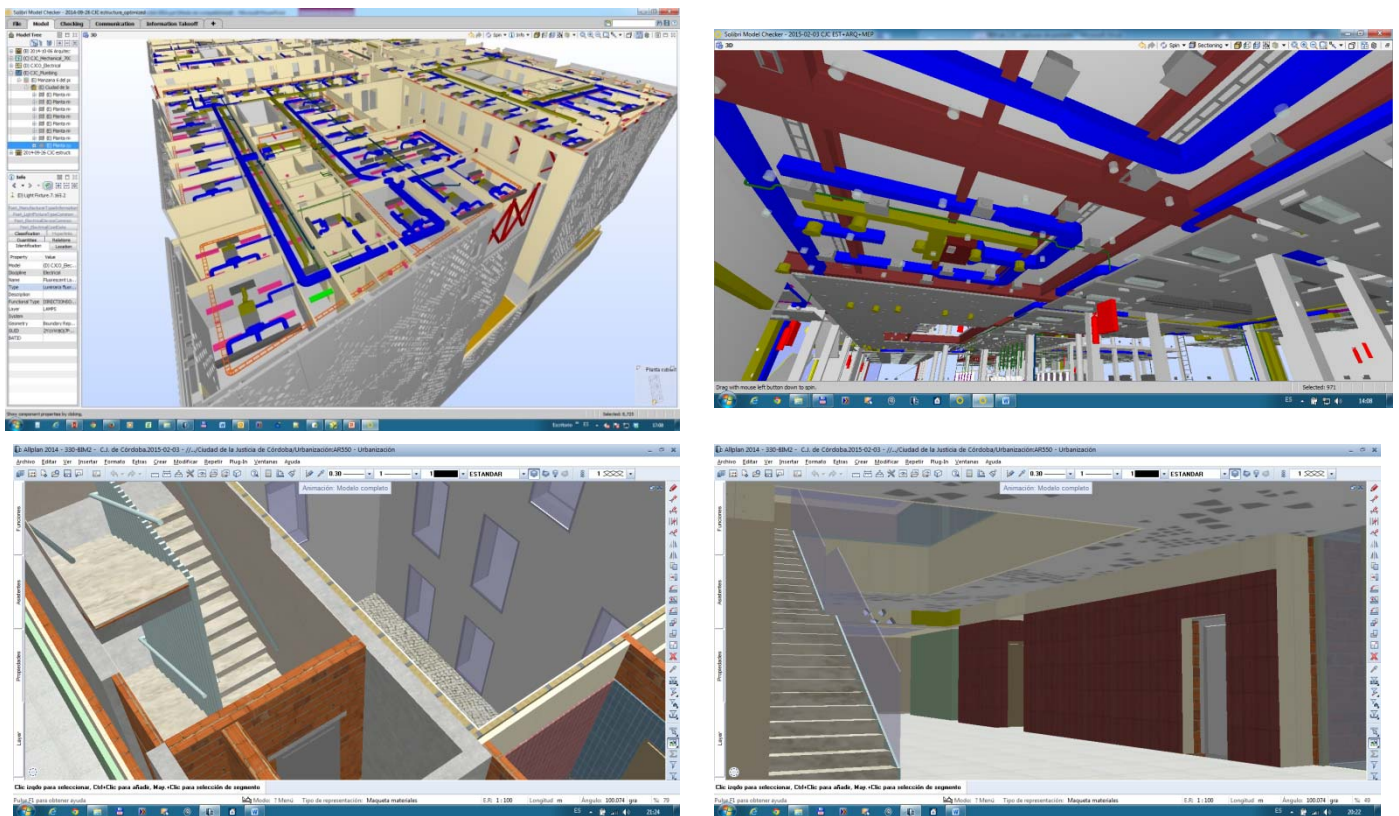


Figura 10. Instalaciones y acabados

Al terminar el modelado total del edificio, se han podido obtener del modelo los listados de todas las partidas de las mediciones, con los que, mediante el enlace bidireccional con Presto, obtenemos el documento de mediciones y presupuesto que se utiliza en la gestión de la obra. Las partidas quedan automáticamente localizadas en su módulo, planta y local.

Con estas mediciones y presupuesto en Presto se realizan las certificaciones, generándose los modelos BIM correspondientes a cada certificación debido a su relación bidireccional con Allplan.

Con estas mediciones y presupuesto en Presto se realizan las certificaciones, generándose los modelos BIM correspondientes a cada certificación debido a su relación bidireccional con Allplan.

BIM de la Ciudad de la Justicia de Córdoba

Mediciones

Traspaso de datos a programa de mediciones

Medición automática con Allplan

Codextxt_ID	Denominación	Función abreviada	Dimensiones	Cantidad Ud
1122Vaf000000799	Planta nivel +01 (101N)	Forjado	0,5114.604+14,224(2.370+0,5131.526+28.505) *18.238+29.586*7.955+2*(0,518.055*4.200)+0,5* (24.730+20.480)*28.539	1.802,254 m2
1122Vaf000000784	Planta nivel +01 (101N)	Viteco	(-0,837*4.804)	-42,833 m2
1122Vaf000000790	Planta nivel +01 (101N)	Viteco	(-4,675*0.918)	-4,290 m2
1122Vaf000000785	Planta nivel +01 (101N)	Viteco	(-2,850*1.503)	-4,275 m2
1122Vaf000000787	Planta nivel +01 (101N)	Viteco	(-1,975*1.950)	-3,852 m2
1122Vaf000000793	Planta nivel +01 (101N)	Viteco	(-1,975*1.950)	-3,851 m2
1122Vaf000000783	Planta nivel +01 (101N)	Viteco	(-1,950*1.650)	-3,210 m2
1122Vaf000000798	Planta nivel +01 (101N)	Viteco escalera	(-5,400*2.850)	-15,391 m2
1122Vaf000000795	Planta nivel +01 (101N)	Viteco escalera	(-5,250*2.850)	-14,964 m2
1122Vaf000000797	Planta nivel +01 (101N)	Zona nervada	(-0,51208.585+26.586*(3.578)+0,5* (-4.15725.922)+0,5*(0,864*4.157))	-110,372 m2
1122Vaf000000796	Planta nivel +01 (101N)	Zona losa maciza	(-10,839*7.232)	-78,396 m2
1122Vaf000000786	Planta nivel +01 (101N)	Zona losa maciza	(-2,850*1.800)	-5,131 m2
1122Vaf000000791	Planta nivel +01 (101N)	Zona losa maciza	(-2,850*1.800)	-5,131 m2

Salida desde Presto

PRESUPUESTO Y MEDICIONES
PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN DE LA CIUDAD DE LA JUSTICIA DE CO

CAPÍTULO 05 ESTRUCTURAS

65M m2 FORJADO HERRA ARM. CROUJ. RETIC. 20 cm ESP. HA-300/300. FORJADO BIDIRECCIONAL, DE 30 CM ESPESOR (20+30). RETICULA DE 70X75 ENTRE EJES FORMADO POR NERVIOS DE HORMIGÓN ARMADO HA-300/300 DE 15 CM DE ANCHO, CONSISTENCIA BLANDA Y TAMAÑO MÁXIMO DEL ARJÓO 20 MM, ARMADA CON ACERO B-500 SI EMBAJADO CE. SE CONCIERTE CON PLANOS Y SEGÚN NORMATIVA EHE 08, ALIGERADO CON BLOQUES PERMANENTES DE HORMIGÓN Y CAPA DE COMPRESIÓN DE 5 CM DE ESPESOR, INCLUIDO ACERO EN BARRAS CORRUGADAS, SOLAPES, DESPANTES, TOLERANCIAS Y ARMADURAS AUXILIARES PARA SU CORRECTO MONTAJE, P.P. DE LOSAS MACIZAS, MAJAZADO DE CAPITELES, NERVIOS PERIMENTRALES, JUNCHOS, VIDAS DE CUELLO, ENCORRADOS HORIZONTALES CON P.P. DE ELEMENTOS VERTICALES, DESINCORADO, ARCOS, PINTALAS NECESARIAS PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, REFUERZOS DE HUECOS, JUNTAS ESTRUCTURALES Y DE HORMIGÓN, PASOS DE TUBERÍA, RESERVAZ NECESARIAS, SUMINISTRO, VERTIDO Y BOMBEO DE HORMIGÓN, BARRIDO, CURADO, PUESTA EN OBRA DE MATERIALES Y ELEMENTOS AUXILIARES, CONSTRUCCIÓN SEGÚN EHE Y N.C.S.E.-02. MEDIO DE FUERZA Y FUERA DEJANDO HUECOS MAYORES DE 1,50 MCL.

Planta nivel +01 (101) Forjado 1.802,254
Planta nivel +01 (101) Viteco -3,22
Planta nivel +01 (101) Viteco -3,85
Planta nivel +01 (101) Viteco -3,85
Planta nivel +01 (101) Viteco -4,29
Planta nivel +01 (101) Viteco -42,833
Planta nivel +01 (101) Viteco -14,964
Planta nivel +01 (101) Viteco escalera -5,13
Planta nivel +01 (101) Viteco escalera -5,13
Planta nivel +01 (101) Zona losa maciza -78,396
Planta nivel +01 (101) Zona losa maciza -5,131
Planta nivel +01 (101) Zona losa maciza -5,131

TOTAL CAPÍTULO 05 ESTRUCTURAS 1.402,06 73,10 102.534,46

Figura 11. Mediciones vinculando el modelo de Allplan con Presto

BIM de la Ciudad de la Justicia de Córdoba

BIM 5D - Control de costes y tiempos

Certificaciones de obra se visualizan en la maqueta

Id	Descripción	Cant	Costo	Costo Total
1	FORJADO HERRA ARM. CROUJ. RETIC. 20 cm ESP. HA-300/300. FORJADO BIDIRECCIONAL, DE 30 CM ESPESOR (20+30). RETICULA DE 70X75 ENTRE EJES FORMADO POR NERVIOS DE HORMIGÓN ARMADO HA-300/300 DE 15 CM DE ANCHO, CONSISTENCIA BLANDA Y TAMAÑO MÁXIMO DEL ARJÓO 20 MM, ARMADA CON ACERO B-500 SI EMBAJADO CE. SE CONCIERTE CON PLANOS Y SEGÚN NORMATIVA EHE 08, ALIGERADO CON BLOQUES PERMANENTES DE HORMIGÓN Y CAPA DE COMPRESIÓN DE 5 CM DE ESPESOR, INCLUIDO ACERO EN BARRAS CORRUGADAS, SOLAPES, DESPANTES, TOLERANCIAS Y ARMADURAS AUXILIARES PARA SU CORRECTO MONTAJE, P.P. DE LOSAS MACIZAS, MAJAZADO DE CAPITELES, NERVIOS PERIMENTRALES, JUNCHOS, VIDAS DE CUELLO, ENCORRADOS HORIZONTALES CON P.P. DE ELEMENTOS VERTICALES, DESINCORADO, ARCOS, PINTALAS NECESARIAS PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, REFUERZOS DE HUECOS, JUNTAS ESTRUCTURALES Y DE HORMIGÓN, PASOS DE TUBERÍA, RESERVAZ NECESARIAS, SUMINISTRO, VERTIDO Y BOMBEO DE HORMIGÓN, BARRIDO, CURADO, PUESTA EN OBRA DE MATERIALES Y ELEMENTOS AUXILIARES, CONSTRUCCIÓN SEGÚN EHE Y N.C.S.E.-02. MEDIO DE FUERZA Y FUERA DEJANDO HUECOS MAYORES DE 1,50 MCL.	1.802,254	102.534,46	102.534,46

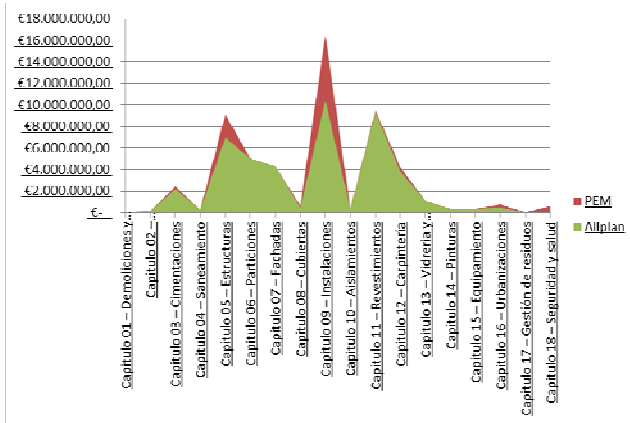
Figura 12. Planificación y gestión de costes

Se han hecho unas gráficas y tablas comparativas entre los diferentes capítulos del presupuesto PEM del PED y del obtenido automáticamente del BIM, que muestra valores alrededor del 81,55% de medición automática. Las dispersiones en este caso, se acentúan especialmente en dos campos: la estructura y las instalaciones. Son debidas a que no se ha medido el hierro del armado del hormigón de la estructura, por no haberse exigido en este caso, más la dispersión que supone el valor de todos los sistemas

informáticos de control de las instalaciones que tampoco se han modelado.

En consecuencia, todo lo que se modela se mide automáticamente, pero no siempre conviene modelar todo lo que se mide.

Esta experiencia pone de manifiesto y avala los beneficios económicos y operativos que, la tecnología BIM, aporta en todo el proceso de edificación, desde el diseño hasta el final de la vida útil de cualquier edificio.



PEM Completo			
Capítulo	Presupuesto	Porcentaje medible en Allplan	
Capítulo 01 – Demoliciones y trabajos previos	14.400,00 €	100,00%	14.400,00 €
Capítulo 02 – Acondicionamiento de terrenos	123.030,42 €	100,00%	123.030,42 €
Capítulo 03 – Cimentaciones	2.416.885,68 €	90,43%	2.185.624,87 €
Capítulo 04 – Saneamiento	266.075,21 €	100,00%	266.075,21 €
Capítulo 05 – Estructuras	9.116.988,54 €	76,27%	6.953.740,80 €
Capítulo 06 – Particiones	5.027.459,08 €	99,56%	5.005.462,05 €
Capítulo 07 – Fachadas	4.297.516,38 €	100,00%	4.297.516,38 €
Capítulo 08 – Cubiertas	637.249,13 €	69,60%	443.538,23 €
Capítulo 09 – Instalaciones	16.443.491,73 €	63,24%	10.399.201,92 €
Capítulo 10 – Aislamientos	344.581,63 €	84,05%	289.621,63 €
Capítulo 11 – Revestimientos	9.492.640,54 €	97,93%	9.296.154,58 €
Capítulo 12 – Carpintería	4.207.166,10 €	90,60%	3.811.540,37 €
Capítulo 13 – Vidriería y elaborados sintéticos	1.081.188,31 €	100,00%	1.081.188,31 €
Capítulo 14 – Pinturas	364.351,80 €	94,61%	344.708,87 €
Capítulo 15 – Equipamiento	370.690,79 €	100,00%	370.690,79 €
Capítulo 16 – Urbanizaciones	763.606,10 €	60,88%	464.872,53 €
Capítulo 17 – Gestión de residuos	11.593,37 €	0,00%	- €
Capítulo 18 – Seguridad y salud	625.555,31 €	0,00%	- €
Total	55.604.470,11 €	81,55%	45.347.366,94 €

Figura 13. Diferencias entre lo modelado y lo medido



FORMACIÓN IMPLEMENTACIÓN CONSULTORÍA

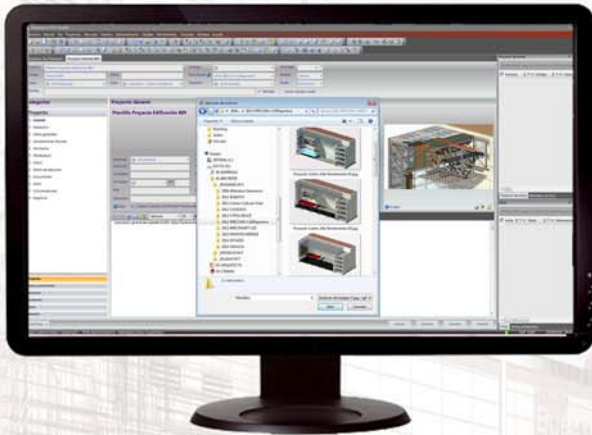
info@ibim.es www.ibim.es

PROFESIONALES DEL BIM APLICADO

Ibim Building Twice, SL es una empresa de servicios de consultoría relacionada con el uso y la implementación de la tecnología BIM. 7 años de experiencia integral en este campo: arquitectura, estructuras, instalaciones, mediciones, gestión y auditoría de modelos BIM.

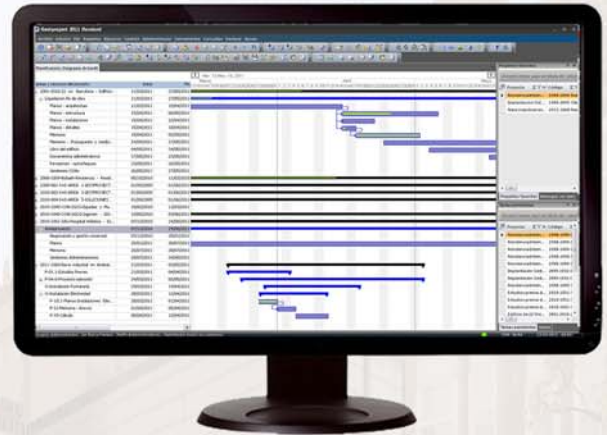
MAS BIM QUE NUNCA

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

La conexión entre el Project Management y el BIM

Miguel Ángel Álvarez Pérez

Arquitecto, PMP

Socio Director – TASK Architectural & BIM Management. Madrid. España

ma@taskabm.com

Manuel Bouzas Cavada

Arquitecto, PMP, LEED Green Associate, RIBA

Socio Director – TASK Architectural & BIM Management. Vigo. España

mb@taskabm.com

RESUMEN:

Building Information Modeling (BIM) está cambiando la forma de trabajar en la industria de la construcción en todo el mundo, y a medida que su implantación crece, simultáneamente crecen las mejoras producidas en términos de exactitud, eficacia, trabajo colaborativo, detección de interferencias, mejor entendimiento de los edificios y muchos otros aspectos.

BIM constituye toda una nueva metodología de trabajo y su comprensión y asunción es una necesidad para todas las organizaciones en el campo de la construcción, independientemente del papel que jueguen: Diseño, proyecto, construcción, suministro de materiales, agencia inmobiliaria etc.

Pero la aplicación de esta metodología no es solamente una cuestión referida a como modelar un edificio con este o aquel programa; nosotros creemos que por encima de todo es una cuestión de Project Management aplicado a BIM.

1 PRÓLOGO

Se acepta ya de forma general que BIM constituye un camino sin retorno para la industria de la construcción, sus múltiples ventajas y mejoras en relación con los métodos tradicionales de representación 2D son tan enormes, que aquella organización que ignore este cambio va a quedar muy pronto fuera del mercado.

En consecuencia cuanto antes nos acomodemos a esta nueva forma de trabajar, mejores serán los resultados que obtengamos con su aplicación.

BIM no es solamente una nueva forma de dibujar y representar planos para la construcción y posterior mantenimiento de un edificio, esto es solo parte del proceso, la más visual, quizás la de más fácil apren-

dizaje, y puede ser aquella a la que todos los focos apuntan, sino que BIM es una completa forma nueva de trabajar, una completa forma nueva de colaborar y un completo nuevo campo en el que las relaciones entre todos los componentes de un equipo de construcción se están desarrollando en muchos países, algo que va a crecer exponencialmente en los próximos años.

Es imposible llevar adelante todo esto sin la aplicación de un orden basado en las técnicas y procesos adecuados, aquellos que han dado apoyo durante muchos años a diferentes campos de la producción, y han demostrado ampliamente la necesidad de aplicarlos en cualquier organización que quiera obtener resultados ajustados. Esto es: Project Management (PM).

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto	4.4 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.5 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.6 Cerrar Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Tiempo del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar los Recursos de las Actividades 6.5 Estimar la Duración de las Actividades 6.6 Desarrollar el Cronograma		6.7 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costes del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Realizar el Aseguramiento de Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de los Recursos Humanos	9.2 Adquirir el Equipo del Proyecto 9.3 Desarrollar el Equipo del Proyecto 9.4 Dirigir el Equipo del Proyecto		
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Controlar las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos		11.6 Controlar los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	12.4 Cerrar las Adquisiciones
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar la Gestión de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Controlar la Participación de los Interesados	

Figura 1. Correspondencia entre Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos. (Fuente: Tabla 3-1 del PMBOOK 5ª ed.)

Entre las diferentes metodologías para aplicar las técnicas de PM, nosotros estamos familiarizados,

debido a nuestra condición de Project Management Professionals (PMP) Certificados, con aquellas que

propone el Project Management Institute (PMI), que se definen en el Project Management Body of Knowledge (GUIA del PMBOK), en este momento en su Quinta Edición.

Habiéndolos aplicado muchas veces en nuestras carreras como Arquitectos y Project & Construction Managers (P&CM) podemos asegurar que constituyen el mejor camino para implementar las técnicas de PM, y que esto dará una fuerte base para el éxito en el desarrollo de BIM en cualquier organización.

La pregunta, partiendo desde este punto, es cómo la aplicación de los procesos de la GUIA del PMBOK 5ª Edición, afectará positivamente a la nueva industria de la metodología BIM y cómo se puede implementar esta mejora.

Permitidnos presentar algunas cuestiones, que pueden darnos una idea sobre cómo la aplicación de estas técnicas influenciarán la futura aplicación de la metodología BIM

2 GUIA DEL PMBOK 5ª EDICIÓN: INTRODUCCION A LOS PROCESOS

El corazón de la GUIA del PMBOK 5ª EDICIÓN son los 47 procesos directivos que han de ser aplicados para el correcto Management de un Proyecto.

Están clasificados en 5 grupos de procesos: Iniciación, planificación, ejecución, monitorización y control y cierre.

También en 10 Áreas de Conocimiento del PM: Integración, Alcance, tiempo, coste, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgos, contratación e interesados (stakeholders).

Así mismo hay algunas restricciones que afectan al desarrollo de un proyecto, de forma positiva o negativa: Alcance, calidad, plazo, presupuesto, recursos y riesgos. (Ver Figura 1).

Entre estos 47 procesos, 24 pertenecen al grupo de procesos de planificación, lo que significa que tenemos que incidir especialmente en actividades de planificación antes de comenzar el desarrollo de un proyecto con BIM.

Solo 8 procesos pertenecen al grupo de procesos de ejecución, este es el motivo por el hemos dicho antes que poner preferentemente el foco de la enseñanza BIM en cómo utilizar la herramienta, es solo contemplar una pequeña parte de la metodología necesaria para aplicarla.

Por otra parte, 11 procesos pertenecen al grupo de procesos de monitorización y control, los cuales tienen que ser aplicados por los miembros del equipo especialmente dedicados a controlar cómo se están haciendo las cosas, e incluye más procesos que el propio grupo de ejecución. Normalmente se lleva a

cabo mediante una Project Management Office (PMO), un concepto que estudiaremos más adelante. Finalmente hay 2 procesos desarrollados en el grupo de procesos de iniciación y otros dos en el grupo de procesos de cierre.

La conclusión es que entre los 47 procesos, 35 de ellos están dedicados a planificar, monitorizar y controlar el proyecto, casi el 75% de esfuerzo de PM; esto debe mantenerse durante la aplicación de la metodología BIM a un proyecto.

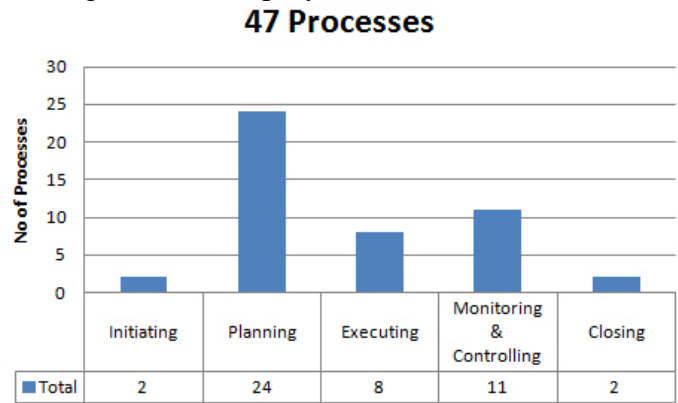


Figura 2. Distribución del número de procesos entre los grupos de procesos

Respecto a las áreas de conocimiento, podemos observar que aquella que tiene el mayor número de procesos es la gestión del tiempo del proyecto con siete, esto es porque afecta directamente a una de las restricciones más importantes: El Plazo.

Pero hay también tres áreas de conocimiento con seis procesos cada una: La gestión de la integración del proyecto, la gestión del alcance del proyecto, y la gestión de los riesgos del proyecto, éstas afectan de nuevo a importantes restricciones como: Alcance, calidad y riesgos.

Las siguientes áreas de conocimiento en número de procesos con cuatro son: La gestión del coste del proyecto, la gestión de los Recursos humanos del proyecto, la gestión de los contratos del proyecto y la gestión de los interesados (stakeholders) del proyecto, ellas afectan a: Presupuesto y recursos.

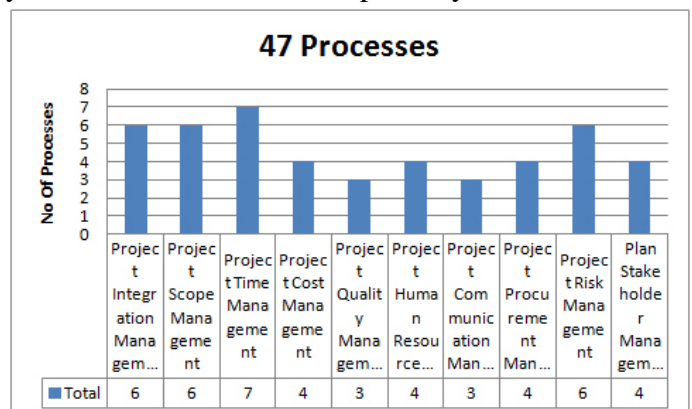


Figura 3. Distribución del número de procesos entre las áreas de conocimiento

Y finalmente hay solo dos áreas de conocimiento con tres procesos cada una, éstas son: Gestión de la calidad del proyecto, y gestión de las comunicaciones del proyecto, las cuales afectan a: Calidad y recursos.

Todo esto nos conduce a pensar cuánto puede ayudar la metodología BIM a la industria de la cons-

trucción, si se aplica correctamente mediante la adecuada metodología de PM, basada en todos los grupos de procesos y las áreas de conocimiento expresados anteriormente.

También es muy interesante observar la interacción entre todos estos procesos de Project Management, lo que puede contrastarse en la Figura 4.

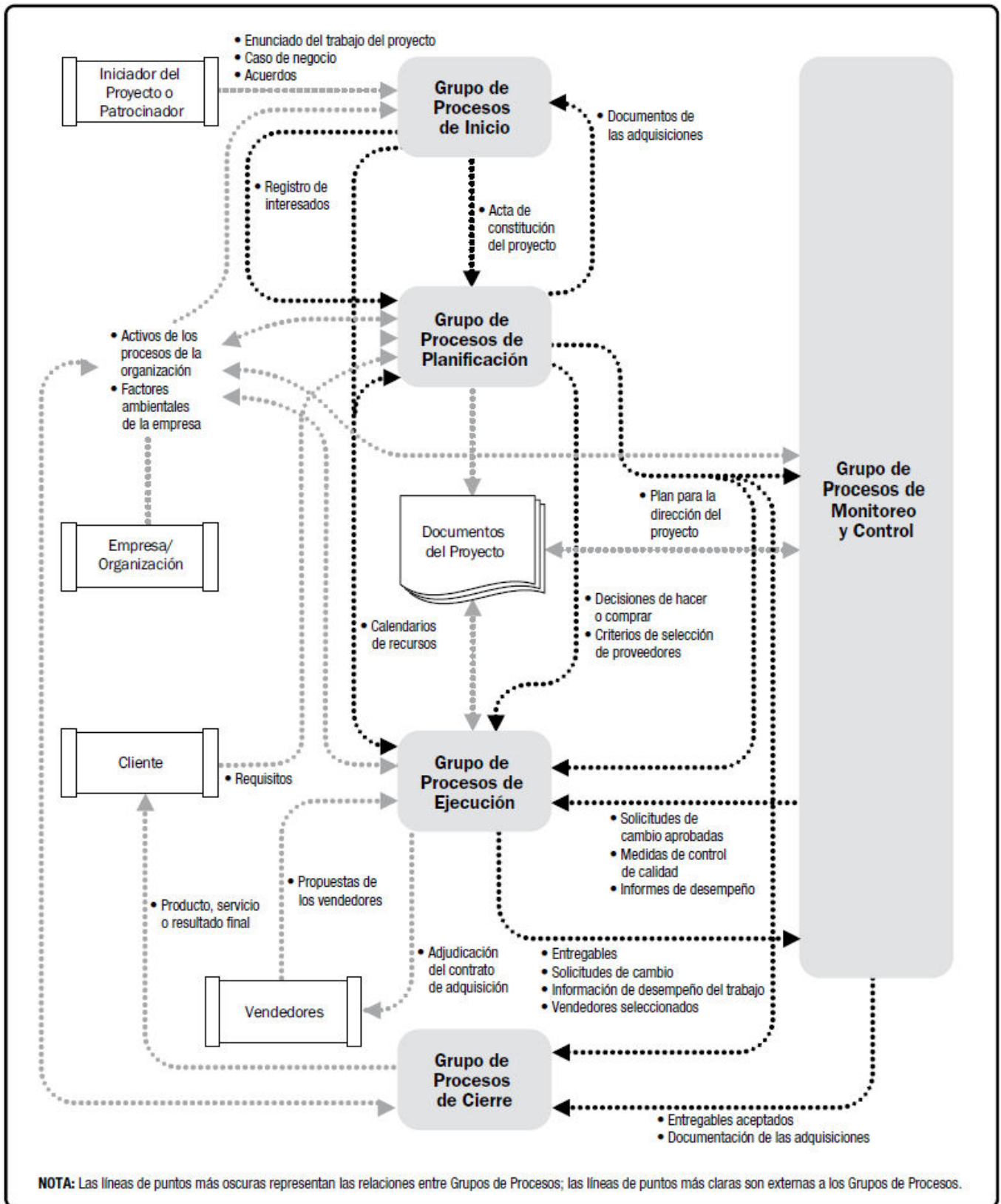


Figura 4. Interacción de los procesos de Project Management (Fuente: Gráfico 3-3 del PMBOOK 5ª ed.)

Podemos ver en la tabla anterior, que aunque el grupo de procesos de ejecución es el centro, esta siempre supervisado por los grupos procesos de monitorización y control y de planificación. La monitorización y control inciden en todo el ciclo de un proyecto y se deben mantener durante cada grupo de procesos en todas las organizaciones.

3 GUIA DEL PMBOK 5ª EDICION: INTRODUCCION A LA PMO

En relación con la PMO antes mencionada, es una necesidad habitual para una organización de determinado volumen.

El PMI en general pregunta por este aspecto para conocer de forma precisa el tamaño de una organización; aquellas que tienen PMO normalmente son más grandes que aquellas que no la tienen.

¿Qué es una PMO?

La GUIA del PMBOK 5ª EDICION define la PMO como “Una estructura de Management que estandariza los procesos relacionados con la gobernanza del proyecto y facilita compartir los recursos, metodologías, herramientas y técnicas.”

Hay varios tipos de PMO dependiendo del tamaño de la organización que la mantiene y el grado de control e influencia que posee.

Una PMO puede ser:

- De apoyo: Aquella que provee un papel consultivo para los proyectos. Su nivel de control es bajo.
- De control: Aquella que provee apoyo y conformidad para los proyectos de varias formas. Su nivel de control es moderado.
- Directiva: Aquella que ostenta el control completo de los proyectos gestionándolos directamente. Su nivel de control es alto.

Por tanto una PMO puede variar su papel desde un simple asesoramiento en procesos de PM hasta llegar a la completa dirección del proyecto.



Figura 5. Áreas de Gestión de una PMO Directiva

En nuestra opinión para proyectos con BIM es preferible que la PMO sea directiva, ya que la integración entre los procesos de PM y el desarrollo de un proyecto con BIM requiere una estructura sólida que dé un absoluto apoyo a todo el proceso, un control y monitorización permanentes de los diferentes pasos, así como una responsabilidad única para lograr el éxito del proyecto.

Esto es lo que nosotros denominamos: BIM Management Office (BMO).

4 GUIA DEL PMBOK 5ª EDICION: INTRODUCCION A LOS FACTORES AMBIENTALES DE LA EMRESA

En lo que respecta a la implantación de procesos de Architectural & BIM Management en una organización, es muy importante conocer a fondo los factores ambientales de la empresa, ya que esto afectará al grado de implantación necesario.

El trabajo de PM es algo que se hace a medida y no cualquier cosa es válida en todos los casos.

La GUIA del PMBOK 5ª EDICION enfatiza estas cuestiones y define: “Los factores ambientales de la empresa se refieren a condiciones, que sin estar bajo el control del equipo de proyecto, sin embargo influyen, limitan o dirigen el proyecto. Los factores ambientales de la empresa son considerados como entradas para la mayoría de los procesos de planificación, pueden incrementar o restringir las opciones de gestión del proyecto, y pueden tener una influencia positiva o negativa para el cliente.”



Figura 6. GUIA del PMBOK 5ª EDICION. Factores ambientales de la Empresa

Es necesario conocer perfectamente las necesidades reales de una organización respecto por ejemplo al grado de desarrollo de un proyecto con BIM, ya que la técnica permite alcanzar objetivos que pueden no ser necesarios para la empresa, lo que sería una

pérdida de tiempo y dinero, y finalmente un producto fallido para el equipo BIM.

5 GUIA DEL PMBOK 5ª EDICION: INTRODUCCIÓN AL PAPEL DEL PROJECT MANAGER

Entre las definiciones básicas de la GUIA del PMBOK 5ª EDICION es muy interesante centrarse en el papel del Project Manager, que se define como sigue:

“El project manager es la persona asignada por la organización ejecutante para liderar el equipo, que es responsable de alcanzar los objetivos del proyecto.”

Las condiciones básicas para asumir esta posición son:

- Conocimientos, referido a lo que el project manager sabe realmente sobre PM.
 - Rendimiento, referido a lo que el project manager es capaz de hacer aplicando sus conocimientos de project management.
 - Personales, referido a cómo se comporta el project manager cuando gestiona un proyecto. Esto incluye muchos aspectos: Eficacia, actitudes, características principales de su personalidad y liderazgo.
- Un project manager efectivo debe incluir además muchas habilidades interpersonales tales como:
- Liderazgo.
 - Espíritu de equipo.
 - Motivación.
 - Comunicación.
 - Influencia.
 - Toma de decisiones.



Figura 7. El Project Manager

- Conciencia política y cultural.
- Negociación.
- Mercedor de confianza.
- Gestión de conflictos, y
- Coaching.

6 GUIA DEL PMBOK 5ª EDICION: INTRODUCCION AL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

Cuando desarrollamos un proyecto tenemos que observar de forma completa el ciclo de vida del mismo y como las operaciones afectarán toda la vida de aquel proyecto.

Esto es especialmente interesante en lo que se refiere a las técnicas BIM ya que uno de sus valores más destacados es que BIM acompañará al edificio una vez construido y ofrecerá algunos de sus mejores logros en la fase de operación del mismo, cuando sea necesario aplicar Facility Management (FM)

Volviendo de nuevo a las definiciones de la GUIA del PMBOK 5ª EDICION, un ciclo de vida del proyecto está constituido por:

“Las series de fases por las que pasa un proyecto desde su iniciación hasta su cierre. Estas fases son generalmente secuenciales, y su nombre así como el número de ellas vienen determinados por las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones envueltas en el proyecto, la propia naturaleza del proyecto, y su área de aplicación.”

Por tanto podemos considerar la fase de operaciones como una más añadida al proyecto en forma de FM cuando la de construcción termina.

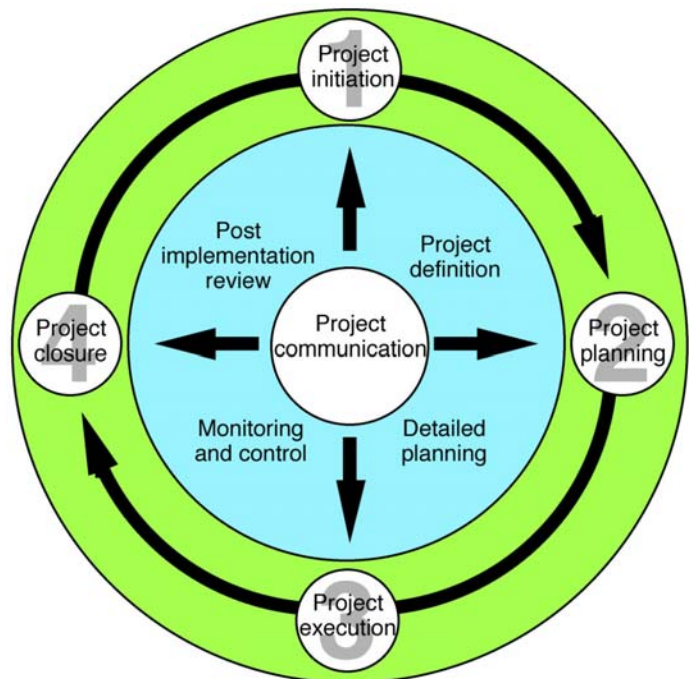


Figura 8. El Ciclo de Vida de un Proyecto

Esto es especialmente interesante para empresas patrimonialistas que van a alquilar u operar el edificio una vez terminada su construcción; BIM va a ayudar mucho en esta fase.

En consecuencia las fases normales de un ciclo de vida del proyecto son:

- Comienzo del proyecto.

- Organización y preparación.
- Llevar adelante el trabajo de proyecto.
- Cierre del proyecto.
- Mantenimiento post implementación.

7 LA TRASLACIÓN DE LOS CONCEPTOS ANTERIORES AL BIM MANAGEMENT

Todo lo que hemos estado repasando anteriormente, extraído de la GUIA del PMBOK 5ª EDICION, son los conceptos que tenemos que aplicar al BIM:

- Los procesos de PM para desarrollar un proyecto con BIM.
 - Un Project Manager que conduzca toda la aplicación de los procesos de PM: El BIM Manager (BM).
 - Una Project Management Office Directiva, con un buen equipo, que ayudará o monitorizará al BIM Manager en su trabajo: La BIM Management Office (BMO).
 - Contemplar siempre los Factores Ambientales de la Empresa antes de aplicar la metodología para hacer un trabajo a medida, que satisfaga las expectativas del cliente
 - Buenos Procesos de Planificación comenzando con el desarrollo de un Project Management Plan: El BIM Execution Plan (BEP).
 - Buenos Procesos de Monitorización y Control desarrollados por el BIM Manager y la BIM Management Office.
 - Buenos Procesos de Ejecución basados en las diferentes herramientas que existen en el mercado, buscando aquella que pueda encajar mejor en el entorno del cliente.
 - Acompañamiento del edificio a lo largo de todo su Ciclo de Vida con BIM, incluido el FM para la fase operativa.

8 EL BIM MANAGER

El BIM Manager es una persona fundamental para alcanzar el éxito en Architectural & BIM Management. Él/ella ha de disponer de todas las condiciones relevantes que antes hemos mencionado como project manager, y también además aquellas que su especialización requiere para desarrollar las siguientes tareas:

- Desarrolla el BEP a menos que la BMO lo haga.
- Dirige y coordina la BMO o es monitorizado por ella.
- Coordina el uso de BIM en el proyecto, determina el alcance de su uso, las actividades compartidas, el control de calidad, así como supervisa las

responsabilidades de modelización y documentos incluidos en el BEP.

- Es responsable de la ejecución del BIM Management, así como de cualquier descuido o cambio en el modelo.
 - Asegura el desarrollo y adaptación al BEP aprobado, bajo las directivas de la Building Management Office (BMO).
 - Coordina la preparación del equipo en materia de software y la gestión de archivos.
 - Coordina el desarrollo BIM con el Equipo de Diseño.
 - Prepara las reuniones de coordinación con los técnicos BIM.
 - Asegura que BIM se opera correctamente para alcanzar los objetivos de la organización.
 - Supervisa la coordinación/detección de interferencias del modelo con el Equipo de Diseño.
 - Provee especificaciones para la coordinación BIM con el Contratista General.
 - Coordina la puesta al día de las condiciones as-built en el entregable que constituye el Modelo Final.
 - Cuando termina la fase de construcción, coordina y aplica todas las tareas antes mencionadas al trabajo de FM.

Para afrontar este desafío hay varias características que esta persona debe cumplir:

- Experiencia profesional en todas las fases de un proyecto de construcción, incluyendo las fases conceptual y esquemática, con una experiencia avanzada en desarrollo de diseño, documentos constructivos y gestión de la construcción (mínimo 5 años de preparación continua).

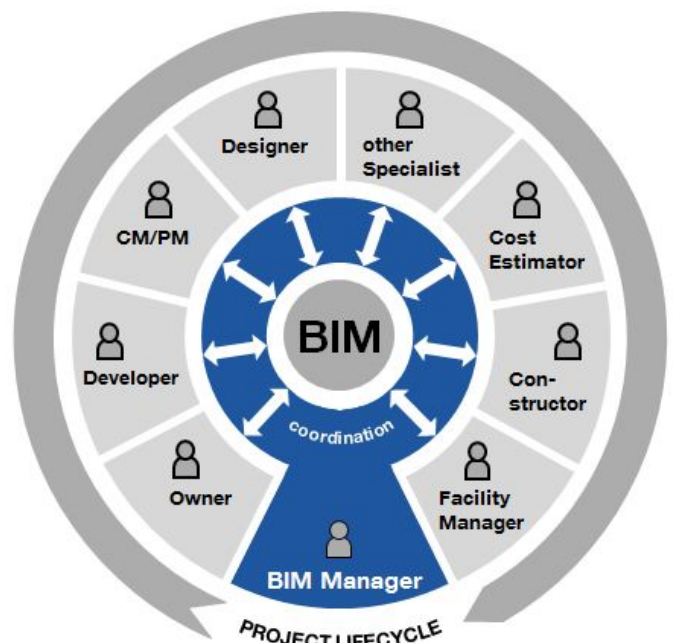


Figura 9. El BIM Manager

- Experiencia demostrable en liderar equipos de redacción de proyectos.
- Conocimiento avanzado demostrable de materiales de construcción, detalles constructivos y técnicas de construcción, selección de sistemas de construcción, principios de ingeniería relacionada y normas constructivas aplicables a los proyectos
- Conocimiento avanzado demostrable y experiencia en técnicas de PM bajo las normas de la GUIA del PMBOK 5ª EDICIÓN.
- Conocimientos avanzados demostrables y experiencia en trabajar con programas BIM, incorporando trabajo con multiusuarios en equipo de proyectos BIM.

9 EL BIM EXECUTION PLAN

Siguiendo la que consideramos la mejor publicación en la material: La Guía de Planeamiento del BIM

Execution Plan (BEP) publicada por la Universidad de Pennsylvania, que en este momento está en su Versión 2.1 publicada en Mayo de 2011, creemos que es la perfecta compañera para la GUIA del PMBOK 5ª EDICION.

“Los cuatro pasos del proceso incluyen:

- 1) Identificar el alto valor del uso de BIM durante las fases de planeamiento del proyecto, diseño, construcción y operación.
- 2) Diseñar el proceso de ejecución BIM mediante la creación de mapas de proceso.
- 3) Definir los entregables BIM en la forma de información de intercambio.
- 4) Desarrollar la infraestructura en forma de contratos, procedimientos de comunicación, tecnología y control de calidad para apoyar la implementación.”

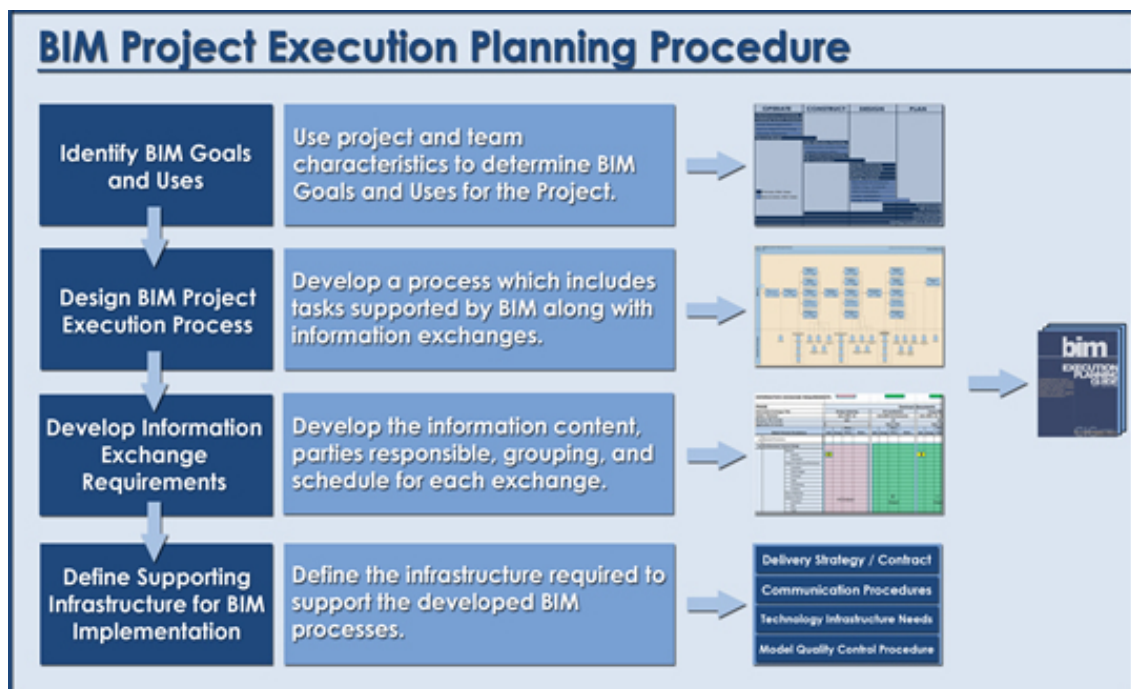


Figura 10. El Procedimiento del BIM Project Execution Plan. (Fuente: Figura i-1 de la Guía del Building Project Execution Plan, version 2.1 mayo de 2011)

Tal y como se expresa en la misma:

“Mediante la aplicación de un BIM Plan, los miembros de equipo de proyecto pueden alcanzar los siguientes valores:

- 1) Todas las partes entenderán claramente y comunicarán los objetivos estratégicos de implementar BIM en el proyecto.
- 2) Las Organizaciones entenderán sus papeles y responsabilidades en la implementación.
- 3) El equipo será capaz de diseñar un proceso de ejecución que será ajustado correctamente para el

cometido de la práctica de cada miembro del equipo y el característico flujo de trabajo de la organización

4) El plan contendrá esquemas de recursos adicionales, preparación, u otras competencias necesarias para que BIM sea implementado con éxito en orden a los usos pretendidos.

5) El plan proveerá un patrón para describir el proceso a futuros participantes que se unan al proyecto

6) Las divisiones de compras serán capaces de definir un lenguaje de contratos que asegure que todos los participantes en el proyecto cumplen con sus obligaciones.

7) La línea base del plan será la meta para medir el progreso a lo largo de todo el proyecto". Todas estas técnicas han de ser desarrolladas para cada proyecto BIM y su resultado: El BEP, constituirá la línea base para cualquier proyecto con PM aplicado a BIM.

10 LA BIM MANAGEMENT OFFICE (BMO)

La BMO tiene que sostener la aplicación del PM al proyecto BIM por varios caminos tal y como expresa la GUIA del PMBOK 5ª EDICION, pero aplicándolo expresamente al BIM:

- Gestionando los recursos compartidos en todos los proyectos administrados por la BMO, en caso de que su función se aplique a más de un proyecto (Program Management).
- Identificando y desarrollando la metodología de project management, las buenas prácticas y las normas aplicadas a los proyectos
- Realizando coaching, mentorización, entrenamiento y supervisión de los Proyectos BIM.
- Monitorizando el cumplimiento de las normas de project management aplicado al BIM, políticas, procesos, y plantillas, mediante auditorias de proyecto
- Desarrollando y gestionando las políticas de Proyectos BIM, procesos, plantillas y otra documentación compartida
- Coordinando la comunicación entre los proyectos BIM.

La BMO puede ser dirigida por el propio BIM Manager, puede ser una organización que estando por encima suyo supervise uno o varios proyectos, o puede encargarse solamente de vigilar la correcta aplicación de los procesos de PM al proyecto BIM.

11 CONCLUSIONES

- BIM es una metodología de trabajo integrado.
- BIM solo es valioso si para su desarrollo se aplican procedimientos de Project Management.
- BIM es un profundo cambio de mentalidad y metodología, la aplicación de la metodología PM para desarrollar un proyecto es: Architectural & BIM Management.
- BIM se aplica a equipos multidisciplinares y colaborativos y esto tiene que ser supervisado mediante técnicas de Project Management.
- BIM es orden y sistematización y su éxito solamente se puede alcanzar con técnicas de Project Management.
- BIM establece un camino fácil y definitivo de trabajo en equipos equilibrados en los que todo el mundo es igualmente importante y tiene que des-

arrollar su papel en colaboración con los demás miembros, buscando un único objetivo: La satisfacción del cliente con el proyecto

12 BIBLIOGRAFIA

GUIA del PMBOK 5ª EDICION
Norma Americana ANSI/PM 99-001-2013
Publicada por: The Project Management Institute (PMI), Inc. 2013


BIM. Operate. Construct. Design. Plan
PROJECT EXECUTION PLANNING GUIDE
VERSION 2.1 Publicada – Mayo 2011
Un Proyecto de la Alianza Building SMART
Publicado por: The Computer Integrated Construction Research Program y la Universidad del Estado de Pennsylvania

BIM Overlay to the RIBA Outline
Plan of Work
Editado por Dale Sinclair en Mayo de 2012
Publicado por: The Royal Institute of British Architects (RIBA), 2012

IPD Case Studies
AIA, AIA Minnesota, School of Architecture-
Universidad de Minnesota, Marzo 2012
Publicado por: The American Institute of Architects (AIA)

BUILDING INFORMATION MODEL (BIM)
PROTOCOL
CIC/BIM Pro, primera edición 2013
Publicado por: The Construction Industry Council (CIC), 2013

The VA BIM Guide v1.0 April 2010
Publicado por: The U.S. Department of Veteran Affairs, 2010



**Sabemos
la importancia de
gestionar bien
un proyecto
desde el principio**



**Especialistas en
gestión y consultoría
Project BIM Management**

www.sachconsulting.com



Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España.

Javier Alonso Madrid

Atanga. Madr. España

javier@alonsomadrid.com

RESUMEN:

Un breve paseo por las definiciones internacionalmente reconocidas de los niveles de desarrollo LOD vinculados a un proceso Building Information Modelling BIM, especificando su relación con el modelo y las partes de este. Además, una ampliación de los mismos según reflexiones propias de la experiencia profesional para ampliar estos niveles de desarrollo, según se promueve en sus definiciones, incluyendo niveles de maduración propias de la implantación en el entorno o rehabilitación, adaptación a normas urbanísticas y reglamentos técnicos, así como el proceso obligado de reciclado de los elementos de un edificio o la relación inmediata entre BIM y modelos virtuales ajenos al proceso constructivo tradicional.

Finalmente, un análisis de la documentación propia de un proyecto en España, según las diferentes normativas y regulaciones como el Código técnico de la edificación CTE o el Manual de Calidad del Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España CSCAE, y su compleja relación con las definiciones anteriores de nivel de desarrollo de cada uno de los elementos de un modelo BIM.



Figura 1. Esquema gráfico del concepto del LOD

1 DEFINICIONES

El acrónimo LOD se corresponde a dos definiciones distintas y que pueden generar confusiones.

1.1 LOD como Nivel de Detalle

El Nivel de Detalle (Level Of Detail) se corresponde a la evolución lineal de cantidad y riqueza de información de un proceso constructivo; siempre aumenta con el tiempo y se refiere al modelo de proyecto, los costes/presupuestos y la planificación temporal. Inicialmente definida por la empresa Vico

(actualmente dentro del grupo Trimble y originalmente vinculada a Graphisoft) convive con dificultad y dando lugar a errores de interpretación con el acrónimo LOD del Nivel de Desarrollo (Level of Development).

En la “Singapore BIM Guide” v1.0 Mayo 2012 se establece un interesante paralelismo entre las fases del proyecto, los niveles de detalle, y las escalas de los entregables. Esta clasificación es válida para procesos tradicionales de desarrollo de proyecto, en los que la evolución de la información en cantidad y calidad era lineal y siempre en avance. En la actualidad, la forma de trabajar colaborativa establece pautas distintas, con continuas revisiones y

variedad de agentes con capacidad de decisión y modificación del proyecto.

Los grados de detalle vienen determinados por letras (A, B, C...) o letras y números (G0, G1, G2...) según el país de origen en la definición a tener en cuenta.

Las normas y publicaciones inglesas PAS 1192-2/3/4 y BS 8541:2011 definen esos niveles (A.78: Esquemático, Conceptual y Definido), así como interesantes conceptos: Level of definition, Level of model detail, Level of model information, etc.

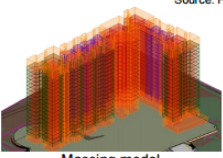

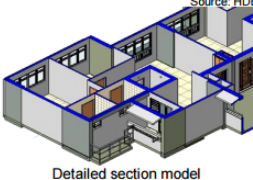
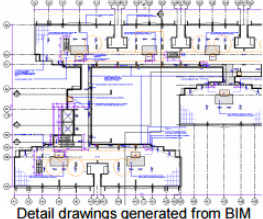
Project Stages • Milestones	2D Drawing Scales	BIM Deliverables	
		General Level of Detail of each BIM Model Element / Assembly	Examples
Conceptual Design • Outline Planning Permission • Project feasibility	1:200 to 1:1000	Building massing studies or other forms of data representation with indicative dimensions, area, volume, location and orientation	 Source: HDB Massing model
Schematic / Preliminary Design • Planning Approval • Design & Build Tender Documentation	1:200	Generalized building component or system with approximate dimensions, shape, location, orientation, and quantity. Non-geometric properties may be provided.	 Source: HDB Preliminary design model
Detailed Design • Building Plan Approval • Continued Design & Build Tender Documentation; or • Design-Bid-Build Tender Documentation	1:100	More detailed version of a generalized building component or system with accurate dimensions, shape, location, orientation, and quantity. Non-geometric properties should be provided.	 Source: HDB Detailed section model  Detail drawings generated from BIM

Figura 2. Singapore BIM Guide 2012” v1.0

1.2 LOD como Nivel de Desarrollo

El LOD como Level of Development define el nivel de desarrollo o madurez de información que posee un elemento del modelo, y este es la parte de un componente, sistema constructivo o montaje del edificio (arts. 1.2.2 y 1.2.3 del documento “E-202 Building Information Modeling Protocol” del American Institute of Architects AIA 2008).

Conviene aclarar que el LOD en ningún caso se refiere a la totalidad del proyecto y tampoco tiene vinculación con la fase de desarrollo o construcción. El estándar definido por el documento E-203 incluye la capacidad de incluir elementos no modelados (denominados “NM”) en la clasificación global

(MET - Tabla de Elementos del Modelo). Estos son aquellos elementos para los que no existe intención de modelado en ningún estado del proyecto o construcción, remarcando la atención sobre aquellos elementos que no forman parte del proyecto y los que si que lo hacen pero no se modelan.

Esta flexibilidad beneficia la metodologías de modelado orientados a la valoración y mantenimiento, facilitando la ligereza de información geométrica en los modelos sin perder por ello fiabilidad en el conjunto.



Figura 3. BIMforum 2013 – LOD specification

Este mismo documento determina en la tabla MET para cada elemento constructivo su LOD (Tabla 3.3 y ficha G202-2013) y su MEA (Model Element Author).

1.3 Determinación de los Niveles de Desarrollo

La clasificación numeral de los LOD se desarrollan inicialmente en el documento E-202 del año 2008 por el AIA (American Institute of Architects), posteriormente se amplía su definición en el año 2013 mediante el documento G202, también del AIA, hasta la última definición popularmente admitida de Diciembre del 2014 elaborada en el BIMForum, con permisos para estar basados en las anteriores e incluyendo nuevos detalles. Este foro está promovido por la asociación “AGC of America” (Associated General Contractors of America) y el AIA (American Institute of Architects), contando con la colaboración de otras organizaciones (NIBS, NIST, IAI, C3T, 3xPT, CURT, etc.).

Con independencia de los derechos de copyright de todos estos documentos, en G202 se indica de forma explícita la capacidad de cualquier agente para adaptar, modificar e incorporar nuevas definiciones de LOD, como ocurrió en este BIMforum de 2014 y el presente documento.

Todos los niveles están determinados por:

B20 Exterior Vertical Enclosures

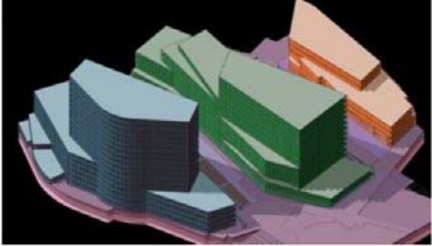
100	Solid mass model representing overall building volume; or, schematic wall elements that are not distinguishable by type or material. Assembly depth/thickness and locations still flexible.	
-----	--	--

Figura 6. Extracto de “Level of Development Specification – 19 Abril 2013 – BIMFORUM”

1.4 LOD 100

Es el nivel básico en el que se enumeran los elementos conceptuales de un proyecto, con el grado de definición definido por:

Requerimientos:

El elemento objeto puede estar representado por un símbolo o representación genérica. No es necesaria su definición geométrica aunque este puede depender de otros objetos definidos gráfica y geoméricamente. Muchos elementos pueden permanecer en este nivel de desarrollo en fases muy avanzadas del proyecto.

Usos:

- Análisis: En base a dimensiones geométricas (si existen), orientación y ubicación, así como relación con otros elementos.
- Coste: estimación de costes en relación a datos como área, volumen o similares (unidades, por ejemplo). Habitualmente el parámetro de mayor utilidad en este LOD.
- Programación: el elemento puede ser utilizado para determinación de fases y duraciones.
- Coordinación: No aplicable.
- Otros: a definir por este LOD o siguientes.

1.5 LOD 200

Es el nivel en el que se definen gráficamente el elemento, especificando aproximadamente cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto. Puede incluir información no gráfica.

Requerimientos:

El elemento objeto está determinado por su posición y ya posee una definición geométrica no completa. Tiene los datos aproximados de dimensiones, forma, ubicación y orientación. Su uso está vinculado a elementos genéricos o cuyas definiciones detalladas vienen dadas por agentes externos al proyecto.

Es el LOD más bajo en el que se indica la posibilidad de incluir información no gráfica de un elemento, como puede ser el coste real (no estimado del LOD 100), así como características de envolventes, pesos, fabricantes y manuales de mantenimiento.

Usos:

- Análisis: El Elemento puede ser analizado para su funcionamiento en base al uso de criterios generales del proyecto.
- Coste: Estimación avanzada de costes vinculados a datos geométricos y de cantidades propios de este nivel. Este coste deriva del propio elemento y no de otros elementos.
- Programación: El elemento puede ser utilizado para mostrar planificaciones de tiempos y criterios de prioridades.
- Coordinación: El elemento puede ser utilizado para coordinarse con otros elementos del proyecto en base a dimensiones, ubicación, trayectorias y distancias respecto a otros.
- Otros: a definir por este LOD o siguientes.

Por ejemplo, una fachada puede estar definida por su tipología y forma (fachada curva de Ladrillo cara vista) pero sin llegar a determinar su composición de capas o sistemas constructivos (espesores, materiales, etc) y su estimación de coste depende de su longitud y superficie propios, no de los de la superficie de cada planta del edificio.

1.6 LOD 300

Es el nivel en el que se definen gráficamente el elemento, especificando de forma precisa cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto. Puede incluir información no gráfica.

Requerimientos:

El elemento objeto está definido geoméricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación.

También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica vinculada al elemento.

Usos:

- **Análisis:** El Elemento puede ser analizado para su funcionamiento en base al uso de criterios específicos del propio elemento. Puede requerir información no gráfica complementaria.
- **Coste:** Valoración específica y precisa del elemento en base a datos concretos de fabricación y puesta en obra.

- **Programación:** El elemento puede ser utilizado para mostrar planificaciones de tiempos y criterios de prioridades.
- **Coordinación:** El elemento puede ser utilizado para coordinarse con otros elementos del proyecto en base a dimensiones, ubicación, trayectorias y distancias respecto a otros.
- **Otros:** A definir por este LOD o siguientes.

B2010 – Exterior Walls

Solid wall construction that is composite in nature; in other words, multiple layers of materials to form an overall assembly.



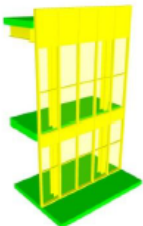
100	See B20	
200	Generic wall objects separated by type of material (e.g. brick wall vs. terracotta). Approximate overall wall thickness represented by a single assembly. Layouts and locations still flexible.	
300	Composite model assembly with specific overall thickness that accounts for veneer, structure, insulation, air space, and interior skin specified for the wall system. (Refer to LOD350 and LOD400 for individually modeled elements) Penetrations are modeled to nominal dimensions for major wall openings such as windows, doors, and large mechanical elements. Required non-graphic information associated with model elements includes: <ul style="list-style-type: none"> • Wall type • Materials 	
350	A composite wall assembly may be considered for LOD350 only if hosted objects such as windows and doors are provided at a minimum of LOD350. Main structural members such as headers and jambs at openings are modeled within the composite assembly.	

Figura 7. Extracto de “Level of Development Specification – 19 Abril 2013 – BIMFORUM”

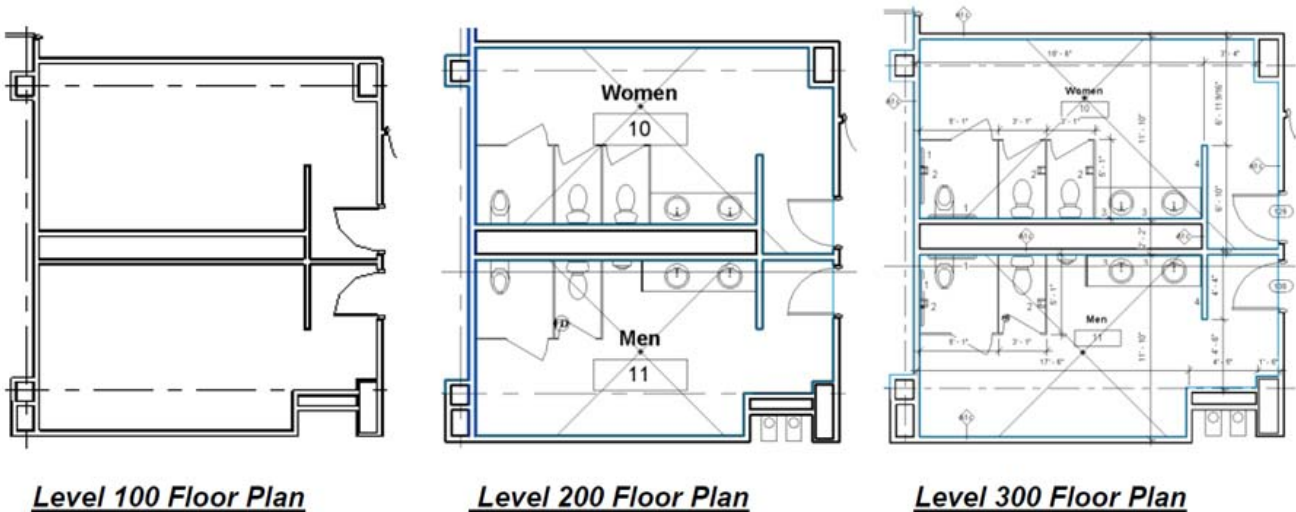


Figura 8. Representación de un miembro anónimo de LOD Work Group. Fuente: www.allthingsbim.com

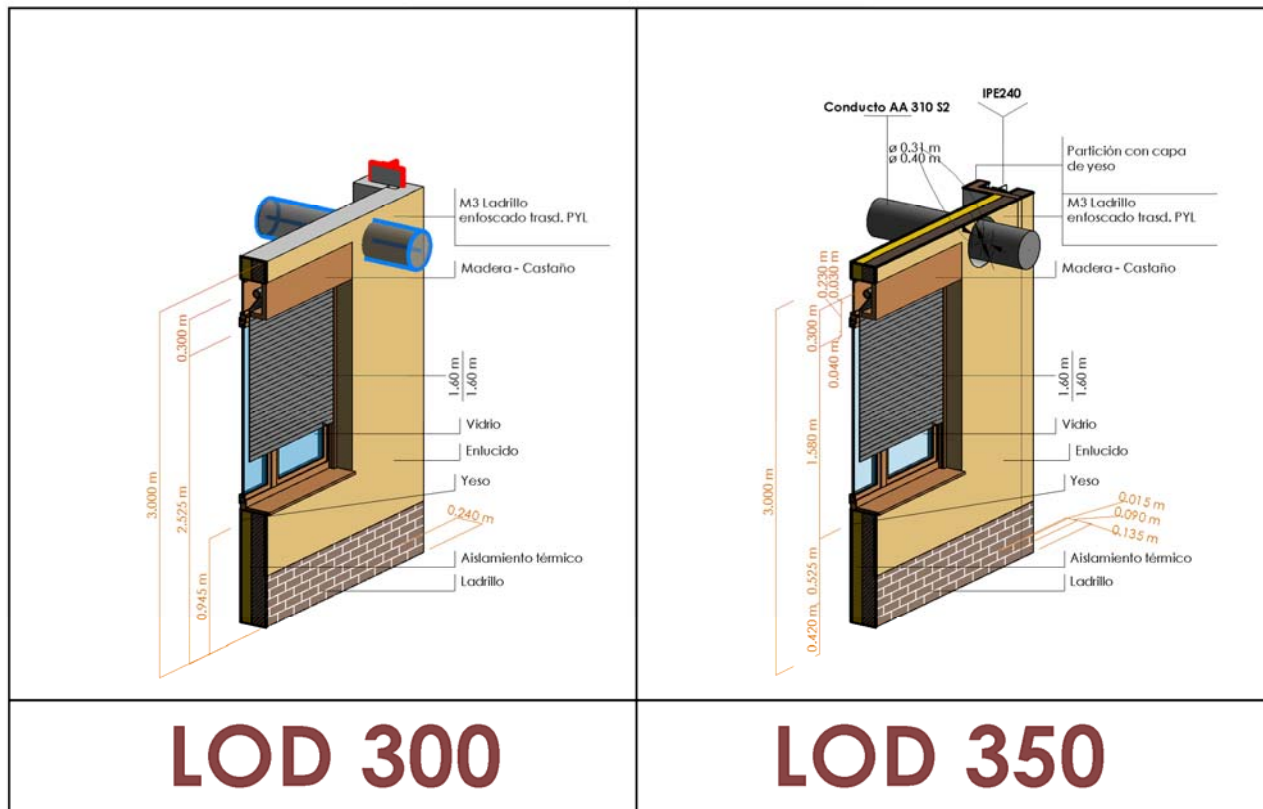


Figura 9. Esquema gráfico de niveles de desarrollo LOD 300 y 350. Fuente propia

1.7 LOD 350

Equivalente al nivel LOD 300 pero incluyendo la detección de interferencias entre distintos elementos. Es propio de proyectos complejos desarrollados independientemente por disciplinas u otra desagregación de proyecto específica.

Afecta al análisis, Programación y coordinación del proyecto. Ocasionalmente, al coste por elemento y conjunto.

Habitualmente, modifica la totalidad del proyecto respecto a LOD 300 según criterios definidos en los que suele ser prioritario el respeto a la estructura frente a instalaciones, y estas frente a arquitectura. Requieren de una perfecta coordinación entre todos los agentes y las distintas disciplinas y subdisciplinas para una correcta ejecución en obra y una drástico reducción de errores y modificaciones en esta.

1.8 LOD 400

Requerimientos:

El elemento objeto está definido geométricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación con detallado completo, información

de fabricación específica para el proyecto, puesta en obra/montaje e instalación. También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica vinculada al elemento.

Usos:

- **Análisis:** El Elemento puede ser analizado para su funcionamiento en base al uso de criterios específicos del propio elemento y los sistemas o conjuntos constructivos a los que pertenece. Puede requerir información no gráfica complementaria.
- **Coste:** Valoración específica y precisa del elemento en base a datos concretos de fabricación y puesta en obra según precio de compra del mismo.
- **Programación:** El elemento puede ser utilizado para mostrar planificaciones de tiempos y criterios de prioridades, así como plazos de fabricación y tareas vinculadas a esta.
- **Coordinación:** El elemento puede ser utilizado para coordinarse con otros elementos del proyecto en base a dimensiones, ubicación, trayectorias y distancias respecto a otros, incluyendo datos de uso y mantenimiento específicos. Se

incluye la detección de colisiones entre elementos

Otros: Solo aplicable a los elementos con necesidades específicas de este LOD, similares a los del LOD 300 pero con mayor precisión.

B1010.10 – Floor Structural Frame (Steel Framing Bracing Rods)

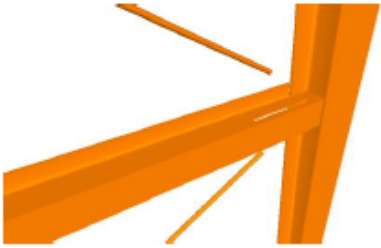
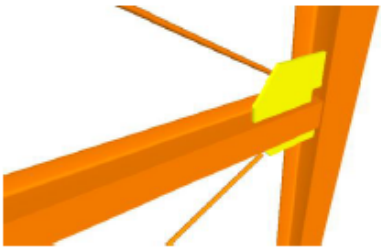
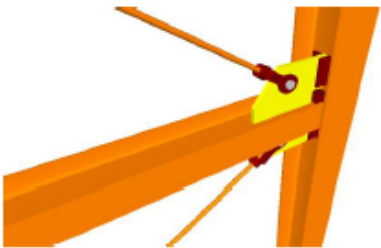
100	See B10	
200	See B1010	
300	<p>Element modeling to include:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Specific sizes of main structural braces modeled per defined structural grid <p>Required non-graphic information associated with model elements includes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Structural steel materials 	
350	<p>Element modeling to include:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connection details • Actual elevations and location of member connections • Large elements of typical connections applied to all structural steel connections such as base plates, gusset plates, anchor rods, etc. • Any miscellaneous steel members with correct orientation 	
400	<p>Element modeling to include:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welds • Clevis • Bolts, washers, nuts, etc. • All assembly elements 	

Figura 10. Extracto de “Level of Development Specification – 19 Abril 2013 – BIMFORUM”

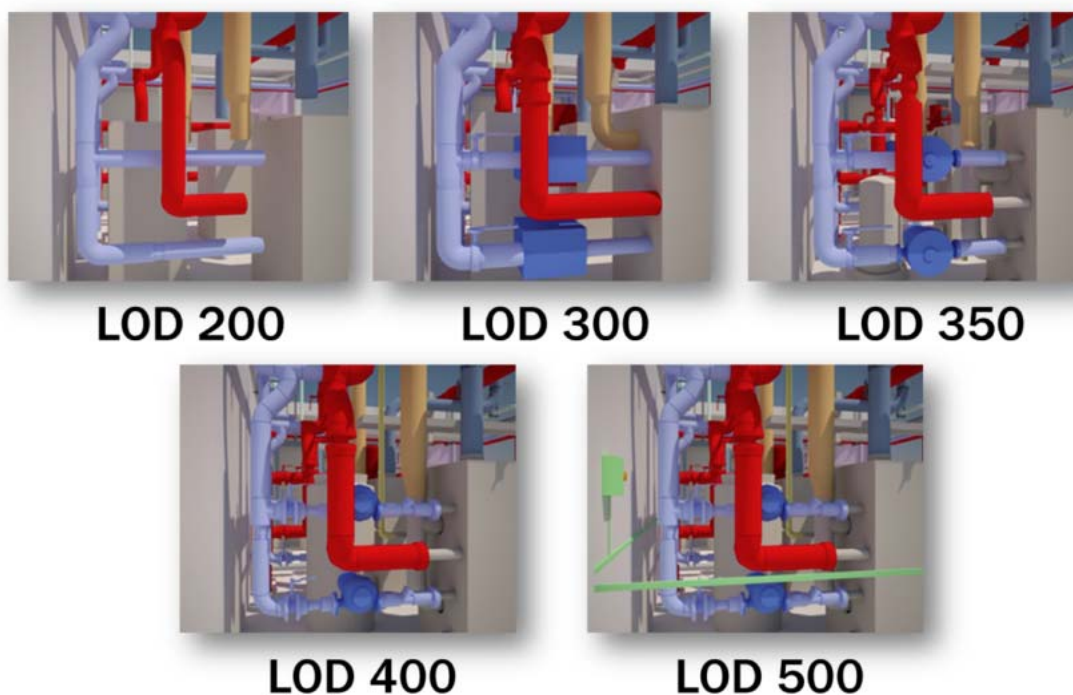


Figura 11. Trimble MEP Services Group

1.9 LOD 500

Requerimientos:

El elemento objeto está definido geoméricamente en detalle, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación.

También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica vinculada al elemento.

Se verifica la información de este nivel en relación al proceso constructivo finalizado (“as built”) y no es aplicable a todos los elementos del proyecto. El criterio válido será definido por la propiedad y las normativas correspondientes. La información de este nivel sustituye a las equivalentes de otros niveles inferiores en todos los casos.

Elementos del modelo pueden estar definidos a nivel de LOD 500 sin haberlo hecho en niveles anteriores

y se incluirá siempre el autor del mismo como agente responsable de su ejecución.

Usos:

El uso del nivel LOD 500 está vinculado al futuro y puede incluir: determinación de estado actual, especificaciones y aprobaciones de productos, uso y mantenimientos directos o indirectos, gestión y explotación, así como renovaciones y modificaciones.

2 INNOVACIONES

En base a la libertad que otorga el documento G202 permitiendo al usuario la creación de nuevos niveles de LOD a implementar en la fase de proyecto, incluimos los siguientes como nuevas aportaciones a las definiciones ya existentes:



Figura 12. LOD 000. Fuente propia

2.1 LOD 000

La primera realidad de cualquier proyecto desde sus fases de estudios previos viene condicionada por la ubicación, incluso con la posibilidad de modificación posterior de emplazamiento definitivo u orientación respecto a la parcela del conjunto.

Es el emplazamiento, o los posibles emplazamientos del subsiguiente proceso de diseño y valoración económica de la viabilidad de la iniciativa, el dato que en mayor forma establece y determina el resto de factores de la secuencia de tareas.

Incluye las características propias del terreno (posición, altura, topografía, geotécnico, estado, etc.), las del entorno (clima, conexiones, soleamiento, distancias a puntos de referencia, necesidades locales, etc.) y las propias de la parcela (referencia catastral, superficie, divisiones, propietario(s), dotaciones, etc.).

De forma concreta se incluirán los condicionantes urbanísticos definidos legalmente, como pueden ser alturas máximas, retranqueos a parcelas colindantes, acabados específicos y cesiones de superficies, por

ejemplo. Estos datos pueden permanecer invariables a lo largo de todo el proceso de maduración del proyecto y sus partes, con todos sus LODs correspondientes.

La definición de uso para cada elemento y su relación con el uso general del edificio o edificios objetos del proyecto quedará determinado en este nivel de LOD.

En el caso de actuaciones de rehabilitación y/o reformas, el nivel LOD determinara el estado actual del edificio objeto de actuación, caracterizando los elementos existentes y su estado de cara a futuras actuaciones (derribo, reparación, reciclado (ver LOD 600), mantenimiento, o cambio de uso).

Destacar en este nivel de desarrollo la aportación de las nuevas tecnologías (escaneado 3D, termografía, resonancia magnética, fotografía desde satélites, etc.) con capacidad de añadir a los datos geométricos nuevos parámetros como orientación de cada punto (perpendicular al plano), color, geoposicionamiento preciso, e incluso datos como densidad(es), grosor de capas exteriores, temperaturas, inercia térmica, rugosidad, reflectancia, transmitancia, etc.

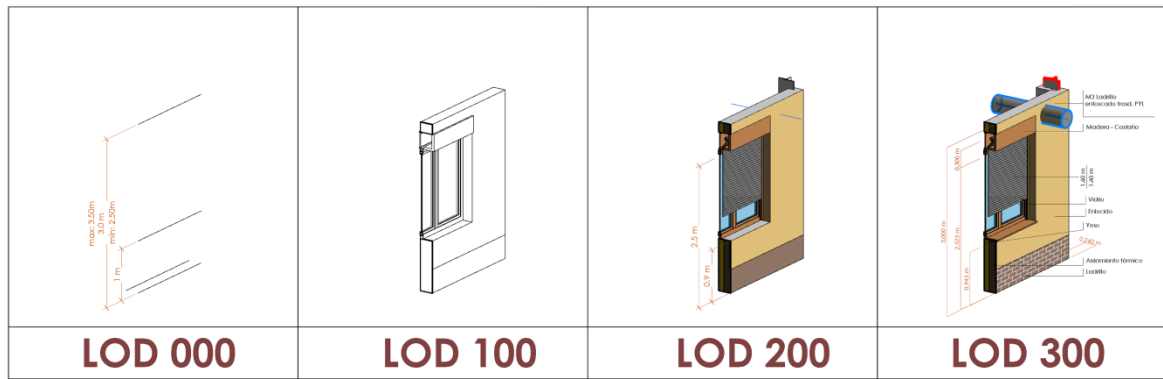


Figura 13. Esquema gráfico de niveles de desarrollo LOD 000 a 300. Fuente propia.

Requerimientos:

El elemento objeto no está definido geoméricamente, pero si lo está sus dimensiones básicas, posición, ubicación y orientación respecto a la totalidad del emplazamiento y su entorno. Está basada principalmente en información no gráfica vinculada al elemento.

Usos:

- **Análisis:** El Elemento puede ser analizado para su funcionamiento en base al uso de criterios específicos del propio elemento y su relación con el entorno, parcela y edificios colindantes. Se incluyen los análisis energéticos previos derivados de condiciones climáticas (temperatura, humedad, vientos, etc) propios del lugar y de su relación con el entorno. Compuesto de información no gráfica principalmente.
- **Coste:** Estimación de costes/gastos en virtud de las características propias del emplazamiento y la distancia a otros entornos (fábricas, núcleos de población, conexiones a redes generales, transporte, etc).
- **Programación:** El elemento puede ser utilizado para mostrar planificaciones de tiempos propios del lugar (plazos de licencias, épocas de lluvias/heladas, etc).

- **Coordinación:** El elemento puede ser utilizado para coordinarse con otros elementos del proyecto en base a ubicación, trayectorias y distancias respecto a otros, incluyendo datos de uso y mantenimiento específicos. Incluye la detección de colisiones entre elementos ajenos al proyecto (edificios colindantes, topografía, conexiones a infraestructuras, etc)
- **Otros:** por definir.

Por ejemplo, en virtud de una ubicación específica de parcela y sus condiciones climáticas, es posible determinar la capacidad máxima de habitabilidad (superficies y volúmenes) que no tienen por qué coincidir con las definidas más precisamente en otros niveles de LOD más maduros, pero que si facilitan la capacidad de elaborar estudios de viabilidad urbanística, económica y energética entre otros.

De igual forma es posible determinar una planificación base vinculada a elementos del proyecto de fases iniciales (movimientos de tierras, cerramientos, acopios, reparaciones de elementos existentes, etc.), siendo estos parámetros posibles invariantes a lo largo de todo el proceso constructivo.

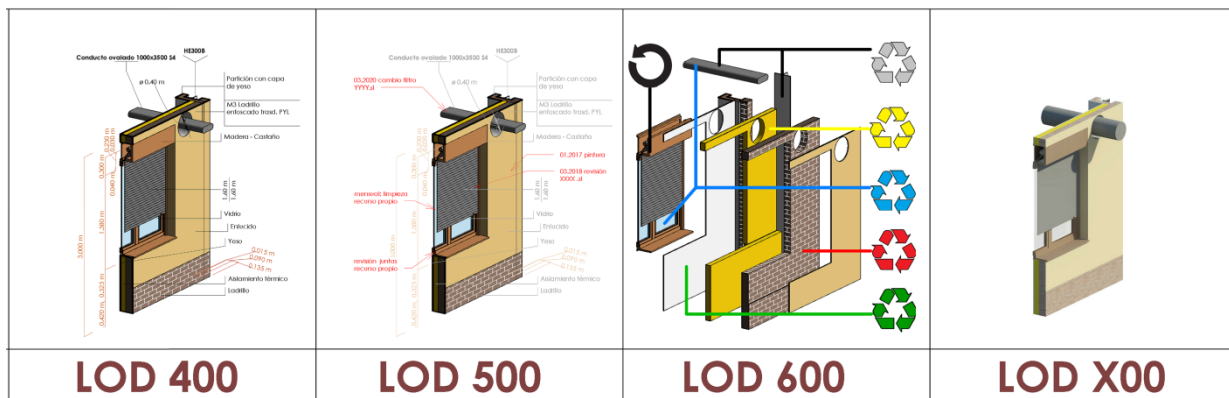


Figura 14. Esquema gráfico de niveles de desarrollo LOD 400 a 600 y X00. Fuente propia.

2.2 LOD 600

Relativa a los parámetros de reciclado de cada elemento del modelo, incluyendo aquellos elementos determinados claramente en el LOD 400 y los previos.

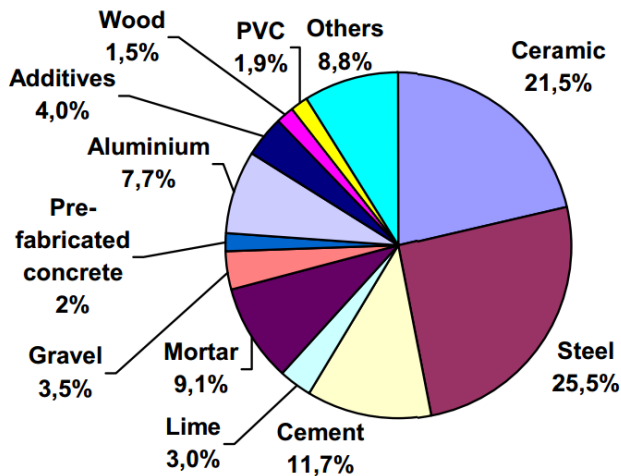


Figura 15. “Contribution of primary energy demand - Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the ecoefficiency improvement potential”. Ignacio Zabalza Bribián, Antonio Valero Capilla, Alfonso Aranda Usón. 2010.

Las normativas impuestas por las autoridades europeas referente a edificios eficientes energéticamente (Horizonte 2020) y a la obligatoriedad de reciclar el 70% de los residuos urbanos en el año 2030, conllevan implícitamente el control del gasto energético propio de los edificios.

El nivel LOD 500 se dedica al uso y mantenimiento de estos edificios, pero no incluye las cuestiones energéticas derivadas del reciclado de forma directa. Serán factores determinantes para la viabilidad del mantenimiento o renovación de edificios completos o elementos singulares del mismo, en fases de prediseño, diseño, obra, mantenimiento y demolición.

Este nivel de desarrollo puede suponer el nivel LOD 000 de una reforma o rehabilitación integral, en la que se deberán contrastar la fiabilidad de los datos presentes en este nivel de desarrollo y su fiabilidad para acceder al LOD 000, referente tanto a aquellos elementos que son derribados y reciclados como a aquellos que no se mantienen en las nuevas fases aportando su nivel de información al siguiente proceso constructivo y de diseño.

Requerimientos:

El elemento objeto no está definido geoméricamente en detalle, pero sí lo están sus condiciones de reciclado, como materiales propios, toxicidad, vida útil, básicas, distancia a puntos de fabrica-

ción/reciclaje, peso y volumen, formas de traslado y desmontaje, etc. Está basada principalmente en información no gráfica vinculada al elemento.

Usos:

- **Análisis:** El elemento debe incluir sus detalles de desmontaje, derribo y reciclaje. Compuesto de información no gráfica principalmente.
- **Coste:** Estimación de costes/gastos en virtud de las necesidades de reciclado del elemento, vinculados a cuestiones como vida útil amortización, valor de renovación, etc. propias del emplazamiento y la distancia a otros entornos (puntos de reciclaje, factorías, núcleos urbanos, zonas protegidas, etc.).
- **Programación:** El elemento deberá tener en cuenta su vida útil, la fiabilidad en su utilización y los costes derivados del reciclado, así como tasas o penalizaciones relacionados.
- **Coordinación:** El elemento puede ser utilizado para coordinarse con otros elementos del proyecto en base a planificaciones de reciclado (ver Programación), así como su afección en el resto de elementos del proyecto durante su modificación (retirada, descenso de eficacia, toxicidad, etc)
- **Otros:** por definir.

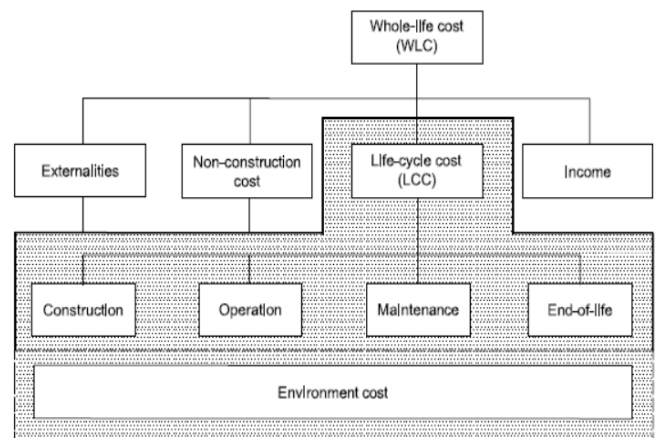


Figura 16. Cost Breakdown structure ISO 15686-5



Figura 17. Digitalizado 3D con escáner láser del antiguo estadio de San Mamés del Athletic Club de Bilbao. Fuente: <http://www.faro.com/>

2.3 LOD X00

La realidad virtual forma parte ya de nuestro día a día. Es habitual asistir a presentaciones fotorrealistas que representan mundos virtuales, como en concursos de arquitectura, o principalmente el cine y los videojuegos. Estos últimos van aumentando su complejidad hasta límites insospechados hace años, y es una industria que ya demanda en la actualidad sus propios especialistas, incluyendo también entre estos a arquitectos e ingenieros para dotar de mayor realismo y efectividad a los mundos virtuales creados.

Es previsible que el futuro, la metodología BIM sea adoptada para estos procesos, y sin llegar a niveles de desarrollo vinculados a la ejecución o el mantenimiento, si requieran de datos propios y específicos. Estos pueden tener que ver con la posibilidad o no de movimiento propio, de traslado, o de destrucción, por ejemplo. No obstante, este realismo suele estar vinculado a emplazamientos reales, y por ello tendrá relación con niveles de LOD menos evolucionados (LOD 000 a LOD 200).

Se incluye en este nivel de desarrollo una actividad que ya se ha comenzado a realizar, como el escaneado en 3D de edificios existentes que van a ser demolidos definitivamente, o trasladados de su emplazamiento original, permaneciendo con el desarrollo correspondiente de forma permanente o temporal en un mundo virtual con un grado de definición específico y probable objeto de reproducción o desarrollo posterior.

Requerimientos:

El elemento objeto estará definido geoméricamente por completo y añadirá nuevos conceptos como distancia desde la que es visible y distintos grados de definición geométrica según distancias, por ejemplo. La textura derivará de las características de sus materiales superficiales. Es posible añadir otra información no gráfica vinculada al elemento.

Usos:

- **Análisis:** El Elemento puede ser analizado para su visibilidad y funcionamiento en base al uso de criterios específicos del propio elemento y su relación con el entorno, ambiente y situación climática. Compuesto de información no gráfica principalmente.
- **Coste:** No aplicable.
- **Programación:** El elemento puede ser utilizado para mostrar planificaciones de tiempos vinculados a los aspectos gráficos (distancia, velocidad, ángulo de visión, etc)
- **Coordinación:** El elemento puede ser utilizado para coordinarse con otros elementos del proyecto en base a ubicación, trayectorias y distancias respecto a otros, incluyendo datos relacionados con la topografía u otros. Incluye la detección de colisiones entre elementos ajenos al proyecto (edificios colindantes, topografía, viarios, circulaciones, etc)
- **Otros:** por definir.

Ejemplo de determinación de LOD

Definido ya claramente que el nivel de LOD se corresponde a elementos y no a la totalidad del proyecto o edificio, vamos a analizar un ejemplo de determinación de este para un elemento como una fachada.

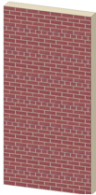
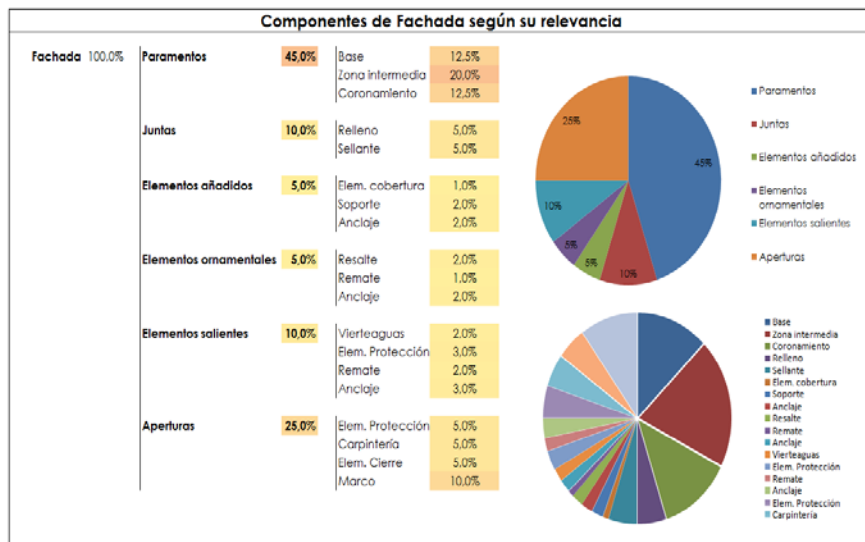
Wall- Exterior		BIM Object or Element		General Information Use			
	Item Category - Wall Exterior			Basic Tool Features	Derived Data	Selection Agent	Building System
	Description: A 2D and 3D element. A vertical surface element often attributed to the building envelope. An exterior wall shall prevent the intrusion of the elements. An exterior wall may be a structural or non-structural element.			Structural System, Assembly Information	Material Volume, Material Surface Area	Primary Creator: Architect Secondary Creators:	Item System Category - Uniform
Level of Development AIA Document E202 - 2008 Developed by Graphisoft 2001	Information Category for Information Item (See Master Information Tab)	Information Item (Information about the specific object or element)	Model Element Author	Information Classification Origin	Required by VA Data	IFC Support	
LOD 100 - Conceptual							
Overall Building Massing Indicative of Area, Height, Volume, Location, and Orientation.	Building Program & Project Meta Data	Facility ID	123558		File Properties	IfcWall->IfcBuilding.Name	
	Building Program & Project Meta Data	Facility Name	M00556		File Properties	IfcWall->IfcBuilding.LongName	
	Building Program & Project Meta Data	Facility Description	Fachada Sur 07		File Properties	IfcWall->IfcBuilding.Description	
	Physical Properties of BIM Objects & Elements	Overall Length	12.5m			IfcWall->IfcQuantity.Length.Name="Length"	
	Physical Properties of BIM Objects & Elements	Overall Width	.32m			IfcWall->IfcQuantity.Length.Name="Width"	
	Physical Properties of BIM Objects & Elements	Overall Height	6.00m			IfcWall->IfcQuantity.Length.Name="Height"	
	Physical Properties of BIM Objects & Elements	Overall Area	resultado			IfcWall->IfcQuantity.Area.Name="GrossSideArea"	
	Physical Properties of BIM Objects & Elements	Overall Volume	resultado			IfcWall->IfcQuantity.Volume.Name="GrossVolume"	
	GeoSpatial and Spatial Location of Objects & GeoSpatial and Spatial Location of Objects & GeoSpatial and Spatial Location of Objects &	Position Type				IfcWall.ObjectPlacement	
	Costing Requirements	Location Constraint	Nivel + extremo			(clarity) - IfcConstraint	
	Costing Requirements	Code Constraint	NH+ee			(clarity) - IfcConstraint	
	Costing Requirements	Conceptual Cost	52,5		X	IfcWall->IfcCostValue.CostType="Conceptual"	
	Costing Requirements	Conceptual Unit Cost	€/m²		X	IfcWall->IfcCostValue.CostType="Conceptual" + UnitBasis	
	Costing Requirements	Future Cost Assumptions	5% FM			IfcWall->IfcCostValue.CostType="Whole life"	
	Energy Analysis Requirements	Energy Performance Basis	en proceso				
	Sustainable Material LEED or Other Requirements	Green Assumptions	sin definir			IfcWall->IfcEnvironmentalImpactValue or IfcPropertySet with local LEED agreement	
	Sustainable Material LEED or Other Requirements	Green Strategies	sin definir			IfcWall->IfcEnvironmentalImpactValue or IfcPropertySet with local LEED agreement	
	Sustainable Material LEED or Other Requirements	LEED Initiatives Bronze,Silver,Gold	sin definir			IfcWall->IfcEnvironmentalImpactValue or IfcPropertySet with local LEED agreement	
	Phases Time Sequencing & Schedule Requirements	Phasing [OmniClass Table -32]				IfcProject->IfcTask.Name (stages) + IfcClassificationReference to OmniClass	
	Phases Time Sequencing & Schedule Requirements	Overall Duration	PB+PE+Obra+FM			IfcProject->IfcTask->IfcScheduleTimeControl.ScheduleDuration	

Figura 18. Página de Muros ejemplo. Autor Javier Alonso, en base a doc OEMF.xls del VA (US. Dept of Veterans Affairs)



Category	Global LOD category
Wall	LOD 100 LOD 100 LOD 100 LOD 100 LOD 200 LOD 300

Wall	POI	01.02.2015	01.03.2015	01.04.2015	01.05.2015	01.06.2015	01.07.2015
154324	169756	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 200	LOD 300
112458	123704	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 200	LOD 300
146542	161196	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 200	LOD 300
455475	501023	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 200	LOD 300
457141	502855	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 200	LOD 300
114684	126152	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 300	LOD 300	LOD 300
154359	169795	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 300	LOD 300	LOD 300
112493	123742	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 300	LOD 300	LOD 300
146577	161235	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 300	LOD 200	LOD 300
455510	501061	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 300	LOD 300	LOD 300
457176	502894	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 200	LOD 300
114719	126191	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 200	LOD 300
154394	169833	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 200	LOD 300
112528	123781	LOD 100	LOD 200	LOD 100	LOD 100	LOD 200	LOD 300
146612	161273	LOD 100	LOD 200	LOD 100			
455545	501100	LOD 100	LOD 100	LOD 100			
457211	502932	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 200	LOD 300
114754	126229	LOD 100	LOD 200	LOD 100	LOD 100	LOD 200	LOD 300
154429	169872		LOD 100	LOD 100	LOD 100	LOD 200	LOD 300
112563	123819			LOD 100	LOD 100	LOD 200	LOD 300
146647	161312				LOD 100	LOD 200	LOD 300
455580	501138				LOD 100	LOD 200	LOD 300

Figura 19. Relevancia de componentes de fachada y detallado Categoría MURO (WALL). Fuente propia

Estimando una relevancia de la zona intermedia de una fachada del 20% en relación al conjunto de esta, y considerando que un ítem (Fachada) se encuentra definido a un determinado nivel de LOD cuando se cubre el 100% de las definiciones de los elementos que la componen, se podrá determinar que una fachada alcanza el nivel de desarrollo LOD 300 cuando así lo hacen el 100% de sus elementos.

De esta forma, en un desglosa lo más detallado del proyecto y sus elementos, se llega a definir el grado de desarrollo LOD que posee cada uno de sus elementos. Una vez que todos ellos han alcanzado un determinado LOD, es posible indicar que así lo ha hecho esta categoría.

En el ejemplo del cuadro siguiente, se determina que la Disciplina Arquitectura del Proyecto ha alcanzado el nivel de desarrollo LOD 300 tras el hito 01.09.2015 cuando todas los elementos de todas las categorías según el siguiente desglose han cumplido este mismo nivel de madurez.

Con anterioridad se dan los siguientes casos:

- Desarrollo tardío: La categoría Falsos Techos (Ceilings) no comienza a detallarse hasta el hito 3.
- Desaparición de Categoría: Como resultado de un replanteo de proyecto, la carretera (Road) deja de ser necesaria y no se incluye en el mismo.
- Avance-Retroceso: Como resultado de modificaciones en la estructura y su coordinación, la tipología de muros (Walls) varía y desciende su LOD de 300 a 200 durante unas semanas.

- Definición completa en fases iniciales: Por determinaciones propias de la oferta, el sistema de amueblamiento está definido a nivel LOD 300 desde el hito 3.

De igual forma, y teniendo también en cuenta los niveles de desarrollo nuevos aportados en este documento, se deberá entender que el grado de madurez de los elementos de un proyecto nunca están en continuo avance, pudiendo existir estancamientos en su determinación (“a definir en obra”) o retrocesos (modificado de solución constructiva y componentes), en un ciclo permanente que no tiene fin hasta el

Todos estos determinan cual es la documentación, gráfica y no gráfica, que debe incluir un proyecto a nivel de Anteproyecto, Proyecto Básico y Ejecución, así como la que se debe aportar para la correcta finalización de una obra, amén de aquellos requerimientos propios de otros agentes (ayuntamientos, propiedad, organismos de control, seguros, inquilinos, etc). Indicar también, que aún no siendo aplicable a un modelo BIM debidamente realizado, la norma

UNE157001 “Criterios generales para la elaboración de proyectos” establece que el orden de prelación de la documentación de un proyecto es: Planos, Pliego de condiciones, presupuesto y memoria. Con esta obligación y las necesidades de documentación que indica el “Manual de Calidad” CSCAE se puede establecer la siguiente tabla comparativa (dos partes):

LOD en ESPAÑA

autor: javier@alonsomadrid.com

1/2



Figura 22. Cuadro comparativo Documentación de proyectos - LOD Nivel de Desarrollo - LOI Nivel de Información - Parte 1 (Memoria). Fuente propia

En esta se puede establecer la relación entre los documentos que deben aparecer en un proyecto según su alcance (ante proyecto, proyecto básico, proyecto de ejecución, seguimiento de obra y final de obra) y el nivel de desarrollo del conjunto de elementos y categorías de un modelo BIM, según todo lo indicado en los puntos anteriores, para dar cumplimiento a estos datos. Se indica como “parcial” aquellos parámetros del modelo que son necesarios para el desarrollo de la documentación indicada, pero deben o pueden complementarse con datos ajenos al mismo. Se incorpora un tercer grupo de columnas referentes al documento inglés PAS 1192-2 del año 2013 sobre las especificaciones de gestión de la información referentes a un modelo BIM, y basado en el standard BS 1192:2007, que clasifica el nivel de información según tres grupos: información gráfica del modelo,

no gráfica y documentación. Es interesante observar como una gran mayoría de los entregables de un proyecto según las exigencias nacionales se relacionan con documentación que no tiene porque formar parte del modelo BIM.

La segunda parte de la tabla, más referida a documentación gráfica (planos), tiene una mayor relación con la información propia del proceso BIM en sus distintos niveles de desarrollo LOD.

Destacar que la mayoría de la documentación obligatoria exigida durante la obra y su finalización es información ajena al modelo BIM en sus tres grandes disciplinas (arquitectura, instalaciones y estructuras) aunque no por ello es imposible vincular estos datos. Un modelo BIM de calidad y adecuado a la normativa exigida en España, deberá poseer estos datos vinculados entre modelo y documentación, o en su defecto, mecanismos de control que garanticen

la no duplicidad o incongruencia de estos valores. Su importancia en el desarrollo final de la fase de construcción y el inicio de la explotación del inmueble es determinante en aspectos de tiempo, costes y eficacia.

Mención especial merecen las mediciones sobre el modelo BIM y su adecuación a una clasificación en forma de presupuesto detallado donde se vinculan datos del modelo, precios unitarios y otros. Desde niveles de LOD 000-100 es posible determinar el presupuesto aproximado solicitado para anteproyectos y proyectos básicos. La variedad de standards a nivel europeo para estimación de costes y clasificaciones (NS 3454 Norway, NEN 2631-2632-2634 Netherland, B1801, DIN 276, SN506 502) y el criterio unificado “Code of Measurement for Cost Planin” desarrollado por el CEEC European Committee for Construction Economics han avanzado en este proceso que se establece como prioritario para el la correcta comparativa y determinación de los costes

reales de un rproyecto y ejecución de obra de edificación.

Al respecto, el standard “Industry Foundation Clases Release 4 IFCx4 (ISO 16739:2013)” lo refleja también en varios de sus atributos: “MethodOfMeasurement”, “IfcQuantityResource”, etc. Si bien el grupo de trabajo “PM-4 Quantity take-off from the IFC model” no incluye entre sus objetivos el análisis de standards locales, si pretende el desarrollo de un metodología de mediciones y presupuestación homogénea y vinculada al formato IFC en su versión 4.

Al respecto, se establecen tres metodologías para la estimación de costes en un modelo BIM:

- Exportado de objetos de modelo BIM a Herramienta de Presupuestación.
- Vinculado entre modelo BIM y Herramienta de Presupuestación.
- Medición y Presupuestación de modelo BIM.

LOD en ESPAÑA

autor: javier@alonsomadrid.com

2/2

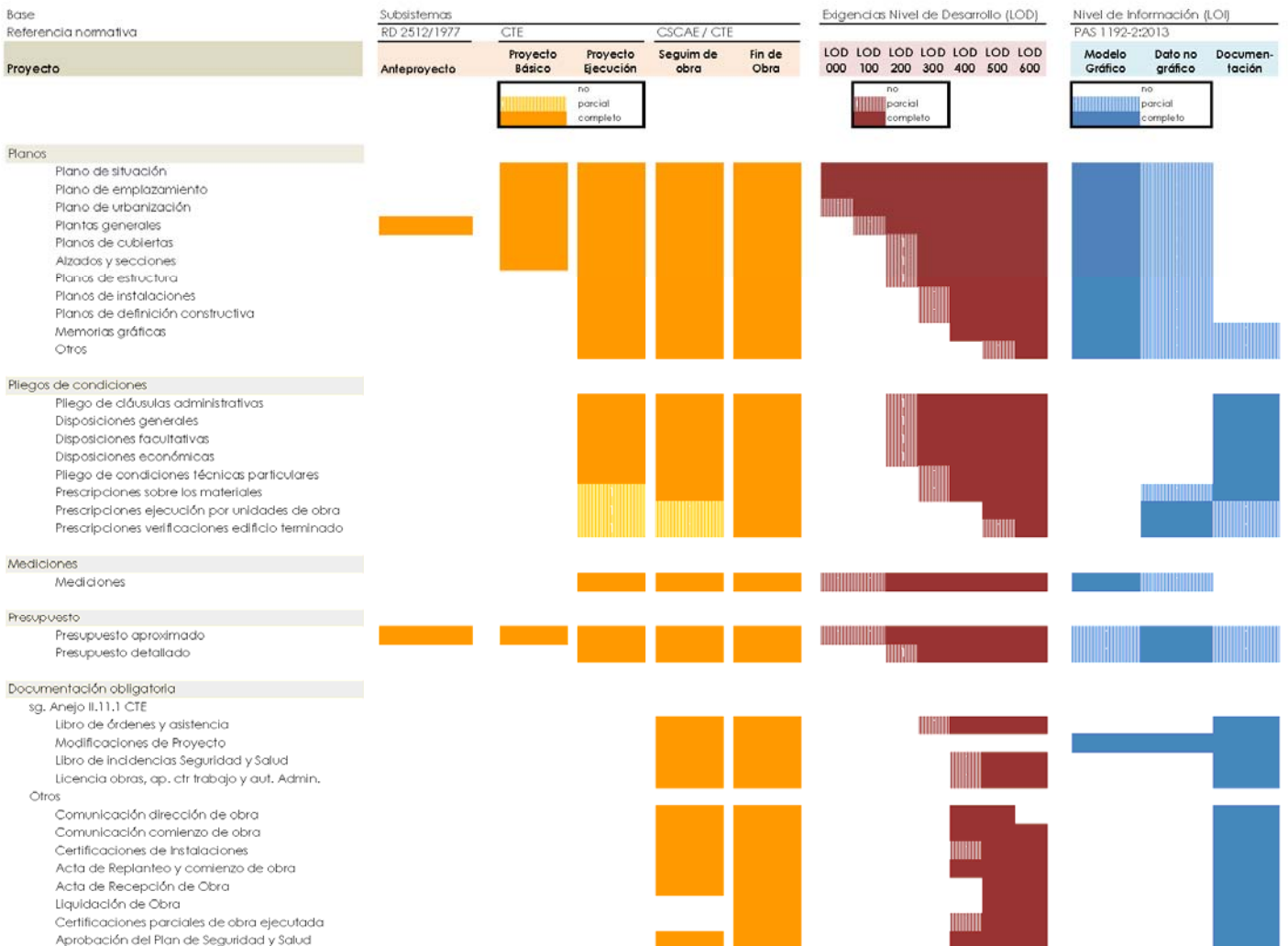


Figura 23. Cuadro comparativo Documentación de proyectos - LOD Nivel de Desarrollo - LOI Nivel de Información - Parte 2 (Planos, Pliegos, Mediciones, Presupuesto y Doc. obligatoria). Fuente propia

Estos métodos tienen relación directa con la madurez de estandarización, aún en proceso, y si bien los dos primeros se realizan con fluidez en la actualidad, el tercer y definitivo proceso solo será alcanzable en su totalidad con una clasificación regulada y homogénea que facilite su implementación definitiva, haciéndose extensible a todas las tipologías de formatos de modelos BIM que puedan realmente soportarlo, y especialmente el formato IFC.

3 CONCLUSIONES

El nivel de desarrollo LOD de un proyecto y/o construcción es una base magnífica para determinar, con un alto grado de parametrización, el grado de madurez de cada elemento de este.

Tras el análisis desarrollado en este documento, es evidente que no es posible establecer un paralelismo entre niveles de desarrollo LOD (LOD 000 a LOD 600) y la clasificación de tipos de proyectos en España (ante proyecto, proyecto básico, proyecto de ejecución, seguimiento de obra y final de obra) no es fiable.

Desde el nivel 100 al 500 se establece un falso paralelismo con la metodología habitualmente utilizada en la que se comienza el proceso BIM en las fases

iniciales de diseño arquitectónico y se finaliza este con el largo proceso de mantenimiento y gestión de una edificación. Recordando que el LOD (nivel de desarrollo) se aplica a cada elemento del proyecto/construcción integrado en la información BIM y no a la totalidad de la fase del proyecto, no se podrá determinar que un proyecto ha llegado a un determinado grado de LOD hasta que la totalidad de sus elementos lo hayan hecho a este mismo nivel. Pero no es necesario que así sea para que el proyecto, que no sus partes, se pueda considerar en fases avanzadas del mismo; por lo que será necesario determinar qué elementos deben acceder a qué determinado nivel de desarrollo para poder considerar que el conjunto del proyecto ha alcanzado cierto grado de desarrollo (LOD) o nivel de madurez general.

Corresponde por lo tanto a las autoridades, esperamos que en base a las recomendaciones de los profesionales y sus asociaciones de referencia nacionales e internacionales, la determinación exacta de estos niveles de desarrollo de proyecto (PRO-LOD), que en ningún caso se corresponderán linealmente a las de sus partes (ELE-LOD) por las diferentes relevancias de cada una de ellas y las necesidades de su grado de determinación para considerar la viabilidad económica de un proyecto o dar comienzo a la ejecución de una obra.

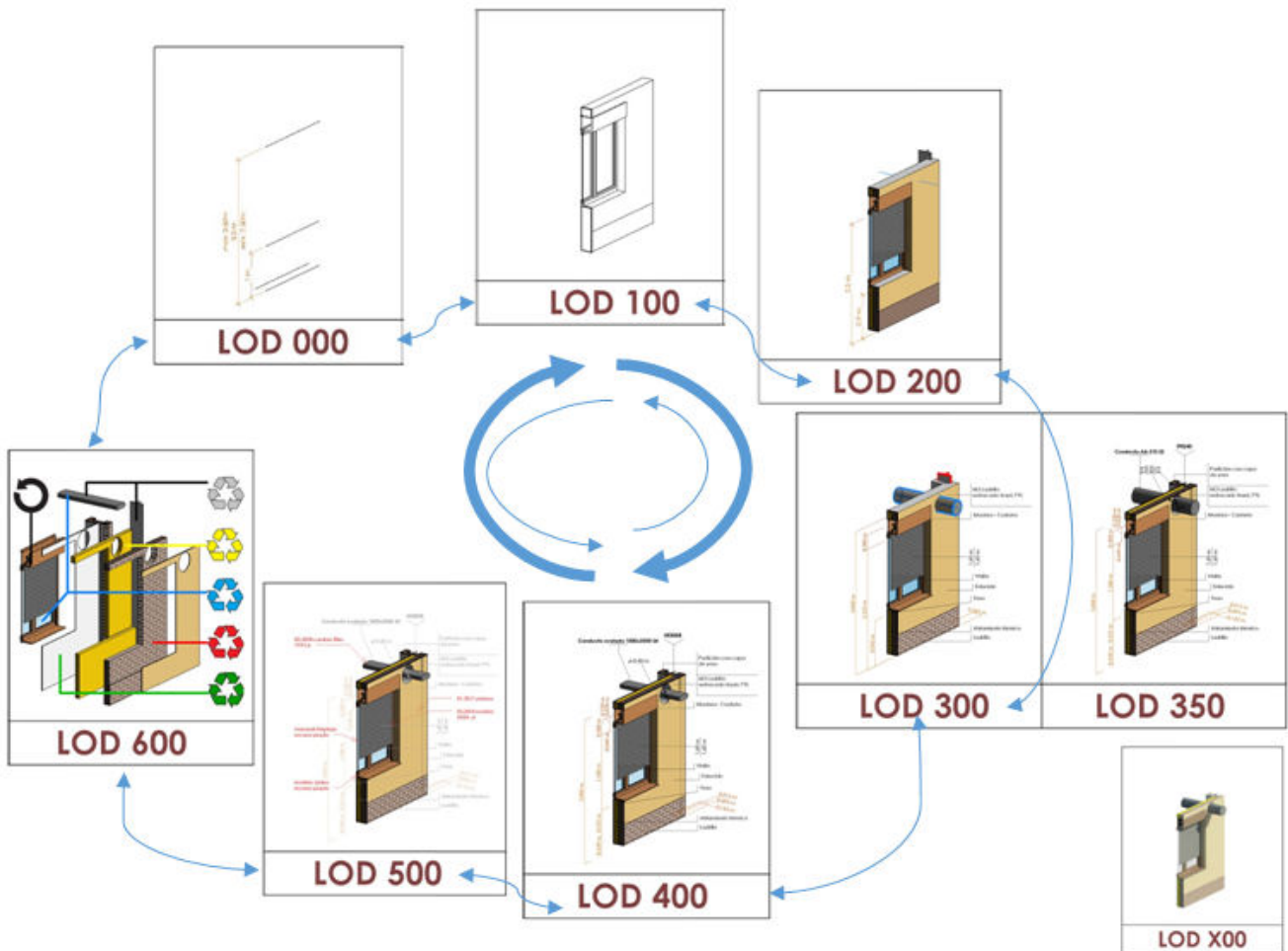


Figura 24. Evolución de Niveles de Desarrollo. Fuente propia

4 BIBLIOGRAFÍA

- A Level of Development Specification for BIM Processes. Jim Bedrick, FAIA, LEED AP. Principal, AEC Process Engineering. AECbytes Viewpoint (Mayo 2013).
- AIA Document E202 - 2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit.
- AIA Draft Document E203- 2013 -Building Information Modeling and Digital Data Exhibit.
- AIA Draft Document G202- 2013 -Building Information Modeling Protocol Exhibit.
- BIMforum 2013 – LOD specification. 1 Abril 2013. <http://bimforum.org/wp-content/uploads/2013/05/DRAFT-LOD-Spec.pdf>
- Código Técnico de la Edificación CTE (Real Decreto 314/2006 - 2007 - 2008).
- Level of Development Specification –Draft 1 April, 19, 2013 – BIMFORUM.

- <http://bimforum.org/wp-content/uploads/2013/05/DRAFT-LOD-Spec.pdf>
- Life-Cycle-Costs in the Planning Process: Constructing energy efficient buildings taking running costs into account. Grant Agreement EIE/06/154/S12.447798
- Manual de Calidad. Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España CSCAE
- Norma UNE157001 “Criterios generales para la elaboración de proyectos”
- PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling.
- Singapore BIM Guide v1.0 Mayo 2012. <https://bimsg.files.wordpress.com/2012/05/singapore-bim-guide-version-1.pdf>
- What is this thing called LOD. Antony McPhee. 01 Marzo 2013 <http://practicalbim.blogspot.com.au/2013/03/what-is-this-thing-called-lod.html>



www.atanga.net
correo@atanga.es

c/ Gobelos 11 Madrid
Tlf: 913.729.122 – 608.601.088

Liderazgo en BIM

I+D+i en procesos constructivos de alta tecnología:
Escaneado 3D e Impresión 3D a gran escala

Formación BIM en Universidades, Colegios profesionales, Empresas y particulares

Asesoramiento: Revisión, adaptación, y medición de modelos BIM

Implementación BIM en estudios de arquitectura e ingeniería según protocolos internacionales

Detalles que importan



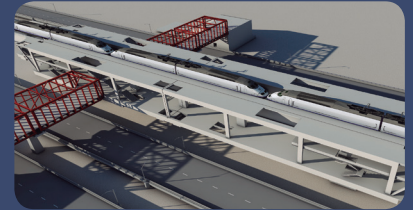
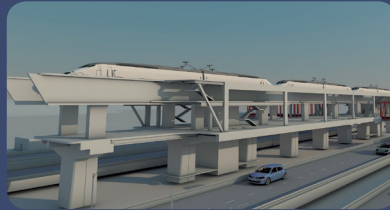
La calidad, prevención de riesgos laborales y la sostenibilidad medio ambiental son pilares fundamentales sobre los cuales Construcciones Lobe sustenta sus actividades empresariales.

- BIM
- LEAN
- Construcción Sostenible
- Eficiencia Energética

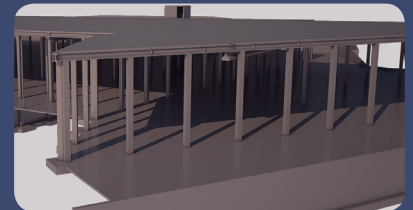
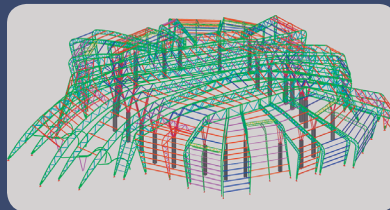
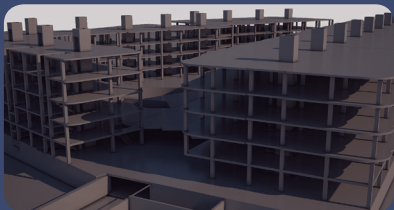
www.construccioneslobe.es



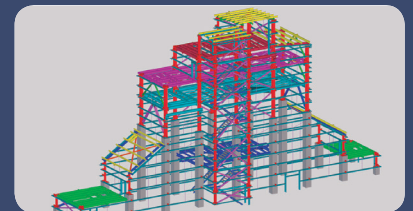
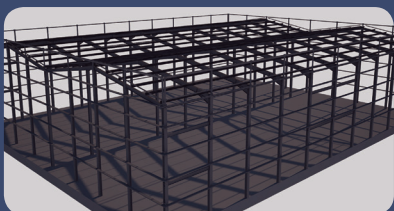
OBRAS CIVIL (Puentes, Obras Soterradas, Obras Hidráulicas)



EDIFICACIÓN (Infraestructuras, Dotacional / Viviendas, Instalaciones Deportivas)



INDUSTRIAL (Transportes, Naves Industriales, Plantas de Tratamiento)



SERVICIOS BIM

- Plan BIM
- Modelado
- Planos
- Visualización e Infografías 3D
- Mediciones
- Coordinación BIM de Estructuras, PDMS, Arquitectura e Instalaciones
- Revisión de Interferencias de Estructuras, PDMS, Arquitectura e Instalaciones
- Planificación 4D
- Formación
- Consultoría e Implantación
- Asistencia Técnica (Cesión de Personal)

SERVICIOS CAD

- Planos Generales
- Definición Geométrica
- Definición, Detallado y Despieces de Armadura
- Definición y Detallado de Pretensado
- Definición, Detallado y Despieces de Estructuras Metálicas
- Proyecto de Fabricación de Estructuras Metálicas y de Armaduras
- Planos As Built
- Mediciones
- Formación
- Consultoría e Implantación
- Asistencia Técnica (Cesión de Personal)

Bases para definir parámetros de objetos BIM: qué tenemos en Europa

M Elena Pla Cuyás

Arquitecto

Desarrollo BIM del ITeC, Barcelona, España

epla@itec.cat

RESUMEN:

La metodología BIM se apoya en la elaboración de un modelo virtual que recopila las características físicas y funcionales de las construcciones, de los componentes y de las materias primas que lo configuran. Estas características deben almacenarse en forma de bases de datos estructuradas para facilitar la interoperabilidad entre las distintas aplicaciones informáticas que sean susceptibles de intervenir en el proceso. Las *Industry Foundation Classes* promovidas por BuildingSmart para describir las construcciones y la información que se genera en los procesos de construcción son el punto de partida para estructurar las bases de datos de objetos BIM. Sin embargo, si se quiere alcanzar la interoperabilidad en los ámbitos europeo y nacional deberán considerarse también los parámetros y características que aparecen en otras referencias de estos contextos. El presente artículo aborda el nivel europeo y deja las referencias españolas para futura aproximación en otro artículo.

1 EUROPA: QUÉ TENEMOS

1.1 *El mercado CE de los productos de construcción*

Las características y prestaciones de los productos de construcción que quedan incorporados de forma definitiva en las obras de construcción (de edificación y obra civil) están reguladas a nivel europeo por el Reglamento europeo de Productos de la Construcción (UE) 305/2011, de obligado cumplimiento desde julio de 2013. Dicho Reglamento (de aplicación directa y sin necesidad de trasposición específica a nivel estatal) derogó la Directiva de Productos de la Construcción 89/106/CEE que desde el año 1989 estaba implantando gradualmente el mercado CE en productos de construcción.

El Reglamento (UE) 305/2011 de la Comisión Europea tiene por objeto mejorar la información de los productos y sistemas constructivos que se comercializan en Europa mediante los instrumentos siguientes:

- Los siete requisitos básicos (RB) que deben cumplir las construcciones y las características esenciales de los productos asociadas al cumplimiento de dichos requisitos:
 - Resistencia mecánica y estabilidad (RB 1)
 - Seguridad en caso de incendio (RB 2)
 - Higiene, salud y medio ambiente (RB 3)
 - Seguridad y accesibilidad de utilización (RB 4)
 - Protección contra el ruido (RB 5)
 - Ahorro de energía y aislamiento térmico (RB 6)
 - Uso sostenible de los recursos naturales (RB 7)
- La DoP -Declaración de Prestaciones- emitida por el fabricante de los productos de construcción para un uso previsto en base a dos tipos de especificaciones técnicas armonizadas:
 - las ENh (normas europeas armonizadas) para productos normalizados
 - los DEE (documento de evaluación europea) y las guías de DITE (documento de idoneidad técnica europea) utilizadas como DEE para productos o sistemas innovadores.

- El mercado CE de los productos cuyo fabricante haya emitido una DoP antes de ponerlos en el mercado. Al colocar el marcado CE sobre un producto, su agente en el mercado asume la conformidad con las prestaciones declaradas y con la legislación europea que le sea de aplicación (por ejemplo la información sobre las sustancias peligrosas referidas a los artículos 31 y 33 del REACH relativo al registro, evaluación, autorización y restricción de las sustancias y preparados químicos).

Para poder realizar el marcado CE de un producto de construcción, éste debe disponer de una especificación técnica armonizada que establezca cómo llevar a cabo las tareas siguientes:

- La determinación de las prestaciones del producto tipo en base a unos ensayos de tipo, cálculos, valores tabulados o documentación justificativa del producto o sistema.
- El control de la producción en fábrica (CPF) del producto o sistema.

Según el RPC (Reglamento Europeo de Productos de la Construcción), el marcado CE es el único documento que certifica conformidad de un producto con las prestaciones declaradas en relación con sus características esenciales (del Pozo, 2011). La verificación de la adecuación al uso previsto de los productos queda en manos: o bien de los prescriptores de los productos y técnicos responsables de las obras, que deberán establecer el nivel de idoneidad del producto o sistema para cada proyecto en concreto; o bien de los estados miembro de la UE, que también pueden definir condiciones o niveles de prestaciones para determinados usos de los productos mediante reglamentaciones de edificación específicas.

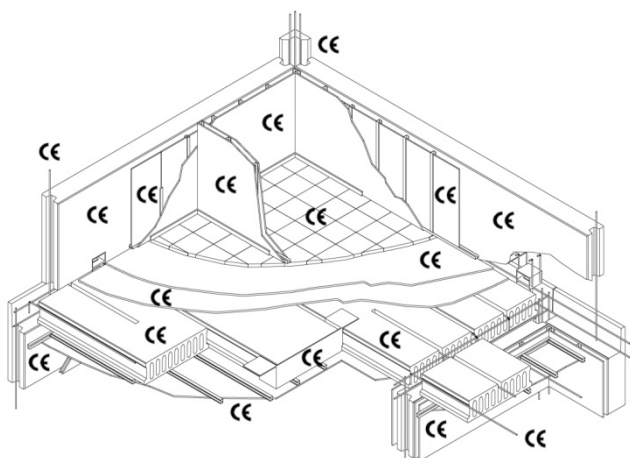


Figura 1: Marcado CE sobre los productos de construcción.

La implementación del RPC y el mercado CE afecta directamente a:

- Los suministradores y responsables de los productos en el mercado: fabricantes, distribuidores, importadores y representantes autorizados.
- El Comité Europeo de Normalización (CEN) encargado de preparar y mantener actualizadas las normas europeas armonizadas.
- La European Organisation for Technical Assessment (EOTA) que aglutina a los Organismos de Evaluación Técnica (OET) que evalúan productos sin norma y sistemas innovadores para las distintas áreas de producto previstas por el Reglamento.
- Los Organismos Notificados (ON) que emiten certificados de constancia de prestaciones y certificados de conformidad del control de producción en fábrica dependiendo del sistema de evaluación aplicable (según el artículo 28 y el Anexo V del RPC).
- Las autoridades de los Estados Miembro que definen cómo llevar a cabo la vigilancia del mercado y, si procede, especifican exigencias a nivel nacional.

Aunque de forma menos directa, el mercado CE también afecta al resto de actores que participan en las obras de construcción -promotor, proyectista, proyectista parcial o colaborador, constructor, director de obra (DO), director de ejecución de obra (DEO), entidades y laboratorios de control de calidad, propietarios y usuarios finales- y les beneficia porque permite disponer de una única fuente de información declarada sobre las prestaciones de los productos y definir la responsabilidad sobre los distintos productos que incorporan en una obra.

Para la implementación del RPC, la Comisión Europea prevé que todos los actores adopten un “lenguaje común técnico” (*common technical language*) de los usos previstos, requisitos básicos, características esenciales y métodos de evaluación definidos en las especificaciones técnicas armonizadas de los productos y sistemas constructivos bajo el paraguas del Reglamento.

A nuestro entender, este lenguaje común técnico europeo constituye una buena base para definir los usos y parámetros de los elementos BIM o modelado virtual de obras de construcción.

2 LA CUESTIÓN AMBIENTAL EN EUROPA: LAS DIRECTIVAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ACCIONES VOLUNTARIAS

El impacto ambiental de las obras según las directivas europeas

En el año 2002, la Directiva 2002/91/CE marcó unas directrices para regular la eficiencia energética de las obras tanto de nueva construcción como de los edificios existentes dado que el sector de la vivienda y los servicios consumían más de un 40% de la energía de la Comunidad Europea de entonces. La directiva requería conocer los consumos de los edificios construidos y en España tuvo su trasposición en el Real Decreto 47/2007 y decretos de ámbito autonómico (como el Decreto de Ecoeficiencia 21/2006 en Cataluña) que se centraron en definir el nivel de eficiencia energética de los edificios de nueva construcción y otros aspectos ambientales relacionados con el edificio, los productos empleados en su fabricación y su consumo de agua.

En el año 2010, la Directiva 2010/31/UE derogó a la anterior para establecer unos objetivos de eficiencia energética mucho más exigentes y poder alcanzar así el compromiso europeo de reducir para el año 2020 en un 20% la emisión total de gases de efecto invernadero en edificios con respecto a los niveles del 1990. En el anexo I de la directiva se planteó un marco general común para el cálculo de la eficiencia energética en base al consumo de calefacción/refrigeración de los espacios y agua caliente sanitaria y la necesidad de definir indicadores para la eficiencia energética y los consumos de energía primaria.

Esta directiva constituyó las bases para identificar el impacto que genera una obra en su entorno y actualmente, los certificados de eficiencia energética son indispensables para llevar a cabo proyectos ejecutivos de nueva construcción y rehabilitaciones de edificios existentes. Las definiciones del artículo 2 de esta Directiva (por ejemplo la de “envolvente del edificio” o “vida útil”) y los aspectos considerados en el anexo I (como las “categorías de edificios: viviendas, edificios en bloque, oficinas, etc”) también nos pueden servir para definir parámetros y características BIM de las obras y los productos de construcción.

En el año 2011, el RPC anteriormente mencionado vino a completar la consideración de la dimensión medioambiental de las obras de construcción con la definición de un nuevo requisito básico (RB 7) para promover la utilización sostenible de los recursos naturales. Este requisito está dirigido a que las obras se proyecten teniendo en cuenta las posibilidades de derribo y reciclado de los componentes y de sus materias primas constituyentes, definiendo la necesidad de determinar la durabilidad de los materiales por un lado y de las obras y estableciendo las bases para tener controlados estos parámetros ya desde el momento de su concepción. Aunque las directrices son claras, los parámetros para ejercer este control todavía deben armonizarse a nivel europeo. En la actualidad, estos parámetros no están armonizados, todavía están siendo definidos con el apoyo de grupos de trabajo específicos en el seno del mercado CE de productos de construcción y conforme se vayan concretando los podremos ir incorporando para el control medioambiental de las obras de construcción.

Implantación gradual del control medioambiental

Aunque la información medioambiental todavía no esté armonizada, si el sector de la construcción quiere alcanzar el objetivo 2020 debe promover la utilización de productos que den cumplimiento a la reglamentación anterior y potenciar el uso de ecoetiquetas o sellos ambientales para facilitar la toma de decisiones a los agentes implicados en las obras. En un edificio se acaban incorporando miles de productos. El control y análisis de datos que permite la tecnología BIM abre un campo de posibilidades para alcanzar la sostenibilidad del entorno construido a los distintos niveles: territorio, obra, productos y materias primas.

Las emisiones de CO₂ equivalentes son la unidad de referencia para conocer el impacto ambiental asociado al sector de la construcción, pero hay otros datos ambientales susceptibles de ser definidos: consumo de energía, consumo de agua, valor de acidificación, etc. El conocimiento de los vectores de mayor impacto sobre el entorno del proyecto determinará los datos ambientales más relevantes para la toma de decisiones por parte de todos los actores durante el diseño y la construcción de una obra (Alfaro, 2013).

Entre otras, se destacan las siguientes referencias dónde podremos encontrar un “lenguaje común medioambiental” a tener en cuenta para la estandarización de los objetos BIM:

- UNE-EN-ISO 14001 *Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.*
- UNE EN-ISO 50001 *Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso.*
- ISO 15686-5 *Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 5: Life-cycle costing.*
- UNE-EN 15978 *Sostenibilidad en la construcción. Evaluación del comportamiento ambiental de los edificios. Métodos de cálculo.*
- UNE-EN 15804 *Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de producto básicas para productos de construcción.*
- UNE-EN 16309 *Sostenibilidad en la construcción. Evaluación del comportamiento social de los edificios. Métodos de cálculo.*

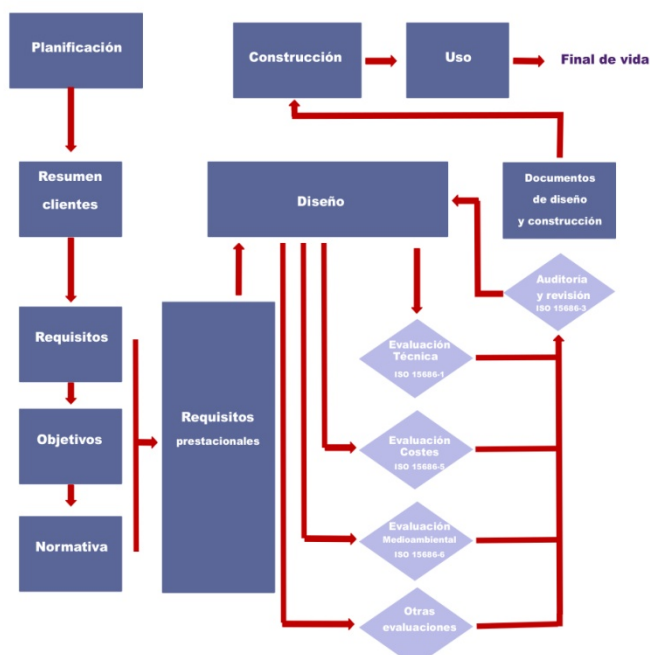


Figura 2: Ejemplo del ciclo de vida de un proyecto en base a ISO 15686-5.

3 CIUDADES Y TERRITORIO

Al ampliar la visión del BIM a la escala de ciudad y territorio nos encontramos con algunos trabajos muy interesantes de conceptualización de los modelos urbanos que se han desarrollado en los últimos años bajo distintas ópticas.

3D City Models: maquetas virtuales con CityGML

El proyecto europeo que lleva este nombre tiene por objeto el análisis y la integración de datos cruzados de ciudades y parte de la premisa que éstas pueden ser representadas a través de una maqueta virtual que facilite las labores de gestión de las administraciones. La maqueta se realiza sobre la plataforma CityGML (1) entendiendo que las ciudades o territorios están formadas por unidades (construcciones) con recursos y objetos, son dirigidas, diseñadas y promovidas por parte de agentes públicos y privados, están habitadas por unos ciudadanos y en ellas se producen distintos procesos, actividades y flujos.

CityGML fue desarrollado por la organización alemana Sig3D y se ha convertido en un estándar abierto de información geoespacial basado en lenguaje XML para almacenar y compartir modelos de ciudades y describir objetos 3D en relación con su geometría, topología, semántica y aspecto a cinco niveles de desarrollo distintos (Open Geospatial Consortium, 2012).

Según Nagel-Stadler-Kolbe (2009) el estándar de CityGML es una herramienta útil para los que quieren conseguir modelos IFC/BIM del entorno construido de forma fácil partiendo de geometrías 2D o 3D sin estructura; por tanto la semántica de CityGML puede servir para incorporar un primer nivel de información en objetos IFC/BIM.

Otras plataformas de información europeas

En los últimos meses se han culminado nuevos proyectos de investigación financiados por la Comisión Europea con lenguajes y terminologías del entorno construido que también podrían ser consideradas para la definición de objetos BIM:

- El proyecto Connect & Construct (3) finalizado en diciembre de 2014, que tiene como objetivo facilitar el intercambio de información digital entre los distintos agentes que intervienen en todo el ciclo de vida de una construcción. El proyecto desarrolló un marco de interoperabilidad para el intercambio continuo de información basado en unos principios y reglas que deben acordarse previo a dicho intercambio.

- La plataforma integrada Semanco (4) finalizada en febrero de 2015, que permite recopilar y acceder a información energética de ciudades que haya sido generada de forma dispersa para realizar análisis y evaluaciones de datos reales, no estimados, de edificios, barrios, ciudades y regiones.

Dado que ambos proyectos han sido creados en el seno de la Comisión Europea, deberían ser tenidos en cuenta para sentar los estándares europeos de interoperabilidad de datos en el entorno construido.

4 LA DIRECTIVA 2014/24/UE SOBRE CONTRATACIÓN PÚBLICA

Cuando definamos los parámetros de los objetos BIM de obras, productos o materias primas también deberemos apoyarnos en la directiva 2014/24/UE, cuyo objetivo es la contratación pública de obras y servicios por medios electrónicos a partir de septiembre de 2018 (*full electronic procurement*).

De esta directiva, por una parte cabe destacar la referencia del artículo 22 a las “*building information electronic modelling tools or similar*” o “*outils de modélisation électronique des données du bâtiment ou des outils similaires*” en su versión francesa y cuya edición española ha omitido la referencia a la información o los datos con la traducción “herramientas de diseño electrónico de edificios o similares”. El artículo en cuestión abre la posibilidad a que los Estados miembros exijan el uso de herramientas electrónicas específicas para el modelado electrónico de datos de edificios en sus procesos de contratación de obras, servicios y suministros.

Por la otra, también debemos destacar las referencias a las características exigidas a las obras, servicios o suministros. El artículo 42 se refiere a ellas como “especificaciones técnicas” y el Anexo VII establece cuáles pueden ser: las normas (internacionales, europeas o nacionales), las evaluaciones técnicas europeas según el Reglamento de Productos de Construcción, las especificaciones técnicas comunes del Reglamento (UE)1025/2012 sobre la normalización europea y cualquier documento elaborado por organismos europeos distinto de los anteriores (referencias técnicas). Se confirma pues que el contexto de normalización europeo es el marco de trabajo para definir las especificaciones técnicas de las obras, servicios y suministros en Europa.

Entre otros efectos de esta directiva, se espera que el hecho de disponer de distintos niveles de información electrónica sobre las características de las obras, los contratos y los servicios públicos permita evaluar las ofertas bajo múltiples puntos de vista considerando los ciclos de vida completos y sin centrar la atención únicamente en los costes directos.

5 CONCLUSIONES

La adopción del BIM en Europa requiere la definición de un lenguaje común europeo más allá de los estándares internacionales IFC o de las iniciativas que están adoptando algunos países a título individual.

Los parámetros de los objetos BIM aptos para el sector de la construcción español deberían aunar los esfuerzos y labores de armonización que está llevando a cabo la Comisión Europea para la consecución de mayor calidad en las obras y alcanzar el objetivo de reducir al 20% las emisiones de efecto invernadero en el año 2020. Los actores que desde hace años trabajan en ello están llamados a participar en la definición los parámetros BIM sobre la base del lenguaje común europeo para las obras de construcción.

6 REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, Licinio, 2013. La información ambiental en el sector de la construcción. L’Informatiu del CAATE-EB marzo 2013, pág. 94-97, Barcelona.
- Del Pozo, Santiago, 2011. El nuevo Reglamento de Productos de la Construcción, Observ. inmobiliario y de la construcción núm. 53, pág. 48-51, Madrid.
- Nagel–Stadler-Kolbe, 2009. Conceptual requirements for the automatic reconstruction of building information models from uninterpreted 3D models. ISPRS Archives – Vol. XXXVIII-3-4/C3, Institute Geodesy and Geoinformation Science, TU Berlin.
- Open Geospatial Consortium, 2012. OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard, EEUU. Ed. Gerhard Gröger, Thomas H. Kolbe, Claus Nagel, Karl-Heinz Häfele.
- www.citygml.org – Exchange and storage of Virtual 3D City Models.
- www.opengeospatial.org – Geospatial and location standards for...
- www.connectandconstruct.eu – Building value through ICT.
- www.semanco-project.eu - Semantic tools for carbon reduction in urban planning.

Archivos de productos BIM a tu alcance, GRATIS



.rfa .gsm .dwg .3ds .pdf ... en www.Bimetrica.com

Buscar



La Calidad del Archivo BIM Importa.

Utiliza objetos BIM de calidad, avalados por sus fabricantes, y no te dejes engañar.

Un objeto BIM sin calidad te traerá complicaciones innecesarias al proyecto, inseguridades en su usabilidad, y falta de veracidad en su información.

En Bimetrica.com podrás encontrar, descargar, y solicitar objetos BIM de Calidad respaldados por sus marcas.



Solicita Objetos BIM

No malgastes tu tiempo y dinero modelando archivos BIM de productos de la construcción, has que la empresa fabricante los provea para tu proyecto.

Para ello puedes utilizar la herramienta de "Solicita objetos BIM" de Bimetrica.com y nosotros gestionamos por ti el desarrollo del objeto ante la empresa fabricante.



Desarrollo de Catálogos BIM

FabricantesBIM.com es la plataforma especializada en servicios BIM para la empresa fabricante.

Nuestra experiencia y calidad en el Desarrollo de Catálogos BIM estándar y a medida nos posicionan como una empresa líder en el mercado mundial.



500.000 € en financiación para Catálogos BIM

Nuestra consolidación en el mercado nos permite ofrecer una Financiación con un fondo de 500.000 € para el desarrollo de Catálogos BIM mediante nuestra fórmula de éxito.

Visítanos en fabricantesBIM.com e infórmate de las Bases y Condiciones de Financiación BIM.



facebook.com/Bimetrica



youtube.com/user/Bimetrica

Bimetrica.com



twitter.com/Bimetrica



linkedin.com/company/bimetrica-parametric-design-services-s-l

BIM: ¿Por qué?, ¿Para qué?, ¿Para quién?

Eduardo A. Cortés Yuste

Bentley Systems, Madrid, España

www.bentley.es

RESUMEN:

El objetivo de este artículo es explicar las razones que nos pueden ayudar a tomar la decisión de apostar o no por el cambio, por la evolución, por el uso de las nuevas tecnologías también en el mundo de la construcción. Hay mucha literatura intentando explicar el paso del CAD al BIM, pero a veces nos centramos demasiado en la faceta tecnológica, en el software, en las funcionalidades, o en el ¿Cómo?, pero olvidamos reflexionar sobre los verdaderos argumentos que pueden justificar esta decisión.

1 INTRODUCCION

Seguro que la gran mayoría de los que estáis leyendo este artículo habéis oído hablar multitud de veces sobre BIM y diferentes definiciones o explicaciones: que si es el futuro de la arquitectura, que si quieres tener trabajo tienes que saber BIM, que si va a cambiar el paradigma de la construcción, o montones de frases parecidas intentando justificar que cambies de metodología para pasar de CAD a BIM, pero desde mi punto de vista esta es una discusión mucho más sencilla de explicar, y que se puede resumir en 3 preguntas: ¿Por qué?, ¿Para qué?, y la más importante: ¿Para quién?. Así que voy a intentar, y ya me diréis si lo consigo, responder a las 3 preguntas.

2 ¿POR QUE HAY QUE USAR BIM?

Bueno, digamos que este punto debería ser el más fácil de responder, e incluso una pregunta que no deberíamos tener que responder. Teniendo en cuenta el momento en el que vivimos, con tanta tecnología a nuestro alcance (ordenadores, tablets, smartphones, apps, realidad aumentada, códigos BIDI, códigos QR,...), la pregunta que yo me hago es: ¿Porque nos empeñamos es seguir diseñando edificios con una tecnología del siglo XX? Sí, me refiero al CAD, lo has adivinado... ¿De verdad tenemos acceso a ordenadores con 32 Gigas de RAM, discos duros de cientos de Gigas, tarjetas gráficas especia-

lizadas en 3D y Sistemas Operativos de 64 bits para seguir produciendo ficheros CAD 2D e imprimir en papel?

Sólo con tomar la parte más sencilla de la tecnología BIM, que es la de crear objetos paramétricos e inteligentes (que permiten ser modificados a través de sus atributos y expandir el cambio a los elementos afectados), o la de crear documentación 2D a partir del modelo 3D (y que se actualice automáticamente cuando se modifica el modelo 3D), debería ser suficiente razón de peso para hacernos tomar la decisión de dejar de dibujar en CAD y pasar a modelar en BIM.

3 ¿PARA QUE HAY QUE USAR BIM?

Pero no nos engañemos, en realidad el objetivo de la metodología BIM no es el de ahorrar tiempo en la fase de modelado. El objetivo real del cambio a BIM es dejar de producir documentación en papel (ya sea papel físico o papel digital, como el PDF) para pasar a producir un modelo 3D inteligente, lo que se conoce como VCM (Virtual Construction Model), un modelo que reproduce fielmente el modelo que se va a construir y al que podemos acceder antes de que se construya realmente. Un modelo que nos permite saber, antes de llegar a la obra, si hay conflictos en el diseño, y que nos permite resolver estos conflictos en el modelo virtual y no en el real.

Obviamente, hay muchos más beneficios de usar un VCM que el de encontrar conflictos o errores en el modelo, ya que este modelo virtual también se utili-

za para hacer una simulación del proceso de construcción, para hacer la revisión en obra, para generar un presupuesto exacto de los costes, para saber dónde hay que poner las grúas y optimizar el uso de las mismas, para planificar el proyecto, para hacer inventario de materiales, etc... Resumiendo, que el uso de BIM nos permite hacer una construcción virtual de nuestro proyecto antes de hacer la construcción real, con todos los beneficios que eso nos puede aportar para mejorar y optimizar la construcción real.

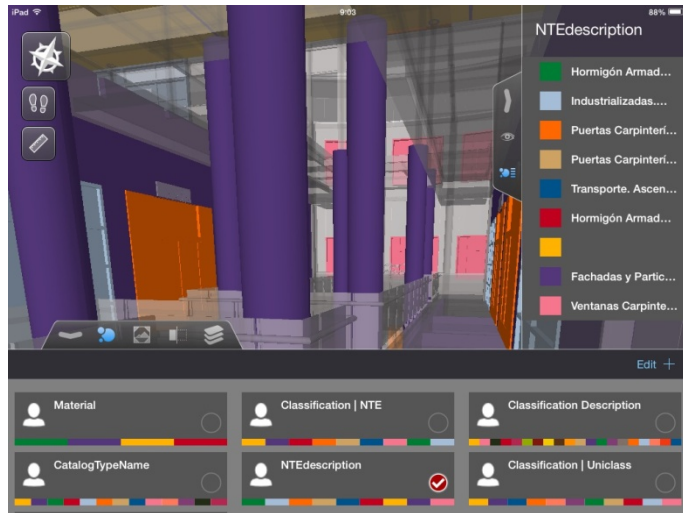


Figura 1: Utilización del VCM (Virtual Construction Model) en una tableta. Fuente: Propia.

4 ¿PARA QUIÉN HAY QUE USAR BIM?

O dicho de otra manera: ¿Quién se beneficia de que se use BIM? Sí, aquí llega la pregunta del millón: ¿Quién gana (o ahorra) dinero si se usa BIM? Si analizamos el ciclo de vida de un edificio, que puede ser más o menos de 1 año para modelarlo, un par de años para construirlo, pero 50, 75 o 100 para utilizarlo la respuesta parece clara, ¿no?: El principal beneficiado es el propietario del edificio (o de la infraestructura), que es quien puede utilizar el modelo BIM durante más tiempo y para un número mayor de funciones. El modelo virtual (o VCM, como decíamos antes) es tu copia virtual del edificio, el que puedes usar para hacer mantenimiento (sabiendo exactamente donde están las tuberías y los demás elementos de instalaciones), el que puedes usar para gestionar los espacios, para simular evacuaciones o para hacer cálculos energéticos en cualquier momento. Si, el que también puedes usar para planificar una reforma, y que vas a poder actualizar con los cambios hechos durante la reforma, teniendo siempre un

edificio virtual al día y no unos planos en papel poco fiables y obsoletos.

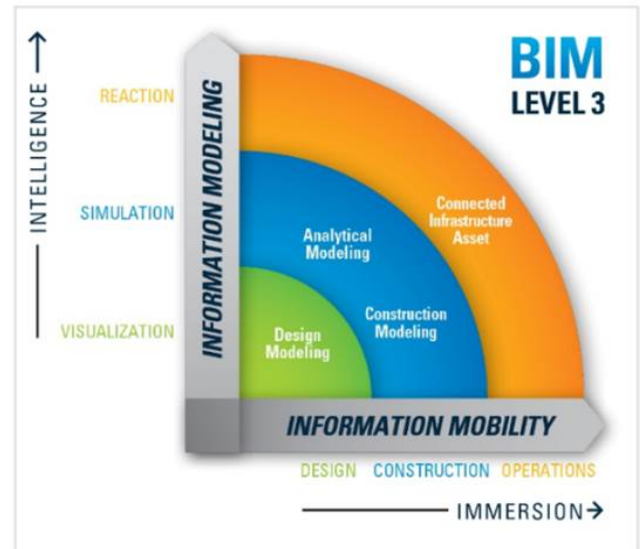


Figura 2: Nivel 3 de BIM, en el que se consigue el máximo beneficio de la utilización del VCM. Fuente: Greg Bentley [1].

5 CONCLUSIONES

Resumiendo, que el beneficio de utilización del modelo BIM se incrementa según pasa el tiempo en el proyecto, siendo mayor durante la construcción que durante el modelado, y siendo mayor en la fase de utilización y explotación que durante la fase de construcción. Es por eso que, en los proyectos en los que de verdad se utiliza la metodología BIM de un modo efectivo, la decisión de utilizar BIM nunca se toma por el arquitecto o los ingenieros, ni siquiera por la constructora, sino que es una decisión que toma la propiedad del edificio o de la infraestructura final.

Cuando el propietario / explotador del edificio se convence de los beneficios que le va a aportar tener un modelo virtual exactamente igual que el real que es de su propiedad, entonces el cambio es imparable y ya no hay posibilidad de mantenerse al margen: ¡¡Bienvenidos todos al siglo XXI!!

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Bentley, Greg, 2014, *Advancing BIM toward "Level 3": Compounding the benefits*, Infrastructure Intelligence Junio 2014, Pag. 18, Londres, Antony Oliver

La eficacia del BIM: Primer premio del concurso del I Congreso Internacional BIM. Valladolid 2014: “DEL BIM AL BIG DATA

Miguelangel Gea Andrés

Miguelangel Gea & Arquitectos, Director General de Total BIM Consulting. Sevilla, España

mgea@gea-arquitectos.es

RESUMEN:

Los días 19, 20 y 21 de noviembre, se celebró en Valladolid el I Congreso Internacional BIM Valladolid 2014 bajo el lema: DEL BIM AL BIG DATA. Fue un éxito por el número y calidad de las ponencias, su organización y el número de asistentes.

Como fase preparatoria al mismo, con el fin de mostrar la eficacia del BIM, el Congreso convocó un concurso BIM, para que participasen equipos multidisciplinares de profesionales y equipos mixtos con estudiantes. Se presentaron un total de 14 equipos, de diferentes lugares de la geografía española, que sumaron un total de 85 profesionales, de distintas profesiones. Se adjudicó el primer premio a Total BIM Consulting de Sevilla.

1 EL CONCURSO

En las bases del concurso se decía:” El objeto de este concurso es presentar de una forma práctica, el mayor número posible de las ventajas de la utilidad del BIM en la elaboración de proyectos. Se busca entre otras cosas, demostrar hasta donde es posible llegar en el desarrollo de un proyecto en tan solo 5 días, comprobar la capacidad de compartir la información, de fijar unos procedimientos de comunicación entre los agentes, la capacidad de utilizar el modelo para el cálculo estructural, energético, de instalaciones, enriquecer el modelo con toda la información posible...Pero sobre todo, se trata de demostrar unos conocimientos y destrezas en el uso del BIM.”

Se convocó de acuerdo a las siguientes reglas:

“EQUIPO:

Los equipos deberán estar integrados por al menos 3 miembros, se valorará la existencia de varias titulaciones y equipos formados por estudiantes y profesionales.

Cada equipo deberá definir los perfiles de trabajo y asignar el perfil correspondiente a cada miembro del equipo.

Al menos existirá un BIM manager y un representante del equipo que podrá ser la misma persona.

PROYECTO:

El objeto del proyecto será un pequeño edificio de servicios en una ubicación real. Una descripción detallada con el programa funcional, y datos de la parcela se enviará a los equipos y se publicará en la web el día 14 de noviembre, viernes.

INTER OPERATIVIDAD:

Se valorará la utilización de distintos programas y la inter operatividad entre ellos. Se sumaran puntos por cada programa distinto que se emplee en los distintos modelos

MODELO:

El modelo deberá contener toda la definición grafica necesaria para generar plantas, alzados y secciones congruentes. Primando los elementos 3D sobre los 2D.

Cada equipo podrá entregar uno o varios modelos del mismo proyecto. La información mínima de cada modelo será.

Modelo arquitectónico.

Espacios con la denominación asignada en el programa funcional.

Definición de los elementos según el anexo II. Asignación de propiedades IFC a elementos constructivos.

Conservar la definición geométrica al abrirlas desde Tekla BIMsight y Solibri Model Viewer.

Utilización de objetos garantizados por fabricantes, bien descargados de la web del fabricante o de portales como BIMETICA, BIMOBJECTS, BIMCOMPONENTS... que contengan definidas propiedades como fabricante, modelo, fecha de fabricación...

Entrega en fichero IFC

Presupuesto desglosado. Entrega en fichero BC3 o tablas XLS

Modelo estructural.

Asignación de propiedades a elementos de carga.

Definición de la geometría de los perfiles.

Definición de uniones.

Definición de armados, bovedillas, placas...

Entrega en fichero IFC

Resultado de cálculos estructurales. Entrega en fichero PDF.

Modelo energético.

Definición geométrica del edificio.

Definición térmica de la envolvente.

Asignación de bloques térmicos a los usos diferentes.

Ubicación geográfica y orientación norte del proyecto

Entrega en fichero gbXML, CTE o IFC. La valoración estará ponderada en función de la huella de carbono.

Informe del comportamiento térmico según programa utilizado y huella de carbono. Entrega en fichero PDF.

Modelo MEP.

Definición de equipos. Posición, relación con el sistema a que esté conectado...

Definición de sistemas.

Trazado de conductos, al menos todos los superiores a 1" de diámetro.

Cálculos de diámetros.

Esquema de funcionamiento. Cálculos.

Entrega en fichero IFC.

Cuando se entreguen los modelos fusionados, deberán contener la información indicada anteriormente.

ENTREGA:

Se entregarán al menos las siguientes fases con los niveles de definición recogidos en el anexo II

Fases:

1.- Diseño esquemático.

2.- Desarrollo arquitectónico

3.- Modelo estructural

4.- Modelo MEP

5.- Modelo energético.”

Los contenidos mínimos de los modelos, recogidos en el anexo II, equivalen a los estándares exigidos para un modelo BIM LOD 300 (Level of Development Specification)

El concurso se desarrolló desde las 13:00 horas del 14 de noviembre, hasta las 17:00 horas del martes 18

de noviembre. La documentación oficial se recibió vía Aconex; los concursantes la entregamos a través del mismo medio.

Con el fin de verificar la calidad de los modelos, estos fueron sometidos, por el jurado, a la validación de unas reglas mínimas en Solibri Model Checker, que fueron entregadas con anterioridad al enunciado.

2 EL TEMA

El tema del concurso fue el proyecto del Centro Cívico de la Victoria, promovido por el Ayuntamiento de Valladolid, como equipamiento de ámbito zonal para dar servicio al barrio de la Victoria.

Está situado en una parcela de 2.861,22m², situada en la confluencia del Paseo del Jardín Botánico y la calle Madreselva.

El proyecto básico del edificio y urbanización ha sido redactado por los técnicos del Ayuntamiento de Valladolid. Está “proyectado con dos plantas y un sótano. Es un edificio compacto, de planta rectangular, que se apoya en la alineación de la calle Madreselva (con un retranqueo de 2 metros) y deja un espacio a su alrededor (con retranqueos mayores respecto a los demás lindes de la parcela) para facilitar el acceso, la carga y descarga, y la urbanización de un lugar de estancia arbolado que contará con una superficie pavimentada y un escenario para actividades al aire libre.”

El programa de usos es el habitual de los centros cívicos municipales, incorporando además la dotación correspondiente a un centro de asistencia social (ceas). Contiene los siguientes espacios:

1. Vestíbulo general, con zona de información y control
2. Teatro auditorio para 310 espectadores, con camerinos y almacén
3. Aulas y talleres
4. Biblioteca
5. Despachos para el centro de asistencia social
6. Dirección del centro y archivo
7. Aseos públicos, vestuarios y cuartos de limpieza
8. Almacén general y cuartos de instalaciones en sótano
9. Espacio libre exterior para espectáculos al aire libre y actividades lúdicas.

“El edificio se ha proyectado como un único volumen, con el teatro en posición central: una caja de hormigón abrazada por el resto de las dependencias dispuestas en forma de U, con un sistema de lucernarios para la iluminación natural de los espacios de distribución interior (que rodean dicha caja)”.

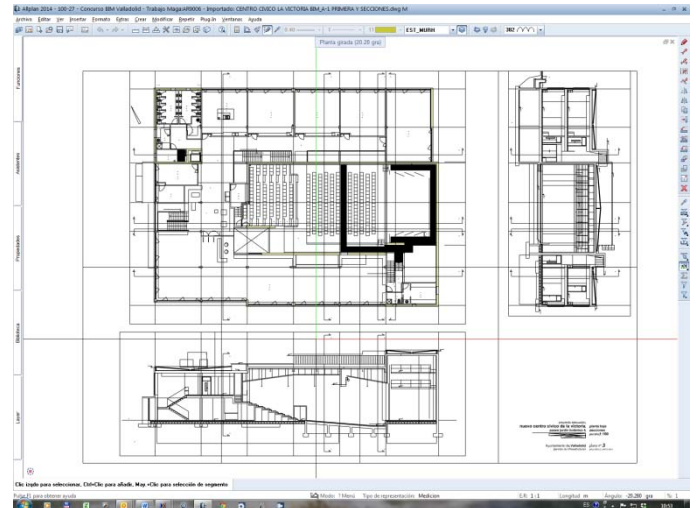
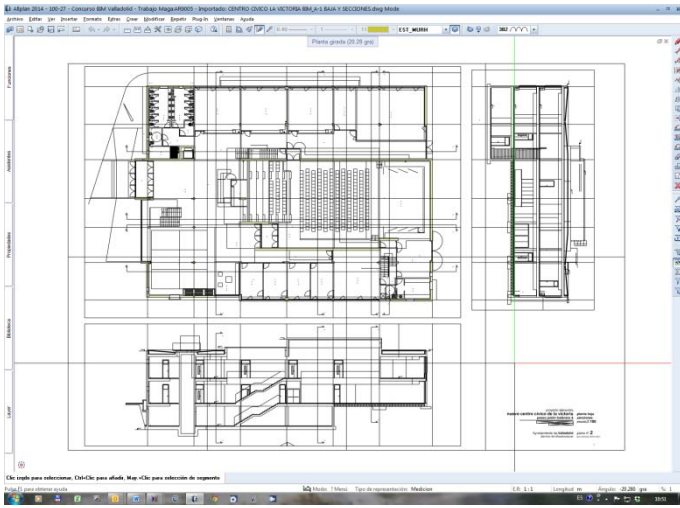


Figura 1. Imágenes del modelo en Allplan.

“En la construcción de todos estos espacios las soluciones proyectadas y los materiales utilizados se seleccionarán pensando en su durabilidad y mantenimiento. Además de garantizar niveles adecuados de iluminación, aislamiento, etc. de todas las dependencias interiores, se pondrá especial cuidado en lograr unas buenas condiciones acústicas.”

“Las instalaciones se proyectan pensando en su versatilidad y adecuación a los espacios a que dan servicio: instalación eléctrica con cuadros secundarios para los diferentes ámbitos (auditorio, biblioteca, aulas y talleres, despachos, espacio exterior) y actividades específicas (informática, ascensor, climatización); sistema de cableado estructurado (sce) para voz y datos, con número suficiente de tomas por estancia; climatización con suelo radiante refrescante, convenientemente sectorizado para posibilitar el acondicionamiento individual de cada espacio; etc.”

La superficie construida total es de 2.850 m², de los cuales 2.440 m² están sobre rasante y 410 m² en sótano. La superficie exterior a urbanizar es de 1.400 m². Las obras tienen un presupuesto de ejecución material estimado de 2.400.000,00 €

3 EL EQUIPO

El equipo de Total BIM Consulting que dedicó a participar en el concurso fue un equipo multidisciplinar formado por 9 profesionales, con titulaciones superiores diferentes: 5 arquitectos, 1 ingeniero de caminos (ingeniero civil), 1 ingeniero Industrial, 1 ingeniero de edificación, 1 economista.

Todos los profesionales trabajaron en red, dentro del servidor central de la firma, utilizando el conjunto de aplicaciones habituales que la firma utiliza en la redacción de todos sus proyectos en BIM desde 2004.

Los tiempos de dedicación al concurso de todos los profesionales no fueron lineales ni homogéneos. Cada especialista se incorporaba conforme lo requerían las diferentes tareas. El tiempo total invertido por el conjunto del equipo fue la suma de las horas de las jornadas habituales de trabajo.

4 INTER OPERATIVIDAD: APLICACIONES UTILIZADAS

Se utilizaron las siguientes aplicaciones con inter operatividad entre ellas, en base a enlaces propios bidireccionales y/o archivos de intercambio neutros (OPEN BIM) en estándares IFC:

1. Allplan Sketche, para croquis y estudio de nueva propuesta.
2. Allplan Arquitectura Plus con los módulos de Territorio e Ingeniería, para para realizar los modelos de arquitectura y estructura con inclusión de armaduras.
3. DDS-CAD, para el cálculo de las instalaciones y modelo MEP.
4. CYPE, para cálculo de la estructura.
5. DesignBuilder, para el análisis energético y modelo energético.
6. Presto, para realizar el presupuesto.
7. Solibri Model Checker, para control e integración de los modelos IFC.
8. Cinema 4D, para las imágenes de la propuesta de mejora del diseño.

5 METODOLOGÍA DESARROLLADA: MODELOS, ARCHIVOS, LAYERS, PROCEDIMIENTO

La metodología desarrollada para el concurso ha sido la misma que Total BIM Consulting emplea habi-

tualmente para realizar cualquiera de sus proyectos, ya que todos los desarrolla siempre en BIM.

En este sentido, se ha seguido la estructura de edificio que Allplan tiene para ordenar los conjuntos de archivos que componen cada planta del edificio, así como la denominación y desglose de los archivos y layers establecida como habitual en nuestra firma.

Antes de recibir la documentación del tema concreto a desarrollar en el concurso, sabiendo el nivel exigido para desarrollar los contenidos y el tiempo total disponible, según las bases del concurso, se designó el equipo de profesionales necesario, con los conocimientos especializados adecuados, y la programación según la carga de trabajo estimada.

Una vez recibida y analizada la documentación del proyecto básico del Centro Cívico de la Victoria, se definieron los tipos y calidades de cada elemento constructivo que componían el proyecto básico, para así crear el catálogo de códigos de cada elemento que compone una partida de medición y que debe asignarse a cada elemento.

A continuación se elaboraron los asistentes, modelos gráficos 3D con los códigos, datos y características geométricas de cada elemento constructivo, que hace posible trabajar al equipo, con una misma base, de manera rigurosa y eficaz, realizando el modelo del diseño básico.

En el modelo del proyecto básico, que incluye la estructura y la arquitectura, se definen todos los locales del edificio. Su realización abre las puertas al cálculo de la estructura, al diseño y cálculo de las instalaciones, obteniéndose, además, el presupuesto estimativo inicial solicitado en las bases del concurso.

El modelo IFC de la estructura es el que toma la aplicación de cálculo para introducir las cargas y realizar los cálculos que validaran o corregirán el pre dimensionado del modelo básico, para pasar a ser el modelo del proyecto de ejecución. Ello permite la definición geométrica definitiva de la estructura, el modelado del armado solicitado, la edición de los planos y su presupuesto.

El modelo IFC con la estructura, arquitectura y los locales o espacios, es el que toma la aplicación DDS-CAD para realizar el cálculo y modelado de todas las instalaciones, en base a los croquis de esquemas planteados sobre el modelo básico inicial. Surge entonces un modelo IFC solo con las instalaciones que permite la elaboración de su presupuesto. Todos estos modelos IFC avanzan en paralelo con el modelo definitivo de estructuras y arquitectura del proyecto de ejecución, que se va elaborando alimentado por los datos que aportan los cálculos de estructuras e instalaciones y los trazados de las distintas redes y conductos.

Al trabajar con diferentes aplicaciones que se comunican a través de intercambio de archivos IFC, era obligado, en este concurso, utilizar Solibri Model Checker, para validar los distintos modelos, detectar conflictos e integrar los modelos en uno, lo que se llama federar o fusionar modelos.

Se obtiene así en Allplan los modelos finales de la estructura y de la arquitectura que permiten obtener los listados de las mediciones que se traspasan a Presto, por la relación bidireccional que existe entre ambas aplicaciones, y se obtiene el documento del presupuesto con la definición y localización de todas las partidas al que se le agrega el correspondiente a las instalaciones obtenido de DDS-CAD, fundiéndolo en un único documento de presupuesto.

El modelo IFC procedente de DDS-CAD es el que se utiliza para el cálculo y modelo energético.

Durante estos procesos se elaboran los croquis con la propuesta de mejora del diseño del edificio que afecta solo al perímetro envolvente, compensando vacíos y recrecidos, manteniendo la misma superficie construida. Ello no altera los cálculos de la estructura ni de las instalaciones. A partir de la imagen y plantas de los croquis realizados con Allplan Sketch se modifica el modelo y se realizan las imágenes en Cinema 4D, que recibe el modelo modificado hecho en Allplan.

6 FASES DEL SERVICIO BIM. CONTENIDO

Conforme se ha explicado, en el punto anterior, siguiendo esa metodología de trabajo fueron surgiendo los documentos exigidos para cada una de las fases cuyos contenidos se muestran a continuación:

Modelo esquemático:

Se entregó el modelo IFC, con estructura y arquitectura, correspondiente al proyecto básico.

El modelo nativo se realizó en Allplan, con los códigos, atributos y propiedades de todos los elementos constructivos para obtener los listados para las mediciones y el modelo IFC.

Se entregó el presupuesto estimativo de este modelo básico, realizado con Presto.

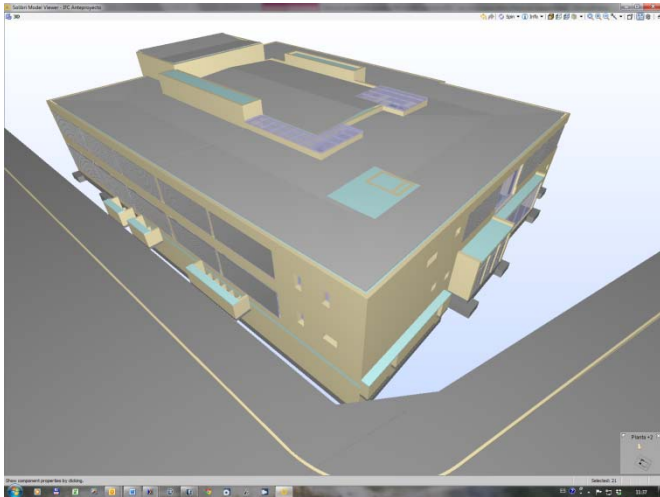
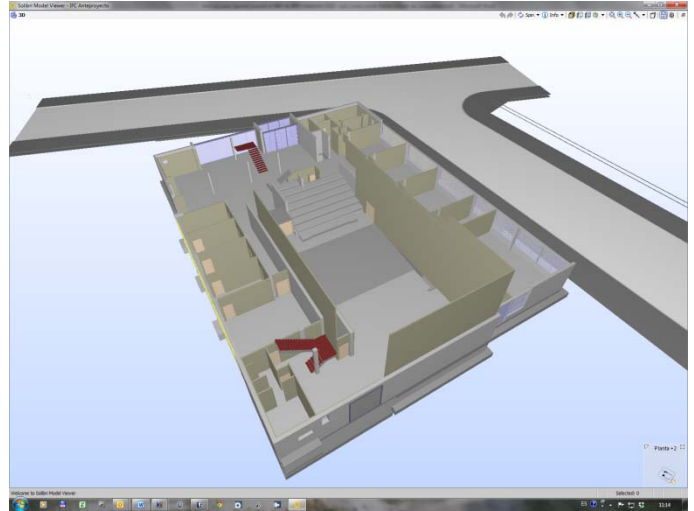
6.1 *Modelo arquitectónico:*

El modelo arquitectónico nativo correspondiente al proyecto de ejecución se realizó con Allplan, como continuación del modelo estructural resultante del cálculo de la estructura, con las dimensiones definitivas de pilares y cantos de forjados.

El modelo tenía los códigos, atributos y propiedades de todos los elementos constructivos para obtener los listados de las mediciones y el modelo IFC.

El modelo contenía las fachadas, cubiertas, particiones, carpinterías interiores y exteriores, falsos techos, solados, aplacados, pinturas, etc. y la defini-

ción de todos los locales o espacios según exigían las bases del concurso.



Objeto	Material	Volúmenes	CapPared	Peso	Volúmenes
1	CONCRETO	1	2.168.226,68	2.168.226,68	
2	ACERAMICA	1	1.132,02	1.132,02	
3	ACERAMICA	1	48.814,44	48.814,44	
4	ACERAMICA	1	92.078,64	92.078,64	
5	ACERAMICA	1	201.942,20	201.942,20	
6	ACERAMICA	1	98.448,70	98.448,70	
7	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
8	ACERAMICA	1	298.481,70	298.481,70	
9	ACERAMICA	1	201.942,20	201.942,20	
10	ACERAMICA	1	201.942,20	201.942,20	
11	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
12	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
13	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
14	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
15	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
16	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
17	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
18	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
19	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
20	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
21	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
22	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
23	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
24	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
25	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
26	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
27	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
28	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
29	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
30	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
31	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
32	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
33	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
34	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
35	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
36	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
37	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
38	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
39	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
40	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
41	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
42	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
43	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
44	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
45	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
46	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
47	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
48	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
49	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
50	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
51	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
52	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
53	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
54	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
55	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
56	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
57	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
58	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
59	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
60	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
61	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
62	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
63	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
64	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
65	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
66	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
67	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
68	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
69	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
70	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
71	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
72	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
73	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
74	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
75	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
76	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
77	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
78	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
79	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
80	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
81	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
82	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
83	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
84	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
85	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
86	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
87	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
88	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
89	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
90	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
91	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
92	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
93	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
94	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
95	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
96	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
97	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
98	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
99	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	
100	ACERAMICA	1	982.018,00	982.018,00	

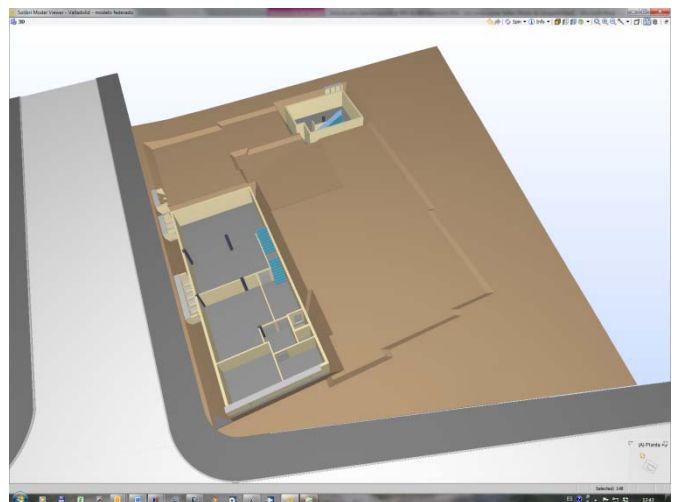
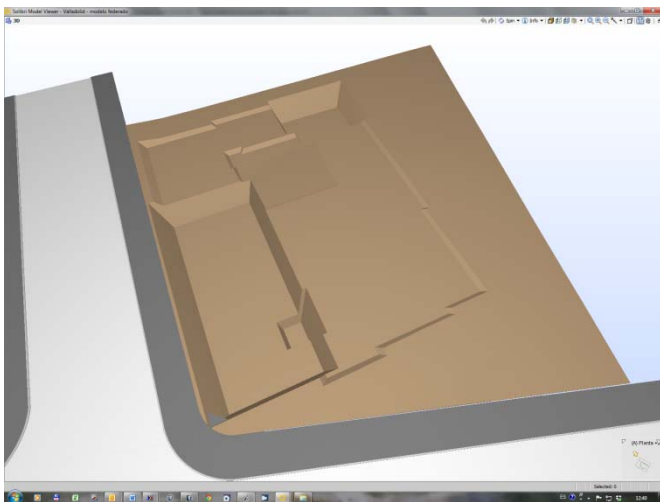


Figura 2. Perspectivas del modelo arquitectónico (1/2)

Se entregó el modelo arquitectónico en IFC, después de chequearlo con Solibri para comprobar su correcto modelado. El presupuesto del modelo se realizó con Presto a partir de los listados de mediciones, obtenidos con

Allplan, a través de los enlaces directos bidireccionales existentes entre ambas aplicaciones. Se entregaron en fichero BC3.

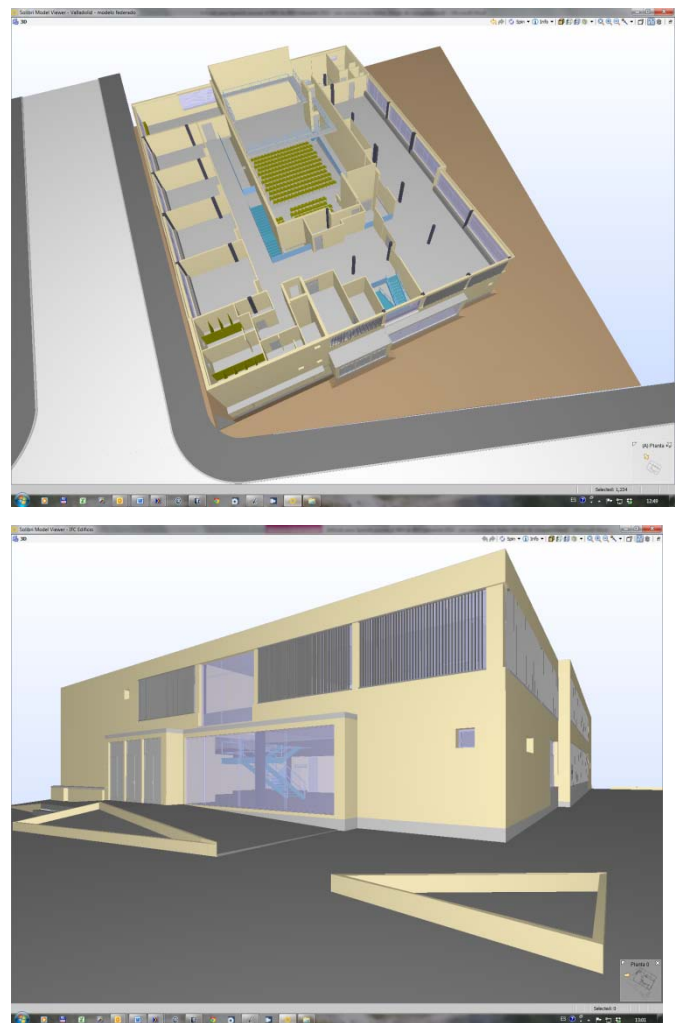
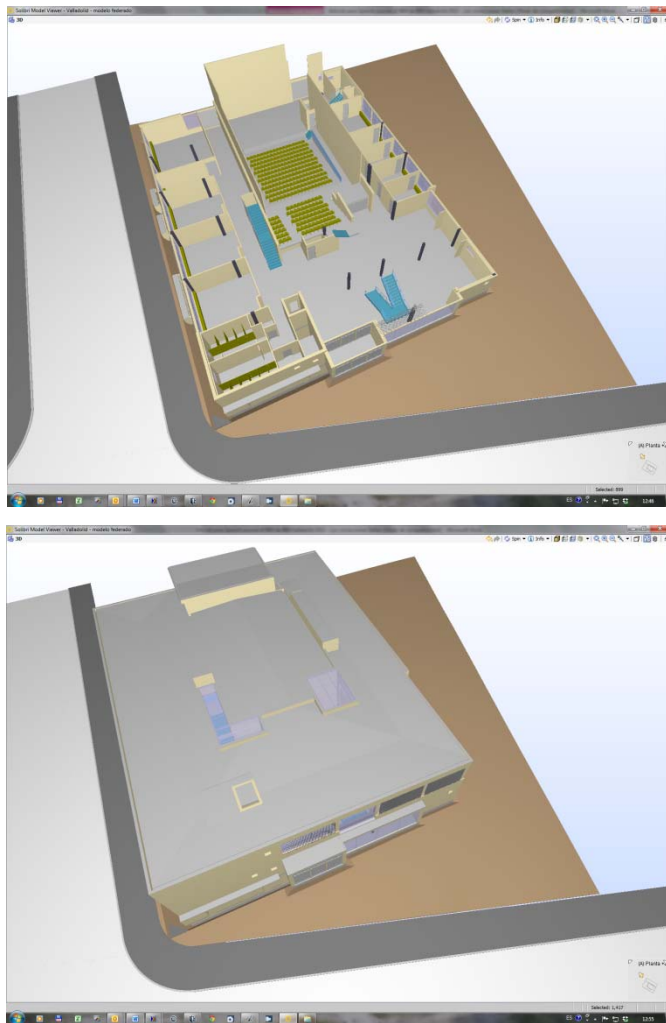


Figura 3. Perspectivas del modelo arquitectónico (2/2)

Código	Descripción	Unidad	Medición	IPC	Pres. Unit	Pres. Total
0	Costo Base de la Instalación		1.371.148.021.428	EUR	1.371.148,02	1.371.148,02
1	TRABAJO PRELIMINAR	Medición	1.000.000.000.000		46.461,46	46.461,46
2	MONTAJE DE TIERRAS	Medición	1.000.000.000.000		211.000,00	211.000,00
3	CONCRECIÓN	Medición	1.000.000.000.000		251.902,29	251.902,29
4	ALBANELERÍA	Medición	1.000.000.000.000		79.902,29	79.902,29
5	COBERTURAS	Medición	1.000.000.000.000		63.270,37	63.270,37
6	ALBANELERÍA	Medición	1.000.000.000.000		1.222.502,00	1.222.502,00
7	REVESTIMIENTOS	Medición	1.000.000.000.000		254.830,00	254.830,00
8	ALBANELERÍA	Medición	1.000.000.000.000		4.102,29	4.102,29
9	TEJAS	Medición	1.000.000.000.000		976.740,00	976.740,00
10	TEJAS	Medición	1.000.000.000.000		166.170,00	166.170,00
11	TEJAS	Medición	1.000.000.000.000		91.000,79	91.000,79
12	TEJAS	Medición	1.000.000.000.000		66.274,00	66.274,00
13	TEJAS	Medición	1.000.000.000.000		8.702,47	8.702,47
14	TEJAS	Medición	1.000.000.000.000		21.906,91	21.906,91
15	TEJAS	Medición	1.000.000.000.000		911.471,16	911.471,16
16	TEJAS	Medición	1.000.000.000.000		23.500,00	23.500,00
17	TEJAS	Medición	1.000.000.000.000		8.000,00	8.000,00
18	TEJAS	Medición	1.000.000.000.000		8.000,00	8.000,00

Product number	Product description	Quantity
1001001000000	UPVP 110x140-ABS	1,00 pcs
10-20119023-001	Traversea	1,00 pcs
10-20119023-002	Traversea para 4-600 mm	1,00 pcs
10-20119023-004	Traversea para 4-600 mm	1,00 pcs
1011000000000	Perforador Auto nivel 90	9,00 pcs
1030000000000	Faldón lateral exterior circular nivel 90 4-600 mm	9,00 pcs
1030000000000	Faldón lateral exterior circular nivel 90 4-600 mm	9,00 pcs
1011000000000	Verificador Auto galvanizado chapa chapa conexión 1	9,00 pcs
1011000000000	End cap angle	1,00 pcs
1011000000000	End cap circular DN-500	1,00 pcs
1011000000000	End cap circular DN-500	1,00 pcs
1030000000000	Faldón circular Auto 4-200 mm	33,37 pcs
1030000000000	Faldón lateral exterior circular 4-600 mm	34,48 pcs
1030000000000	Faldón lateral exterior circular 4-600 mm	33,37 pcs
1011000000000	Collar cable circular 4-200 mm	22,00 pcs
1011000000000	Perforador Auto nivel 90	9,00 pcs
1011000000000	Collar cable circular 100x100 mm x 100x100 mm	1,00 pcs
1011000000000	Collar cable circular 100x100 mm x 100x100 mm	22,00 pcs
1011000000000	Collar cable circular 100x100 mm x 100x100 mm	1,00 pcs
1011000000000	Collar cable circular 100x100 mm x 100x100 mm	14,17 pcs
1011000000000	Collar cable circular 100x100 mm x 100x100 mm	6,00 pcs

Figura 4. Control de costes del proyecto

6.2 Modelo estructural

El modelo estructural definitivo con las dimensiones corregidas por el cálculo de la estructura se entregó en IFC.

Con anterioridad se hizo un primer modelo IFC con los datos del pre dimensionado del proyecto básico que sirvió como modelo para el cálculo estructural con CYPE, introduciéndole las hipótesis de cargas

en ese modelo. Este modelo corregido, por las salidas del cálculo, pasó a ser el definitivo.

El modelo entregado contenía la geometría de todos los elementos estructurales de hormigón armado, pilares, pantallas, muros, forjados, losas. Se presentó también una muestra de armado con la armadura del volumen de los elementos que componen el cortaviento de las puertas del acceso principal. También contenía los elementos estructurales metálicos de perfiles laminados.

Se entregaron los cálculos en fichero PDF.

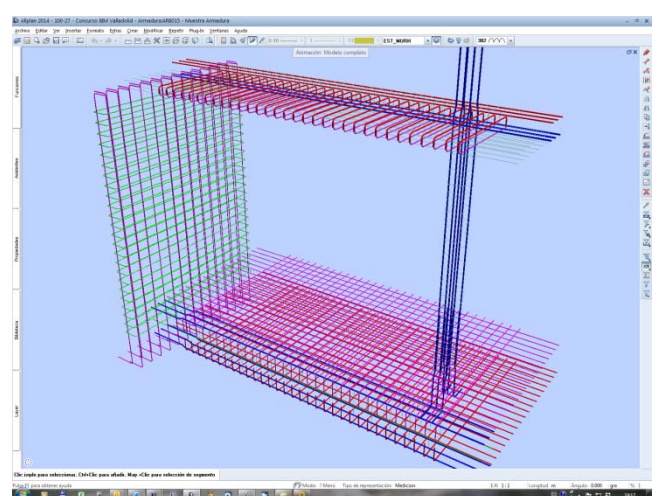
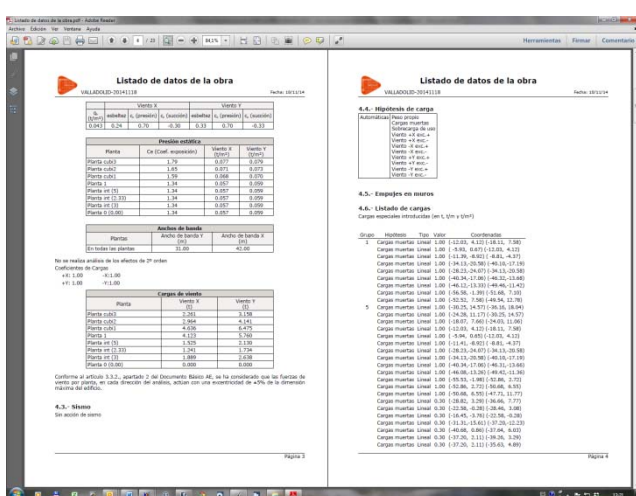
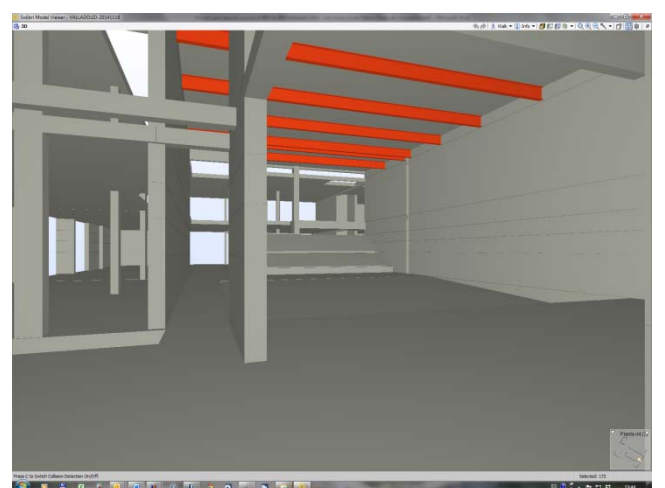
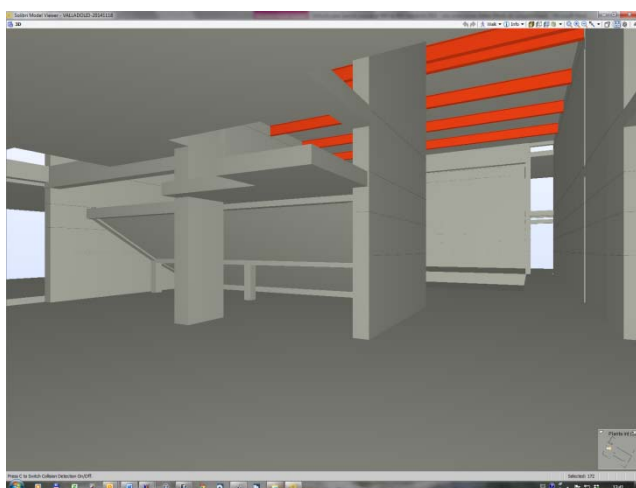
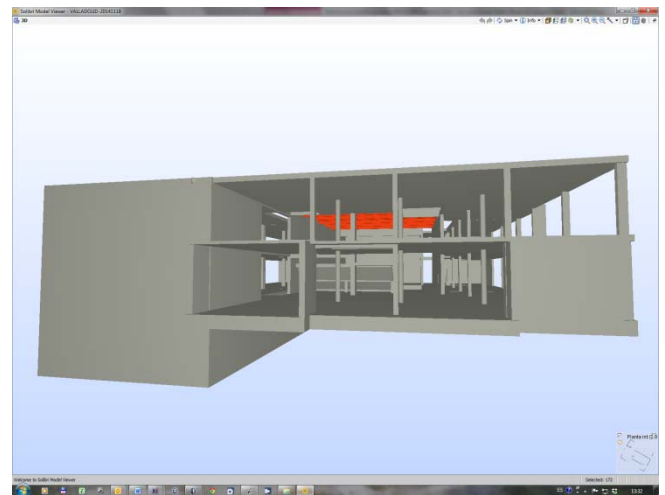
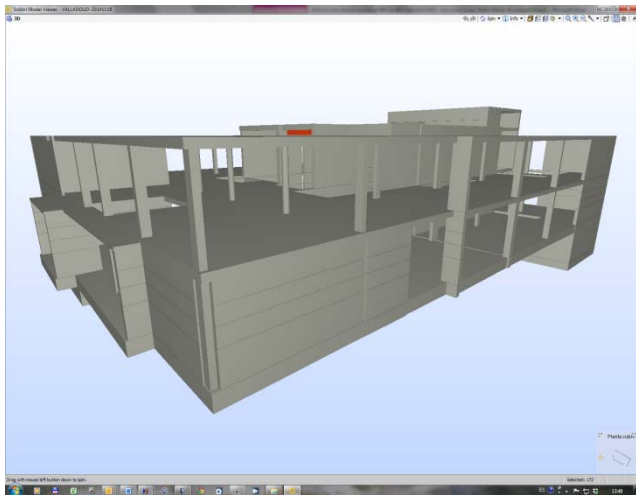


Figura 5. Modelo estructural

6.3 Modelo MEP

A partir del modelo básico nativo de Allplan se realizaron los esquemas de principios y los esquemas de trazados de las distintas redes. Este modelo contenía la definición de todos los locales o espacios. El modelo IFC del modelo básico, con la definición de locales, características de las fachadas y orientación, fue el utilizado por DDS-CAD para realizar los

cálculos de las instalaciones y modelar las redes principales.

El modelo MEP realizado con DDS-CAD, a partir del modelo IFC de estructura y arquitectura hecho con Allplan, se entregó en IFC. Previamente se chequeó con Solibri para comprobar su correcto modelado.

Los cálculos se entregaron en PDF.

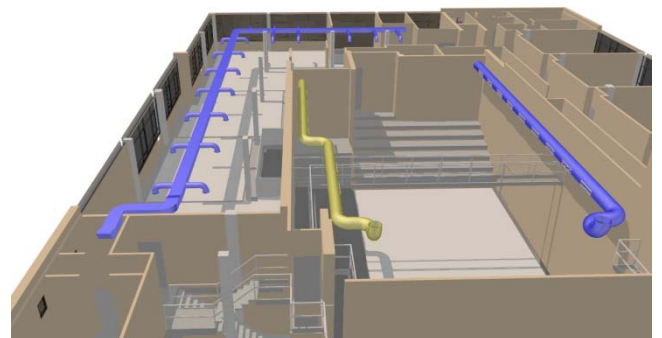
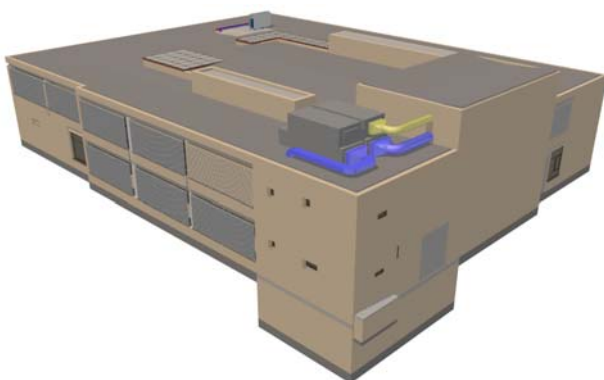
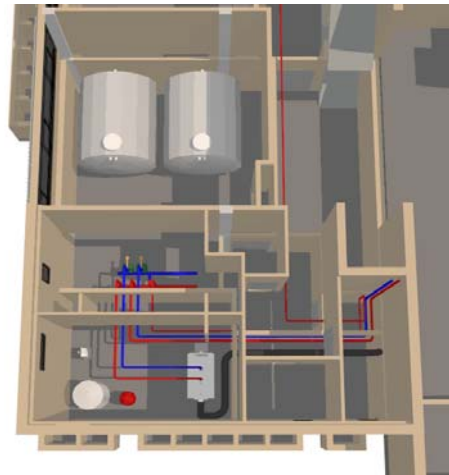
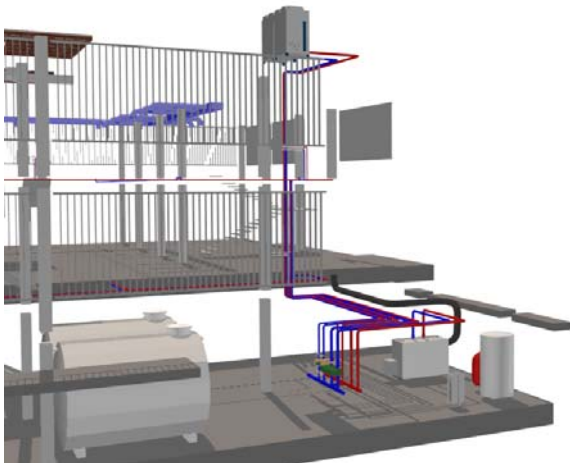
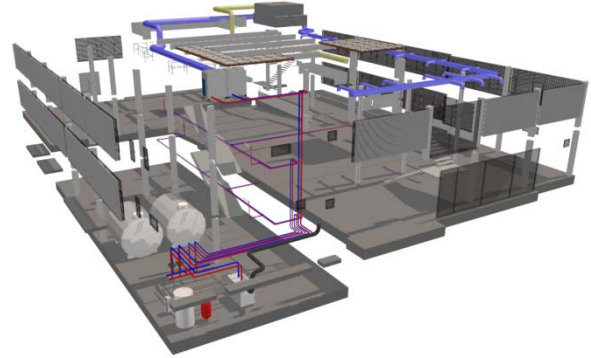


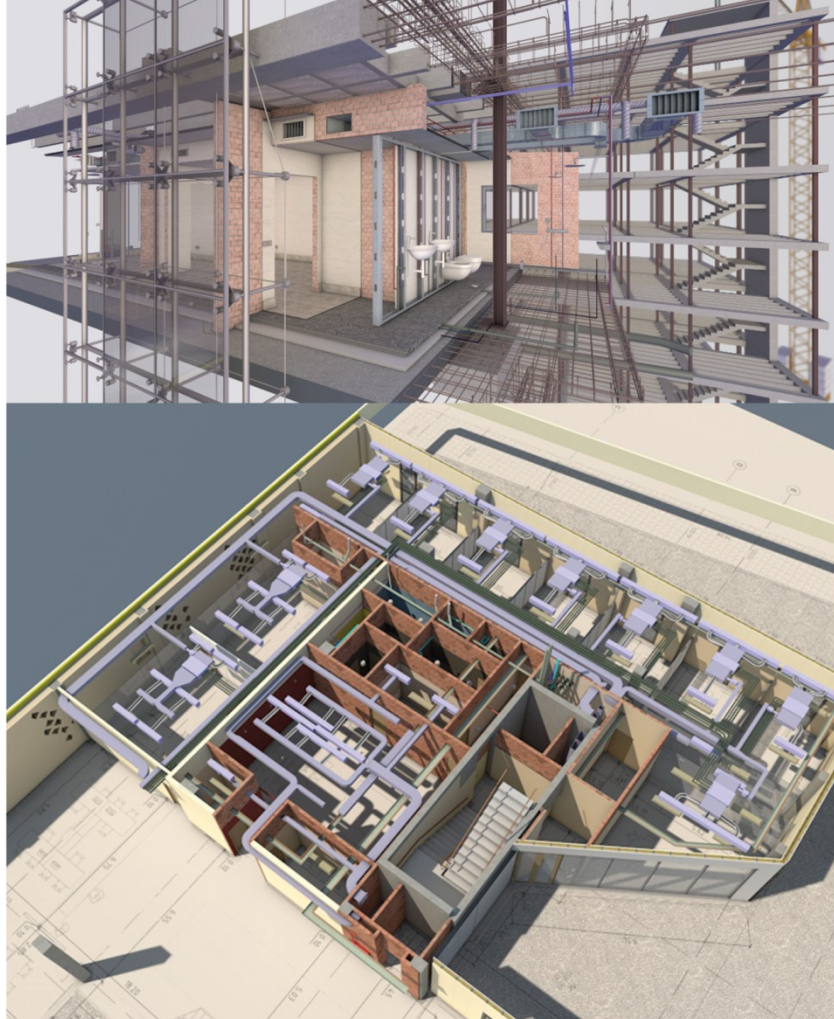
Figura 6. Modelo MEP

6.4 Modelo energético:

Desde DDS-CAD, donde se realizó el modelo MEP, se exportó el fichero gbXML.

Posteriormente se realizó el análisis energético con la aplicación DesignBuilder.

TOTAL BIM consulting



TOTAL BIM PARA SUS PROYECTOS Y OBRAS

- **10 años** de experiencia en **BIM**
- Hacemos **TOTAL BIM** integrando arquitectura, estructuras, instalaciones, mediciones y certificaciones.
- Tecnología **BIM** consigue un ahorro del **3-6%** del PEM
- Reducción en materiales
- Reducción en tiempo de ejecución
- Resolución anticipada de conflictos

www.totalbimconsulting.com

SERVICIO BIM COMPLETO CON EQUIPO MULTIDISCIPLINAR

Somos arquitectos e ingenieros de estructuras, instalaciones y mediciones.

Expertos en **TOTAL BIM**, integramos todos los contenidos técnicos y económicos del proyecto.

Ofrecemos un servicio completo **BIM**, riguroso, eficaz y competitivo, adaptado a las necesidades del cliente.

Ciudad de la Justicia de Córdoba (España)



 (+34) 954 27 71 58

TOTAL BIM CONSULTING S.L.

info@totalbimconsulting.com

C/ Gerardo Diego 6, Local A. 41013 Sevilla. España

BIM - un enfoque integral en todas las fases del proyecto Hilti, la planificación y el diseño de la obra y viceversa

Dr.-Ing. Oliver Geibig
Head of Engineering Central Europe,
Hilti Deutschland AG

Dr. Oliver Glockner
Head of Application Software,
Hilti AG

Debido a la observación y el análisis intenso de las tendencias mundiales en el mercado de la construcción, Hilti reconoció hace varios años, la creciente importancia de Building Information Modeling (BIM) para la planificación y realización en proyectos de construcción. Uno de los mayores retos es sin duda evitar discontinuidades de medios propensos a errores y que consumen mucho tiempo, algo que sigue siendo una práctica común en la industria de la construcción hoy en día. Hasta el momento, Hilti ha puesto el foco en el área de BIM en dos sectores en particular. Cómo hacer que productos - en nuestro caso productos Hilti - entren en el Building Information Modeling "Objetos BIM", y, cómo hacer que la información de obra terminada vuelva a BIM "Del campo a BIM", algo que es de importancia crucial para el responsable último de la obra con el fin de operar el objeto de una manera profesional.

1 INTRODUCCIÓN

El tema del BIM en la planificación y diseño de (complejo) proyectos de construcción no es del todo nueva. En América del Norte y Escandinavia, en particular, la introducción de BIM para la optimización de la planificación y implementación así como el de la gestión de documentación de edificios empezaron hace años. Sin embargo, en los últimos años se ha producido un cierto desarrollo en esta dirección y primeros proyectos se han llevado a cabo en numerosos países europeos, como Inglaterra, los Países Bajos y Alemania, donde se utiliza el método BIM y esta tendencia también se sintió alentada por los cambios en los requisitos legales para la ejecución de proyectos de construcción pública.

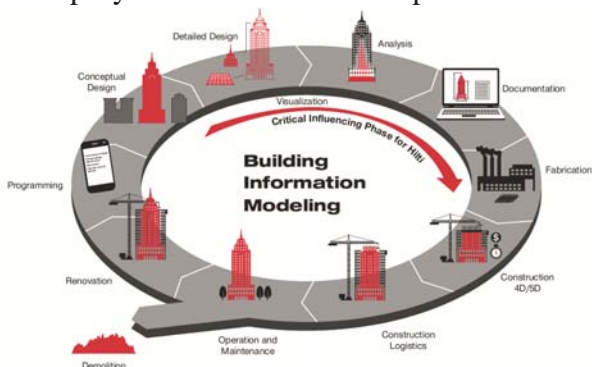


Figura 1: Ciclo de vida de un proyecto de construcción

Hilti entiende BIM como método de acelerar los procesos eficaces en toda la cadena de creación de valor de los proyectos, por lo que la empresa apoya a diseñadores y clientes a través de todas las fases del proyecto, desde el diseño hasta la implementación. Este artículo se centra en dos aspectos importantes en el enfoque actualmente perseguidos por el fabricante. (Ver Figura 1).

2 CÓMO HACER QUE PRODUCTOS ENTREN EN EL BUILDING INFORMATION MODELING "OBJETOS BIM"

Hilti ofrece a sus clientes soluciones innovadoras para numerosas aplicaciones BIM. Con ello se garantiza significativamente la flexibilidad y compatibilidad en el proceso de diseño y planificación. El reto inicial era averiguar en qué productos centrarse y el método en que los fabricantes puedan incorporarse en los modelos BIM. A tal efecto, numerosas e intensas reuniones se produjeron con clientes con el fin de evaluar los formatos y, sobre todo, que atributos tiene que ser proporcionados. Este reveló que debe ser un objetivo claro para el futuro definir las normas lo más uniforme posible, con el fin de lograr la compatibilidad entre los diferentes gremios y soluciones de software. Una clara necesidad del cliente

en este sentido se puede resumir con el lema "menos es más", es decir, no todos los elementos que podrían incluirse como atributos son realmente útiles. Mucho más importante en este contexto es el tamaño máximo de archivo, que debe estar en la parte baja de tres dígitos (mejor dos dígitos) para evitar innecesariamente la sobrecarga de los ya muy grandes modelos de BIM con detalles. (Ver Figura 2).

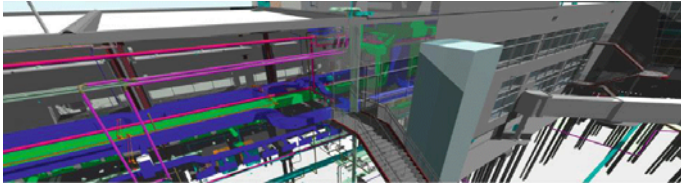


Figura 2: Modelo BIM

El resultado de nuestras entrevistas con clientes es la biblioteca BIM/CAD Hilti [2], que contiene todos los productos relevantes en numerosos formatos BIM / CAD. Con la ayuda de la retroalimentación de las interacciones con clientes y de nuestro propio personal del sistema se optimiza de forma continua y todos los productos incluidos en la biblioteca se actualizan. Por último, estos también se pueden descargar en el estándar de la CFI para PCs individuales. Además, los plug-ins están disponibles, por ejemplo para AutoCAD [3], Revit [4] y Tekla [5], por lo que algunas familias están disponibles directamente en el software de diseño, lo que sin duda simplifica el uso en los modelos de BIM pero también significa mayor desgaste para el fabricante puesto que los plug-ins deben actualizarse regularmente. La ventaja para el ingeniero o arquitecto es mayor fiabilidad de diseño, particularmente con respecto a medidas de seguridad de protección pasiva contra incendios, para la sujeción de instalaciones y anclajes varios. El objetivo de Hilti es tener sus productos colocados en el modelo BIM y por lo tanto facilitar que se incluyan en la especificación de manera profesional y segura. Esto crea una situación win-win ganar-ganar para los ingenieros y clientes, así como para el fabricante.

3 ¿CÓMO PUEDEN LAS DESVIACIONES DE LA CONSTRUCCIÓN VOLVER DE VUELTA AL MODELO BIM? DOCUMENTACIÓN

Como siguiente paso lógico de la utilización de BIM en el proceso de construcción, Hilti ha abordado la cuestión de la obra nueva terminada, y como la información recogida en la misma se puede alimentar de nuevo en BIM. Este proceso de documentación es

particularmente importante para la gestión profesional de edificios, especialmente cuando ciertos elementos de la construcción, como dispositivos de seguridad pasiva contra incendios, ya no son accesibles libremente en el estado acabado del edificio, debido a elementos de revestimiento decorativo, por ejemplo, falsos techos. Para solucionar este problema, Hilti ha trabajado en otra herramienta innovadora para la gestión de los elementos de seguridad pasiva contra incendios. El Gestor de documentación contra incendios CFS-DM de Hilti [6], que ofrece nuevas vías y ayudas en la documentación de elementos e instalaciones de protección pasiva contra incendios. Este software ayuda a simplificar significativamente todo el proceso de documentación relacionado con la protección pasiva en obra. CFS-DM de Hilti permite, en obra documentar los elementos de protección pasiva contra incendios grabando los atributos del sellado, las modificaciones posteriores con la ayuda de fotos (antes / después) y códigos QR para fácil acceso a esta información. Toda esta documentación se consigue fácilmente con dispositivos móviles (smartphones, tablets) que funcionan en iOS y Android. Una de las grandes ventajas de CFS-DM de Hilti es que los pasos de instalación pueden marcarse digitalmente en los respectivos planos de planta e identificarse claramente durante el procedimiento de documentación (Ver Figura 3).



Figura 3: Documentando el proyecto en obra

En segundo lugar, esta documentación digital profesional proporciona medios de control y coordinación a los propietarios de edificios y gerentes de instalaciones para el mantenimiento de edificios de su oficina o plantas. Además, CFS-DM genera informes personalizables en formato PDF o Excel con un solo clic de un nuevo, generando esta opción un ahorro de tiempo. Como siguientes pasos, Hilti está traba-

jando soluciones para que CFS-DM genere documentación que pueda ser introducida en BIM.

4 SOPORTE BIM DE HILTI HOY

El artículo muestra como hoy Hilti está trabajando en BIM para ofrecer soporte a diseñadores y clientes en todas las fases del proyecto. Con los aspectos descritos anteriormente, Biblioteca BIM/CAD y CFS-DM, Hilti proporciona soluciones en el procesamiento y la documentación de todos los datos dentro del modelo BIM. Sin embargo, en última instancia, la integración a través del método de BIM en España no sólo se basa en la prestación de este tipo de soluciones técnicas. Es necesario que dos elementos adicionales que tenga que estar en su lugar: las condiciones marco legales apropiadas en primer lugar tienen que ser creadas. En segundo lugar, los modelos de contratos innovadores necesitan ser aplicados, tales como los que ya están en uso en otros

países, por ejemplo, IPD (Entrega Integrada de Proyectos) en los EE.UU., con el fin de ser capaz de proporcionar incentivos a todas las partes involucradas en un proyecto en forma de pago de la prima para el diseño y ejecución de proyectos rápidos.

5 BIBLIOGRAFÍA

- [1] BIM / CAD Library:
<https://www.hilti.es/libreria-bimcad>
- [2] BIM Plugin – AutoCAD:
www.hilti.com/bimcad_lib_acad
- [3] BIM Plugin – REVIT:
www.hilti.com/bimcad_lib_revit
- [4] BIM Catalogue – Tekla:
<http://www.tekla.com/company/news/tekla-bim-software-now-includes-hilti-products>
- [5] Hilti CFS-DM Gestor de documentación contra incendios
<https://www.hilti.es/gestor-de-documentacion-contra-incendios-cfsdm>

HILTI

PROFIS Installation

DISEÑA SOPORTES DE INSTALACIONES E IMPORTA LA SOLUCIÓN EN FORMATO BIM

500 90 90

Descarga PROFIS Installation GRATIS en www.hilti.es

Hilti. Superando expectativas.

CYPE

SOFTWARE

BIM



IFC



TEKLA



AUTODESK
AUTOCAD
2014



AUTODESK
REVIT

GRAPHISOFT
ARCHICAD



Software para **Arquitectura,**
Ingeniería y Construcción



CYPE Ingenieros, S.A.

Avda. Eusebio Sempere, 5 - 03003 ALICANTE - SPAIN

Tel. (+34) 965 922 550 - Fax (+34) 965 124 950 - cype@cype.com

www.cype.com



building**SMART**.
Spanish home of openBIM.

