

MÁSTER EN GESTIÓN INTEGRAL EN LA EDIFICACIÓN
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE LA EDIFICACIÓN (ETSIE)
TRABAJO FIN DE MÁSTER CURSO ACADÉMICO 2014-2015

TÍTULO

Estudio sobre la implementación de la tecnología BIM en las contrataciones de obra pública

AUTOR

Victoria Domínguez Blanco

TUTOR

Dr. Isidro Cortés Albalá

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivos prioritarios vislumbrar cuál puede ser el camino más acertado para implementar BIM en el sector público en la fase de las licitaciones y el papel de BIM dentro de la propia licitación. Esta investigación abarca el estudio de BIM dentro del escenario de la contratación de obras públicas, el análisis de la situación actual y las nuevas posibilidades de desarrollo. Los resultados pueden ayudar tanto a clientes públicos como a ofertantes a mejorar la eficiencia de la evaluación de ofertas y la posterior adjudicación de la licitación. En el futuro, el enfoque basado en BIM debe integrarse en el proceso de contratación pública para aprovechar al máximo su potencial.

ABSTRACT

This research project has as primary objectives enlighten which may be the most appropriate way to implement BIM in the public sector in the tendering stage and the role of BIM within the tendering itself. It includes the study of BIM within the procurement of public works, the analysis of the current situation and the development possibilities. The results may help public sector clients as well as bidders to improve the efficiency of the bidding evaluation and the subsequent contract award. In the future, the BIM based approach must be integrated in the public tendering process to take full advantage of its potential.

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
2.	JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO.....	8
3.	ESTADO ACTUAL DE LA CONTRATACIÓN EN EL SECTOR PÚBLICO.....	9
3.1	INTRODUCCIÓN.....	9
3.2	PROCESO DE LICITACIÓN.....	9
3.3	MÉTODOS TRADICIONALES DE CONTRATACIÓN PÚBLICA.....	10
3.3.1	PROYECTO – LICITACIÓN – CONSTRUCCIÓN (DBB).....	10
3.3.2	PROYECTO - CONSTRUCCIÓN (DB).....	11
3.3.3	GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN (CM).....	13
3.3.4	PROYECTO – CONSTRUCCIÓN – MANTENIMIENTO (DBO).....	15
3.3.5	PROYECTO – CONSTRUCCIÓN- FINANCIACIÓN – MANTENIMIENTO (DBFO).....	15
3.3.6	COMPARATIVA DE LOS MÉTODOS DE CONTRATACIÓN TRADICIONALES.....	16
3.4	PROCESOS INNOVADORES DE CONTRATACIÓN.....	18
3.4.1	INTEGRATED PROJECT DELIVERY (IPD).....	19
3.4.2	COST LED PROCUREMENT (CLP).....	21
3.4.3	INTEGRATED PROJECT INSURANCE (IPI).....	24
3.4.4	TWO STAGE OPEN BOOK.....	24
4.	ESTADO ACTUAL DE BIM.....	27
4.1	INTRODUCCIÓN.....	27
4.2	USOS ACTUALES DE BIM.....	28
4.3	DEFINICIÓN DEL MODELO BIM.....	30
4.4	INTEROPERABILIDAD.....	34
4.5	IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN EL SECTOR PÚBLICO.....	36
5.	OBJETIVOS.....	38
6.	METODOLOGÍA.....	39
6.1	INTRODUCCIÓN.....	39
6.2	PROCEDIMIENTO.....	39
6.3	ITINERARIO.....	41
7.	POSIBILIDAD DE IMPLEMENTAR BIM EN LAS LICITACIONES PÚBLICAS.....	43
7.1	INTRODUCCIÓN.....	43
7.2	IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN EL MÉTODO DE LICITACIÓN DE PROYECTO-LICITACIÓN- CONSTRUCCIÓN (DBB).....	44
7.2.1	OBLIGACIONES DEL CLIENTE.....	44

7.2.2	MODELOS DE CONTRATOS POSIBLES	46
	PPC2000	52
7.2.3	BENEFICIOS PARA LOS LICITANTES.....	52
7.2.4	BENEFICIOS PARA EL CLIENTE.....	52
7.2.5	LIMITACIONES Y OPORTUNIDADES	52
7.3	IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN LICITACIONES DE DISEÑO-CONSTRUCCIÓN O CONCURSOS DE DISEÑO.....	54
7.3.1	OBLIGACIONES DEL CLIENTE	54
7.3.2	BENEFICIOS PARA EL CLIENTE	59
7.3.3	BENEFICIOS PARA LOS LICITANTES.....	59
7.3.4	LIMITACIONES Y OPORTUNIDADES	59
7.4	EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS EN LAS LICITACIONES	61
7.4.1	INTRODUCCIÓN	61
7.4.2	HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN DE PROPUESTAS	61
7.4.3	CRITERIOS Y REQUISITOS DE EVALUCIÓN DEL CLIENTE PARA LA COMPROBACIÓN DE UN MODELO BIM	63
8.	EJEMPLOS DE ADOPCIÓN DE BIM EN LAS LICITACIONES	69
8.1	INTRODUCCIÓN	69
8.2	CONCURSO DE ARQUITECTURA PARA EL MUSEO NACIONAL DE OSLO (NORUEGA).....	69
8.3	TWO STAGE OPEN BOOK: PRISIÓN DE COOKHAM WOOD (ROCHESTER, UK)	74
8.4	COMPARATIVA DE DIFERENTES METODOS DE LICITACIÓN	82
8.5	DISCUSIÓN	84
9.	CONCLUSIONES	86
10.	FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION.....	88
11.	FUENTES CONSULTADAS	90
11.1	PROYECTOS Y TESIS	90
11.2	GUÍAS ESPECÍFICAS.....	90
11.3	PÁGINAS WEBS.....	93
11.4	NORMATIVA	94
11.5	ARTICULOS, PRESENTACIONES Y OTROS.....	95
ANEXO1.	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	96

1. INTRODUCCIÓN

En el sector de la construcción la selección del contratista y acuerdo de un precio es un paso muy importante para el éxito del proyecto, especialmente en las licitaciones públicas. Sin embargo, la práctica demuestra que por lo general tras la contratación surgen problemas que llevan a un incremento del precio a lo largo del proceso de construcción debido no solo a errores en el propio proyecto y cambios aplicados por el cliente, sino también al coste de materiales adicionales que no estaban incluidos en el pliego de licitación o actuaciones no contempladas.

Una nueva forma de trabajo está emergiendo en el sector de la construcción llamada Building Information Modelling (BIM). El principal objetivo de esta nueva tecnología es la reducción de errores usuales en modelos 2D en papel. Gracias a una simulación y aproximación digital es más fácil controlar y analizar posibles errores. BIM puede mejorar el proceso completo, sin embargo su implementación es más avanzada en las fases posteriores a la licitación. La adopción de BIM en las primeras etapas aún no ha sido ampliamente difundida.

La detección temprana de errores en el proyecto a través del análisis de las diferentes propuestas presentadas por los ofertantes a una licitación o una mejora en el proceso de selección de los contratistas puede suponer un importante ahorro de costes en las obras públicas, y por tanto ahorro de dinero del contribuyente. Para mejorar el proceso de licitación es indispensable conocer diferentes tipos de contratos empleados en el sector público para entender la metodología de trabajo y el momento exacto en el cuál se produce la licitación.

Por otro lado, es indispensable conocer las posibilidades actuales del empleo de modelos de información en el sector de la construcción así como los ejemplos pioneros o medidas que han llevado a la implementación de BIM en el sector público. A pesar de la escasa implementación en la etapa de licitaciones públicas, es posible vislumbrar la relación y el uso que podría tener BIM en ciertos tipos de contratación pública o como herramienta para el análisis de propuestas en licitaciones.

Recientemente cada vez más el sector público está prestando atención al ahorro de costes y, al mismo tiempo a mejorar la eficiencia. Por lo general, la industria de la construcción tiene una relevante facturación anual, lo que representa una parte importante del PIB. Por lo tanto, algunos países como Reino Unido, están adoptando nuevas estrategias con el fin de mejorar la situación actual. Muchas de esas estrategias pasan por el uso de BIM, que obliga a todas las partes involucradas en el proceso a adoptar un enfoque de colaboración para reducir ineficiencias. Por otra parte, también el Parlamento Europeo va a fomentar la adopción de BIM

modernizando el procedimiento de adquisición y garantizando una mayor eficiencia. La Directiva de la UE de contratación en el sector público será un importante impulso para el uso de BIM.

2. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO

Los tiempos cambian y el sector de la construcción necesita adaptarse. Para ello es necesario conocer nuevas técnicas, investigar en nuevas áreas y está claro que en construcción ese avance pasa por el uso de modelos de información. Otras industrias, como la aeronáutica o el automovilística, cuentan con protocolos muy definidos, estándares y procesos mecanizados e industrializados. Sin embargo, la industria de la construcción no ha avanzado al mismo ritmo. Con la implementación de BIM en el sector se abre una puerta para conseguir controlar los costes, el proceso de construcción y fomentar la colaboración entre los múltiples agentes que participan en el proceso completo desde el diseño hasta la construcción y el ciclo completo de vida del edificio.

BIM suena cada vez de forma más potente como una vía de modernización y de optimización del proceso de construcción. Sin embargo, los focos se centran en la fase de diseño, la construcción y mantenimiento o rehabilitaciones durante el ciclo de vida y muchas veces nos olvidamos que para que BIM cubra el proceso completo su implementación debe empezar en un paso previo, en la LICITACIÓN. En muchos países los principales promotores de la adopción de BIM son los propios gobiernos y un claro ejemplo de ello es el Gobierno de Reino Unido. Los edificios públicos requieren una licitación como fase previa al diseño y a la construcción, por ello la adopción de BIM debe empezar justo en este punto y no en fases posteriores.

Actualmente la información sobre la implementación de BIM en las licitaciones públicas es tremendamente escasa, al menos en nuestro país. Muchos países nos llevan la delantera, por lo que debemos mirar los pasos que han seguido, cuál ha sido el resultado y aprender de ellos. **¿Cómo están implementando BIM en las licitaciones en otros países? ¿Qué tipos de licitaciones son las más usadas actualmente? ¿Es posible que BIM mejore los procesos de licitaciones actuales? ¿Debemos cambiar los métodos de licitaciones para adoptarlos a al trabajo colaborativa que fomenta BIM? ¿Se adaptan nuestros contratos actuales al modo de trabajo de BIM, responsabilidades o autoría del modelo por ejemplo? ¿Son necesarios nuevos protocolos y requisitos en las licitaciones?**

Estas son algunas de las preguntas recurrentes al pensar en la posible implementación de BIM en las licitaciones públicas. Es un tema aún por explorar pero es importante conocer la situación actual y dar los primeros pasos en este sentido.

3. ESTADO ACTUAL DE LA CONTRATACIÓN EN EL SECTOR PÚBLICO

3.1 INTRODUCCIÓN

Para comprender mejor la posible adopción de BIM en la contratación de obras pública es útil mostrar una visión general del proceso de licitación, la evaluación de las ofertas y los principales métodos de licitación pública en el sector de la construcción. La aparición de BIM ha provocado un cambio en la metodología de trabajo habitual y en las relaciones entre los diferentes agentes que intervienen en el proceso lo que conlleva un reparto de la responsabilidad más global basado en la filosofía de compartir riesgos y beneficios. Esta nueva distribución de la responsabilidad y la forma de trabajo colaborativa no encaja en los métodos de contratación tradicionales ya que marcan un rol y una responsabilidad concreta a cada participante en el proceso de diseño y construcción, por ello están surgiendo nuevos tipos de contratos afines a la metodología BIM.

3.2 PROCESO DE LICITACIÓN

En la Unión Europea, la adjudicación de contratos de obras públicas llevadas a cabo por los estados miembros debe estar regida por una serie de principios como son el principio de no discriminación, igualdad, de reconocimiento mutuo, proporcionalidad y el principio de transparencia (Directiva 2004/18/CE). Para asegurar los principios mencionados normalmente el proceso de licitación sigue los siguientes pasos (Ramírez de Arellano, 2015):

1. Preparación de las especificaciones de la licitación
2. Anuncio e invitación a los participantes
3. Presentación de los documentos de licitación y las ofertas por parte de los participantes
4. Evaluación de las propuestas
5. Adjudicación provisional
6. Notificación
7. Adjudicación definitiva

Existen tres tipos de adjudicación dependiendo de los plazos para el proceso enumerado anteriormente: adjudicación ordinaria, de urgencia y de emergencia (contrato verbal). La preparación del pliego de condiciones por lo general implica un debate preliminar entre el cliente y/o propietario y consultores para establecer la documentación de licitación. Luego, se

publica la licitación e invita a los licitadores a presentar sus ofertas. Dependiendo del tipo de procedimiento elegido esta fase se desarrolla de forma diferente. Si se trata de un procedimiento abierto, tras el anuncio de la licitación los participantes pueden presentar sus ofertas, sin embargo en el procedimiento restringido los participantes presentan su candidatura y es el órgano adjudicatario el encargado de seleccionar los candidatos. Existen procedimientos aún más restrictivos como el procedimiento negociado en el cual el órgano adjudicatario selecciona a los candidatos que serán los únicos invitados a participar en la licitación y el diálogo competitivo (Ramírez de Arellano, 2015). Tras esta fase, los candidatos presentan sus ofertas, la documentación requerida y la acreditación de la clasificación de la empresa si es requerida. El órgano adjudicatario no procede a abrir las ofertas hasta que finaliza el plazo de entrega. Un grupo de expertos designados por el cliente y los consultores evalúa las candidaturas según los criterios predefinidos en el pliego de cláusulas administrativas de la licitación y eligen la candidatura ganadora.

En España actualmente la normativa que regula los contratos públicos en el sector de la construcción es la siguiente:

- Ley 30/2007 de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas
- Real Decreto 817/2009, de 8 de mayo, por el que se desarrolla parcialmente la Ley 30/2007, de Contratos del Sector Público

3.3 MÉTODOS TRADICIONALES DE CONTRATACIÓN PÚBLICA

El número de métodos de contratación de proyectos, incluyendo todas sus variaciones, es sustancial y no todos pueden contemplarse en este estudio. La clasificación presentada por Lahdenperä en *Financial analysis of Project delivery systems* es un buen punto de partida (Lahdenperä, 2008, p. 12):

- Design-Bid-Build (DBB)
- Design-Build (DB)
- Construction Management (CM)
- Design-Build-Operate (DBO)
- Design-Build-Finance-Operate (DBFO)

3.3.1 PROYECTO – LICITACIÓN – CONSTRUCCIÓN (DBB)

Es un sistema de licitación muy popular y por esta razón también se le llama método “tradicional”. El cliente encarga el diseño de forma independiente y la licitación se realiza para la fase de construcción. Por lo tanto, las diferentes partes son responsables del diseño y la construcción respectivamente. El proyecto ya está definido cuando el constructor realiza su oferta lo que le permite estimar los costes. Por lo general el criterio de adjudicación es a la oferta más baja. El mantenimiento de la construcción se encarga a otra empresa independiente o es gestionado por el cliente.

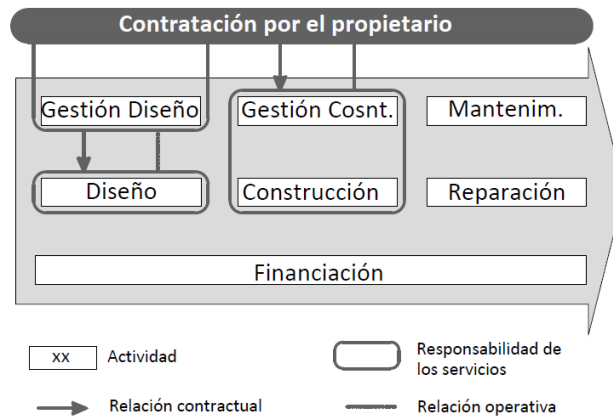


Figura 3.1. Diagrama DBB (Adaptación propia Lahdenperä, 2008, p.13)

Los principales pasos son (Bolpagni, 2013, p.31):

- Definir la necesidad de construir y el propósito de la obra
- El cliente define los requisitos de las propuestas técnicas
- Dar la tarea a un equipo de diseño para desarrollar el proyecto y una estimación de costes
- Aceptación del cliente de los trabajos del equipo de diseño
- Preparación de las bases de la licitación
- Selección e invitación a la oferta de licitación
- Los participantes preparan sus ofertas
- Selección y aceptación de una oferta que se convierte en un contrato
- Construcción del edificio
- Pruebas del edificio

Las principales variaciones de este método son (Koppinen and Lahdenperä, 2004, p.28):

Contrato único: el proyecto es adjudicado completo a un constructor que tiene la responsabilidad de entregar la construcción finalizada pudiendo recurrir a la subcontratación.

Contratos separados: el cliente divide el proyecto que se oferta mediante licitaciones diferentes y es otorgado a diferentes constructores.

En este proceso el cliente necesita habilidades internas con el fin de:

- Preparar los requisitos de la licitación
- Definir los criterios del diseño y su encargo
- Seleccionar al constructor siendo el proceso lo más objetivo posible

3.3.2 PROYECTO - CONSTRUCCIÓN (DB)

Proyecto – Construcción es un sistema de gestión de proyectos donde un contratista es el responsable ante el cliente tanto del diseño como de la construcción en virtud de un contrato

único. Una sola entidad puede llevar a cabo todo el diseño y la construcción o puede subcontratar a otras empresas para el cumplimiento del contrato. El mantenimiento periódico de la construcción se realiza por separado por otra empresa o por el propio cliente.

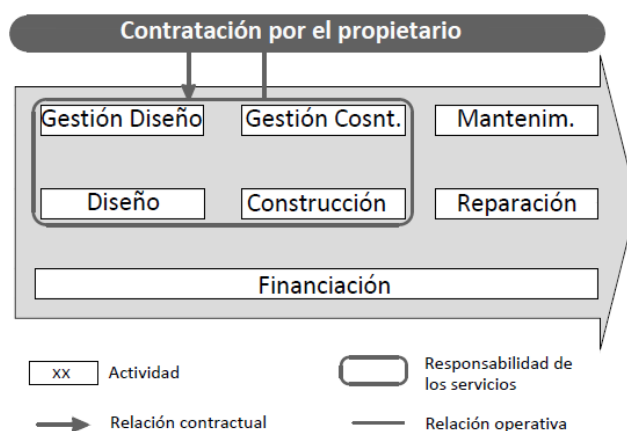


Figura 3.2. Diagrama DB (Adaptación propia Lahdenperä, 2008, p.13)

Los principales pasos son (Bolpagni, 2013, p.34):

- Definir la necesidad de construir y el alcance de la obra
- El cliente define los requisitos de las propuestas técnicas
- Selección e invitación a la oferta de licitación
- Los participantes preparan su documentación técnica, propuestas y oferta económica
- Selección y aceptación de una oferta que se convierte en un contrato. Un criterio de selección puede ser el precio, pero quizás también la calidad del diseño y la solución constructiva.
- Diseño y construcción del edificio

Las principales variaciones de este método son (Bolpagni, 2013, p.35):

Directo: no hay una competición entre constructores, se asigna de forma directa al contratista.

Competitiva: varios contratistas participan en la licitación

Desarrollo y construcción: hay una etapa parcial donde el cliente y los diseñadores definen parte del proyecto para fijar claramente los documentos y las necesidades básicas del edificio. Posteriormente, hay una licitación para desarrollar y completar el proyecto y la construcción del edificio. El constructor se convierte en responsable del diseño inicial.

Oferta global: todas las posibles variaciones están incluidas. No se suele usar para construcciones que conyeben diseños innovadores.

Llave en mano: es similar a la "oferta global". El contratista aporta el edificio listo para su uso y el cliente paga al final de la obra.

Oferta puente: hay una fase inicial en la cual el cliente elabora una gran parte del diseño preliminar del proyecto y el constructor asume la responsabilidad tanto del diseño como de la construcción. La adjudicación se basa en el precio más bajo.

Temprana participación del contratista: hay una fase de prediseño en la cual el contratista participa y fijan las bases de la licitación. La selección de los competidores podría basarse en su calificación.

En este tipo de procesos, el cliente necesita habilidades internas para definir:

- Requisitos del cliente
- El alcance del proyecto
- Actividades que se van a realizar en el nuevo edificio
- Necesidades de espacio
- Consideración del ciclo de vida del edificio y la posible expansión futura
- Sitios de información
- Características del diseño de los espacios
- Requisitos funcionales
- Presupuesto
- Declaración estética
- Cronograma del proyecto
- Nivel esperado de la calidad descrito en términos precisos
- Selección del contratista siendo el proceso lo más objetivo posible

3.3.3 GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN (CM)

Construction Management es un sistema de administración del proyecto donde, además de un equipo de diseño, el cliente contrata a un director para gestionar el proyecto total. La ejecución se asigna mediante varios contratos de construcción parciales. De este modo, las diferentes partes son responsables del diseño y la construcción, pero el Construction Management participa en la dirección de ambos. El CM trabaja en las diversas fases del proyecto y colabora con diseñadores y constructores velando por los intereses del cliente. El mantenimiento es contratado y gestionado independientemente.

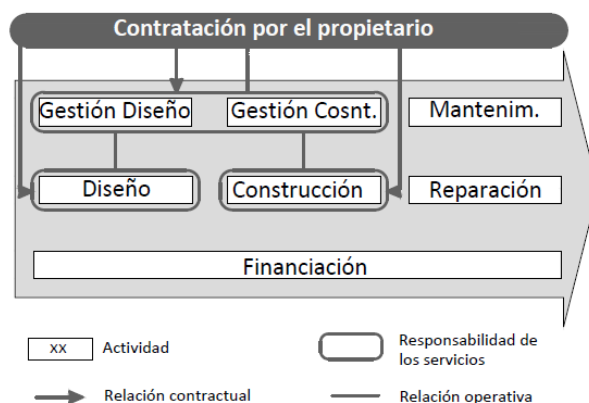


Figura 3.3. Diagrama DB (Adaptación propia Lahdenperä, 2008, p.13)

Los principales pasos son (Bolpagni, 2013, p.38):

- Definir las necesidades de la construcción
- Definir los requisitos del cliente
- Seleccionar un equipo de diseño
- Seleccionar un Construction Manager o un equipo de gestión
- Desarrollo del proyecto y exigencias del diseño
- Licitación, evaluación y selección de los constructores
- Construcción del edificio

Hay dos variantes principales de este método (Lahdenperä, 2001, p22; Koppinen y Lahdenperä, 2004, p.30; Lahdenperä, 2008, p.13)

CM por honorarios (Figura 2.4a): el Construction Manager es el responsable del proyecto y la dirección de obra, pero ellos no están implicados en los trabajos de construcción. Los contratos son entre el cliente y los contratistas. El Constructor Manager supervisa los costos, plazos, calidad y seguridad, pero no asume la responsabilidad de ellos. Con frecuencia las grandes empresas no están interesadas en realizar contratos de CM por honorarios porque ellas realizan contratos de construcción. El Construction Manager recibe honorarios fijos basados en el tiempo y los servicios prestados.

CM con responsabilidad (Figura 2.4b): el Construction Manager es responsable de los medios y métodos de construcción y de la entrega del proyecto terminado, incluyendo la calidad y el rendimiento del activo. Todas las compras a proveedores son realizadas por el Construction Manager y también los contratos con encargados de la construcción y subcontratas. Aún así, el cliente mantiene el poder de decidir en última instancia sobre la ejecución del proyecto. El Construction Manager recibe honorarios en función del tiempo y servicios prestados y la construcción en función de los costes y los honorarios pagados.

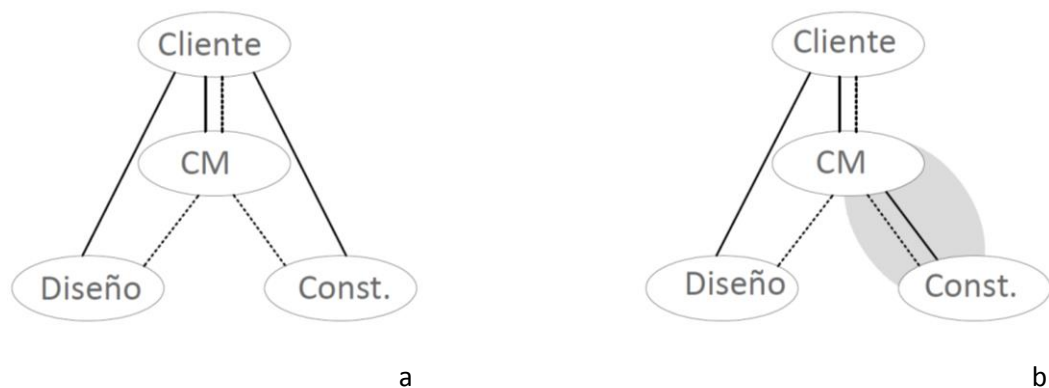


Figura 3.4. (a) Diagrama CM por honorarios (Adaptación propia Lahdenperä, 2001, p.22) y (b) Diagrama CM con responsabilidad (Adaptación propia Lahdenperä, 2001, p.22)

En este tipo de procesos, el cliente necesita habilidades internas para definir:

- Definir los requisitos de la construcción
- Seleccionar un equipo de diseño y un equipo de gestión o Construction Manager
- Cumplir sus responsabilidades contractuales
- Participar en el grado que desee en la aprobación de las operaciones que se producen a lo largo de la gestión del proceso de diseño y construcción.

3.3.4 PROYECTO – CONSTRUCCIÓN – MANTENIMIENTO (DBO)

Proyecto – Construcción – Mantenimiento es un sistema de gestión de proyectos donde la responsabilidad es asignada a través de un único contrato que incluye diseño, construcción y mantenimiento del activo durante el periodo del contrato. El contrato también puede incluir otros servicios al cliente o directamente al usuario. El pago para la inversión es fijado y el cliente paga según el progreso de la construcción. El diseño está siempre en el mismo paquete que la construcción ya que ninguna empresa aceptaría la responsabilidad de mantener el edificio durante su ciclo de vida siendo el proyecto ajeno, el incentivo a la eficiencia del activo se perdería en ese caso. Este método incentiva al proveedor del servicio a estimar el costo total y completar la construcción tan pronto como sea posible además de asegurar un buen nivel de calidad de las instalaciones. El cliente da a los participantes unas especificaciones iniciales del servicio requerido y más adelante los participantes proporcionan una solución de cómo satisfacer las exigencias del cliente. Por esta razón, en este sistema el proveedor del servicio tiene más riesgo, pero al mismo tiempo ellos pueden manejar el riesgo para su propio beneficio.

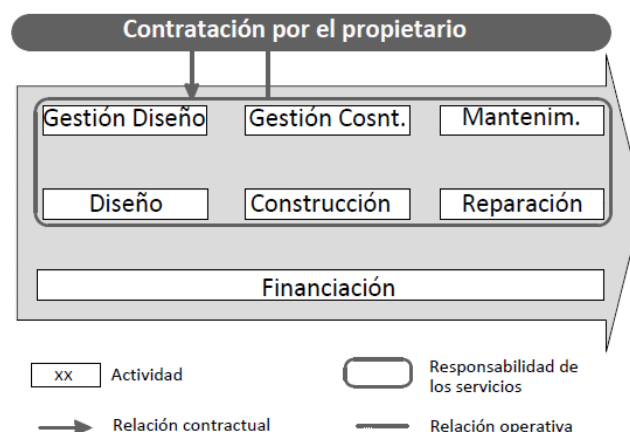


Figura 3.5. Diagrama DB (Adaptación propia Lahdenperä, 2008, p.13)

3.3.5 PROYECTO – CONSTRUCCIÓN- FINANCIACIÓN – MANTENIMIENTO (DBFO)

Es un sistema de gestión de proyectos muy similar al anterior (DBO) ya que la responsabilidad es asignada por un único contrato que incluye el diseño, la construcción y el mantenimiento del activo. Sin embargo, el proveedor del servicio presta financiación y el cliente paga la

inversión después de la puesta en marcha del activo. También en este caso el diseño está siempre en el mismo paquete que la construcción.

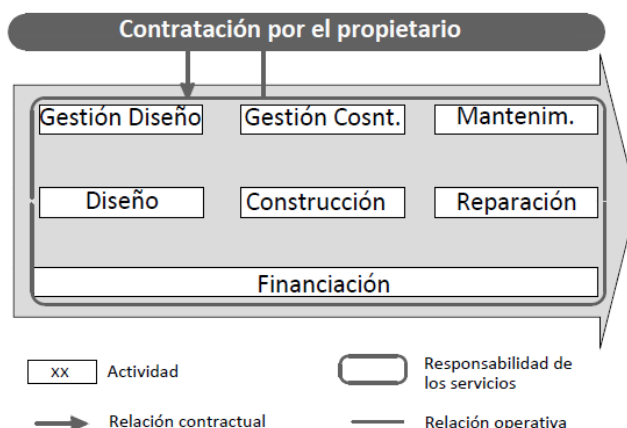


Figura 3.6. Diagrama DB (Adaptación propia Lahdenperä, 2008, p.13)

3.3.6 COMPARATIVA DE LOS MÉTODOS DE CONTRATACIÓN TRADICIONALES

La siguiente tabla muestra las ventajas e inconvenientes de los métodos de contratación pública más empleados (Bolpagni, 2013):

DBB: Design – Bid - Build

DBB: Design - Build

CM: Construction Management

Ventajas de los métodos de contratación	DBB	DB	CM
El cliente puede comunicar sus necesidades a el diseñador	X		
El cliente tiene control total sobre los detalles del proyecto	X		
Método muy conocido	X		
El cliente debe saber el compromiso financiero en una fase temprana del proceso	X	X	
El diseño puede ser realizado sin presiones de programa o precio puesto que ningún constructor ha sido aún contratado	X		
La evaluación de las ofertas es relativamente fácil puesto que el proyecto proporciona una base común para la licitación	X		
La experiencia del contratista puede dar contribuciones positivas		X	
Economía tanto para el contratista como para el cliente porque la responsabilidad del diseño y construcción recae sobre la misma persona		X	
Los cambios durante la construcción se minimizan y son realizados con mayor brevedad y ahorro de costes		X	
Mayor rentabilidad y control del proceso en proyectos complejos			X
Relación temprana entre el equipo de diseño y el constructor		X	X

Inconvenientes de los métodos de contratación	DBB	DB	CM
El periodo total de diseño y construcción es generalmente más largo que en otros métodos	X		
Si el proyecto no está lo suficientemente detallado puede haber discusiones con el constructor	X		
Constructores generalmente ofrecen ofertas demasiado bajas para ganar la licitación que después tratan de recuperar durante el proceso de construcción.	X		
Dificultar para recopilar la información AS- Built	X		
La presencia de documentos menos detallados en las primeras fases del proceso puede generar malentendidos		X	
Pérdida considerable de tiempo y recursos por parte del proveedor del servicio para participar en la licitación lo que puede provocar desencanto y menor afluencia de competidores		X	
El cliente asume más riesgos debido a la coordinación entre múltiples contratos			X
Diseño y la construcción están siendo realizadas por entidades diferentes y la cooperación no está asegurada	X		X
No es fácil acordar el precio en la fase de licitación puesto que no se conocen los detalles del diseño			X

Figura 3.7. Tabla comparativa de los métodos de licitación tradicionales. Ventajas e inconvenientes (Elaboración propia)

El método DBB es el más usado para las licitaciones públicas debido a que la evaluación de las ofertas es relativamente fácil puesto que parten de una base común ya que el proyecto está ya realizado y definidos los materiales y cantidades en las mediciones. En este método se suele adjudicar el contrato a la oferta más baja económicamente, lo cual simplifica enormemente el proceso, aunque en otras ocasiones se valora también las mejoras presentadas por los constructores o los conocimientos mostrados sobre el proyecto. Otra ventaja del método DBB es el mayor control que ejerce el cliente sobre el diseño al no intervenir en esta etapa el contratista encargado de la construcción. Sin embargo, la relación temprana entre el constructor y el equipo de diseño en los métodos DB y CM fomenta el intercambio de experiencia e información dando lugar a contribuciones positivas al proyecto. DB puede suponer un ahorro económico tanto para el cliente como para el contratista debido a que toda la gestión y responsabilidad del diseño y la construcción recae sobre la misma persona. En el lado opuesto, CM aporta un mayor control del proceso al estar la responsabilidad repartida y bajo la supervisión del Construction Manager que vela por los intereses del cliente y la mayor rentabilidad posible en el proyecto. Este control puede suponer una gran ventaja en proyectos de cierta complejidad.

En DBB los principales inconvenientes derivan de la falta de relación entre la construcción y el diseño que puede dar lugar a discusiones entre las partes por falta de detalles aportados por el proyecto que el constructor aprovecha para recuperar la inversión por haber ofrecido una oferta tan baja para ganar la adjudicación. Además el periodo total de diseño y construcción es generalmente más largo que en otros métodos y los cambios durante la obra se alargan por la intervención de entidades independientes. La principal desventaja del método DB es la pérdida considerable de tiempo y recursos por parte del proveedor del servicio para participar en la licitación por la necesidad de elaborar una propuesta de diseño además de la oferta

económica, pudiendo provocar el desencanto y la menor afluencia de competidores. CM supone mayores riesgos debido a la coordinación entre múltiples contratos y la dificultad de establecer un precio en la fase de licitación puesto que no se conocen los detalles del diseño.

3.4 PROCESOS INNOVADORES DE CONTRATACIÓN

Recientemente nuevos procedimientos de contratación se están volviendo populares en el sector de la construcción para promover la colaboración entre las partes involucradas en el proceso. Estos nuevos enfoques son muy importantes para la adopción de BIM ya que facilitan su desarrollo. Integrated Project Delivery es un enfoque de la entrega de proyectos que integra personas, sistemas, estructuras empresariales y la práctica en un proceso que aprovecha la colaboración de los puntos de vista y talento de todos los participantes para reducir el desperdicio y optimizar la eficiencia a través de todas las fases de diseño, fabricación y construcción. (AIA, 2007, p.1). En el caso de IPD, la adopción de BIM es esencial para logra la colaboración necesaria, identificándose este método de contratación con el uso de BIM.

Otros métodos de contratación innovadores que fomentan la colaboración son los presentados por el Gobierno de Reino Unido en *Government Construction Strategy*. Para mejorar la situación actual del sector de la construcción propone varias iniciativas, en las cuales destaca el ensayo de nuevos modelos de contratación que involucran al contratista en una etapa temprana del proyecto y fomenta mayores niveles de integración y transparencia. El objetivo de los nuevos modelos va dirigido a la reducción de costes de la construcción en el sector público, y por tanto por parte del contribuyente. Por otra parte contribuirán a mejorar la seguridad del programa, reducir el riesgo, promover la innovación, así como mejorar las relaciones a lo largo de la cadena de suministro (Cabinet Office, 2012, p.4). Los tres nuevos modelos de contratación son:

- Cost Led Procurement (CLP)
- Integrated Project Insurance (IPI)
- Two Stage Open Book

The Government Construction Strategy (2011) intenta alcanzar ahorros de hasta un 20% en los contratos de construcción. La reforma de las prácticas de contratación para efectuar un cambio conductual y cultural sostiene este esfuerzo. The Industrial Strategy for Construction (Construction 2025) acentúa el compromiso del Gobierno de continuar con este esfuerzo. El marco de esta iniciativa son los nuevos modelos de contratación mencionados. Guías orientativas para cada modelo han sido descritas para ayudar a los cliente a la adopción del modelo en el sector público, reuniendo las mejores prácticas y comportamientos destacados de los profesionales para generar los ahorros buscados por el Gobierno. Estas guías muestran los pasos y técnicas que ayudará a clientes y proveedores a lograr el mismo nivel de resultado que en los proyectos de prueba realizados por el Gobiernos y recopilados en *The Government Construction Strategy: trial projects*. Estos modelos ofrecen el potencial para lograr ganancias dada la eficiencia que pueden reinvertirse creando nuevos puestos de trabajo, más actividad en el sector, proyectos más asequibles financieramente y hacen el sector de la construcción de Reino Unido más competitivo (Cabinet Office and Efficiency and Reform Group, 2014a).

3.4.1 INTEGRATED PROJECT DELIVERY (IPD)

IPD es un enfoque de la entrega de proyectos que integra personas, sistemas, estructuras empresariales y la práctica en un proceso que aprovecha la colaboración de los puntos de vista y talento de todos los participantes para reducir el desperdicio y optimizar la eficiencia a través de todas las fases de diseño, fabricación y construcción. (AIA, 2007, p.1). Los equipos IPD por lo general incluyen muchos expertos y no sólo al propietario, arquitecto y constructor, que forman parte de un contrato de colaboración compartiendo riesgos y recompensas. IPD promueve una estrecha colaboración entre todas partes participantes desde una etapa temprana del diseño. De hecho, en este proceso de entrega integrado comienza en la primera fase conceptual y sigue en durante todo el ciclo de vida del activo. Además, el equipo de proyecto trabaja para la adopción de soluciones que cumplan con las exigencias del cliente y la reducción de tiempo y coste. Estos ahorros pueden ser alcanzados porque las estimaciones de costos son desarrolladas en la fase de diseño. Además, el cliente y/o consultor tiene que ser parte integrada en el equipo para ayudar a la dirección del proceso. En los contratos IPD las diferentes partes son socios de pleno derecho, aceptando los posibles costes y beneficios dentro del proyecto; esto es un cambio revolucionario porque permite a los diseñadores beneficiarse de cualquier contribución mediante el diseño al rendimiento de construcción.

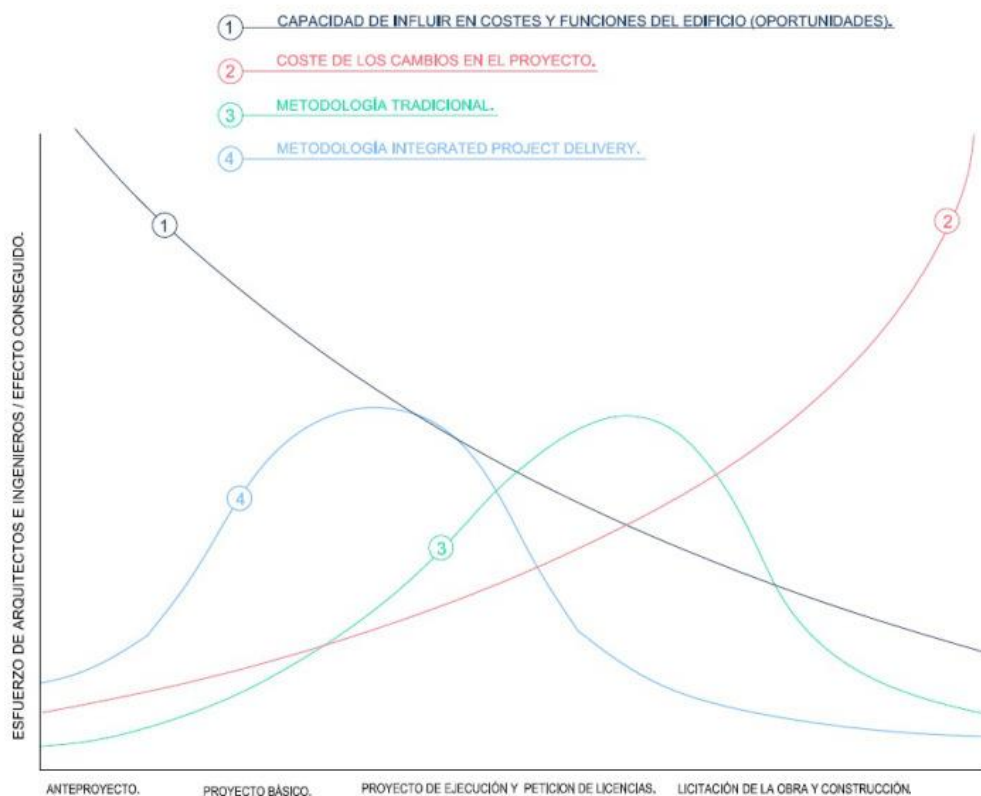


Figura 3.8. Gráfica comparativa método tradicional e IPD (Cabreros, 2014)

La gráfica muestra que en la fase inicial del proyecto es cuando existe una mayor capacidad para tomar decisiones que afecten positivamente al proyecto a menor coste económico, mientras que conforme se avanza en la gráfica es menor la capacidad para tomar nuevas decisiones, y que el coste de las mismas va a ser muy superior o incluso inviable (Cabrero, 2014). El método IPD (proyecto integrado) implica a todos los técnicos intervinientes en el

proyecto desde la fase inicial del mismo con el objeto de maximizar el conocimiento y la experiencia de todos en fases tempranas y reducir al mínimo las decisiones durante la fase de construcción, lo que aporta mayores ventajas frente al método tradicional.

Plantear una metodología de trabajo en la cual los técnicos de las empresas constructoras y subcontratistas van a ser unos agentes más en el proyecto es una cuestión de enorme trascendencia ya que, además de cambiar la metodología de trabajo, cambia las relaciones jurídicas y las responsabilidades civiles entre los agentes que intervienen en la construcción de un edificio. IPD supone un rete para los departamentos jurídicos de las empresas constructoras y para el sector asegurador que deberá adaptarse y ofrecer pólizas para este tipo de organización del trabajo tal y como ya sucede en los EEUU y Reino Unido (Cabrero, 2014).

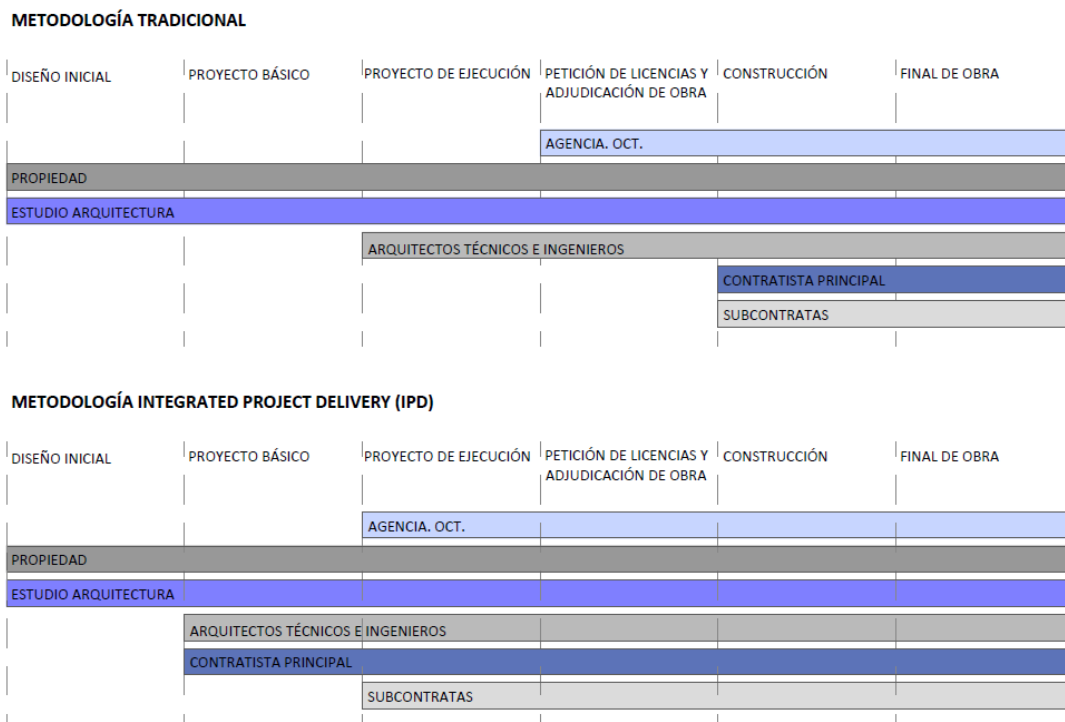


Figura 3.9. Diferencias entre el método tradicional e IPD (Adaptación propia de Cabrerros, 2014)

Los principios esenciales de IPD son el respeto mutuo, el beneficio mutuo, la definición global temprana, mejorar la comunicación, estándares abiertos claramente definidos, la adopción de la tecnología adecuada, un alto rendimiento y liderazgo tomados por las partes con respecto a los servicios específicos. Estos principios pueden ser aplicados mediante varios acuerdos (AIA, 2007, p.2):

- participación temprana de los agentes claves
- equilibrio entre riesgos y recompensa
- estructura de compensación que recompense mejoras en el proyecto y objetivos cumplidos

- definir claramente las responsabilidades
- instrumentos y estructuras de control construidas entorno a la toma de decisiones del equipo

El proceso de licitación de la obra cambia notablemente, en la metodología IPD se seleccionan varias empresas constructoras con experiencia demostrada en proyectos similares. En base a la importancia de las ideas y propuestas que haya realizado al proyecto y su oferta económica se selecciona la empresa que construirá el inmueble. La propiedad compensa a las empresas restantes con una cantidad previamente acordada.

El uso de esta metodología beneficia a las empresas constructoras que disponen de experiencia en grandes infraestructuras y arquitectos e ingenieros creativos, capaces de aportar ideas brillantes que mejoren las prestaciones del proyecto al tiempo que se mejoran los plazos de ejecución y se ahorra en costes.

Considerando las premisas anteriores, el método de contratación basado en Proyecto – Licitación – Construcción (DBB) es incompatible con un enfoque integrado puesto que el diseño y la construcción se realizan de forma totalmente independiente. Además, en DBB la fase de diseño tiene que estar finalizada o muy avanzada para hacer la licitación que selecciona al constructor. En el caso de IPD, la adopción de BIM es esencial para logra la colaboración necesaria. De hecho, BIM es una herramienta, no una forma de entrega integrada de proyectos (IPD), pero los métodos de IPD trabajan mano a mano con BIM (Bolpagni, 2013, p.42). El Instituto Americano de Arquitectos (AIA) ha desarrollado una guía para dar información y orientación sobre principios y técnicas de IPD y cómo adoptar metodologías de diseño y para el proceso de construcción.

Un ejemplo de adjudicación mediante un contrato IPD es un tramo de ferrocarril de alta velocidad en California a la empresa Dragados, filial de ACS (http://economia.elpais.com/economia/2014/12/12/actualidad/1418370442_248506.html). Un consorcio en el que participa la española Dragados, filial de ACS, ha sido seleccionado como la mejor oferta por la autoridad ferroviaria de California para construir el segundo tramo del tren de alta velocidad en ese estado. Se trata del primer contrato obtenido por una empresa española en un proyecto que destaca por ser la infraestructura civil más grande que hay en marcha en Estados Unidos. El concurso se inició en octubre de 2013 y se presentaron cinco consorcios. De ellos, tres llegaron al final, y los tres con empresas españolas. En uno estaba Dragados, en otro OHL y en el tercero Ferrovial. Las propuestas fueron evaluadas en un 30% por sus méritos técnicos y en un 70% por su coste. El contrato es tanto para el diseño del tramo como para su construcción y la oferta presentada por Dragados y las estadounidenses Flation y Shimmick es de 1.200 millones de dólares.

3.4.2 COST LED PROCUREMENT (CLP)

El primer nuevo modelo de adquisiciones del Reino Unido es Cost Led Procurement (licitaciones centradas en el coste). Este método se presenta en el documento *Construction Trial Projects* (Cabinet Office, 2012, p.4). El cliente define claramente el punto de partida y los objetivos en un breve resumen estratégico y además establece un techo de coste desafiante

pero realista. Desde el principio del proyecto, el cliente establece contacto con uno o varios equipos que presten servicios y suministro que se comprometen a cumplir el techo máximo y un conjunto de reglas mediante las cuales se logra un acuerdo (abarcando arquitectos, constructores, proveedores, especialistas y fabricantes). El compromiso de vencer el techo de coste de la oferta es una característica clave de este método. El cliente evalúa los equipos según la capacidad para trabajar en un entorno de colaboración y la capacidad para ofrecer el proyecto por debajo del techo de coste en el primer proyecto y lograr una mayor reducción en los proyectos posteriores que forman parte de la secuencia de proyectos del cliente (Cabine Office and Efficiency and Reform Group, 2014a).

En los concursos posteriores, se espera que el equipo de desarrollo y producción del proyecto se una al comienzo con el cliente para desarrollar propuestas que impulsen una mayor reducción de costes en base a su experiencia en el proyecto anterior y la innovación. El criterio importante es que uno de los equipos debe de mostrar capacidad para cumplir mejor el techo de coste. Cuando este objetivo está cumplido, la selección se basa en el atractivo de la propuesta ofrecida por el equipo (Udom, 2012).

Este método de contratación es más adecuado para proyectos donde los costes no pueden sobrepasarse y donde hay un aspecto altamente funcional e históricamente repetitivo como escuelas, cárceles, alojamientos, carreteras, suministro de agua, etc. Si el método es repetible, la expectativa es que en futuros concursos el equipo que desarrolla y realiza el proyecto exponga propuestas que impulsen las mayores reducciones de costes basados en su experiencia en proyectos previos. Esto promueve un proceso de mejora continua. CLP no se define meramente por el proceso de adquisición y es especialmente útil en proyectos en los cuales el coste límite del cliente no puede igualado o mejorado y el proyecto debe ser ofrecido a proveedores fuera del acuerdo. La expectativa es que no fuese necesario recurrir a proveedores externos si el acuerdo está bien administrado y los proyectos son similares y repetitivos, por lo que cliente y proveedores tienen una excelente comprensión del coste. Cuando el precio no puede cumplirse por cualquier persona el proyecto no debe continuar (Cabine Office and Efficiency and Reform Group, 2014a, p.3).

Es importante señalar que Cost Led Procurement opera a través de toda la vida del proyecto. Esto sería desde el inicio hasta la entrega y no sólo aborda la fase de contratación. El mantenimiento del activo a menudo se considera por separado (Cabine Office and Efficiency and Reform Group, 2014a, p.5).

Los principios que deben permanecer en el método CLP son (Cabine Office and Efficiency and Reform Group, 2014a, p.5):

- Comprensión de las necesidades del cliente antes de participar en la cadena de producción.
- Concurso con el fin de facilitar la participación temprana
- Claro entendimiento del coste de todas las partes
- Gestión de riesgos
- Colaboración
- BIM/ Soft landings (estrategias para garantizar la transición desde la construcción hasta la ocupación) para facilitar

- Diseño
- Construcción
- Entrega
- Explotación

The Cost Led Procurement guidance describe el proceso con el siguiente diagrama (Cabine Office and Efficiency and Reform Group, 2014a, p.6):

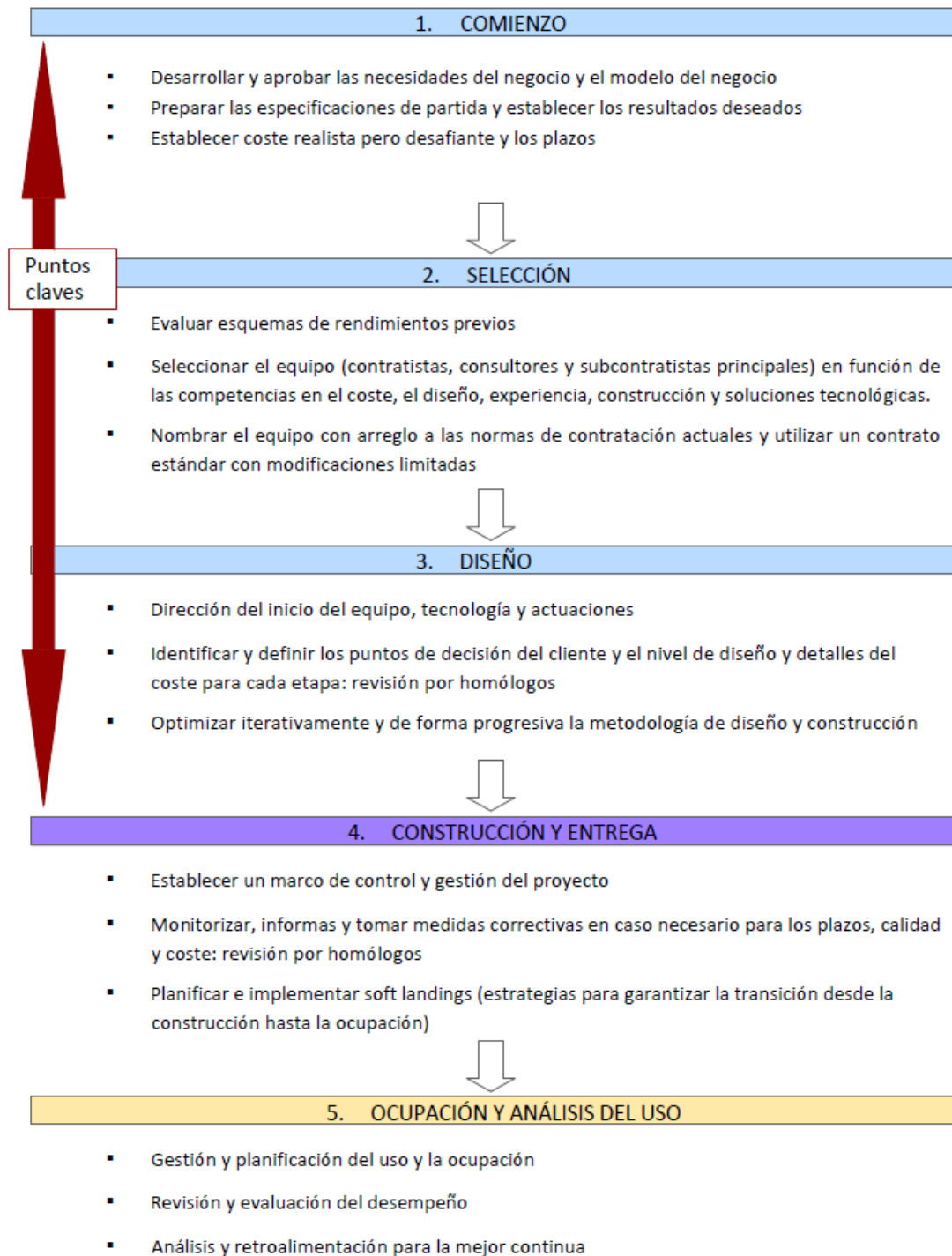


Figura 3.10. Cost Led Procurement paso a paso (Adaptación propia de Cabine Office and Efficiency and Reform Group, 2014a, p.6)

El Gobierno de Reino Unido llevó a cabo dos proyectos de ensayo utilizando el método CLP (Cabinet Office, 2012, p.7): **Upper Mole** (https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/253693/Procurement_Trial_Project_Short_Form_Case_Study_Environment_Agency_Upper_Mole_Project.pdf) y **Rye Harbour** (https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/248614/Procurement_Trial_Project_Case_Study_EA_Rye_Harbour_0_2.pdf). El plan tuvo éxito y el Proyecto Rye Harbour logró un ahorro de un 6%.

3.4.3 INTEGRATED PROJECT INSURANCE (IPI)

Es el segundo método de contratación nuevo sugerido por las estrategias en construcción del Gobierno de Reino Unido (Cabinet Office, 2012, p.5). Esta estrategia persigue una cultura de mayor colaboración en el sector de la construcción pero el marco normativo actual no es compatible con este enfoque. Los miembros del equipo de construcción suelen adoptar una actitud de cautela para proteger sus posiciones y evitar invalidar su propia cobertura de la póliza de seguro en caso de algún problema en el proyecto. IPI, en cambio promueve una nueva forma de seguro que cubre los excesos de costes hasta un límite de responsabilidad acordado (Cabinet Office and Efficiency and Reform Group, 2014b, p.3).

En este método de contratación el cliente celebra un concurso para nombrar los miembros de un equipo de gestión integral del proyecto basándose en elementos tales como las competencias, trayectoria, etc. El equipo que se elija trabaja en conjunto para presentar una solución referente al ahorro de costes frente a los costes actuales de referencia. Esta solución pasa por un riguroso proceso de verificación de terceros para mantener una buena relación calidad-precio en el proyecto (Udom, 2012). Este método considera que el cliente tiene la competencia para determinar los miembros del equipo incluyendo arquitectos, subcontratistas y proveedores, quienes serán responsables de la entrega del proyecto. El proyecto será entregado en virtud de una nueva forma de seguro que cubre los excesos de costes hasta un límite de responsabilidad acordado. El aspecto único de este método es que una sola póliza de seguros cubre el proyecto, siendo en otros casos necesarios las pólizas del cliente, equipo de diseño y la cadena de construcción. Para contratar el seguro para un proyecto, el equipo tendría que producir una propuesta creíble validada por un asegurador experto independiente. El equipo de validación supervisa e informa a la aseguradora sobre los riesgos claves de los proyectos, incluyendo los niveles de integración logrados por el equipo (Cabinet Office, 2012, p.5).

El Gobierno de Reino Unido llevó a cabo un proyectos de ensayo utilizando el método IPI (Cabinet Office, 2012, p.8): **Royal Marines, Lympstone New build training rooms** (https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/325944/20140702_Spec_Wing_case_study_for_Construction_Summit.pdf).

3.4.4 TWO STAGE OPEN BOOK

El último nuevo método de contratación propuesto por las estrategias del Gobierno de Reino Unido es Two Stage Open Book. El proceso está regido por la designación temprana de un

equipo de proyecto completo. En este modelo el cliente invita a potenciales integrantes para hacer una oferta partiendo la base de un breve resumen del proyecto y referencias de los costes. Un número de equipos formados por contratistas de primer nivel y consultores compiten por el contrato en una primera etapa, siendo seleccionados según su capacidad, estabilidad, experiencia, el valor de las propuestas y la relación entre beneficios, coste y gastos. El equipo ganador trabaja en una propuesta detallada sobre la base el contrato Open Book en la segunda etapa, que reúne los resultados esperados por el cliente y los costes de referencia (Cabine Office and Efficciency and Reform Group, 2014c, p.2).

Two Stage Open Book reduce los costes, permite una rápida movilización y ofrece la oportunidad a los clientes de trabajar al principio con un único equipo integrado realizando pruebas de diseño, coste y riesgos para los clientes antes de la puesta en marcha de la adjudicación completa del proyecto al final de la segunda etapa (Cabine Office and Efficciency and Reform Group, 2014c, p.2).

En el corazón de este método reside un enfoque sistemático para la participación temprana de contratistas de primer nivel y subcontratistas de segundo y tercer nivel, con plazos para aportar contribuciones de diseño y suplir riesgos durante la etapa de preconstrucción y con un acurdo de un precio fijo y el perfil de riesgos para el cliente antes de que éste autorice la construcción (Cabine Office and Efficciency and Reform Group, 2014c, p.2).

Consultores y contratistas de primer nivel seleccionados según los beneficios, costes y honorarios y el diseño y otras propuestas según el resumen del proyecto y presupuesto del cliente.	Un equipo integrado desarrolla el diseño y los costes, obteniendo un ahorro y mejorando el valor dentro del presupuesto del proyecto, mientras que se ultima el presupuesto de los paquetes de trabajo y suministro de los proveedores y subcontratistas de nivel dos y tres.	Autorización de proceder a la construcción por un precio fijo o por el coste que se persigue dentro del presupuesto y el sumario del cliente.
Sumario y compromiso del equipo	Diseño y desarrollo de costes	Decisión de construir

Figura 3.11. Resumen Two Stage Open Book (Adaptación propia de Cabine Office and Efficciency and Reform Group, 2014c, p.3)

Hay diez requisitos fundamentales paraTwo Stage Open Book (Designing Buildings Wiki, 2014):

- Compromiso del cliente para la creación temprana de un equipo integrado
- Beneficios demostrables del proceso para todos los involucrados
- Cumplimiento de la UE
- Acuerdo de actividades de los clientes, contratistas, consultores y proveedores
- Gobierno y continuidad del cliente y el equipo del proyecto
- Cultura colaborativa
- Contratos condicionales en base a los presupuestos y cualquier otra condición previamente acordada
- Los costes de Open Book incluye el acuerdo de honorarios, beneficios y gastos generales

- Guía orientativa y casos de estudio

Los diez beneficios del método de contratación Two Stage Open Book se describen como (Designing Buildings Wiki, 2014):

- El ahorro de costes de hasta el 20%
- Competencia del coste y el control
- Mejora en el diseño
- La gestión del riesgo
- La gestión de los plazos
- Extensión de las garantías
- Soluciones sostenibles
- La consulta a las partes interesadas
- El nombramiento de las pequeñas y medianas empresas locales y regionales
- Compromiso de trabajo y habilidades

La primera ronda de estudios de proyectos de prueba empleando Two Stage Open Book publicada en julio de 2013 (Cabinet Office, 2012, p.8) y actualizada en 2014 comprende:

- ✓ **Ministry of Justice, Cookham Wood**, new build young offenders institution (http://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/325950/Cookham_Wood_case_study_CE_format__130614.pdf)
- ✓ **Hackney Homes and Homes for Haringey** (http://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/325951/SCMG_Trial_Projects_Case_Study_CE_format__130614.pdf)
- ✓ **Surrey County Council, Project Horizon** (http://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/325947/Project_Horizon_Surrey_Trial_Projects_Case_Study_130614.pdf)

Todos los casos de prueba demostraron ahorro y mejoras, incluyendo la reducción de costes y plazos en la contratación, la mejora del diseño, garantías y nuevas generando nuevas oportunidades para las empresas. Alcanzaron un ahorro del 20% en el caso de Cookham Wood, el 17,4% en un promedio de 5 años en Surrey County Council y un 14% de ahorro en costes en Hackney Home and Homes for Haringey.

4. ESTADO ACTUAL DE BIM

4.1 INTRODUCCIÓN

La transformación de la industria de la construcción impulsada por la evolución del uso de BIM es comparable a la transformación que ya ha ocurrido en la industria automovilística o aeronáutica. Las primeras definiciones que afirmaban que BIM es simplemente un modelo 3D del edificio están lejos de la verdad y no captan adecuadamente el potencial de esta tecnología.

El documento NBIMS (The National Institute of Building Sciences, 2012, p.149) aporta la siguiente definición “A BIM is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. As such it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its lifecycle from inception onward.” Es decir, un BIM es una representación digital de las características físicas y funcionales de un edificio. Como tal, sirve como un recurso compartido de conocimientos para obtener información sobre las instalaciones y elementos integrados en el edificio de una base fiable para tomar decisiones durante su ciclo de vida.

El modelo de información del edificio apunta a soportar un ciclo completo del diseño y la construcción de alta calidad, eficiente, segura y conforme con un desarrollo sostenible. Los modelos BIM se utilizan a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio, lo que se conoce como 360º, empezando en el diseño inicial, continuando durante la construcción e incluso más allá, hasta el uso del edificio y la gestión del mismo (facilities management) una vez que el proyecto de construcción ha finalizado.

Los objetivos generales del uso de BIM incluyen (BuildingSMART, 20014, p.5) :

- Dar soporte a la toma de decisiones del proyecto.
- Visualizar soluciones de diseño.
- Asistir durante la fase de diseño y coordinar entre distintos diseños.
- Incrementar y asegurar la calidad del proceso de construcción y el producto final.
- Analizar con más detalle los procesos durante la fase de construcción permitiendo optimizarlos y hacerlos más eficientes.
- Mejorar la seguridad durante las fases de construcción y explotación del edificio.
- Dar soporte a los análisis de costes del proyecto y del ciclo de vida del edificio.
- Permitir la gestión y la transferencia de datos del proyecto durante la operación.

Simplificando, podemos hablar de que BIM es una metodología de diseño que trata de automatizar el trabajo generado para la producción de planos en 2D y aprovechando las ventajas de modelado en 3D para simulaciones que ayuden a tomar decisiones sobre el proyecto y obra. Para comprenderlo de forma más práctica, la metodología presenta diversas perspectivas de aprovechamiento. BIM representa (Gómez Fernández, 2013, p.8):

Aplicado a un proyecto: BIM representa gestión de la información. Datos aportados coordinados y compartidos por todos los participantes del proyecto. La información correcta, a la persona idónea, en el momento adecuado.

Para los agentes participantes en el proyecto: BIM representa un proceso interoperable para la entrega de un proyecto y obra, definiendo tanto los equipos de trabajo individual y como el número de equipos que trabajan juntos.

Para el equipo de diseño: BIM representa el diseño integrado. Aprovechamiento de las soluciones tecnológicas, fomento de la creatividad, proporcionando más información.

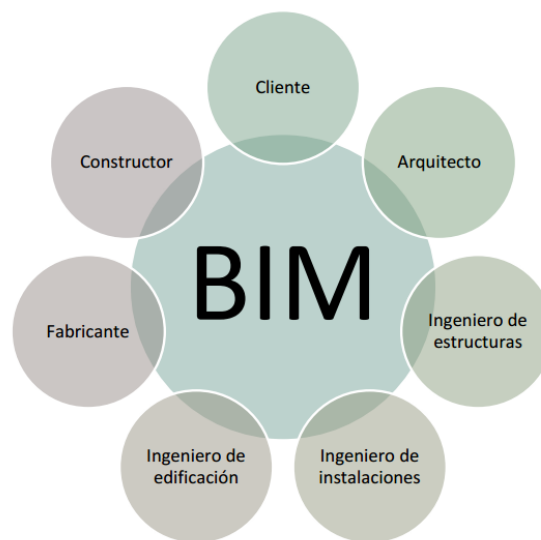


Figura 4.1. Trabajo colaborativo en BIM entre todos los agentes intervinientes en el proyecto (Gómez Fernández, 2013, p.9)

4.2 USOS ACTUALES DE BIM

Gracias a su carácter transversal, BIM tiene varias aplicaciones en la industria AEC (architecture, engineering and construction). A continuación se detalla una lista de las aplicaciones de BIM:

Diseño de edificios: BIM es adoptado para el diseño arquitectónico, estructural y las instalaciones además del entorno (UBIM, 2014, series 2 – 5).

Coordinación: diferentes softwares pueden ser adoptados para crear objetos en las diferentes disciplinas y al final deben unirse lo que puede generar conflictos, sin embargo una solución mejor es trabajar archivos y modelos vinculados desde el principio.

Extracción de dibujos 2D: durante el proceso de diseño, los dibujos 2D pueden ser extraídos desde el modelo y el diseñador puede estar seguro de que están siempre actualizados y son coherentes (UBIM, 2014, series 13).

Visualización y comunicación: el modelo 3D es muy útil para un mejor entendimiento de las soluciones para los diseñadores de la misma disciplina pero también para diferentes intervinientes que no están familiarizados con el trabajo de otros expertos. Es posible visualizar el modelo, crear animaciones y ver imágenes 3D o renders tomados del modelo (UBIM, 2014, series 8).

Apoyo de decisiones: BIM puede ser adoptado para estudiar diferentes alternativas comparando varios parámetros como la funcionalidad, envergadura y costes. Por ejemplo, esto puede ser útil como soporte para decisiones de inversiones (UBIM, 2014, series 1).

Garantía de la calidad: el control del proyecto es uno de los usos más importantes de BIM, ya que permite descubrir y solucionar problemas en la fase de diseño en vez de durante la construcción. Gracias a las herramientas de chequeo de modelos, es posible validar el edificio con un programa de validación conforme a reglas las cuales han sido especificadas de acuerdo con los requerimientos BIM (UBIM, 2014, series 6). Este enfoque es útil para el cliente, quién puede controlar si los requisitos han sido respetados, pero también para los supervisores para llevar unas revisiones en temas tales como seguridad ante incendios o accesibilidad.

Mediciones: BIM puede ser útil para extraer cantidades durante la fase de licitación y para compras durante la fase de construcción (UBIM, 2014, series 7).

Planificación: es posible vincular cantidades y costes y generar simulaciones.

Estimación de costes: relacionar los precios con cantidades pueden ser obtenidos los costes. Además, pueden ser generados modelos 5D para estudiar la evolución de los costes durante el proceso (UBIM, 2014, series 7).

Análisis: BIM puede ayudar a los diseñadores a simular el rendimiento del ciclo de vida del edificio. Pueden llevarse a cabo varios análisis como estructurales, de las instalaciones, energéticos, acústicos o de iluminación (UBIM, 2014, series 9 - 10).

Construcción: BIM también puede ser adoptado para planificar la seguridad de la obra o el estudio de seguridad y salud y el estudio del lugar de trabajo prestando atención al entorno. Por otra parte, las simulaciones 4D son útiles por ejemplo para controlar la secuencia de instalación de componentes, la programación de la producción o visualizar el estado de la construcción (UBIM, 2014, series 13).

Facility Management: BIM puede adoptarse como soporte durante la operación y mantenimiento de las instalaciones así como para renovaciones y planificación del espacio (UBIM, 2014, series 12).

4.3 DEFINICIÓN DEL MODELO BIM

Conseguir que la información esté coordinada es esencial para que el desarrollo del proyecto pueda llevarse a término por parte de múltiples usuarios, aunque se ocupen de disciplinas diferentes. Así, diversos técnicos podrían trabajar en el mismo proyecto con la seguridad de que la información que uno actualice estará disponible automáticamente para el segundo. Esto es bastante fácil de conseguir con las aplicaciones de CAD convencionales, si se emplean los procedimientos adecuados si hay pocos usuarios, pero empieza a ser complicado en proyectos grandes dónde intervienen muchos estudios profesionales. La diversidad de archivos hace complicada su administración si no se dispone de la ayuda de un software específico que los asista. Pero todavía resulta más complicada la colaboración entre todo el equipo. Cada uno trabaja con archivos e información diferentes y su actualización por parte de las dos partes suele hacerse manualmente. Un sistema basado en procesos BIM establece procedimientos dónde estas operaciones se hacen de manera coordinada (Gómez Fernández, 2013, p.9).

BIM ofrece la posibilidad de introducir en el proyecto los beneficios de la información compartida y estructurada. Permite a los procesos ser más eficientes y la introducción de un mejor análisis y métodos de control. Simplemente, el hecho de compartir documentos, podría mejorar los procesos manuales, pero el intercambio de información estructurada permite la validación y la comprobación de la calidad de la información utilizada en los procesos a controlar (Gómez Fernández, 2013, p.31).

En una simple gráfica, llamada 'BIM Maturity Diagram' y elaborada por Mark Bew y Mervyn Richards en el 2008 para el RIBA, y que recoge el documento PAS 1192 (10), nos muestra de una forma visual cómo establecer los diferentes niveles de adaptación al trabajo colaborativo a través del BIM, teniendo en cuenta tanto la práctica profesional como los estudios teóricos que nos apuntan a cómo deben gestionarse los proyectos en un futuro próximo.

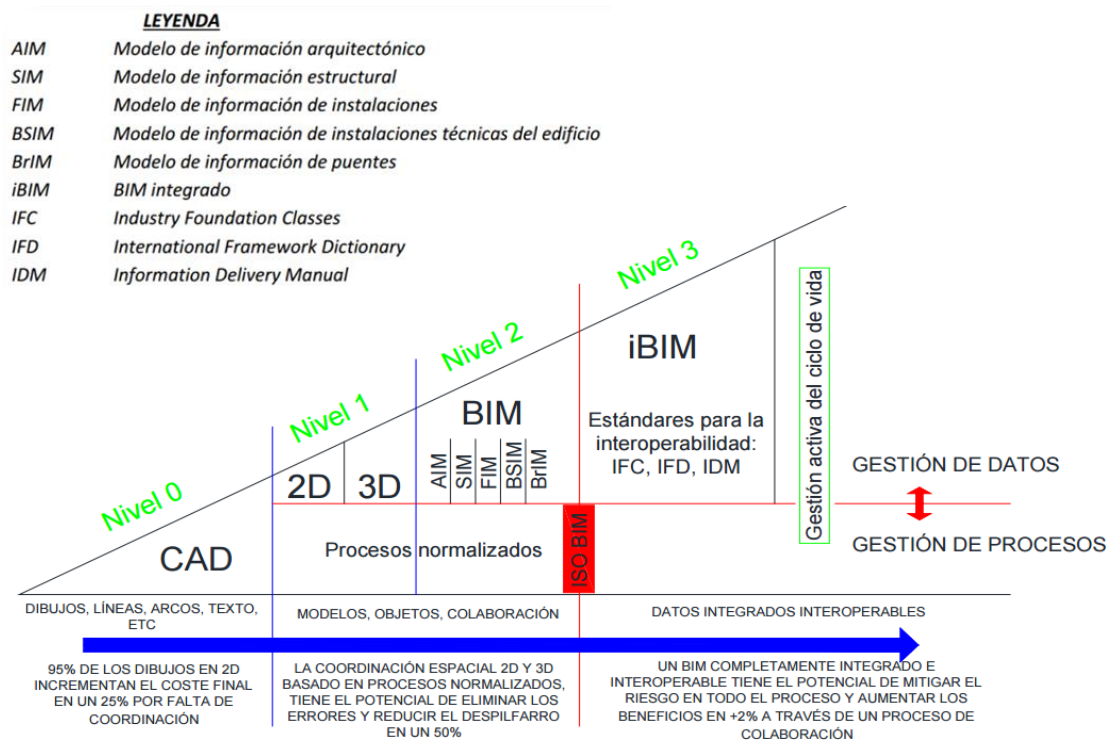


Figura 4.2. Diagrama de madurez de BIM (Gómez Fernández, 2013, p.32)

Se definen cuatro niveles de adaptación al trabajo colaborativo, y es fácil de reconocer la ventaja que el BIM nos ofrece para poder ascender por esa recta de niveles, hasta el punto más alto que sería la integración completa de la interoperatividad en nuestros proyectos profesionales. El primer nivel, se llamaría Nivel 0. En buena medida este nivel se basa en confiar toda la información a los archivos CAD en 2D con pocos, o ningunos, estándares o procesos comunes en relación al uso de CAD. La mayoría de los promotores y diseñadores de nuestro país han alcanzado y trabajan en este nivel. El siguiente es el Nivel 1, en el que se usa el modelado 3D basado en CAD en etapas tempranas del proceso de diseño del proyecto, pero es poco frecuente que la información se use de forma colaborativa entre todos los agentes intervinientes. A pesar de que cada vez más empresas requieren el uso de esta tecnología, no es muy frecuente que se use controles coordinados a través de software especializado. Ya no solamente son importantes los datos generados, sino que además los procesos comienzan a tener algún tipo de norma a cumplir. En el Nivel 2 los equipos de diseño están integrados y coordinados, y se le requiere la presentación de información del modelo en 3D. Estos modelos 3D pueden ser plenamente integrados o pueden ser realizados por separado, pero el desarrollo del diseño debe ser gestionado y coordinado por una norma o estándar. El uso del BIM se hace imprescindible para una total coordinación entre los diferentes modelos del diseño (el de arquitectura, el de estructura y el conjunto de los MEP). Ya el Nivel 3 requiere un único modelo de información y un enfoque totalmente colaborativo a través del diseño, la entrega y la posterior gestión del mantenimiento del edificio durante su vida útil (Gómez Fernández, 2013, p.33).

Es importante subrayar que BIM no es un objetivo sino una herramienta, y una herramienta para utilizarla de manera eficiente el objetivo debe ser claro. De hecho, BIM requiere una planificación y organización del trabajo práctico antes de comenzar, definiendo la cantidad, el tipo y la precisión de la información que se va a incluir. Una parte importante de esta definición es el LOD (nivel de desarrollo). En un principio se introdujo el concepto de LOD con el significado de "Nivel de detalle"-Level of Detail-. Desde entonces mucho trabajo se ha realizado en el marco LOD, primero por el comité del Consejo IPD AIA de California y luego por el pliego de cláusulas Comité AIA, quien lo adoptó como núcleo de su Building Information Modeling Protocol E202-2008. Este comité desarrolló el concepto de "Nivel de Desarrollo", con una diferencia significativa. (Bedrick, 2013).

A principios de 2011, se formó el Grupo de Trabajo LOD bajo los auspicios de BIMForum y comenzó a desarrollar el marco LOD en una norma basada en el consenso que sería útil para definir la fiabilidad de la información contenida en un BIM. Este grupo dividió a los principales sistemas de construcción en cuatro áreas y formaron subgrupos para abordar cada área. El grupo interpretó primero las definiciones LOD básicas de la AIA para cada sistema de construcción y subsistema, y luego recabar ejemplos para ilustrar las interpretaciones. BIM estaba evolucionando rápidamente, por lo que el grupo decidió ir más allá del alcance inicial para hacer frente a ello (Bedrick, 2013).

LEVEL of DEVELOPMENT

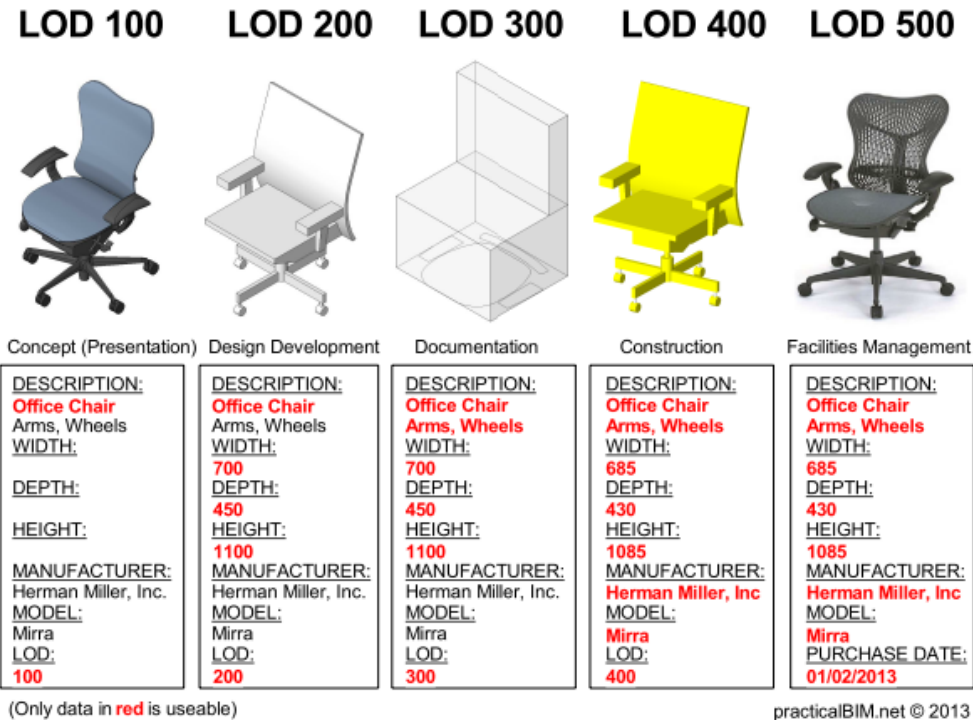


Figura 4.3. Ejemplo de nivel de desarrollo (Bolpagni, 2013, p.63)

“Level of Development Specification” cuya última versión es de agosto de 2013 es el resultado del trabajo realizado por BIMForum. Este documento es una referencia que permite a los profesionales especificar y articular con un alto nivel de claridad el contenido y la fiabilidad de datos en BIM en las distintas etapas del proceso de diseño y construcción. El LOD Especification utiliza las definiciones LOD básicas desarrolladas por la AIA para el AIA G202-2013 Building Information Modeling Protocol From. Define e ilustra las características de los elementos del modelo que representan los sistemas de construcción, montajes y componentes en diferentes LOD. La intención de esta especificación es para ayudar a explicar el marco LOD y estandarizar su uso para que sea más útil como herramienta de comunicación.

Hay por tanto diferencias sustanciales entre el concepto de nivel de detalle y nivel de desarrollo. El primero es esencialmente el nivel de detalle que se incluye en el elemento del modelo mientras que el nivel de desarrollo es el grado acordado por los miembros del equipo del proyecto en el que pueden confiar en la información cuando se utiliza el modelo (BIMFORUM, 2013, p.9). Los objetivos principales de LOD “Level of Development” y en concreto del documento “Level of Development Specification 2013” son los siguientes (BIMFORUM, 2013, p.8):

- Ayudar a los equipos, incluidos los propietarios, en la especificación del contenido entregable de BIM y en la obtención de una imagen claro de lo que se va a incluir en el BIM
- Permitir a los administradores del diseño explicar a sus equipos la información y el detalle que debe ser proporcionada en cada punto del proceso de diseño.

- Proporcionar un estándar que pueda ser referenciado por contratos y planes de ejecución BIM.

La AIA estableció unas escalas LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400 y LOD 500 que impone unos determinados requerimiento de desarrollo gráfico y cantidad de información asignada al elemento modelizado. Para ayudar a la normalización y el uso de concepto LOD, y aumentar su utilidad como base para la colaboración. La AIA acordó permitir a BIMForum utilizar sus últimas definiciones de LOD en su guía. Las definiciones son idénticas a los publicados en los documentos actualizados de la AIA Digital Practice Documents, con dos excepciones:

- En primer lugar, el grupo de trabajo identificó la necesidad de un nivel de detalle que defina los elementos del modelo suficientemente desarrollado para permitir la coordinación entre disciplinas, por ejemplo la detección de conflictos, diseño, etc. Los requisitos para este nivel son más altos que los de 300, pero no tan altos como las de 400, por lo que fue designado LOD 350.
- En segundo lugar, mientras que LOD 500 se incluye en las definiciones de la AIA, el grupo de trabajo no sentía necesario definir e ilustrar LOD 500 en esta especificación ya que se refiere a la verificación de campo.

Dadas las definiciones acordadas en la guía “Level of Development Specification” podemos entender:

LOD 100	El elemento modelado se puede representar gráficamente en el modelo con un símbolo u otra representación genérica, pero no satisface los requisitos para LOD 200. La información relacionada con el elemento modelado, por ejemplo coste por metro cuadrado, puede ser derivada desde otros modelos.
LOD 200	El elemento modelado se representa gráficamente en el modelo como un sistema genérico o un objeto con cantidades, tamaño, forma, ubicación y orientación aproximados. La información no gráfica también puede ser asociada al elemento a partir de este nivel. Las mediciones son aproximadas, nunca definitivas.
LOD 300	El elemento se representa gráficamente en el modelo como un sistema específico o un objeto en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación.
LOD 350	El elemento modelado se representa gráficamente en el modelo como un sistema específico o un objeto en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación y relaciones con otros sistemas de construcción. Permite la coordinación entre disciplinas.
LOD 400	El elemento modelado se representa gráficamente en el modelo como un sistema específico o un objeto en términos de tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación con detalle. Además se incluye información sobre la fabricación, montaje y sobre su instalación.
LOD 500	El elemento modelado se verifica en campo en términos de tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación.

4.4 INTEROPERABILIDAD

Cuando BIM adopta estándares abiertos, se le llama Open BIM. Es muy importante debido a que soporta un flujo de trabajo transparente entre los miembros del proyecto, quienes no están obligados a adoptar un software específico. Por otra parte, un lenguaje común permite a la industria y el gobierno generar proyectos con compromisos comerciales transparentes, la evaluación de servicios con equidad y asegurando la calidad de los datos. Una de las peculiaridades del sector público es la obligación de garantizar un proceso transparente, por ello la adopción de Open BIM es alentadora. De hecho, al sector público le gustaría evitar cualquier solución patentada que da el monopolio a un software o plataforma. El esfuerzo de implantar IFC puede ser evaluado como uno de las estandarizaciones más ambiciosas de la industria ya que puede generar un crecimiento sustancial de la productividad. Actualmente IFC es el único modelo de datos público, sin derechos de propiedad y bien desarrollado para la industria AEC (architecture, engineering and construction) y un estándar internacional que está siendo adoptado formalmente por diferentes gobiernos y organismos en distintas partes del mundo (Laakso and Kiviemi, 2012). Por esta razón, los agentes del sector público han sido los partidarios de la interoperabilidad basada en IFC y sus directrices y requisitos. Aunque IFC tiene una baja adopción en comparación con otros estándares de la industria de la construcción, varios organismos han incentivado su implementación incluyendo este como condición para participar en proyectos y licitaciones públicos. Los organismos públicos finlandeses han sido los primeros en exigir IFC desde el 01 de octubre de 2007 (<http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=2&docID=517>)

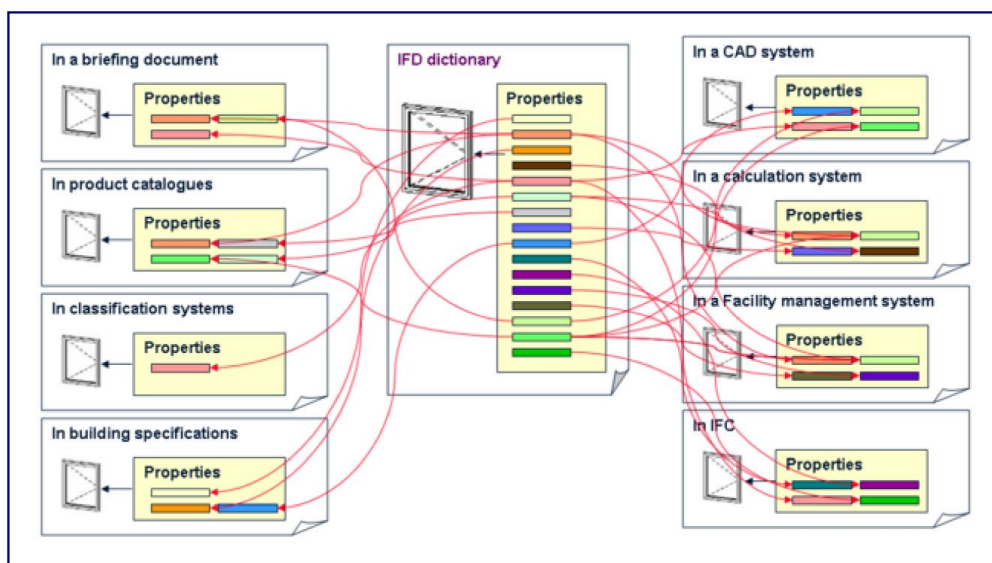


Figura 4.4. IFC como mecanismo de mapeo (The National Institute of Building Sciences, 2012, p.179)

El IFC (Industry Foundation Classes) es un formato abierto de intercambio de datos desarrollado por el IAI (International Alliance for Interoperability). Las clases y objetos IFC representan un modelo de información tanto geométrica como alfanumérica, formado por un conjunto de más de seiscientos clases y en continua ampliación. Todos los softwares que soportan IFC pueden leer y escribir información e intercambiarla con otros programas. De este modo comunicamos “objetos”, con funcionalidad y propiedades. La funcionalidad aún no es

total entre aplicaciones, pues cada programa puede tener su parcela propia y leer solo determinada información, sin embargo el hecho de poder intercambiar información entre agentes y programas supone una importante optimización y armonización de la información (http://www.ifcworkshop.es/secciones/ifc/que_es.html).

Para que un verdadero flujo de información se produzca, se deben dar tres factores (The National Institute of Building Sciences, 2012, p.175):

1. El formato de intercambio de información (Digital Storage)
2. Una especificación de qué información intercambiar y cuándo (Process)
3. Una estandarización de la información (Terminology)

Estos componentes fundamentales aseguran una verdadera interoperabilidad entre dos o más partes de intercambio de información.

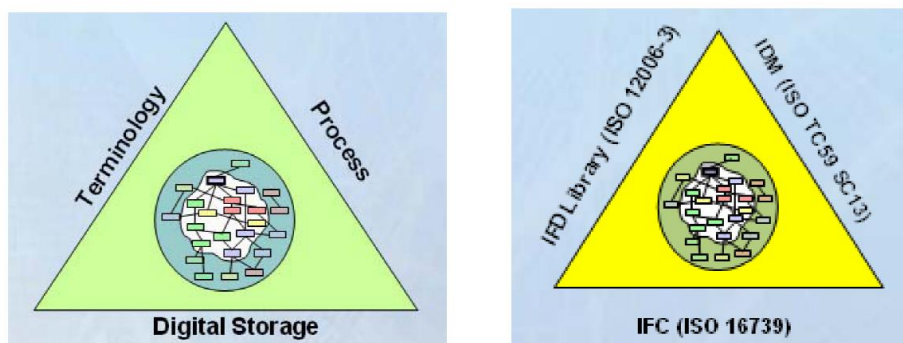


Figura 4.5. Interoperabilidad entre estándares (The National Institute of Building Sciences, 2012, p.175)

El objetivo del Information Delivery Manual (IDM) es especificar exactamente qué información debe ser intercambiada en cada caso y cómo relacionarla con el modelo IFC. Por ejemplo, el agente que realiza el cálculo estructural necesita información sobre los usos de cada estancia para asignar las cargas y posteriormente la información estructura debe ser remitida al arquitecto. El IDM junto con el MVD (Model View Definition) revela la información que cada usuario (arquitecto, ingeniero, etc.) necesita entregar y realizar una prueba rápida a cada usuario que le permita verificar que le ha sido enviada la información suficiente para poder comenzar su trabajo. Por tanto IDM es el estándar para los procesos que ofrece un entendimiento entre las partes (The National Institute of Building Sciences, 2012, p.176).

En el proceso anterior es importante garantizar el entendimiento de la información por la parte receptora. Si se emplea una lengua o usos diferentes de las palabras no hay certeza de una correcta comunicación. Este es el escenario que aborda el IFD (Information Framework Dictionary), un mecanismo que hace posible la comunicación entre los distintos programas y bases mediante un catálogo de productos nombrados de una manera concreta. Este vocabulario está compuesto por un paquete de datos común a las distintas disciplinas que intervienen en el proceso de construcción. El diccionario, basado en los estándares ISO, permite compartir información procedente de diversas fuentes, mejorando la interoperabilidad y control de los procesos y diseño en todas las fases del proyecto. El IFD es un estándar donde los conceptos y términos se describen semánticamente y se les asigna un

número de identificación único. Sin embargo, actualmente no existe diccionario en español, lo que supone un hándicap a la hora de implementar IFC (The National Institute of Building Sciences, 2012, p.175).

IFD Library (International Framework for Dictionaries) es, de forma concisa, un estándar para un base de datos de términos. El concepto de IFD Library deriva de los estándares aceptados que han sido desarrollados por ISO, en concreto ISO 12006-3, y por la ICIS. IFD Library trabaja con los sistemas de clasificación OmniClass asignando a cada concepto un GUID único (Global Unique Identifier), y definiendo qué clasificaciones se aplican a los conceptos. Dado que cada concepto tiene asignado un GUID en IFD, puede ser referenciado y entendido de forma inequívoca por las aplicaciones. IFD Library existe como un servicio web y ha incluido la clasificación como parte de la definición de los términos por lo que es accesible de una manera eficiente por todos los usuarios. Por tanto IFD junto con un sistema de clasificación basado en la ISO 12006-2 como OmniClass permite a los usuarios acceder y visualizar los datos mediante clasificaciones familiares, garantizando al mismo tiempo que los datos pueden ser asociados de forma fiable con los procesos y documentos de usos común (The National Institute of Building Sciences, 2012, p.176).

4.5 IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN EL SECTOR PÚBLICO

A pesar de la presencia de BIM en el mercado desde hace varias décadas el nivel de acogida en los diferentes países ha sido bastante dispar. Las mayores innovaciones y mejoras se han producido en los últimos 10 años y la metodología BIM cuenta cada vez con más presencia. En España, sin embargo, las empresas están lejos de alcanzar los parámetros de los países del norte de Europa, Estados Unidos y Reino Unido que son en estos momentos los grandes impulsores de la aplicación de esta tecnología. El nivel de implantación de BIM de cada país está ligado a su legislación gubernamental y la intención de fomentar su presencia en la contratación pública. En la figura 3.6. refleja el mapa mundial del nivel de implantación BIM según la obligatoriedad o recomendación de uso de herramientas BIM en las licitaciones pública.

El Parlamento Europeo ha aprobado una nueva Directiva relativa a la adjudicación de los contratos, oficialmente llamada **Directiva sobre Contratación Pública de la Unión Europea** (EUPPD, 2014). Entró en vigor el 17 de abril de 2014 y los estados miembros de la UE disponen de dos años para implementarla en su legislación nacional. La finalidad de esta Directiva es la modernización de las normas de contratación pública de la UE existentes mediante la simplificación de los procedimientos y flexibilización. En el caso que nos ocupa, los 28 estados miembros deben fomentar, precisar o imponer el uso de BIM para proyectos de construcción y de edificación financiados con fondos públicos en la Unión Europea para el año 2016. En el punto 4 del artículo 22 se expone que *“para contratos públicos de obra y concursos de proyectos, los Estados miembros podrán exigir el uso de herramientas electrónicas específicas, como herramientas de diseño electrónico de edificios o herramientas similares”* (EUPPD, 2014). Por ello, el uso de BIM no será obligatorio, pero de alguna manera fomenta o empuja a los estados miembros a recomendar o especificar su uso.

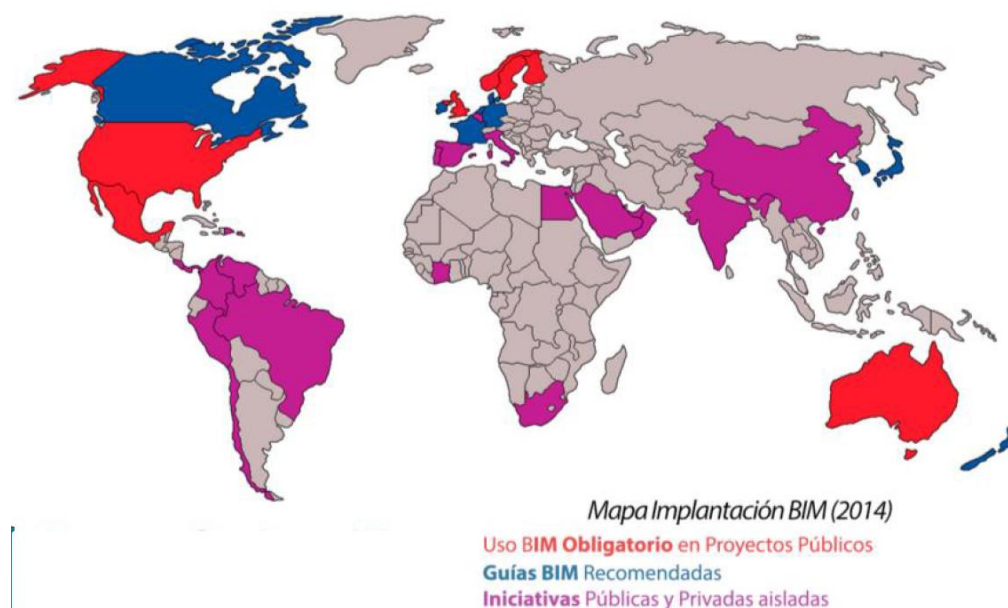


Figura 4.6. Mapa de implantación de BIM a nivel mundial (Muñoz, 2014)

La adopción global de BIM en la UE seguiría los pasos del proceso y experiencia de Reino Unido. El Gobierno Británico quiere asegurarse que la UE incorpora este tipo de negocio por lo que está dispuesto a compartir sus conocimientos según Richard Saxon. Esta postura posiblemente es debida a que Reino Unido cuenta con habilidades más avanzadas en BIM que sus competidores europeos y una adaptación global de BIM beneficiarían sus negocios en el ámbito de la construcción.

5. OBJETIVOS

Actualmente la información sobre la implementación de BIM en las licitaciones públicas es tremendamente escasa, al menos en nuestro país. Por ello, los objetivos del trabajo deben ser claros y concisos, siendo siempre consciente de que las posibilidades de innovación en este ámbito son muy amplias y queda mucho campo de investigación en esta área. Los **objetivos principales** de este trabajo son:

- Identificar los métodos de licitación en los que es más apropiado el uso de BIM para estudiar su posible implementación o aquellos métodos que son de uso común. Existen métodos que cuentan con una mayor aceptación y sus protocolos son conocidos y aceptados por toda la comunidad mientras que otros son empleados en contadas ocasiones
- Definir el nuevo rol del cliente en el caso de implementar BIM en el proceso de licitación
- Definir las responsabilidades del cliente así como los beneficios del uso de BIM
- Beneficios para los participantes en la licitación
- Abordar el marco legal para ver si el modo de trabajo de BIM se ajusta a la realidad legal actual y los tipos de contratos
- Detectar las posibles limitaciones y oportunidades de implementar BIM en los métodos de licitación seleccionados
- Presentar ejemplos prácticos que corroboren los objetivos anteriores
- Mostrar otras vías de licitación o métodos que permitan exprimir el potencial de los modelos de información de una forma práctica
- Realizar una comparativa de métodos opuestos de licitación para identificar sus puntos débiles y las oportunidades

El reto pues, es vislumbrar cuál puede ser el camino más acertado para implementar BIM en el sector público en la fase de las licitaciones y el papel de BIM dentro de la propia licitación

6. METODOLOGÍA

6.1 INTRODUCCIÓN

En todo trabajo de investigación es necesario emplear un proceso estructurado que guíe la realización del mismo para que finalmente se alcance el objeto deseado. Lo importante en un trabajo de este tipo es seleccionar los métodos y técnicas adecuadas, tomando en cuenta la naturaleza del tema que se va a estudiar. Por consiguiente, los métodos y técnicas seleccionados nos permitirán implementar las etapas de la presente investigación.

Un trabajo de investigación debe proponer algo que no existe con anterioridad o arrojar luz sobre algún tema. A esto se llega poniendo en crisis lo que hay, lo que tenemos, para poder así ver las cosas de otra manera. Un trabajo de investigación tiene como finalidad aportar ideas, soluciones o hacer una aportación científica al conocimiento que ya tenemos. En definitiva, tiene por objeto un mayor acercamiento a la realidad. Por ello debemos proponer problemas, cuestionar nuestras técnicas actuales, para crear así soluciones que antes no había y; consecuentemente lograr mejoras. Con la investigación buscamos algo que anteriormente no se sabía, pero lo que encontramos, la solución a la duda planteada, debe ser demostrado. Para ello usamos la metodología, para darle veracidad a nuestras aportaciones.

6.2 PROCEDIMIENTO

La metodología de la investigación no es más que el conjunto de métodos y técnicas que se usan durante el proceso de investigación. En este caso, la investigación se orienta a obtener unos nuevos conocimientos que puedan llegar a dar soluciones al caso de la adopción de los modelos de información en las licitaciones pública como soporte de evaluación y analizar los papeles que puede adoptar el uso de BIM. Para alcanzar este objetivo es necesario un conjunto de procedimientos que se basan en principios lógicos.

La investigación científica es un proceso que hace uso el método científico para obtener la información deseada. El medio empleado para obtener los datos en este trabajo de investigación es documental, apoyando su contenido en fuentes bibliográficas como libros, tesis, ensayos, normativa. Al tratarse de una investigación con un fuerte contenido teórico y documental, se establecerán tres fuentes de información principales:

- UBIM, 2014. Guía de usuarios BIM. Serie 1: Parte General, Serie 2: Estado Actual, Serie 3: Diseño Arquitectónico, Serie 4: Diseño de las Instalaciones, Serie 5: Diseño Estructural, Serie 6: Aseguramiento de la Calidad, Serie 7: Mediciones, Serie 8: Visualización, Serie 9: Análisis de las instalaciones, Serie 10: Análisis Energético, Serie 11: Gestión de proyectos, Serie 12: Facility Management, Serie 13: Construcción. Este documento es una de las mayores aportaciones en lengua española al campo de la tecnología BIM. Estas guías son una adaptación del COBIM finlandés (Common BIM Requirements 2012) elaborado por el Building Smart Finalnad en el año 2012, el cual ha sido adaptado a la casuística de España, atendiendo a las normativas y estándares vigentes. UBIM es una guía de estándares de fácil adaptación y en constante evolución con el fin de agilizar y coordinar todas las disciplinas implicadas en la confección de modelos BIM. Este documento aporta una visión de la casuística en España y sirve de apoyo al estudio de la posible implementación de BIM en las licitaciones públicas puesto que en las guías se definen protocolos y estándares que podrían incluirse en los requisitos BIM de las licitaciones.
- Normativa y programas puestos en marcha por el Gobierno Británico. Debido a las políticas activas para implementar BIM en el sector público de Reino Unido, las iniciativas promovidas por su Gobierno se convierten en un referente. El Gobierno respaldó por primera vez el uso de BIM para el intercambio de información en el año 2011 cuando su Estrategia para la Construcción dictó el uso de Nivel 2 BIM en todos los proyectos del sector público para el año 2016. La medida se ha acreditado como un elemento clave para el ahorro de costes en construcción en las propiedades de la Oficina del Gabinete del Gobierno. Algunos de los planes que se toman como referencia para el desarrollo del trabajo de investigación son: Government Construction Strategy, Construction Trial projects y Project Bank Accounts-Briefing document.
- Bolpagni, M., 2013. The implementation of BIM within the public procurement. A model-based approach for the construction industry. VTT Technology 130. Esta tesis doctoral aborda la implementación de BIM en las licitaciones públicas. Recientemente cada vez más sectores públicos han estado prestando mucha atención a ahorrar costes y, al mismo tiempo, mejorar la eficiencia. Además, el Parlamento Europeo va a fomentar la adopción de BIM para modernizar el proceso de adquisición y garantizar una mayor eficiencia. Bolpagni desarrolla un caso práctico para probar la implementación de BIM en la licitación en el teatro de Rimini en Italia. Emplea el software MSC, creando algunas nuevas normas para evaluar las propuestas de construcción del teatro. El objetivo es entender las posibilidades y limitaciones del software y del uso de BIM en las licitaciones, así como los requisitos necesarios en la documentación de la licitación para que el proceso sea exitoso.

Las guías UBIM y los diferentes planes estratégicos publicados por el Gobierno de Reino Unido conforman el Marco Básico Teórico de la investigación. Son el punto de partida de esta investigación aportando un sistema ordenado y coherente de conceptos que nos permiten abordar el problema. El marco teórico es el conjunto de conceptos y teorías utilizadas para formular y desarrollar un argumento de investigación. Es una investigación preliminar para tomar decisiones. Según Briones, el marco teórico es uno de proposiciones referentes al problemas de investigación tomadas de una o más teorías existentes sobre el campo donde se

ubica esta. La teoría le proporciona un valor heurístico a la investigación ya que permite potenciar el saber.

La tesis realizada por Bolpagni forma parte del Marco Referencial de este trabajo. El marco referencial consiste en investigar si se encuentra alguna investigación hecha en otra parte o en otro momento que sea igual o parecido al que estamos realizando y mirar los resultados y la forma de enfocarlos. Se llama marco referencial porque nos referimos a ello, lo mencionamos.

6.3 ITINERARIO

Para abordar la investigación cabe señalar un itinerario para definir un camino para la obtención de los objetivos definidos previamente. El campo de actuación puede ser demasiado amplio en muchas ocasiones por lo que es necesario un proceso de selección para decidir cuáles son las prioridades y el ámbito del estudio.

En la fase previa de estado de la cuestión se han clasificado los métodos de contratación pública más extendidos: Proyecto - Licitación – Construcción, Proyecto - Construcción, Gestión de la Construcción, Proyecto - Construcción – Mantenimiento y Proyecto - Construcción – Financiación - Mantenimiento. Abordar la implementación de BIM en todos los métodos supone un trabajo de investigación que sobrepasa el formato de este documento por lo que se seleccionaran aquellos métodos más empleados para así abarcar un campo mayor.

El objetivo de este trabajo es analizar la posible implementación de BIM en la contratación pública. Para ello es necesario analizar el uso actual de BIM y los diferentes métodos de licitación para vislumbrar de qué modo puede BIM mejorar el proceso de licitación y cuál sería su papel en este proceso. Para ello se definen unos hitos en la metodología del trabajo que nos aporten la información y conocimientos necesarios para abordar el tema.

- Definición de un proceso de licitación. Es de suma importancia definir ciertos aspectos que marcan la forma de implementación de BIM en la propia licitación. Entre estos aspectos se incluye:
 - El ámbito de actuación de cada licitación, si aborda el diseño o la ejecución del edificio
 - Fases. La licitación puede ser un proceso con una única adjudicación o contar con varias fases eliminatorias.
 - Procedimiento abierto a negocio. En los procedimientos abiertos se pueden conseguir ofertas muy competitivas ya que el número de participantes es mayor, sin embargo puede resultar difícil establecer un diálogo de colaboración por el esfuerzo extra que esto supone.
 - Ámbito de aplicación de BIM. Desde la propia definición del proceso de licitación debe quedar claro cuál es el ámbito de aplicación de la nueva tecnología BIM, pudiendo emplearse como una herramienta más para la evaluación de las propuestas por parte del jurado o ser BIM la herramienta de diseño, gestión y control de todo el proceso de construcción desde la propia licitación hasta el mantenimiento y gestión del ciclo de vida completo del edificio.

- Identificación de los métodos de licitación más comunes. Existen métodos que cuentan con una mayor aceptación y sus protocolos son conocidos y aceptados por toda la comunidad mientras que otros son empleados en contadas ocasiones. Por ello se procederá a la identificación de dichos métodos.
- Desarrollo de cada método de licitación en el cuál podría implementarse BIM. Definición del nuevo rol de los agentes intervinientes en la licitación así como sus obligaciones y responsabilidades
- Detectar la existencia de otros métodos de licitación más innovadores que puedan adaptarse mejor a la forma de trabajo colaborativo de BIM. Durante la fase de recopilación de información se detecta métodos innovadores de contratación de aplicación muy reciente o impulsados por programas pilotos. Resulta crucial comparar el uso que se hace de BIM en este tipo de métodos que han sido creados a partir de la concepción de un trabajo colaborativo con la posible implantación de BIM en los métodos tradicionales.
- Identificar los países que están promoviendo nuevos métodos de licitación y las medidas que están tomando.

Uno de los proyectos pilotos más exitosos llevados a cabo por el Gobierno Británico es la Prisión de Delincuentes Juveniles de Cookham Wood. El Ministerio de Justicia ha atribuido sólo a BIM el ahorro de 800.000 libras en su ejecución. Por ello, dentro de los nuevos métodos de licitación se toma como caso práctico para la comparativa la Prisión de Delincuentes Juveniles de Cookham Wood.

- Comparar los diferentes métodos para detectar las ventajas e inconvenientes y los posibles puntos débiles y fuertes para compensarlos con el empleo de BIM. De esta comparativa se podrán extraer las principales ventajas o los límites que presentan cada método para así fomentar la implantación de BIM en los métodos tradicionales o dar un paso más hacia un cambio de metodología en las licitaciones.
- Tomar conciencia de los posibles usos de BIM en las licitaciones

7. POSIBILIDAD DE IMPLEMENTAR BIM EN LAS LICITACIONES PÚBLICAS

7.1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día la adopción de BIM es limitada en la industria de la construcción, sobre todo debido a la falta de demanda por los clientes, que no reconocen su importancia. Los organismos gubernamentales todavía se centran en la metodología basada en la contratación en papel, la cual da lugar a pérdidas de información e interpretaciones erróneas. Durante el proceso de diseño se generan errores de cálculo, incompatibilidad de las instalaciones, falta de conexión entre planos o errores en las especificaciones u otros documentos que se traducen en una subida del precio de licitación aumentando el coste de la construcción. Por lo general, los constructores y licitantes presentan ofertas a la baja con el fin de ganar la licitación pensando en la posibilidad de reclamar en el futuro alegando fallos en las bases de la licitación y la información proporcionada.

BIM aumenta el control y la disponibilidad de la información obligando a los contratistas a realizar ofertas más realista y próximas al coste final de la obra. BIM permite proporcionar una información mucho más completa y consistente por parte de los licitadores para que no se realicen ofertas a la baja con la posibilidad de obtener un beneficio después debido a la debilidad de la información. La competencia actual entre los constructores es principalmente acerca de la comercialización y las habilidades de estimación para ganar la licitación. Esta situación no se genera en los extremos superiores e inferiores de la construcción en el cuál existe una competencia entre productos como es en el caso de los concursos de ideas de arquitectura o la competencia entre los fabricantes de productos. La industria debe encaminarse a exigir que los constructores que participen en licitaciones se vean obligados a competir en base a su capacidad para realizar la construcción y la eficiencia de su trabajo (Bolpagni, 2013, p.117). Una construcción más eficiente asegura que los edificios estarán contruidos para optimizar sus costes durante su ciclo de vida y ofrecer un rendimiento mayor.

Para lograr estos beneficios, el camino pasa por la adopción de BIM, contemplándose en leyes como la Directiva de Contratación Pública (EUPPD, 2014) que aboga por el uso de herramientas de modelado de información electrónica para los contratos de obras con el fin de modernizar el proceso de adquisición y garantizar una mayor eficiencia en la contratación pública, en particular teniendo en cuenta el coste del ciclo de vida del edificio y criterios de sostenibilidad. Por lo tanto, para los contratos de obras públicas por encima del umbral establecido en el artículo 4, los estados miembros podrán exigir la utilización de herramientas de modelado de información electrónica en las licitaciones y los órganos de contratación

siguiendo los plazos generales para su aplicación (EUPPD, 2014). Tras la publicación de la Directiva Europea, los países tendrán que aprobar la legislación nacional que consagre la directiva en ley. Cabe remarcar que la aplicación de BIM está recomendada por la UE pero no es obligatoria, lo que significa que se están dando algunos pasos hacia delante pero no es suficiente para un desarrollo completo de BIM.

De hecho el papel de los organismos públicos es fundamental debido a que el gobierno como cliente puede derivar mejoras significativas en los costes, el valor y el rendimiento de la edificación a través del uso de herramientas de información como BIM. Por ello se abre un amplio campo de investigación en referencia con la adopción de BIM siendo necesario el estudio de su posible aplicación durante el proceso de licitación y destacar los posibles puntos críticos en la selección técnica de la oferta en la licitación. Una parte importante del proceso de licitación es la evolución de las diversas propuestas y la fase posterior de adjudicación. La implantación de BIM, y en particular el chequeo de los modelos, puede mejorar la eficacia del proceso a través de la racionalización, simplificación y una evaluación lo más objetiva posible.

7.2 IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN EL MÉTODO DE LICITACIÓN DE PROYECTO-LICITACIÓN-CONSTRUCCIÓN (DBB)

A pesar de que la adopción de BIM en la fase de concurso es aún limitada, esto puede mejorar de manera significativa el flujo de trabajo general (COBIM, 2012). La forma tradicional de licitación consiste en la realización de un proyecto por encargo seguido de una fase de licitación de la construcción y la adjudicación al contratista dependiendo de los criterios que marcan las bases para la futura construcción del edificio. Para introducir el uso de BIM durante el procedimiento tradicional se debe tener en cuenta las principales tareas del cliente, los beneficios tanto para el cliente como para los participantes en la licitación y los problemas potenciales.

7.2.1 OBLIGACIONES DEL CLIENTE

El principal problema de utilizar BIM en las licitaciones tradicionales (proyecto-licitación-construcción) se debe a que hasta ahora no se trata de un documento oficial. Si el cliente proporciona un modelo, por lo general este no forma parte de la documentación oficial y su uso se ve comprometido a que los licitadores no pueden confiar totalmente en él. La mejor manera para que una tecnología sea aceptada es que el cliente/propietario imponga en el contrato la existencia y el empleo de los modelos, ya que de esta forma su uso no es negociable (Bolpagni, 2013, p.119). Esta afirmación es válida para la adopción de BIM en un contexto más general pero es particularmente cierto para el sector público, en el que sería necesario hacer obligatorio el modelo BIM como requisito en todos los proyectos públicos. No hay duda de que la política que obliga al uso de BIM en trabajos relacionados con el gobierno creará crecimiento económico.

En este sentido, el contrato público debe revisarse para incorporar la adopción de BIM (Lui y Hsieh, 2011). Hasta ahora dos contratos específicos BIM se han desarrollado en los Estados Unidos para facilitar su uso:

- El ConsensusDOCS 301(Lowe y Mancey, 2009)
- AIA E202 (AIA, 2008) y AIA E203 (AIA, 2013)

Por otra parte, en Reino Unido se han desarrollado algunos tipos de contratos específicos para el uso de BIM y se ha considerado la idoneidad de ellos (Bolpagni, 2013, p.120):

- PPC200 (ACA, 2008)
- JCT Contracts (JCT, 2013)

En 2008 se introdujeron algunas modificaciones en PPC200 (ACA, 2008). También los contratos denominados JCT son adecuados para proyectos BIM y recientemente ha adoptado nuevas medidas para hacer frente a la integración de BIM y los contratos de construcción creados por el Grupo de Trabajo BIM JCT (JCT, 2013).

En abril de 2013 una nueva guía NEC3 “How to use BIM with NEC3 Contracts” fue publicada. En ella se explica cómo BIM debe ser incorporado en los formularios estándares NEC3 y sugiere cláusulas adicionales que se añade en algunos de los principales contratos NEC3 para facilitar la adopción de BIM. Finalmente, en 2013 The BIM Employer’s Information Requirements fue publicada en Finlandia, tratándose de una pauta para clientes de BIM.

Si BIM es un documento oficial de licitación, el cliente es responsable de su contenido y el equipo de diseño debe comprobar su calidad antes de entregar la documentación a los licitadores (UBIM, 2012, Serie 6). De esta manera, los contratistas no tienen que comprobar si los modelos son correctos. Los modelos deben ser generados a raíz de un manual específico de BIM o parte de él, por ejemplo COBIM, con el fin de evitar errores comunes tales como capas u objetos espaciales equivocados. Por otra parte, el contenido de los modelos debe ser apropiado permitiendo a los participantes obtener una cantidad fiable de información y así poder presentar unos precios de licitación fiables.

El equipo de diseño debe editar un documento en paralelo con la creación del modelo que describe (UBIM, 2014, serie 1)):

- Contenido
- Nivel de detalle
- Propósito
- El software de modelado utilizado
- Las diferentes versiones creadas desde el modelo original
- Las posibles excepciones a estas especificaciones.

Es útil incluir también las directrices de la nomenclatura adoptada y la madurez de los contenidos para entender cómo utilizarlos y si hay alguna restricción. Los equipos de diseño tienen que entregar tanto el modelo de información de edificio como este documento de texto al cliente quien a su vez debe dársela a los licitadores. Hoy en día la adopción de modelos no se avanza lo suficiente para proporcionar toda la información requerida en la fase de licitación, por lo que se permite que el cliente proporcione dibujos en 2D. Cuando ambos documentos están disponibles, es de suma importancia que la información no sea conflictiva. Los

diseñadores deben extraer la información 2D desde el modelo y, si es necesario, añadir datos (UBIM, 2014, Serie 13).

Aunque no es recomendable, puede haber la necesidad de utilizar dibujos 2D tradicionales no derivados de la información contenida en el modelo; en este caso BIM Addendum ConsensusDOCS 301 (Lowe y Muncey, 2009) se pueden adoptar para definir la relación entre los diferentes datos. Es una adición al estandarizar el acuerdo entre los propietarios, profesionales del diseño y los participantes en el proyecto. Puede ser un documento de contrato en los métodos de entrega tradicionales como DBB (proyecto-licitación-construcción) y que puede ser utilizado de tal manera que los modelos pueden coexistir en un proyecto tradicional con dibujos 2D no extraídos del BIM. De hecho, en algunos proyectos puede ser más práctico y más rentable para dibujar ciertos detalles.

Por último, otro tema interesante es el formato de archivo que se considera más adecuado para ser incluido en el documento de licitación. La aplicación de las normas y protocolos con un lenguaje común es esencial en la adopción de BIM en obras públicas. De hecho, la adopción de los formatos de archivo que no esté ligado al uso de un paquete de software específico es muy importante que la información pueda permanecer abierta y no protegida. Hoy en día IFC se admite entre los principales proveedores de software BIM. Sin embargo, todavía hay problemas en la generación de archivos IFC, que, por ejemplo, no siempre se corresponden con los nativos. Por esta razón, de momento sería mejor proporcionar a los licitadores el archivo nativo también.

Por otra parte, si el propósito de BIM es sólo una mejor comprensión visual de la complejidad del proyecto, una alternativa al formato IFC sería un archivo no editable. Sin embargo, en este caso BIM no puede expresar todas sus potencialidades y estos formatos por lo general no son compatibles con la mayoría de herramientas de visualización, como por ejemplo Solibri Visor.

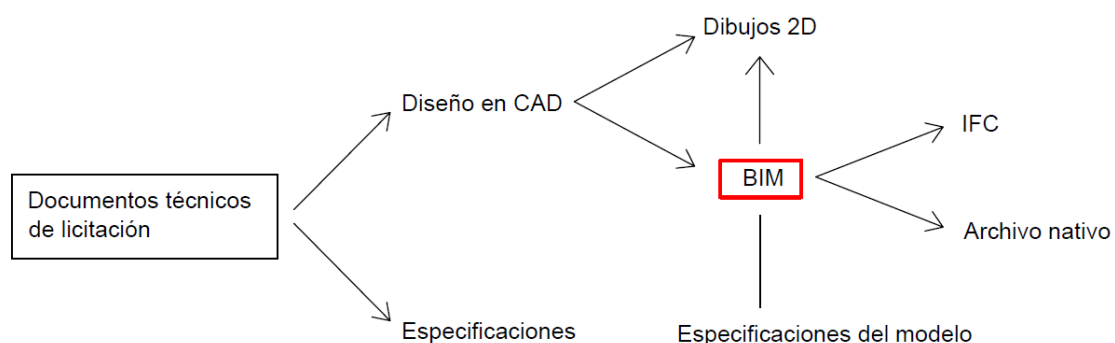


Figura 7.1. Diagrama de los principales aspectos de las obligaciones del cliente en las licitaciones tradicionales (proyecto – licitación – construcción). (Adaptación Bolpagni, 2014, p.121)

7.2.2 MODELOS DE CONTRATOS POSIBLES

Los contratos públicos deben revisarse para incorporar la adopción de BIM en el proceso de licitación. En caso contrario, los licitantes no se ven obligados a participar en la elaboración del

modelo de información. En el apartado anterior, dentro de las obligaciones del cliente figura idoneidad de la adopción de contratos BIM siguiendo los modelos de contratos específicos que se han desarrollado en los para facilitar su uso:

ConsensusDOCS 301 (USA)

El ConsensusDOCS 301, denominado Building Information Modeling (BIM) Addendum, es el primer documento de contrato que se ocupa a nivel mundial de cuestiones legales y de administración relacionadas con el uso de BIM, que está destinado a ser utilizado como un apéndice del contrato idéntico para todos los participantes en el proyecto de generación de un modelo BIM. También incluye un plan de ejecución BIM que permite a las partes determinar el nivel de dependencia del modelo BIM (ConsensusDocs, 2012). ConsensusDocs es una coalición compuesta por 42 organizaciones de la industria que trata de identificar las mejores prácticas de la industria e incorporar estas prácticas en una nueva generación de documentos desarrollados bajo el consenso de los miembros y estableciendo un formato estándar.

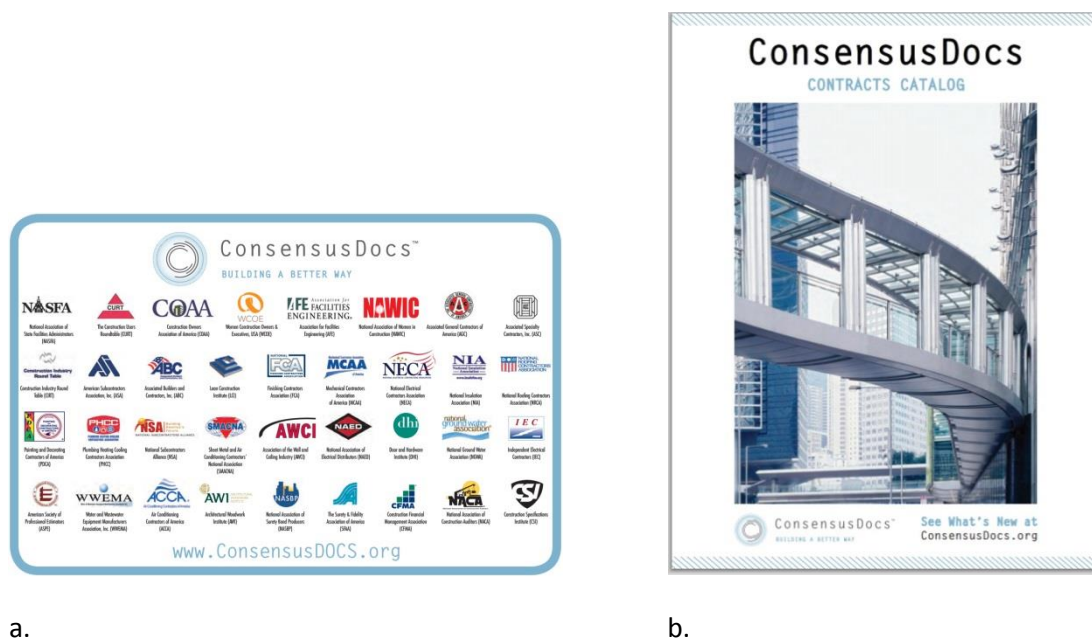


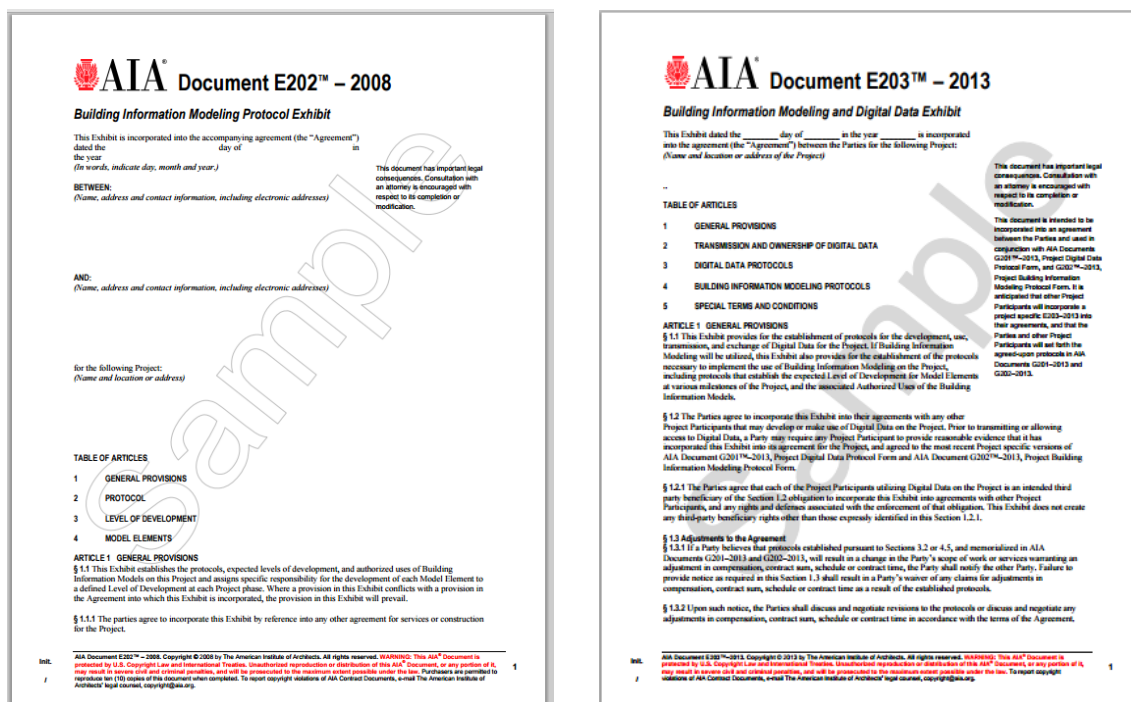
Figura 7.2. (a) ConsensusDocs Coalition Members.(ConsensusDocs). (b) ConsensusDocs contracts catalog. Catálogo de contratos para la industria (ConsensusDocs).

Building Information Modeling (BIM) Addendum es adecuado usarlo en proyectos en los que el propietario del proyecto y otros importantes participantes en el proyecto han hecho un compromiso temprano en el proceso de planificación del proyecto para utilizar BIM. El 310 BIM Addendum se debe utilizar cuando el propietario, el representante del área de diseño, el representante del área de construcción y los principales subcontratista y proveedores están dispuestos a comprometerse para modelar el diseño y construcción usando modelos BIM valiéndose de la interoperabilidad demostrada. El 310 BIM Addendum se prevé que se utilizará con los métodos de entrega de proyectos tradiciones, especialmente cuando se establece un precio máximo garantizado negociado para la construcción (ConsensusDocs, 2012).

BIM Addendum puede ser empleado cuando el modelo de información coexiste con dibujos 2D no extraídos del modelo. En estos casos, este tipo de contrato ofrece tres diferentes opciones para identificar su nivel de confianza en caso de contradicciones. El primero afirma que el modelo tiene prioridad sobre los dibujos 2D. El segundo da fiabilidad al modelo solo para la información especificada en las especificaciones BIM, por lo que los otros datos del dibujo 2D deben ser consultados. El tercero, en cambio, da la prioridad al dibujo 2D y el modelo se utiliza sólo como referencia. Además, el BIM Addendum considera una cuarta opción en la cual el cliente puede especificar un nivel diferente de dependencia entre el modelo y los dibujos 2D.

AIA E202 y AIA E203 (USA)

La AIA (American Institute of Architects) es una organización profesional fundada en 1857 que representa los intereses de los arquitectos estadounidenses. Realiza aportaciones que favorecen la adopción de BIM en el sector como la relacionada con la definición de los niveles de desarrollo (LOD) para sistematizar y unificar el grado de fiabilidad de la información contenida en el modelo BIM así como la estandarización de contratos y protocolos que definan la autoría y responsabilidad de la información contenida en el modelo.



a.

b.

Figura 7.3. (a) Página primera del AIA Document E202™ -2008 Building Information Modelling Protocol Exhibit (AIA, 2008) . (b) Página primera del AIA Document E203™ -2013. Building Information Modeling and Digital Data Exhibit (AIA, 2013b).

Ante el incremento del uso de Building Information Modleing en la industria de la construcción, la AIA ha hecho un esfuerzo para proporcionar orientación sobre cómo debe

aplicarse ciertos conceptos y herramientas. La AIA publicó sus primeros documentos en 2007 y posteriormente, en 2008 publicó AIA Document E202TM-2008. Se trata de un documento pensado como anexo al acuerdo entre las partes. El E202TM-2008 es utilizado para establecer los requisitos de contenido del modelo en cinco niveles progresivos de desarrollo y los usos autorizados del contenido del modelo en cada nivel de desarrollo. E202TM-2008 también asigna la autoría de cada elemento del modelo en cada fase de proyecto, define el grado en el que los usuarios pueden confiar en el contenido del modelo, aclara la propiedad del modelo, establece normas BIM y formatos de archivo, y proporciona el alcance de la responsabilidad para la gestión del modelo desde el principio hasta el final del proyecto (AIA, 2013c).

La práctica digital y el uso de BIM son áreas de la industria que evolucionan rápidamente. Normalmente los contratos de la AIA son revisados en un ciclo de diez años. Sin embargo, dado el ritmo al que la utilización de BIM evoluciona, para mantener una herramienta efectiva para los usuarios la AIA creó un nuevo conjunto actualizado y reconfigurado de documentos de Práctica Digital que incluye AIA Document E203TM-2013 Building Information Modeling junto con otra serie de documentos (AIA, 2013c).

E203TM-2013 es el ancla de la nueva serie de documentos de Práctica Digital de la AIA y prepara el escenario para el protocolo de desarrollo de BIM. Se compone de cinco artículos (AIA, 2013c):

Artículo 1. Disposiciones generales

Artículo 2. Transmisión y propiedad de los datos digitales

Artículo 3. Protocolos de datos digitales

Artículo 4. Building Information Modeling Protocolos

Artículo 5. Otros términos y condiciones

El artículo 1 describe el propósito general, contiene disposiciones clave relacionadas con el flujo hacia abajo de las obligaciones y establece un conjunto de definiciones estándar de términos tales como datos digitales, nivel de desarrollo, uso autorizado, participante en el proyecto, etc., que se utilizará en toda la documentación de Práctica Digital.

El artículo 2 aborda temas relacionados con la transmisión de datos digitales, incluyendo el tratamiento de información confidencial.

El artículo 3 aborda la intención de las partes de utilizar datos digitales, y establecer posteriormente protocolos en cuanto a su transmisión y uso. Si es necesario, en el artículo 3 las partes también identificarán quién estará a cargo de la responsabilidad de la gestión de los documentos.

El artículo 4 contiene las intenciones de las partes para la utilización de BIM en el proyecto y, si es necesario, la posterior creación de protocolos aplicables. Este artículo también proporciona un lugar para identificar la responsabilidad de gestión del modelo.

El artículo 5 establece un espacio para que las partes indiquen las demás disposiciones que se aplicarán al uso de BIM en el proyecto.

§ 4.3 Model Element Table																Note Number (See 4.4)	
<p>Identify (1) the LOD required for each Model Element at the end of each phase, and (2) the Model Element Author (MEA) responsible for developing the Model Element to the LOD identified.</p> <p>Insert abbreviations for each MEA identified in the table below, such as "A - Architect," or "C - Contractor."</p> <p>NOTE: LODs must be adapted for the unique characteristics of each Project.</p>																	
				Model Elements Utilizing CSI UniFormat™													
				LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA		
A	SUBSTRUCTURE	A10 Foundations	A1010	Standard Foundations													
			A1020	Special Foundations													
			A1030	Slab on Grade													
	A20 Basement Construction	A2010	Basement Excavation														
		A2020	Basement Walls														
B	SHELL	B10 Superstructure	B1010	Floor Construction													
			B1020	Roof Construction													
	B20 Exterior Enclosure	B2010	Exterior Walls														
		B2020	Exterior Windows														
		B2030	Exterior Doors														
	B30 Roofing	B3010	Roof Coverings														
		B3020	Roof Openings														
	C	INTERIORS	C10 Interior Construction	C1010	Partitions												
				C1020	Interior Doors												
C1030				Fittings													
C20 Stairs		C2010	Stair Construction														
		C2020	Stair Finishes														
C30 Interior Finishes		C3010	Wall Finishes														
		C3020	Floor Finishes														
		C3030	Ceiling Finishes														
D		SERVICES	D10 Conveying	D1010	Elevators & Lifts												
				D1020	Escalators & Moving Walks												
	D1030			Other Conveying Systems													
	D20 Plumbing	D2010	Plumbing Fixtures														
		D2020	Domestic Water Distribution														
		D2030	Sanitary Waste														
		D2040	Rain Water Drainage														
		D2090	Other Plumbing Systems														
	D30 HVAC	D3010	Energy Supply														
		D3020	Heat Generating Systems														
		D3030	Cooling Generating Systems														
		D3040	Distribution Systems														
		D3050	Terminal & Package Units														
		D3060	Controls & Instrumentation														
		D3070	Systems Testing & Balancing														
		D3090	Other HVAC Systems & Equipment														
	D40 Fire Protection	D4010	Sprinklers														
		D4020	Standpipes														
		D4030	Fire Protection Specialties														
		D4090	Other Fire Protection Systems														

AIA Document E202™ – 2008. Copyright © 2008 by The American Institute of Architects. All rights reserved. **WARNING: This AIA® Document is protected by U.S. Copyright Law and International Treaties. Unauthorized reproduction or distribution of this AIA® Document, or any portion of it, may result in severe civil and criminal penalties, and will be prosecuted to the maximum extent possible under the law.** Purchasers are permitted to reproduce ten (10) copies of this document when completed. To report copyright violations of AIA Contract Documents, e-mail The American Institute of Architects' legal counsel, copyright@aia.org.

7

Figura 7.4. Página séptima del AIA Document E202™ -2008 Building Information Modelling Protocol Exhibit. Nivel de detalle y autor de cada elemento del modelo (AIA, 2008) .

§ 4.8.4 Model Archives. The individual or entity responsible for Model management as set forth in this Section 4.8 shall compile a Model Archive at the end of each Project milestone and shall preserve it without alteration as a record of Model completion as of that Project milestone.

§ 4.8.4.1 Additional Model Archive requirements, if any, are as follows:

§ 4.8.4.2 The procedures for storing and preserving the Model(s) upon final completion of the Project are as follows:

§ 4.9 Post Construction Model. The services associated with providing a Model for post construction use shall only be required if specifically designated in the table below as a Party's responsibility.

(Designate below any anticipated post construction Model and related requirements, the Project Participant responsible for creating or adapting the Model to achieve such uses, and the location of a detailed description of the anticipated scope of services to create or adapt the Model as necessary to achieve such uses.)

Post Construction Model	Applicability to Project (Applicable or Not Applicable)	Responsible Project Participant	Location of Detailed Description of Requirements and Services (Section 4.10 below or in an attachment to this exhibit and identified below)
§ 4.9.1 Remodeling			
§ 4.9.2 Wayfinding and Mapping			
§ 4.9.3 Asset/FF & E Management			
§ 4.9.4 Energy Management			
§ 4.9.5 Space Management			
§ 4.9.6 Maintenance Management			

§ 4.10 Insert a detailed description of the requirements for each Post Construction Model identified in Section 4.9 and the anticipated services necessary to create each Post Construction Model, if not further described in an attachment to this Exhibit.

ARTICLE 5 OTHER TERMS AND CONDITIONS

Other terms and conditions related to the transmission and use of Digital Data are as follows:

Figura 7.5. Página séptima del AIA Document E202™ -2013. Building Information Modeling and Digital Data Exhibit. Responsabilidades en el modelo post construcción (AIA, 2013b).

PPC2000

La primera forma estándar de Project Partnering Contrat, PPC 2000, se puso en marcha en septiembre de 2000 por Sir John Egan, presidente del Construction Task Force. Se proporciona un mapa de ruta para el proceso de asociación y se puede aplicar a cualquier tipo de proyecto colaborativo. Sin embargo, en octubre de 2007 se publicó una versión internacional para atender a las jurisdicciones fuera de Reino Unido, PPC Internacional (PPC2000 b).

7.2.3. BENEFICIOS PARA LOS LICITANTES

Si los clientes proporcionan BIM como parte de la documentación de la licitación, los licitadores pueden entender la complejidad del proyecto mejor y más rápido. La mejora de la visualización es por supuesto uno de los beneficios del empleo de BIM (UBIM, 2014, Serie 1).

Sin embargo, BIM no es un modelo 3D simple, sino que contiene datos que siempre se pueden consultar y extraer. En este caso, el ofertante es capaz de extraer cantidades del modelo y de preparar una evaluación de los costos más rápido y con mayor precisión (UBIM, 2014, Serie 1). De hecho, el coste final será producto del modelo con ahorros importantes gracias a cantidades más precisas. Por esta razón las ofertas finales serán más fiables y la brecha entre el precio ofrecido y el precio final se reducirá. Las cantidades contenidas en el modelo también permiten genera un calendario y un proyecto de gestión de la cadena de suministro más ajustado en caso de que se solicite en la licitación. Gracias a una forma más fácil de calcular cantidades el licitante puede ahorrar dinero y preparar la oferta de una forma más conveniente.

7.2.4. BENEFICIOS PARA EL CLIENTE

El cliente también puede obtener beneficios de la utilización de BIM. En primer lugar, debido a que los licitantes van a ofertar precios más ajustados en la estimación de costos y más precisos en el cálculo de cantidades. Por otra parte, el riesgo de reclamaciones posteriores se reducirá gracias al proceso BIM, lo que evita la ambigüedad y los conflictos entre la información de los documentos de licitación (Bolpagni, 2014). De hecho, BIM asegura la congruencia entre el modelo 3D y dibujos 2D, porque todos los documentos están vinculados y cuando se realiza un cambio en una parte las demás son actualizadas y coordinadas de forma automática. Por ejemplo, si la posición de una de las paredes se modifica, los diseñadores no tienen que cambiar todos los planos en 2D que la muestran, sino modificar sólo el modelo 3D y los dibujos 2D vinculados se actualizan automáticamente.

7.2.5. LIMITACIONES Y OPORTUNIDADES

La adopción de BIM en el método de contratación tradicional (proyecto – licitación – construcción) puede mejorar el proceso pero no puede expresar toda su potencialidad, debido a la estructura del método de entrega (Salmon, 2012). De hecho, la participación posterior del contratista no es ideal porque no son capaces de participar en el proceso de diseño.

Por otra parte, los beneficios para el cliente y los licitantes son mejores si tienen experiencia previa en el trabajo con BIM. Se necesita un proceso de aprendizaje para lograr todas las potencialidades de BIM, también porque podría haber alguna información oculta en el modelo y el contenido podría no ser lo suficientemente claro para proporcionar una oferta fiable. Hoy en día, de hecho, no todo el mundo está seguro acerca de los posibles beneficios porque tienen miedo de que la “automatización” en el proceso disminuirá la conciencia de los contenidos de los documentos (Bolpagni, 2014, p. 123). El enfoque de futuro, en cambio, obligará a vincular los precios explícitamente con elementos del modelo para comparar con facilidad y la posibilidad de reclamaciones disminuirá.

Al final de la fase de licitación, el contrato se adjudica a un único postor por lo que los otros pierden el dinero invertido para el desarrollo de la oferta final. La implementación de BIM puede reducir el esfuerzo en la estimación de costos y reducir la pérdida de los postores que no consigan el contrato. Un miembro de la Finnish organisation Senate Properties introduce un interesante punto de vista relacionado con la futura responsabilidad del cliente en la licitación. Hoy en día son los licitantes los responsables de las mediciones, pero si se convierte en responsabilidad del cliente, en su opinión, el número de ofertas se incrementará. Hoy en día no es una pérdida de dinero puesto que todos los licitadores tienen que calcular las mismas cantidades. Si el cliente proporciona la lista de mediciones, habrá un ahorro de costes y el proceso será más eficiente, sin embargo, el cliente debe asumir nuevas responsabilidades y nuevos riesgos. La adopción de BIM da la posibilidad de reducir los riesgos puesto que aporta cantidades más fiables, lo que tal vez anime al cliente a aceptar esta tarea en el futuro.

IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN LICITACIONES TRADICIONALES (PROYECTO-LICITACIÓN-CONSTRUCCIÓN)	
Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • BIM no puede desarrollar todo su potencial debido a la estructura de entrega del método • El licitante no puede participar en el proceso de diseño • Es necesario un proceso de aprendizaje o experiencia previa para proporcionar una oferta fiable y extraer toda la información del modelo • Es responsabilidad del cliente proporcionar un modelo lo suficientemente claro y con el contenido suficiente
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el esfuerzo en la estimación de costos llevada a cabo por los licitantes debido a la automatización que ofrece BIM • Incremento en el número de licitantes debido a que el esfuerzo para participar en la licitación es menor • Ofertas más fiables y justificadas en referencia al modelo • Si el cliente asume la responsabilidad de aportar unas mediciones fiables, las ventajas anteriores se multiplican siendo más beneficioso tanto para el cliente como para los licitantes

Figura 7.6. Limitaciones y oportnidades de la implementación de BIM en las licitaciones de PROYECTO - LICITACIÓN - CONSTRUCCION (Elaboración propia).

7.3. IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN LICITACIONES DE DISEÑO-CONSTRUCCIÓN O CONCURSOS DE DISEÑO.

En el caso anterior partíamos de un proyecto elaborado por un equipo de diseño por encargo del cliente a partir del cual se licitaba la construcción. El proyecto aportaba la documentación necesaria a los licitadores para presentar sus ofertas de una forma fiable. En este caso, la licitación comienza en una etapa previa, dentro de la licitación se contempla la realización del proyecto pudiendo englobar también la construcción o incluyendo solo la redacción del proyecto, lo que podríamos entender como un concurso de diseño.

7.3.1. OBLIGACIONES DEL CLIENTE

Existe muchos partidarios de que BIM es especialmente beneficioso para las adquisiciones que incluyen diseño y construcción porque una sola entidad es responsable de ambas. Sin embargo, BIM puede ser adoptado en el proceso de muchas formas diferentes para satisfacer a los clientes y proveedores. Estas formas se diferencian de las prácticas actuales e involucran aprendizaje y diferentes procesos. Los papeles cambian y todos los interesados tienen que modificar sus planes de trabajo y modelo de negocio para utilizar BIM plenamente.

Por lo general en las licitaciones que incluyen diseño y construcción los postores reciben un conjunto de requisitos de los documentos de los clientes y parten de esta información para desarrollar el diseño, llegar a un precio y presentar la oferta. Hoy en día este proceso no siempre tiene éxito debido a la insuficiencia de documentos presentados: los requisitos no están claros, elementos que faltan, el alcance no está definido de manera adecuada, ya sea porque los documentos son débiles en sí mismos, o porque el cliente no ha establecido de manera efectiva sus necesidades a su equipo de diseño (Foulkes, 2012). Por esta razón las ofertas no están en conformidad con las necesidades y los cambios realizados por el cliente deben hacerse por un elevado costo. Por otra parte, los clientes no suelen ser expertos en el proceso de construcción y la comprensión de los dibujos en 2D no siempre es intuitiva. La implementación de BIM puede mejorar la comunicación y los clientes, gracias a los modelos 3D, pueden verificar si la propuesta cumple con sus requisitos.

El control no es solo visual si el cliente es capaz de utilizar herramientas de comprobación y chequeo del modelo para analizar el contenido de las ofertas. Con el fin de comprobar el cumplimiento de las ofertas con la documentación de la licitación, se debe proporcionar un conjunto de requisitos BIM bien estructurados para los licitadores. Es esencial que, desde el principio, el cliente tenga una idea clara de lo que le gustaría controlar. Sólo de esta manera van a ser capaces de preparar los requisitos completos, que será útil para los licitadores para crear un modelo para luego ser verificado por el cliente. El éxito del proyecto se deriva del conjunto de requisito BIM y la documentación de la licitación (Bolpagni, 2014).

Por esta razón, el aspecto más importante es definir el objetivo final del modelo y lo que se comprobará para definir la lista de requisitos, por ejemplo, si el cliente desea comprobar la dimensión de los espacios el modelo debe contener dichos espacios. En segundo lugar, los criterios de adjudicación deben ser claros y el proceso de evaluación debe ser descrito como ya sucede hoy en día, pero con más atención a nuevos aspectos como la definición de la tolerancia adoptada en algunas herramientas de chequeo.

Cada cliente puede incluir diferentes especificaciones BIM pero al menos debe incorporar indicaciones relacionadas con:

- Formato de archivos (IFC o también el formato de archivo nativo)
- Sistema de coordenadas y las unidades
- Nivel de detalle/precisión del modelo
- Herramientas de modelado
- Nomenclatura de los objetos
- Nombres de archivos
- Cómo preparar las especificaciones BIM
- Definir un programa de usos y necesidades con sus áreas
- Identificación de espacios

El cliente podría incluir en el pliego de condiciones la totalidad o parte de las directrices BIM (COBIM o UBIM) para dar indicaciones de cómo generar el modelo. Un ejemplo es el Appendix 5.6 “Digital 3D model and BIM requirements” adjunto al concurso del Museo Nacional de Vestbanen in Oslo. El apéndice 1 incluido en la serie 5 de UBIM 2014 muestra el contenido de un modelo estructural para la fase de diseño en una licitación. Podría ser utilizado como una referencia para la preparación de los requisitos del cliente indicando la estructura y elementos que son obligatorios u opcionales y su precisión.

Apéndice 1: Contenido del modelo estructural

x: Se modelará

(x): Se deberá acordar si se modela

Fase de Proyecto de Ejecución o licitación:

Capítulo	Subcapítulo	x / (x)	Definición
Cimentación	Pilotes	(x)	Pilotes modelados para la correcta localización y longitud según proyecto.
	Zapatas	x	Ejemplos de tipos de zapatas modeladas con geometría y ubicación, incluyendo uniones, refuerzos y elementos embebidos. Otras zapatas son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.
	Muros de sótano	x	Las estructuras portantes son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.

Figura 7.7. Contenido del modelo estructural en la fase de licitación. Parte 1. UBIM Serie 5, apéndice 1. (UBIM, 2014).

Capítulo	Subcapítulo	x / (x)	Definición
	Pozos de cimentación	x	Ejemplos de tipos de pozos modelados con geometría y ubicación, incluyendo uniones, refuerzos y elementos embebidos. Otros pozos son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.
	Vigas de cimentación	x	Las estructuras portantes son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.
	Aislamiento térmico	(x)	Es modelado con geometría básica y ubicación y prever la medición desde el modelo.
Subestructura	Losas de la subestructura	x	Las estructuras portantes son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.
	Saneamiento	(x)	Las estructuras portantes son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.
	Suelos de base especiales	(x)	Las estructuras portantes son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.
	Aislamiento térmico	(x)	Es modelado con geometría básica y ubicación y prever la medición desde el modelo.
Estructura	Cubierta	x	Las estructuras portantes son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.
	Muros de carga	x	Ejemplos de tipos de muros de carga modeladas con geometría y ubicación, incluyendo uniones, refuerzos y elementos embebidos. Otros muros de carga son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.
	Pilares	x	Ejemplos de tipos de pilares de hormigón modelados con geometría y ubicación, incluyendo uniones, refuerzos y elementos embebidos.

Figura 7.8. Contenido del modelo estructural en la fase de licitación. Parte 2. UBIM Serie 5, apéndice 1. (UBIM, 2014).

			<p>Otros elementos y estructuras in situ de hormigón son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo</p> <p>Ejemplos de tipos de pilares de acero modelados con geometría y ubicación, incluyendo uniones. Los pilares mixtos deberían incluir refuerzos.</p>
	Vigas	x	<p>Ejemplos de tipos de vigas de hormigón modelados con geometría y ubicación, incluyendo uniones, refuerzos y elementos embebidos.</p> <p>Otros elementos y estructuras in situ de hormigón son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo</p> <p>Ejemplos de tipos de vigas de acero modelados con geometría y ubicación, incluyendo uniones. Las vigas mixtas deberían incluir refuerzos.</p>
	Forjados intermedios	x	<p>Ejemplos de elementos de hormigón modeladas con geometría y ubicación, incluyendo uniones, refuerzos y elementos embebidos.</p> <p>Otros elementos son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.</p>
	Techos	x	<p>Ejemplos de elementos de hormigón modeladas con geometría y ubicación, incluyendo uniones, refuerzos y elementos embebidos.</p> <p>Otros elementos son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.</p>
	Estructuras especiales	(x)	<p>Otras estructuras de carga son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.</p>
Fachadas	Muros exteriores	x	<p>Ejemplos de elementos de hormigón modeladas con geometría y ubicación, incluyendo uniones, refuerzos y elementos embebidos.</p> <p>Otros elementos son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la</p>

Figura 7.9. Contenido del modelo estructural en la fase de licitación. Parte 3. UBIM Serie 5, apéndice 1. (UBIM, 2014).

			medición desde el modelo.
		(x)	El modelado de estructuras de fachada ligeras se especificará en un proyecto específico. El modelado del acabado de los muros de fachada se especificará en un proyecto específico.
	Estructura de fachada especiales	(x)	
Cubiertas exteriores	Voladizo	x	Ejemplos de elementos de hormigón modeladas con geometría y ubicación, incluyendo uniones, refuerzos y elementos embebidos. Otros elementos son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.
	Marquesinas	(x)	Las estructuras portantes son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.
	Cubiertas exteriores especiales	(x)	Las estructuras portantes son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.
Cubiertas	Estructuras de cubierta	(x)	Son modeladas de tal manera que el diseñador MEP puede ver a partir del modelo el espacio disponible para su uso.
	Alero	(x)	
	Estructuras de cubierta de vidrio	x	Las estructuras portantes son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.
Cerramientos interiores	Cerramiento de hormigón no portante	x	Ejemplos de elementos de hormigón modeladas con geometría y ubicación, incluyendo uniones, refuerzos y elementos embebidos. Otros elementos son modeladas con geometría básica y ubicación para evitar las interferencias y prever la medición desde el modelo.
Otros componentes espaciales	Elementos estructurales que ocupan espacio (por ejemplo placas ignífugas)	x	Son modelados de tal manera que el diseñador MEP puede ver a partir del modelo el espacio disponible para su uso
	Pasarelas y pasillos	(x)	

Figura 7.10. Contenido del modelo estructural en la fase de licitación. Parte 4. UBIM Serie 5, apéndice 1. (UBIM, 2014).

Por otra parte, el cliente debe proporcionar un modelo del sitio con los edificios existentes (UBIM 2014, Serie 2) para facilitar el trabajo de los licitadores. Recientemente, en el Reino Unido the BIM Task Group publicó “Client Guide to 3D Scanning and Data Capture” que describe las aplicaciones y beneficios para los clientes, el proceso, la adquisición y las relaciones entre BIM y 3D Scanning. Gracias a esta tecnología es posible capturar las condiciones existentes en un formato 3D de alta precisión que puede ser utilizado como una base para el desarrollo de proyectos por los licitadores (BIM Task Group, 2013c).

El cliente también debe preguntar acerca de la experiencia previa de los licitadores en BIM. Relacionado con ello fue publicado PAS 1192-2:2003, Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. El capítulo 6 se dedica a la fase de adquisición y describe un documento para evaluar la capacidad, competencia y experiencia de los posibles proveedores en un proyecto (Bolpagni, 2014).

7.3.2 BENEFICIOS PARA EL CLIENTE

Gracias a la visualización en 3D, el cliente puede entender las ofertas mejor y encontrará más información en un solo archivo, en lugar de buscar en diferentes documentos.

Por otra parte, con el uso de BIM, los contratistas son capaces de gestionar el proceso con más cuidado, por esta razón el cliente puede recibir ofertas más fiables. Otro beneficio importante para el cliente es la posibilidad de comprobar el cumplimiento entre sus necesidades y las ofertas gracias a determinadas herramientas. De esta manera el control no sólo es manual, sino que puede automatizarse y la comparación de las alternativas es más simple. De hecho, el objetivo principal de los requisitos BIM en un concurso de arquitectura es lograr una evaluación fácil, rápida y equitativa de las propuestas (Bolpagni, 2014).

7.3.3 BENEFICIOS PARA LOS LICITANTES

Como ya se ha dicho, gracias a BIM los licitantes tienen un mayor control del diseño general del proceso por lo que son capaces de ofrecer ofertas más precisas y fiables, lo que reduce su riesgo. Por esta razón, se sienten más seguros en la entrega de la oferta ya que pueden desarrollar el diseño y control de costes al mismo tiempo dado que el cálculo de cantidades es más fácil. Los datos de los modelos de construcción también facilitan la discusión de alternativas durante las reuniones de planificación.

Por otra parte, los licitantes pueden utilizar herramientas de modelo de comprobación para controlar su propuesta, evitando de esta manera la mayoría de los errores antes de la presentación final.

7.3.4 LIMITACIONES Y OPORTUNIDADES

Cuando se requiere BIM y los participantes son capaces de establecer el proceso desde el principio o también si ellos reciben un BIM a desarrollar se consiguen más beneficios (Foulkes,

2012). El contratista es capaz de gestionar el proceso de la primera fase y el cliente puede empezar a entender la intención del diseño y evaluar las ofertas utilizando herramientas como SMC, que puede apoyar y mejorar la fase de evaluación. Por esta razón la aplicación de BIM en el método de contratación de diseño-construcción es más recomendable que en el método tradicional de diseño-licitación-construcción.

Como ya se ha discutido, el éxito del proceso está en su mayoría relacionado con la preparación de los requisitos de BIM, que pueden ayudar a los licitadores que ofrecen su presentación, pero también permite la evaluación del cliente y la comparación de los modelos de una manera más efectiva. Hoy en día la mayoría de los clientes no son siempre conscientes de las potencialidades de BIM y ellos no saben lo que demandar y cómo controlar el nuevo proceso, por esta razón es necesario un enfoque de aprendizaje para cosechar todos los beneficios de BIM (Salmon, 2012). Cada Gobierno debe publicar especificaciones técnicas nacionales BIM, acuerdos y requisitos teniendo en cuenta los ya publicados como COBIM, UBIM o GSA Guía BIM para simplificar la preparación de los requisitos BIM de cada licitación pública. Se necesita un proceso de aprendizaje también para los licitadores para familiarizarse con BIM y seguir el pliego de condiciones y obtener todas las ventajas.

Por otra parte, también en este caso, los contratos de obras públicas deben ser revisados para incorporar la aplicación de BIM. El ConsensusDOC 301, JCT, NEC3 o the Finnish BIM Project guideline para clientes se puede utilizar como referencia para este propósito. En particular, las cuestiones jurídicas como la asignación de riesgo y los Derechos de Propiedad Intelectual deben ser gestionados escrupulosamente porque todavía no se ha tratado y adaptado completamente al uso de BIM. Finalmente, BIM puede ser un soporte útil en caso de reclamaciones, ya que proporciona información necesaria para demostrar la culpabilidad o inocencia de las partes involucradas en el proceso (Bolpagni, 2014).

IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN LICITACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	
Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • El éxito está relacionado en su mayoría con la preparación de los requisitos de BIM en la licitación. • La mayoría de los clientes no son siempre conscientes de las potencialidades de BIM y no saben que demandar • Apoyo gubernamental en la publicación de especificaciones técnicas nacionales BIM, acuerdos y requisitos • Revisión de los contratos de obras públicas (asignación de riesgos, derechos de propiedad...)
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> • Más beneficios si los participantes gestión el proceso desde el principio, diseño y construcción • El cliente puede entender la intención de los diseñadores y evaluar las ofertas utilizando herramientas como SMC • Comparación más eficiente de las propuestas

Figura 7.11. Limitaciones y oportnidades de la implementación de BIM en las licitaciones de DESEÑO Y CONSTRUCCION (Elaboración propia).

7.4 EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS EN LAS LICITACIONES

7.4.1 INTRODUCCIÓN

La selección del contratista más cualificado sigue siendo uno de los temas más críticos para que un proyecto tenga éxito y el proceso de toma de decisiones se convierte en complejo debido a la ausencia de una información estructurada o mal definida. Hoy en día la mayoría de los clientes del sector público requieren documentos en 2D y rara vez se utilizan modelos BIM. En consecuencia, sin un modelo de información, los clientes públicos no tienen ninguna posibilidad de comprobar con exactitud el cumplimiento entre el contenido de la oferta y los conjuntos de reglas requeridas. El chequeo de los modelos BIM pueden ayudar en la selección del mejor contratista.

Para la evaluación de los modelos BIM se pueden emplear software que no modifican el diseño del edificio, sino que más bien evalúa un diseño sobre la de la configuración de los objetos, sus relaciones o atributos. Se aplica un sistema de reglas basado en la normativa, restricciones o condiciones a el diseño propuesto y como resultado se la evaluación detectando los fallos, elementos desconocidos o la falta de información (Bolpagni, 2014). Para comprobar de una forma efectiva los requisitos del cliente deben ser escritos en una manera que puedan convertirse en normas computables.

Hoy en día, el chequeo de modelos BIM rara vez se usa en la fase de licitación, aunque algunos de los requisitos incluidos en las bases de la licitación pueden ser fácilmente traducidos en un conjunto de reglas. Softwares de evaluación de modelos pueden ser útiles también para los licitantes con el fin de comprobar que cumplen todos los requisitos contractuales para presentar su oferta. Tal método permite una mejora en la eficacia de los procesos de contratación pública y en particular en el trabajo de evaluación del jurado.

7.4.2. HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN DE PROPUESTAS

Algunos de los softwares comerciales más importantes del mercado compatibles con BIM son :

- **Solibri Model Checker** es una herramienta de control y auditoría basada en reglas que dan la posibilidad de verificar los modelos en formato IFC y detectar conflictos, violaciones de códigos, detección de interferencias y permite la visualización paso a paso. SMC está basado en tecnología Java y ofrece un conjunto de reglas por defecto y configuraciones de parámetros. Es posible preparar nuevas reglas cambiando las predefinidas. Si el usuario está interesado en crear las normas totalmente nuevas deben ser por encargo ya que el lenguaje no es configurable por el usuario. Sin embargo, Solibri Inc. ha intentado parametrizar las reglas todo lo posible por lo que hay una gran cantidad incorporadas (Bell, Bjørkhaug and Hjelseth, 2009).

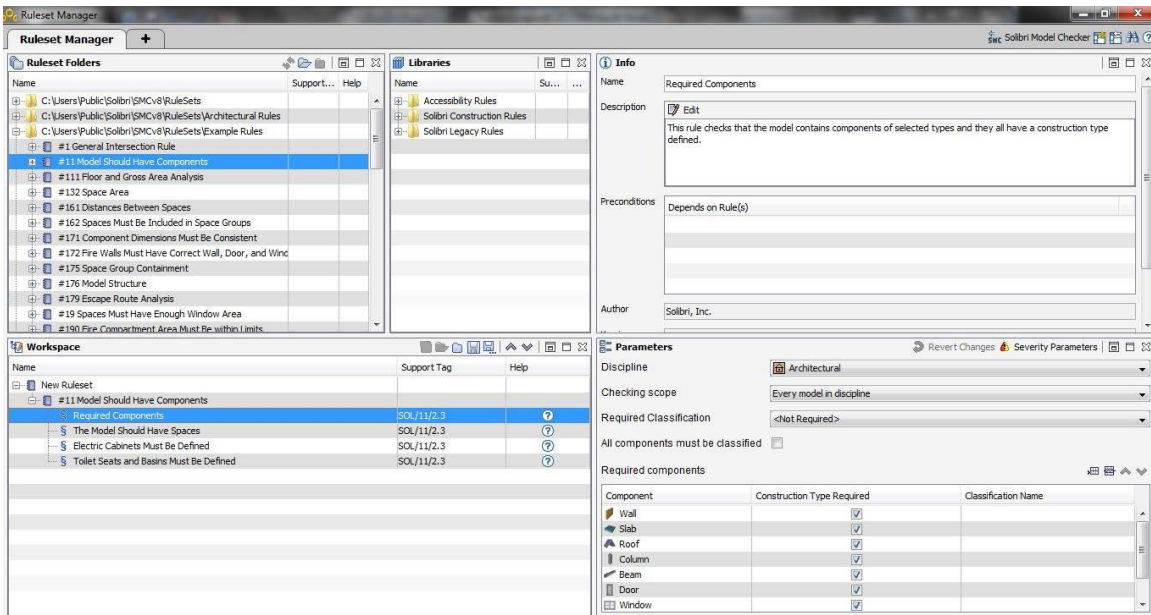


Figura 7.12. Herramienta Ruleset Manager en Solibri Model Checker.

Solibri permite seleccionar las reglas que se deseen comprobar y ver los conflictos además de generar un informe en formato .pdf o en una hoja .xls. Este último es muy útil porque es editable y el jurado podría insertar diferentes valoraciones y asignar una puntuación a cada tema como apoyo para la fase de evaluación.

- **EDM Model Server** es comercializado por Jotne EPN Technology y es una poderosa herramienta de manipulación del modelo. Requiere conocimientos de EXPRESS y EXPRESS-X orientado al lenguaje de consulta. El usuario puede escribir reglas computables y ejecutables. Esta es una potente y flexible plataforma pero a su vez es un conjunto de herramientas que requiere profesionales cualificados (Bell, Bjørkhaug and Hjelseth, 2009).

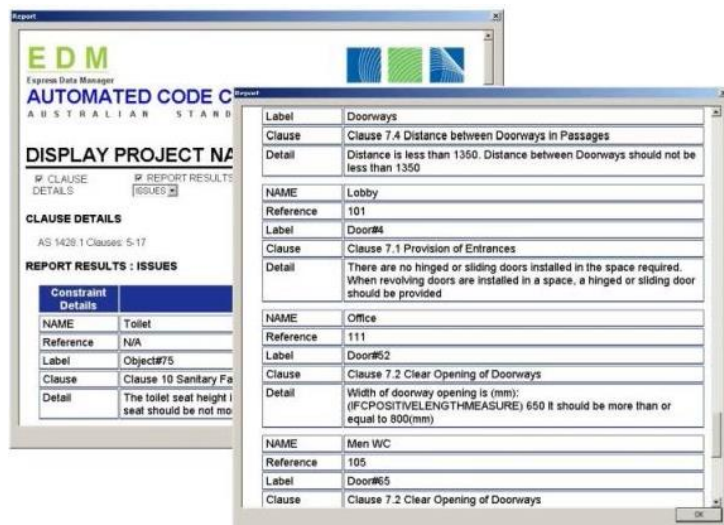


Figura 7.13. Ejemplo de un informe de EDM Model Sever.

- **dRofus** es una herramienta de planificación, gestión de datos y colaboración BIM. dRofus es una base de datos del servidor SQL que proporcionará el estado de la ejecución técnica y los plazos sin importar el tamaño del proyecto tipo o complejidad (dRofus). dRofus permite atribuir información diferente a cada ambiente como su nombre, perímetro, altura, etc. También es posible visualizar y comprobar el modelo diseñado en formato IFC. El cliente puede adoptar dRofus para comprobar el modelo diseñado según unos requisitos programados mediante sencillas reglas.

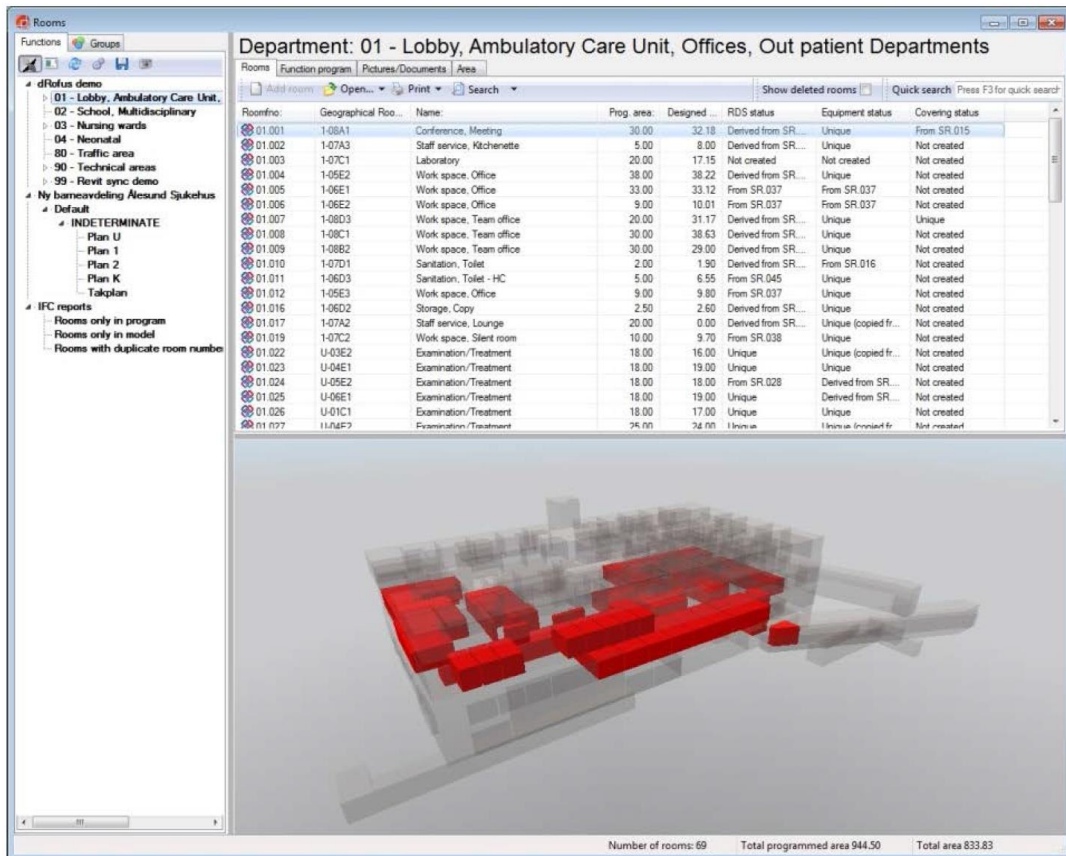


Figura .14. Vision general de habitaciones dRofus.

7.4.3 CRITERIOS Y REQUISITOS DE EVALUCIÓN DEL CLIENTE PARA LA COMPROBACIÓN DE UN MODELO BIM

Con las herramientas mencionadas en el párrafo anterior el cliente es capaz de comprobar el cumplimiento entre el contenido de las ofertas y sus requisitos incluidos en el pliego de condiciones. El cliente podrá controlar únicamente la información que ha sido incluida de antemano por los licitadores. Las herramientas de comprobación de los modelos pueden analizar el contenido del modelo pero no pueden generar nuevos datos, por ejemplo, si el cliente desea comprobar la dimensión de un espacio específico como una oficina el modelo debe contener el espacio "oficina", de lo contrario la herramienta no puede encontrar ese espacio. A continuación se muestra una tabla con las operaciones más comunes que un cliente puede comprobar en una licitación BIM y el principal software disponible (Bolpagni, 2014).

Operación	Programa comercial
A Calidad del modelo	SMC, Autodesk NavisWorks, Tekla BIMsight, Bentley Projectwise Navigator
B Anonimato del archivo	SMC
C Programa de asignación de nombres	SMC
D Requisitos de espacios	SMC, dRofus, Affinity
Área y volumen	SMC
Presencia de muebles o equipos	SMC dRofus, Affinity
E Propiedades de los elementos	SMC
F Análisis Energético	Riuska, Autodesk Ecotecct
G Cálculo de costes	Easy BIM, Vio Cost Planner, Mitchell Brandtman, dProfiler
H Accesibilidad	SMC
I Seguridad y vigilancia	SMC

Figura 7.15. Equivalencia entre las operaciones y los programas comerciales. DB (Adaptación propia Bolpagni, 2014)

A. Calidad del modelos

En primer lugar el cliente está interesado e evaluar la calidad general del modelo, si es adecuada y si hay errores geométrico debido a la incapacidad para adoptar el software BIM para genera modelos. Hoy en día muchos de los programas están disponibles para la detección de conflicto debido a que la detección de conflictos geométricos fue el primer campo en ser desarrollado. Es posible encontrar las intersecciones o superposición entre las mismos componentes (paredes contra paredes) o diferentes (paredes contra puertas) o muebles y otros objetos(Bolpagni, 2014).

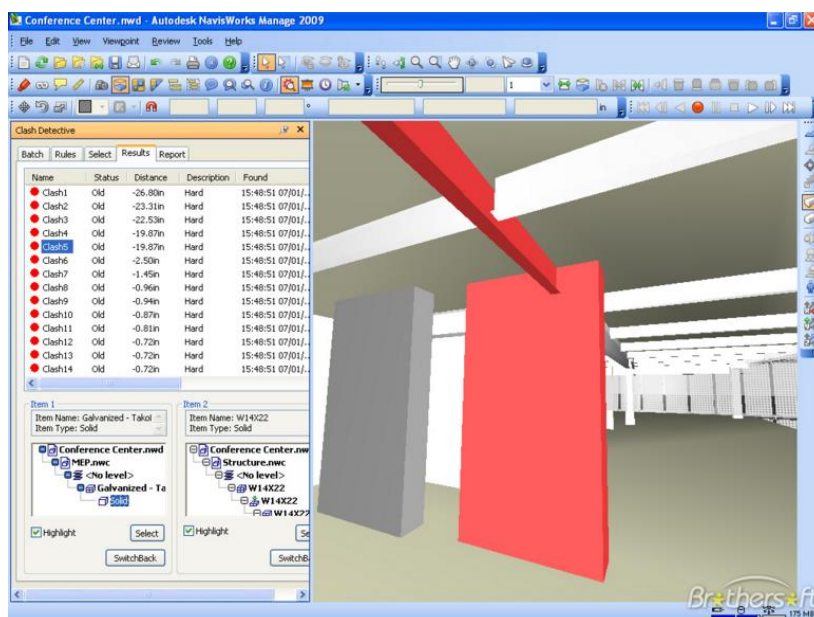


Figura 7.16. Detección de conflictos geométricos Autodesk NavisWorks.

Si los modelos contienen los componentes estructurales y los arquitectónicos puede comprobarse si ambos se ajustan. También es posible validar la envolvente del edificio gracias a una regla que comprueba las paredes externas del edificio o controlar que las dimensiones de todos los elementos y sus espesores son los mismos como el grosor de las paredes, techos, etc.

B. Anonimato del archivo

Si hay licitaciones en que se requiere el anonimato de la presentación final de los archivos IFC, existen herramientas como SMC y EDM que pueden comprobar automáticamente este campo y ayudar en la gestión de los modelos anónimos.

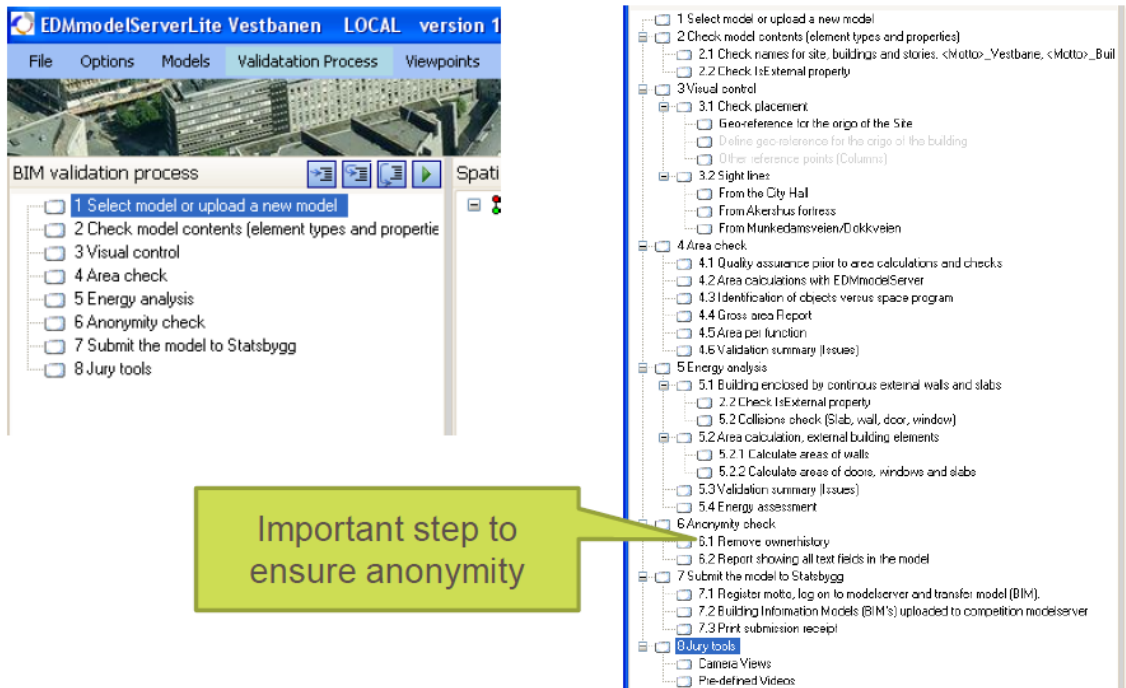


Figura 7.17. Gestión del anonimato en el concurso de arquitectura del Museo Nacional de Oslo con EDMModel Server (Kristian, 2009).

C. Programa de asignación de nombres

El cliente suele indicar cómo dar un nombre a los componentes y espacios del modelo BIM. Gracias a programas como SMC es posible comprobar si el sistema de nombres sigue la lista acordada. El cliente también puede verificar si los nombres del archivo BIM se ajustan a un esquema de denominación específica.

D. Requerimientos espaciales

En los documentos de licitación, es posible encontrar varias directrices relacionadas con los espacios. Herramientas como SCM pueden comprobar si hay un número dado de espacios con un tipo de espacio definido y de área, por ejemplo 10 espacios de oficinas con una superficie entre 10 y 11 m² en todo el modelo o en un piso específico. Es posible controlar también la

exactitud de su geometría y la ubicación. El cliente puede verificar la altura de los espacios y también hay una regla que comprueba las distancias que se especifiquen (Bolpagni, 2014).

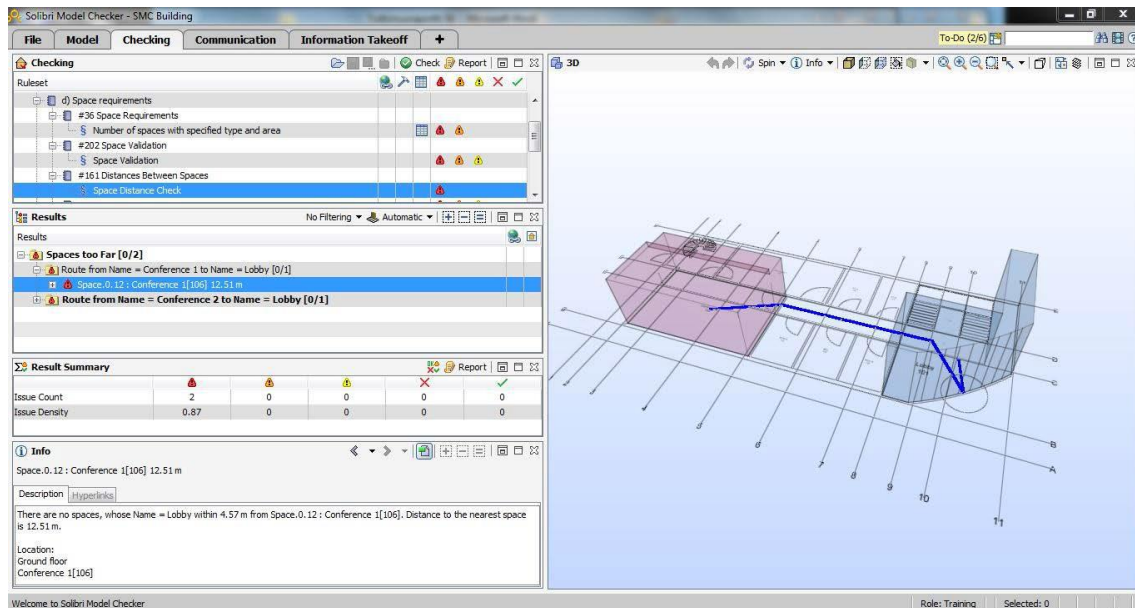


Figura 7.18. Ejemplo de comprobación de distancia en Solibri Model Checker (Bolpagni, 2014).

Área y volumen

Por lo general, el cliente especifica las áreas o el volumen del edificio en las bases de licitación y luego se quiere comprobar si las ofertas siguen sus indicaciones. A través de herramientas que realizan mediciones es posible calcular las cantidades tales como áreas o volúmenes de espacios específicos y si estas se encuentran dentro de los límites máximos y mínimos especificados.

Presencia de equipos y muebles

Tanto dRofus y SMC se pueden utilizar para controlar si existe un mueble o un equipo en particular en BIM. Es posible comprobar si un número de componentes están incluidos en un espacio, por ejemplo inodoros o lavabos en un espacio de aseo.

E. Propiedades de los elementos

BIM no es sólo un modelo 3D, sino que contiene una base de datos rica de la que es posible extraer todo tipo de información. Se puede comprobar que las propiedades tienen o no un valor y si el tipo de valor es aceptable. Ejemplos de propiedades pueden ser el material, nombre, la geometría, ubicación o posibles relaciones con otros elementos. Los licitadores pueden añadir valores específicos a los elementos de varias disciplinas como la eficacia de los intercambios térmicos, la intensidad lumínica, el aislamiento acústico de las paredes... Más tarde, el cliente puede analizar si los valores son correctos de una manera muy sencilla empleando un sencillo conjunto de reglas (Bolpagni, 2014).

F. Análisis energético

Hoy en día la eficiencia energética de un edificio es muy importante. Por esta razón, el cliente debe respetar varias leyes en relación a la eficiencia energética. Los software tales como Riuska o Autodesk Ecotect se pueden utilizar para (Bolpagni, 2014):

- Evaluar la energía total utilizada por el edificio y las emisiones de carbono de la construcción sobre una base anual, mensual, diaria y horaria, utilizando una base de datos mundiales de información.
- Comportamiento térmico: calcula las cargas de calefacción y refrigeración para los modelos y analiza los efectos de la ocupación, ganancias internas, la infiltración y los equipos usados.
- Estimaciones del consumo de agua
- Radiación solar: visualizar la radiación solar incidente en las ventanas y las superficies en cualquier periodo.
- Iluminación natural: calcula los factores de luz natural y los niveles de iluminación en cualquier punto del modelo
- Sombras y reflexione: muestra la trayectoria y la posición del sol con respecto al modelo en cualquier fecha y hora.

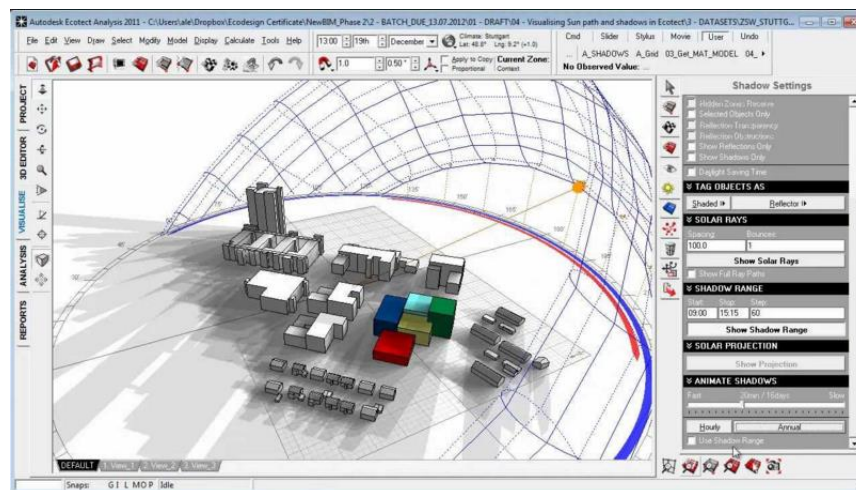


Figura 7.19. Patrón de sombras del modelo en Autodesk Ecotect.

G. Cálculo de costes

BIM se puede utilizar para controlar si el precio final de un oferta es fiable. Algunos softwares de estimación de costes son Tocoman, Vico Costo Planner.

H. Accesibilidad

La accesibilidad a los edificios también es un factor importante actualmente, especialmente en edificios públicos. Algunos softwares como SMC están traduciendo la normativa sobre accesibilidad a un conjunto de reglas que ayuden a su evaluación. Alguna de estas reglas están

relacionadas con la pendiente y longitud de las rampas, la validación de un espacio para la utilización de sillas de rueda, así como la accesibilidad de las puertas.

I. Seguridad y vigilancia

Es particularmente importante en ciertas construcciones públicas como colegios, hospitales o prisiones. Destacan la seguridad contra incendios, seguridad antirrobo y seguridad en el trabajo. Algunos estudios apuntan a la implementación de BIM en la seguridad en las obras. Sin embargo, el ámbito más estudiado y que mejor se puede analizar con programas como SMC es la protección contra incendios ya que una serie de reglas permite verificar si todos los espacios están incluidos en sectores de incendio, si su zona está dentro de los límites, las paredes entre las diferentes zonas son del tipo correcto.

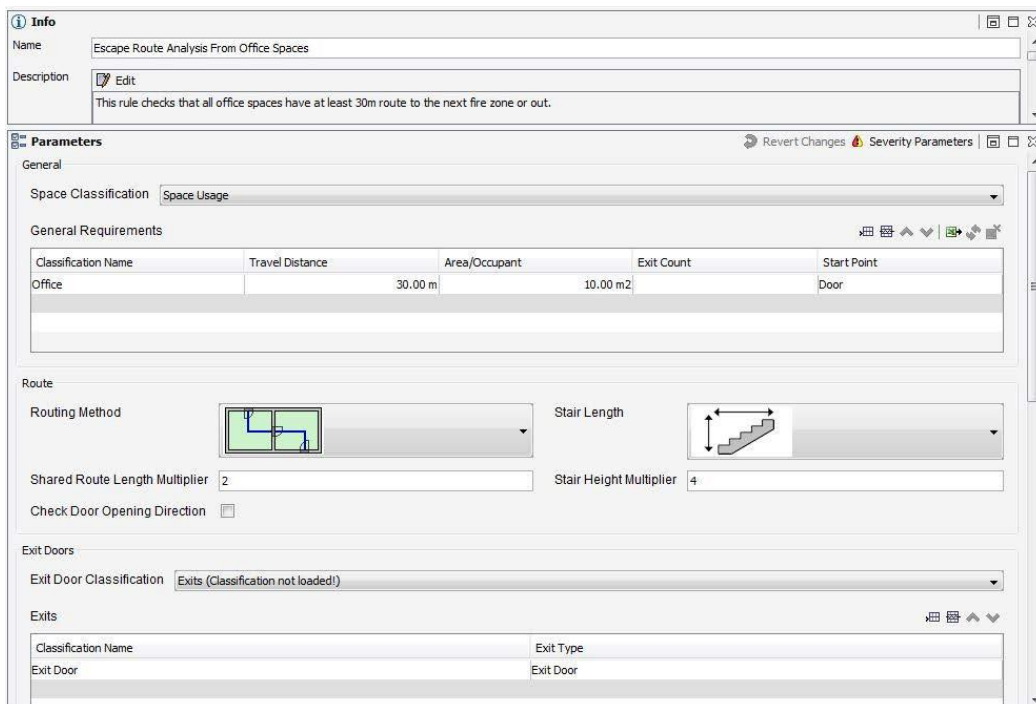


Figura 7.20. Ejemplo de reglas para evaluar las salidas de emergencias en Solibri Model Checker.

8. EJEMPLOS DE ADOPCIÓN DE BIM EN LAS LICITACIONES

8.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se ha seleccionado un ejemplo para mostrar un caso práctico de la implementación de BIM en un proceso de licitación para apoyar lo descrito en el apartado anterior “Posibilidades de implementar BIM en las licitaciones públicas”. El caso práctico es el Museo Nacional de Oslo.

Sin embargo, al comienzo de este trabajo se identificaron los procesos de licitación dentro del marco tradicional y otro grupo de nuevos procesos y metodologías que están surgiendo como respuesta al uso de BIM para poder aprovechar toda su potencialidad. El método Two Stage Open Book es una de las estrategias del Gobierno de Reino Unido para mejorar su competitividad en materia de construcción. Este nuevo método de licitación se llevó a cabo en una serie de proyectos piloto, entre ellos en la Prisión de Cookham Wood.

Realizando una comparativa de la licitación del Museo Nacional de Oslo y la Prisión de Cookham se pretende mostrar la implementación práctica de BIM en ellas e identificar el nivel de idoneidad según el tipo de contrato y licitación, tradicional o innovador. Esta comparativa aborda casos muy diferentes puesto que para el Museo Nacional de Oslo la licitación aborda únicamente la etapa de diseño siendo necesaria posiblemente una nueva licitación para la adjudicación de la obra. El Museo Nacional de Oslo es lo que tradicionalmente denominamos un concurso de arquitectura. Sin embargo, la licitación de la Prisión de Cookham Wood involucra a los diseñadores y encargados de la construcción como parte del mismo proceso basándose en el enfoque del trabajo colaborativo. La licitación se divide en dos etapas, una primera etapa enfocada a seleccionar los contratistas y consultores de primer nivel plasmando un sumario y el compromiso del equipo y una segunda etapa en la que se desarrolla el proyecto, los costes y se fija un presupuesto máximo. Si el proceso anterior es favorable y se demuestra la rentabilidad e idoneidad del edificio se procede a la decisión de construir.

8.2 CONCURSO DE ARQUITECTURA PARA EL MUSEO NACIONAL DE OSLO (NORUEGA)

En 2009 the Ministry of Administration, Reform and Church Affairs encargó a la empresa pública Statsbygg planificar un Nuevo Museo Nacional en la antigua estación de ferrocarril de Oslo West llamada Vestbanene”. Realizó el primer concurso del mundo en 2009 en el cual se podían presentar los modelos únicamente virtuales en lugar de maquetas físicas a escala. El motivo de esta iniciativa fue poder invitar a todos los estudios de arquitectura internacionales

a participar sin tener que lidiar con todas las maquetas, permitiendo solo modelos virtuales (AEC3).

Se planificó un concurso de arquitectura en dos fases:

- Fase 1 (septiembre de 2009): concurso internacional abierto, al cual se presentaron cerca de 1.300 registros en la web el concurso y 237 propuestas fueron finalmente entregadas. Los modelos virtuales fueron empleados principalmente para controlar el cumplimiento del programa y ver cómo se inserta el edificio propuesto en su contexto urbano. El modelo de ciudad 3D entero y el programa estaban disponibles en formato IFC. Para la preparación de los requisitos de este proyecto, AEC3 apoyó a Statsbygg en la creación de unas tablas con los requisitos necesarios. Una serie de directrices y comentarios ayudaban a los concursantes a empezar a utilizar el modelo BIM y poder exportar sus diseños en formato IFC. Para ello, AEC3 escribió manuales cortos para las seis aplicaciones CAD más comunes sobre cómo configurar un modelo de construcción correctamente y se les suministró a los participantes (AEC3).
- Fase 2 (noviembre 2009 a abril 2010): Sólo seis competidores fueron seleccionados para la Fase 2. Los modelos de construcción de los seis concursantes se desarrollaron aún más.

En este punto los modelos no sólo se podían usar para comparar como encajaban los edificios en el contexto urbano y el programa, sino que también para extraer información sobre las mediciones, materiales, costes y análisis energético. Para ello los modelos tenían que ser más detallados y por lo tanto los elementos de construcción más importantes como muros, losas, pilares... tuvieron que ser modelados. En caso de problemas con el software, existía una plataforma para estar en contacto con AEC3 y los desarrolladores de software para contribuir a resolver dichos problemas mientras los equipos estaban trabajando en sus modelos.



a.



b.



c.



c.



d.



e.

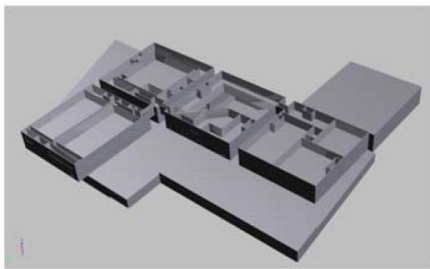
Figura 8.1. Propuestas seleccionadas para pasar a la segunda fase de la licitación del Museo Nacional de Oslo. (a) Black in Black (b) Forum Artis (c) m_box (d) Tryllesken (e) Urban Canvas (f) Urban Transition. (AEC3)

Tras la entrega de los modelos, el resultado fue sorprendente, los seis modelos eran de gran calidad. El jurado seleccionó tres ganadores que fueron invitados a participar en un contrato de diseño negociado. (AEC3)

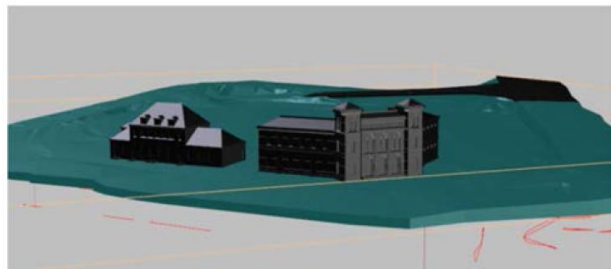
- Primer premio – “Forum Artis” Kleihues + Schuwerk, Naples, Berlin
- Segundo premio – “Urban Transition” JAJA Architects, Copenhagen + Jakob Rolver
- Tercer premio – “Tryllesken” Henning Larsen Architects, Copenhagen

Este caso de estudio es relevante porque la implementación de BIM estaba en el eje del concurso y fue utilizado como soporte de evaluación y decisión eficiente para comparar modelos en relación con el medio, las soluciones constructivas o su uso.

Los primeros pasos para preparar la documentación para la licitación fueron un manual BIM, unido al programa de usos, el Appendix 5.6 Digital 3D model y los requisitos BIM. Por otra parte, los competidores recibieron un modelo del sitio incluyendo los edificios existentes en formato openBIM para establecer el origen local y orientar los modelos correctamente y un archivo IFC de las zonas funcionales (Figura 9.6).



a.



b.

Figura 8.2. (a) Modelo BIM de transición para la fase 1 (Bolpagni, 2014) (b) Modelo BIM del entorno (Bolpagni, 2014)

Para la definición de los modelos en la primera etapa estaba autorizado el uso de herramientas tales como (Kristian, 2009):

- Autodesk AutoCAD Architecture
- Autodesk Revit
- Bentley Triforma
- Graphisoft Archicad
- Nemetscheck Allplan
- Nemetschek VectorWorks

BIM se utiliza especialmente para la visualización, mediciones y el análisis energético. Las principales herramientas BIM utilizadas por el jurado para seleccionar los seis finalistas en la fase 2 fueron:

- Model Server Manager utilizado para georeferenciar el modelo y asegurar su anonimato.

- Solibri Model Checker utilizado para validar al información de los modelos, áreas, alturas, extracción de mediciones para comprobaciones de seguridad, costes y medio ambiente.
- dRofus utilizado para comparar los requisitos con el área funcional neta diseñada
- Calcus para el cálculo de costes
- Riuska utilizado para análisis energético
- Xf+ se empleó para importar el modelo a SIG y mostrarlo en el terreno.
- 3D Studio utilizado para crear videos de los modelos en el entorno.

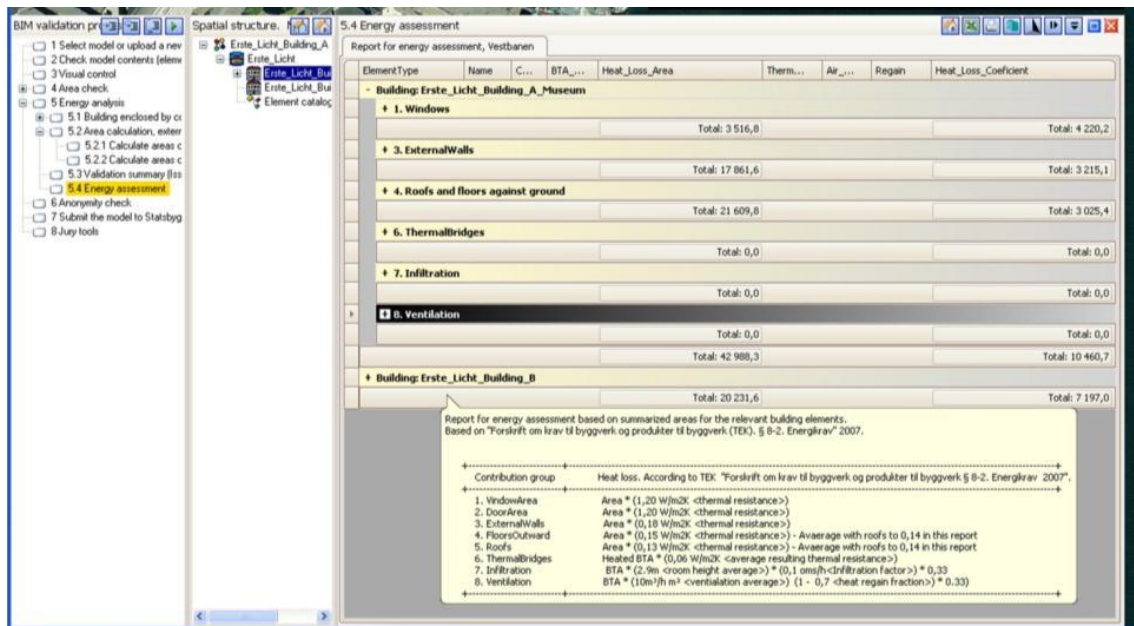


Figura 8.3. Evaluación de los aspectos energéticos en el concurso del Museo Nacional de Vestbanen (Kristian, 2009)

Para ayudar a la gestión de la base de datos integrada en un formato openBIM durante el concurso de arquitectura se creó una versión personalizada de the Jotne EPM Sever Manager, the Vestbanen BIM Manager. Esta herramienta ha permitido (Bolpagni, 2014):

- Cargar y administrar los archivos IFC en la base de datos de Statsbygg
- Proporcionar una función de validación que:
 - Comprueba el formato IFC
 - Comprueba la ubicación geográfica de los edificios
 - Audita los elementos constructivos y los posibles conflictos
 - Comprueba que todos los nombres de los espacios se ajusten a la nomenclatura
 - Comprueba si los elementos de pared, puertas y ventanas exteriores son correctos y conforman una envolvente del edificio consistente
 - Cálculo del área basado en la geometría
 - Mantener el anonimato
- Generar los informes necesarios para:
 - Programa espacial
 - Eficiencia energética

- Generar visualizaciones
- Proporcionar una lista de comprobaciones antes de presentar los modelos para asegurar que todas las tareas han pasado una auditoría
- Permitir la presentación final

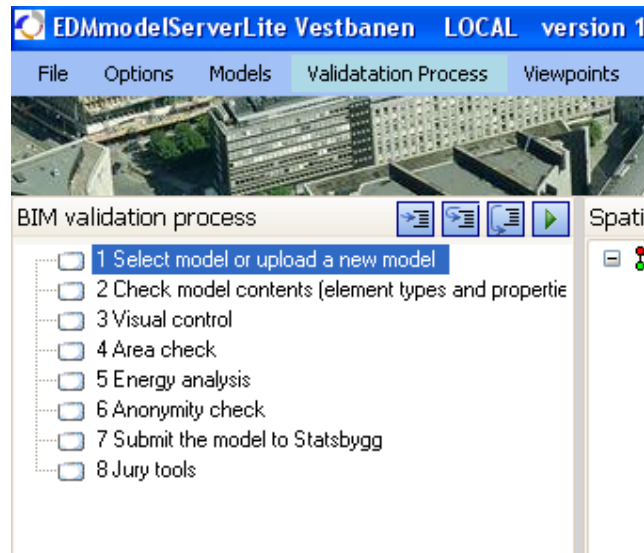


Figura 8.4. Inicio EDM Sever Manager (Kristian, 2009)

Para gestionar la fase de licitación, esta herramienta permite realizar un seguimiento de toda la información relacionada con el proceso de preparación de la oferta. Se integra directamente con la Plataforma BIM EDM modelo Sever, así para el jurado la evaluación de cada propuesta era más fácil gracias a la visualización en 3D.

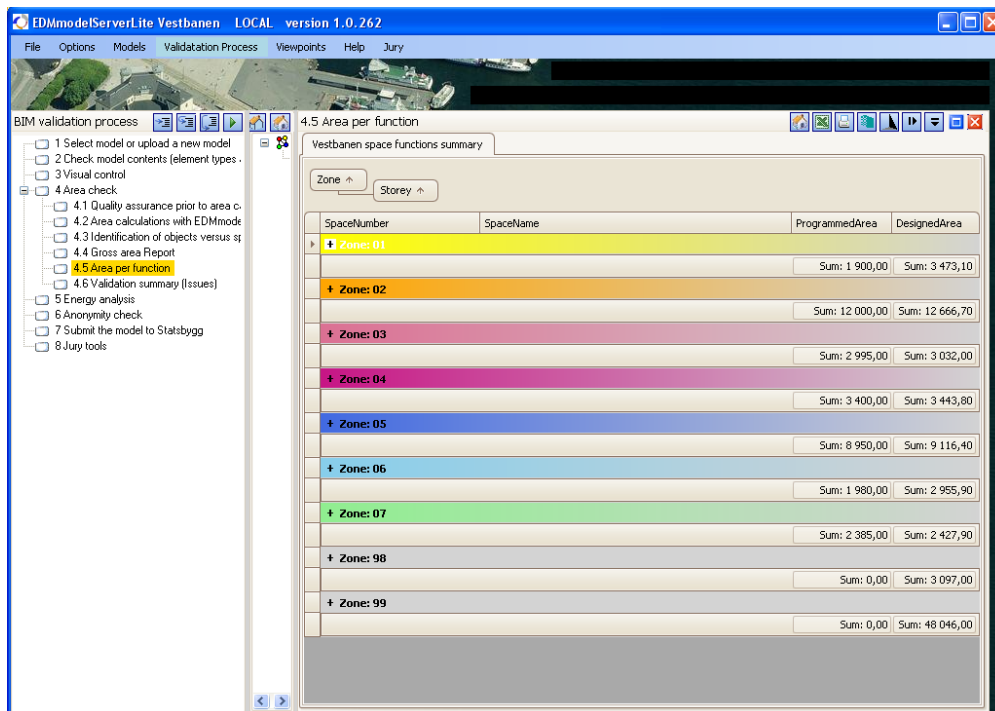


Figura 8.5. Evaluación las áreas funcionales en el concurso del Museo Nacional de Vestbanen empleando EDM Sever Manager (Kristian, 2009)

Gracias a BIM el jurado fue capaz de verificar y reportar los mejores resultados además de conservar el anonimato de las propuestas, comprobar el cumplimiento del programa y mejorar la visualización en la Fase 1. Además de estos beneficios, Statsbygg señaló otras potencialidades en la Fase 2 (Bolpagni, 2014):

- No hubo limitaciones en los tipos de objetos
- Nomenclatura para identificar los tipos de construcción. Esta catalogación era particularmente útil para los costes, mediciones y el cálculo de las emisiones CO2
- Análisis energético
- Analizar la organización de la seguridad en la cinco zonas diferenciadas del proyecto
- Regulaciones urbanísticas del municipio de Oslo como las alturas o la ocupación
- Huecos de instalaciones y espacios técnicos

El jurado estaba muy sorprendido de los resultados de alta calidad utilizando estas herramientas BIM. En particular, el jurado mencionó en su informe final que los modelos fueron muy útiles en la Fase 2 para la visualización del proyecto y la extracción de datos para los diversos cálculos. Por otra parte, el jurado declaró que era más fácil de comprobar las diferentes propuestas de diseño importados en el mismo terreno, en lugar de fotomontajes creados por los arquitectos, que pueden ser manipulados y por tanto la comparación se hace menos objetiva (Kristian, 2009). El jurado entiende que la exigencia de entregas openBIM aportan un valor añadido a la evaluación del diseño y se dieron cuenta de la necesidad de mejorar los requisitos de BIM en concursos de arquitectura posteriores debido a que el cliente no era completamente consciente del potencial de BIM. Además, se identificaron algunos obstáculos relacionados con la limitación de exportación del formato IFC, la falta de experiencia en la generación de buenos modelos y la falta de directrices o manuales para apoyar las interacciones entre software y diseñadores.

8.3 TWO STAGE OPEN BOOK: PRISIÓN DE COOKHAM WOOD (ROCHESTER, UK)

En marzo de 2011 el Ministerio de Justicia del Reino Unido inició el proyecto de una nueva construcción situada adyacente a la prisión de menores de Cookham Wood en Rochester. La nueva construcción para delincuentes juveniles comprende un edificio de viviendas para 180 personas y un bloque para educación (HM Government, 2013, p.2). Cookham Wood es uno de los proyectos pilotos incluidos en el Trial Projects Programme de the Government Construction Strategy (Cabinet Office, 2012, p. 7-8), que quiere cambiar las relaciones entre los clientes y proveedores. El Ministerio de justicia adoptó uno de los tres nuevos métodos de contratación, Two Stage Open Book (ver apartado 2.4.5), que crea una cultura de colaboración con el fin de involucrar a los consultores, contratistas y subcontratista en la etapa más temprana para desarrollar conjuntamente el proyecto. De esta manera, el ahorro de costes y la eficiencia se alcanzan antes de comenzar la construcción.

Trial project: Cookham Wood	New delivery model / procurement route: Two Stage Open Book under PPC2000
Cost savings achieved: 20%	
Other key benefits achieved: Increased cost and programme certainty, innovation and reduced prospective operating costs	

Trial report sequence:	Kick off meeting	Brief / Team Engagement	Decision to Build	Build and Occupy
Cost saving basis:	Outline saving aspiration	Challenging cost target	Award Cost	Outturn Costs

Trial project details	
Project title	Cookham Wood Youth Justice Board New Build Young Offenders Institution
Client department	Ministry of Justice
Project value	£20 million (including construction cost, fees and escorts)
Form of project	New Build Young Offenders Institution
Main contractor	Interserve
Lead designer	Interserve supported by Arup
Key suppliers	SSC – Pre-Cast Volumetric Cell Provider EMCOR – Mechanical and Electrical Specialist Faithful & Gould – Client Representative HLN-Client architect/technical assessor Fob Deisgn Tier Consult Arup MJ Patch ICL



Executive summary:

Ministry of Justice have created a collaborative culture so as to bring together the consultants, Tier 1 and Tier 2 contractors at the earliest stage and to develop cost savings innovations and improved efficiency prior to start on site.

The Cookham Wood Trial Project combines collaborative working under Two Stage Open Book with the adoption of BIM, Project Bank Accounts and informal implementation of Government Soft Landings. A fully integrated team have worked to a tight timescale to commence delivery on site of a new build Young Offenders Institution that to date has exceeded cost saving targets.

Despite problems on site with severe weather, the originally contracted project works were completed within both the agreed timetable and the Agreed Maximum Price.

Figura 8.6. Ficha resumen del proyecto de la prisión de Cookham Wood. Más información en https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/325950/Cookham_Wood_case_study__CE_format__130614.pdf

Otra innovación importante es la adopción de BIM, de Government Soft Landings y Project Bank Accounts (HM Government, 2013, p.1). Project Bank Accounts forma también parte de las estrategias del gobierno de Reino Unido en el sector de la construcción y se trata de una nueva manera de pagar a los proveedores. De hecho, van a recibir el pago en cinco días como máximo desde la fecha de vencimiento lo que aporta certeza y seguridad en la brevedad de los pagos. El término “soft landings” hace referencia a la necesidad de una transición desde la fase de diseño y construcción a la fase operativa de un activo construido con el fin de presentar unos servicios rentables que satisfagan las necesidades públicas. Government Soft Landings pretende conseguir un nivel de servicio y un aporte de información que ayude a lograr el siguiente nivel de servicio para el cliente (Manning, 2013):

- El fácil acceso a todos los datos digitales sobre nuestro activo
- Proveedores de servicios que tienen todos los datos de las operaciones
- Instrucciones simples de las operaciones requeridas
- Rendimiento medio real del activo
- Gastos de funcionamiento
- Comportamiento y coste medioambiental
- Alertas tempranas de problemas
- Comentarios del equipo de diseño y construcción

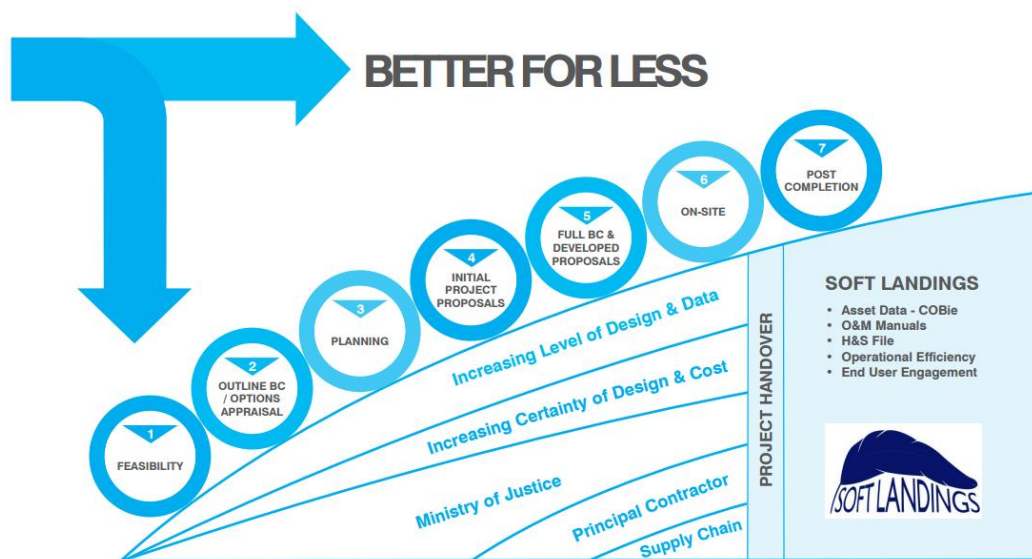


Figura 8.7. Diagrama del trabajo colaborativo y Soft Landings (BIM Task Group, 2013a, p.4)

HMYOI (Her Majesty’s Young Offender Institution) Cookham Wood está situada cerca de Rochester. Fue construida en 1978 por presos y obreros y su uso se cambió en 2008 de mujeres a prisión de menores para varones entre 15 y 18 años. El deterioro y la condición del edificio supuso un problema desde el principio, presentándose propuestas en 2011 para volver a construir parte de la prisión en lugar de llevar a cabo reparaciones constantes que disparaban el coste. El proyecto fue sugerido como proyecto piloto para incluirlo en BIM Trial Projects y el Gobierno aceptó (BIM Task Group, 2013a, p.5). Un equipo del Ministerio de Justicia tomó la delantera transformando los diseños estándar 2D en un modelo BIM necesario

para el inicio del proyecto. El modelo BIM fue realizado por el equipo en seis semanas. Además de esto, el equipo realizó otras tareas que incluía probar los requisitos específicos para el cliente final para trabajar dentro de un tipo de edificio estandarizado y cumplir su finalidad. Este proyecto debía contar con una planificación completa aprobada antes de su puesta en marcha para suplir problemas tradicionales debidos a la falta de planificación y un escaso estudio de los costes, organización, rentabilidad y finalidad del activo. Otro requisito que el equipo debía cumplir era la planificación de los “soft landings” para facilitar la explotación del activo una vez finalizada la obra (BIM Task Group, 2013a, p.5).

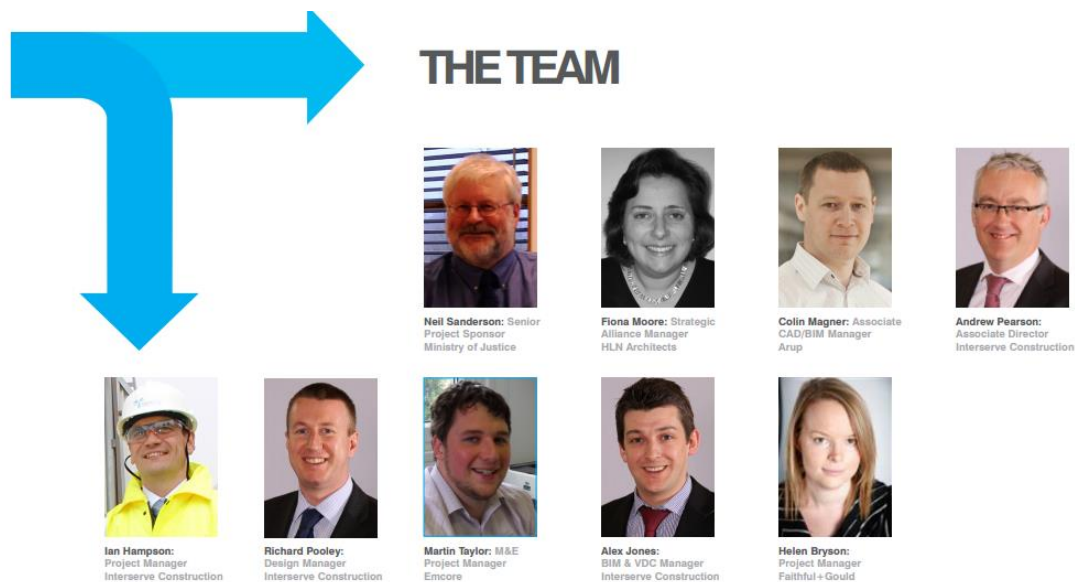


Figura 8.8. Equipo de trabajo para la ampliación de la prisión de Cookham Wood (BIM Task Group, 2013a, p.2)

El equipo del proyecto preparó la documentación para la licitación a partir de los esquemas 2D existentes incluyendo (Bolpagni, 2013, p. 189):

- Modelo BIM nativo
- Una extracción de datos en formato COBie-UK-2012
- Dibujos 2D extraídos del modelo

Los licitadores fueron invitados a un Workshop en el Ministerio de Justicia como fase previa a la licitación para familiarizar a los participantes con el proceso de licitación y el flujo de trabajo en BIM. Esto fue considerado un ejercicio muy útil por todos los interesados. Los licitantes dispusieron de un día completo para preguntar diferentes cuestiones sobre el proceso y recibir más información de BIM. Durante el proceso de licitación se les dio la oportunidad también de asistir a una extracción de datos en COBie a modo de sesión de entrenamiento. Al final del proceso se les pidió a los licitantes que presentasen (BIM Task Group, 2013b, p.2):

- Oferta económica
- Copia del modelo BIM nativo
- Extracción de datos en formato COBie pdf
- Dibujos 2D extraídos del modelo en formato pdf

Después de que el cliente selecciona al contratista principal, firman un acuerdo de alianza denominado PPC2000 para regular los plazos de las actividades de pre-construcción y los integrantes del equipo para la fase de pre-construcción (Bolpagni, 2013, p. 189). PPC2000 es el primer contrato estándar para proyectos en alianzas y es el resultado directo de un informe realizado por un grupo de trabajo del Gobierno de Reino Unido “Rethinking Construction” (PPC2000 UK). PPC2000 se puede aplicar a cualquier tipo de proyecto de alianza en cualquier jurisdicción, con el asesoramiento legal sobre su aplicación. PPC2000 fue lanzado en junio de 2000 y fue probado en una serie de proyectos de viviendas, oficinas y escolar, tanto en relación con nuevas construcciones y obras de remodelación.

Gracias a un flujo de trabajo colaborativo, el cliente pudo controlar si las soluciones propuestas cumplían con su especificación. El contrato estándar PCC2000 consistía en un único contrato pluripartidista con estructura de dos etapas, que fija la participación temprana del contratista mediante el método Two Stage Open Book. Tras la primera etapa de adjudicación y la selección del contratista principal, se desarrolla la propuesta del proyecto y acuerdan un precio máximo y se adjudica el contrato con esas características como parte de la segunda fase. Una vez adjudicado el contrato, la construcción comenzó en noviembre de 2012 y finalizó en noviembre de 2013. El método Two Stage Open Book bajo un contrato PPC2000 genera una cultura de colaboración no sólo durante la fase de pre-construcción, sino también durante la construcción con el fin de mejorar tanto la ejecución del proyecto como el rendimiento del activo (HM Government, 2013, p. 3).

Fechas claves del proyecto	
1ª etapa de la licitación	14 de marzo de 2012
Presentación de ofertas	01 de mayo de 2012
Desarrollo de la propuesta del proyecto y acuerdo del precio máximo (2ª etapa de la licitación)	05 de octubre de 2012
Adjudicación del contrato	19 de octubre de 2012
Comienzo de las obras	20 de noviembre de 2012
Finalización estimada de las obras	20 de noviembre de 2013

Figura 8.9. Tabla resumen de las etapas y fechas claves del proceso de licitación, diseño y construcción de la ampliación de la prisión de Cookham Wood (BIM Task Group, 2013b, p.2)

Algunos de los principales beneficios de usar el método Two Stage Open Book bajo un contrato PPC2000 fueron (HM Government, 2013, p. 2-3):

- Los ahorros de costes obtenidos de un 20% aproximadamente.
- Reducción de los plazos.
- La innovación y certeza del programa y la posible reducción de los costes de operaciones.
- Trabajo en colaboración por un equipo integrado.

Este hecho es contrastable puesto que el Ministerio de Justicia estableció un ahorro de costes de un 20%. El ratio de un proyecto similar era de 2.910 £ por metro cuadrado, lograndose un

ratio de 2.332 £ por metro cuadrado en la prisión de Cookham Wood cuando se estableció el precio máximo del proyecto (HM Government, 2013, p. 3). Este resultado se logró gracias a la innovación a través del compromiso de colaboración de todas las partes involucradas y gracias a la adopción de BIM. El modelo 3D ayudó a demostrar el impacto de la propuesta en el entorno público que rodea el emplazamiento, especialmente a los residentes locales y las autoridades dedicadas a la planificación urbanística del entorno. BIM mejoró la coordinación del diseño, ofreciendo la posibilidad de caminar a través del edificio y encontrar potenciales defectos y problemas. También facilita la reunión de revisión del diseño, posibilitando simulaciones 4D y 5D y ofreciendo datos útiles a través de COBie (BIM Task Group, 2013a).

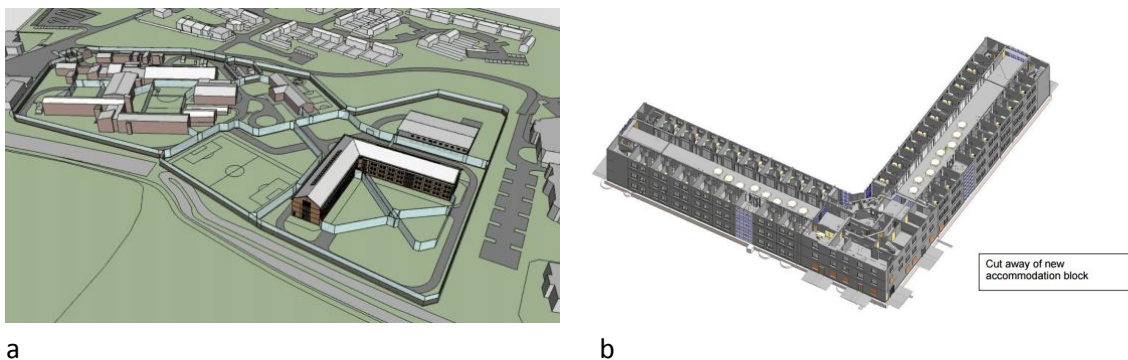


Figura 8.10. (a) Modelo 3D de los alrededores del área de la prisión de menores de Cookham Wood (BIM Task Group, 2013a, p.5) (b) Modelo 3D del nuevo edificio de viviendas de la de menores de Cookham Wood (BIM Task Group, 2013b, p.3)

Las evaluaciones relacionadas con la fase de licitación previa recogidas por el Ministerio de Justicia en el documento denominado *Early adopter Project. HMYOI Cookham Wood* y publicado en febrero de 2013 son las siguientes (BIM Task Group, 2013b, p.4-7) haciendo referencia a los problemas encontrados y las acciones definidas para su corrección:

- 1. Con el fin de incorporar BIM, los requisitos del cliente y el proceso tienen que ser cuidadosamente entendidos.**
El Ministerio de Justicia necesitó definir qué nivel de información se requería en cada etapa del proceso de contratación en general, pero particularmente en la licitación, y debiendo incorporarse los requisitos de BIM.
- 2. Existe un enorme beneficio que se puede obtener a partir del modelo BIM para la visualización o comprensión del cliente.**
El documento de requisitos para los participantes necesita ser renovado para eliminar las preguntas que en este proceso se dieron, para refinar la información 2D y la necesidad de separar las secciones para el constructor y para los consultores. Podría contener instrucciones junto con una descripción de cómo el activo va a ser usado en el futuro, con los datos COBie correspondientes. El Ministerio de Justicia está desarrollando un nuevo pliego de información que contenga los requisitos de información del cliente que remplace el empleado en Cookham Wood.
- 3. El uso de BIM se ve obstaculizado por los requisitos de seguridad del Ministerio de Justicia.**

El Ministerio de Justicia necesita definir una estrategia de seguridad para trabajar con BIM.

4. Necesidad de definir bien las especificaciones de los softwares con anterioridad a la producción.

El Ministerio de Justicia tiene que definir el equipo de diseño y el informe de los consultores de acuerdo con la información de salida y entrada de BIM.

5. El proceso de licitación debe ser revisado y redefinido para incorporar BIM.

El uso eficiente de los datos y, especialmente el coste y los datos de carbón requieren ser considerados urgentemente en el futuro.

6. La claridad de la biblioteca de requisitos técnicos- tiene que ser entendido rápidamente.

Los conocimientos deben ser transferidos a las bibliotecas del Ministerio de Justicia lo antes posible.

7. Claridad de cómo se usan los procesos de control y cambio del modelo.

Hubo una escasa comprensión de cómo lograr un uso económico del modelo BIM y controlar los cambios. Los procedimientos tienen que ser documentados.

8. Desconexión entre la información esencial en papel y el modelo de información.

Definición de una especificación de rendimiento como parte del proyecto de la biblioteca.

9. La gestión de la tolerancia no es un problema específico de BIM pero la capacidad para diseñar tolerancias muy estrechas en la geometría 3D no significa que sea posible o económico construir esas tolerancias tan estrechas.

Definición de una estrategia de tolerancia para cada etapa del proyecto con respecto a un número aceptable de solapes en el modelo BIM.

10. Una descripción de texto del archivo de datos Cobie no puede ser electrónicamente probada.

Emprender la creación de herramientas de validación COBie

11. BIM cambia la forma en la que el Ministerio de Justicia realiza sus proyectos.

El Ministerio de Justicia tiene que definir un proceso interno de gobierno para los proyectos BIM.

12. Los procesos de licitación necesitan reformas para atender a los procesos BIM.

Revisión de enmiendas de documentos de licitación una vez la evaluación es completada.

13. Las restricciones del sistema del Ministerio de Justicia están obtaculizando la capacidad de usar los datos de BIM eficientemente.

El Ministerio de Justicia tiene que definir cómo ellos van a gestionar los dato y qué plataforma van a usar.

14. Los talleres previos a la licitación fueron muy útiles.

Deben ser utilizados en todas las licitaciones BIM hasta que el proceso y la experiencia se desarrollen plenamente.

15. Es importante reconocer que la licitación en formato BIM es nuevo. Los constructores tienen que gestionar el proceso de manera diferente, y utilizar diferentes recursos, por lo tanto, es necesario una planificación más precoz y el cumplimiento de los plazos.

Atenerse a los plazos. Es necesario que exista una planificación más avanzada entorno a las licitaciones futuras en BIM

- 16. Las licitaciones son una etapa crítica de la vida del proyecto y tienen que ser lo más eficaz posible. El desarrollo del proceso de licitación y la comunicación entre los constructores debe ser desarrollado dentro del marco del Ministerio de Justicia. El Ministerio de Justicia se comprometerá a entender cómo los constructores creen que se puede mejorar el proceso de licitación.**

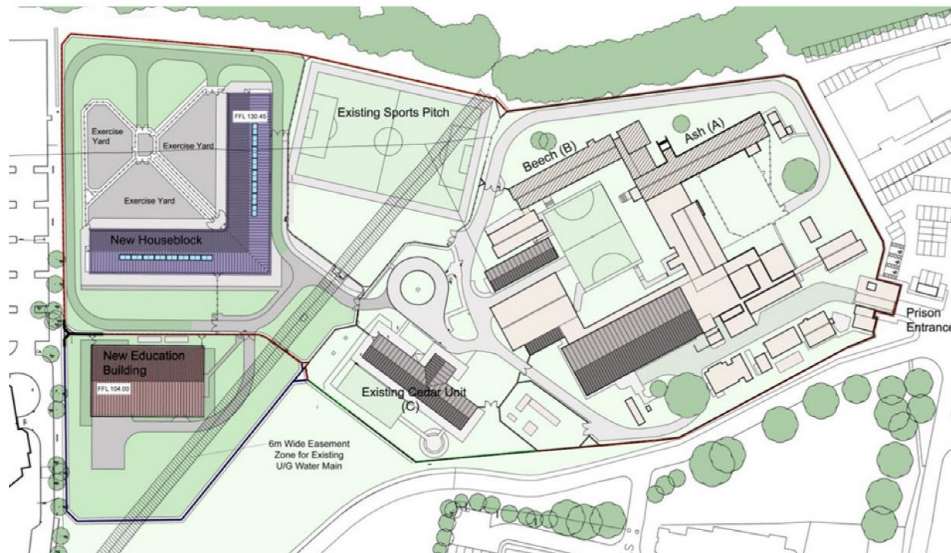


Figura 8.11. Planta de la prisión de Cookham Wood y los edificios de nueva construcción denominados New Houseblock y New Education Building (BIM Task Group, 2013a, p.6)

- 17. El nivel de detalle de la información que se publicará en la fase de licitación debe ser desarrollado para satisfacer las necesidades específicas del proyecto.**

Deben establecerse normas en el proceso de licitación para complementar el documento de requisitos de información del cliente. Esto tiene que estar alineado con la vía de adquisiciones adoptada y la etapa del proyecto en la que se emite la licitación.

- 18. El uso eficaz de BIM puede necesitar una revisión del proceso de adquisición**

BIM tiene el potencial de cambiar cómo se gestionan los diseños y el perfil de riesgo.

- 19. Los consultores trabajan con los constructores aconsejando dado que ellos nunca habían recibido modelos BIM desarrollados por otros para trabajar sobre ellos.**

Esto podría discutirse dentro del marco del Ministerio de Justicia.

- 20. Como comentario genera basado en el proceso de BIM actual, un periodo de 6 semanas para la licitación ha parecido demasiado corto para los constructores.**

El corto periodo de licitación no permite totalmente el desarrollo integrado de diseño. Para extraer todo el valor de BIM en el periodo de licitación necesita un enfoque diferente. Esto implica una comunicación completa de datos COBie en la fase 2. The BIM Task Group está trabajando en una matriz tipo plantilla para el proceso.

21. La mayoría de las licitaciones fueron administradas por los constructores utilizando información 2D.

Para obtener el máximo beneficio de BIM esto tiene que cambiar. Es un reto conseguir BIM en la industria en los niveles 2 y 3 de subcontratación puesto que la capacidad del contratista depende de los anteriores.

22. La obtención de un Protocolo BIM específico del Ministerio de Justicia debería ayudar a consolidar algunas de las cuestiones contractuales entorno a las responsabilidades de la información de BIM.

Un Protocolo BIM se incorporará a las formas de contrato estándares del Ministerio de Justicia.

23. Los constructores están dispuestos a participar.

Comprometerse con los constructores a través del uso de talleres pre-licitación y grupos BIM.

8.4 COMPARATIVA DE DIFERENTES METODOS DE LICITACIÓN

La siguiente tabla aporta un resumen de los ejemplos anteriores de implementación de BIM en las licitaciones públicas con el fin de identificar las diferencias entre los diferentes casos de estudio puesto que se trata de dos licitaciones llevadas a cabo con métodos diferentes.

COOKHAM WOOD, UK		MUSEO NACIONAL DE OSLO
Two Stage Open Book (nuevo método de contratación promovido por el gobierno UK). Proceso colaborativo, aportes de conocimientos	Tipo de proceso	Concurso de arquitectura. Proceso lineal y conocimiento segregado
Obtener una planificación completa de costes, organización, rentabilidad y finalidad del activo antes de la ejecución del proyecto. Participación temprana de los principales contratistas y subcontratistas	Objetivos de la implementación de BIM	BIM como soporte de evaluación y decisión eficiente para comparar modelos
Adopción de otros planes complementarios: Government Soft Landings y Project Bank Accounts	Programas complementarios	-
-	Softwares de apoyo	Para la evaluación de las propuestas se emplearon los siguientes software: -Model Server Manager -Solibri Model Checker -dRofus-Calculus -Riuska -Xf+ -3D Studio.

Diseño y construcción	Alcance de la licitación	Proyecto de diseño
2Fases	Fases de licitación	2Fases
FASE 1 DE LICITACIÓN:		
El cliente invita a equipos compuestos por contratistas de primer nivel y consultores	Condiciones	Concurso internacional abierto
-Modelo BIM nativo -Extracción de datos en formato COBie-UK-2012 - Dibujos 2D extraídos del modelo	Documentación inicial	- Modelo 3D del entorno (IFC) - Modelo del programa (IFC) - Manuales cortos aplicaciones CAD -Tablas de requisitos - Comentarios y directrices para usar el modelo y exportar en IFC
Workshop como fase previa a la licitación para familiarizar a los participantes con el proceso. Durante el proceso asistieron a sesiones de entrenamiento sobre extracción de datos en COBie	Programas de apoyo	Plataforma para poner en contacto a los participantes con AEC3 y desarrolladores de software con el fin de resolver problemas durante el desarrollo de las propuestas
-Oferta económica -Copia del modelo BIM nativo -Extracción de datos en formato COBie pdf -Dibujos 2D extraídos del modelo en formato pdf	Documentación requerida para la oferta	-Modelo 3D de la propuesta arquitectónica y su inserción en el entorno (IFC)
Sin especificar	Número de participantes	237 propuestas
Según la capacidad, experiencia, valor de las propuestas, beneficios y costes	Evaluación	Los modelos fueron utilizados para comprobar el cumplimiento del programa y ver como se inserta el edificio en su contexto urbano
Selección del contratista principal y firma de un contrato PPC200 para regular la actividad de pre-construcción	Selección de ofertas	6 seleccionados para la siguiente fase
FASE 2 DE LICITACIÓN:		
Desarrollo de la propuesta del proyecto y acuerdo del precio máximo	Documentación requerida para la oferta	De los modelos se podía obtener información de costes, mediciones, materiales y análisis energético. Elementos constructivos más importantes como losas, pilares, muros... fueron modelados.
Sin especificar	Software	Participantes podía usar: -Autodesk - AutoCAD Architecture - Autodesk Revit - Bentley Triforma

		<ul style="list-style-type: none"> - Graphisoft Archicad - Nemetscheck Allplan - Nemetschek VectorWorks Jurado: <ul style="list-style-type: none"> - Model Server Manager - Solibri Model Checker - dRofus - Calcus - Riuska - Xf+ - 3D Studio
Adjudicación del contrato atendiendo a la propuesta del proyecto y el acuerdo de un precio máximo	Evaluación	El jurado seleccionó tres ganadores según la calidad de la propuesta (integración en el entorno, calidad arquitectónica, mediciones, materiales, análisis energético...) que fueron invitados a participar en un contrato de diseño negociado.
Contrato para la ejecución del proyecto	Tipo de contrato	Contrato de diseño negociado
ADJUDICACIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> -Ahorro de costes del 20% -Reducción de plazos -Innovación, certeza en el programa y la posible reducción de los costes de operaciones -Trabajo en colaboración 	Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> -Conservar el anonimato de las propuestas -Comprobar el cumplimiento del programa -Comparar propuestas de forma objetiva -Mejorar la visualización en la Fase 1. -Visualización y extracción de datos en la Fase 2.
Cultura de colaboración durante la etapa de diseño, preconstrucción y construcción con el fin de mejorar tanto la ejecución del proyecto como el rendimiento del activo	Conclusión	Resultados de alta calidad y facilidad para comparar propuestas de diseño importados en el mismo terreno. Necesidad de mejorar los requisitos BIM , falta de experiencia y directrices BIM

Figura 8.12. Tabla resumen del proceso de licitación del Museo Nacional de Oslo y de la Prisión de Cookam Wood. (Elaboración propia)

8.5 DISCUSIÓN

El caso estudiado del concurso de arquitectura en Oslo, Noruega es innovador por la documentación aportada para la licitación y la voluntad de poner en práctica herramientas

BIM para evaluar las propuestas. Sin embargo, el cliente no era consciente de todo el potencial de BIM y es necesaria experiencia adicional para mejorar el proceso.

El caso Inglés contribuye con nuevas aportaciones para la implementación de BIM en las licitaciones públicas, innovando también con estrategias Soft Landing y la participación temprana del contratista.

Los nuevos métodos de adquisición parecen ser la forma más adecuada para la aplicación de BIM, ya que todas las partes pueden involucrarse y contribuir también durante la fase de licitación, permiten aprovechar mejor el potencial de BIM debido al trabajo colaborativo y la aportación de conocimientos. Además, al combinar en este caso el diseño y la construcción el ahorro de costes es mayor y la reducción de plazos notable, así como la simplificación del proceso puesto que en métodos tradicionales es necesario un concurso de arquitectura y una licitación para la construcción independientes y por lo tanto dos procesos en caso de que se liciten ambas partidas. Esto aumenta el coste del proceso y sus plazos.

En referencia al concurso del Museo Nacional de Oslo el principal logro es conseguir una evaluación de las propuestas mucho más objetiva y eficiente. Al tratarse del mismo modelo inicial en todas las ofertas se elimina la posibilidad de alteraciones del entorno o fallos en los fotomontajes o las visualizaciones del edificio. Además se evita el terrible inconveniente que suponen los modelos físicos o maquetas en casos como este que llegaron a recibirse 237 propuestas en la primera fase. Sin embargo, a pesar de estas significativas mejoras en el proceso, BIM no puede desarrollar todo su potencial en los concurso de arquitectura puesto que es una herramienta al servicio del jurado pero no se asegura su uso en etapas posteriores a la licitación como es el proceso completo de diseño y la posterior construcción del edificio.

Aunque ambos estudios obtienen beneficios mediante la implementación de BIM, necesitan mejoras para preparar una documentación más precisa para oferta. Desde el principio, el cliente tiene que tener las ideas más claras sobre sus objetivos para la aplicación de BIM de una forma más eficiente.

Por último, es necesario un trabajo adicional en el marco legal y en las cuestiones contractuales del proyecto.

9. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo fue identificar los métodos de licitación más apropiados para el uso de BIM, así como detectar los principales problemas relacionados con la fase de licitación de diferentes vías de contratación pública y estudiar cómo BIM podría utilizarse en la licitación para mejorar los puntos débiles actuales.

Este trabajo prueba que la adopción de BIM en las licitaciones se encuentra todavía muy verde y rara vez se utiliza para evaluar las propuestas de los ofertantes. Aunque existen softwares que se pueden emplear como herramientas de verificación y evaluación de las propuestas de los participantes están disponibles para ayudar al jurado, los clientes públicos parecen no estar listos para el cambio cultural y tecnológico. Antes de requerir BIM en la licitación, el cliente debe tener una idea clara de cómo manejar el proceso BIM. La conciencia del cliente público es crucial para lograr el éxito de la licitación BIM. Por ello es necesario más conferencias, talleres y proyectos de investigación para difundir la implementación de BIM. Además, BIM es un proceso revolucionario que exige nuevas tecnologías y cambios en la forma en la que se llevan a cabo los procedimientos. De hecho, BIM puede ser implementado en diferentes procedimientos y métodos de licitación, pero genera más ventajas si hay un comportamiento de colaboración integrado en el propio método.

Nuevos métodos como Two Stage Open Book están surgiendo para apoyar un enfoque innovador, basado en el intercambio y la comunicación desde las primeras fases del proceso. Estos métodos son más adecuados para BIM y permiten ahorrar costes y reducir las reclamaciones. Por esta razón el cliente público debe desarrollar un sistema integrado y fomentar la colaboración apoyándose en los nuevos contratos y seguros de responsabilidad.

El papel de los organismos públicos es crucial porque el Gobierno como cliente puede ser una guía hacia las mejoras. El desarrollo de BIM en todo el mundo es muy diferenciado. Su difusión avanza en los países en los que el Gobierno ha adoptado estrategias BIM y un claro ejemplo de ello es Reino Unido, o también cuando las autoridades públicas de construcción requieren BIM como en EEUU, Finlandia, Noruega y Dinamarca. Por esta razón, las entidades públicas deben adoptar BIM y empezar a adoptarlo también durante la licitación.

Este trabajo prueba que la tecnología está preparada para apoyar las decisiones de los jurados en las licitaciones. Sin embargo, hoy en día no puede sustituir a al jurado en las licitaciones tradicionales que sigue teniendo un papel fundamental. Puede ser una herramienta útil para evaluar las propuestas de los participantes y encontrar información contradictoria, omisiones o errores que suelen generar demoras, reclamaciones y aumentan los costes. Gracias a

softwares como Solibri Model Checker, el cliente público puede configurar fácilmente los requisitos y controlar si las propuestas de los licitantes están de acuerdo con ellos. Son softwares potentes que permite a los clientes poder personalizar las reglas y con frecuencia verificar no solo requisitos geométricos, si no también conceptuales. De este modo, el cliente público puede preparar un conjunto de reglas que se adopten en varios concursos y modificar algunos puntos si es necesario. De esta forma, se puede conseguir un proceso de evaluación de las propuestas mucho más objetivo y mecanizado. Otro beneficio es evitar la posibilidad de que los participantes hagan ofertas a la baja y obtener las ganancias después alegando deficiencias en la información. Por lo tanto, deben enfocar sus esfuerzos en producir ofertas más competitivas.

La actual directiva europea sobre contratación en el sector público apoya el uso de BIM pero siendo aún muy tenue en su ámbito de aplicación, por ello existe la necesidad de encontrar nuevas soluciones para crear un eficaz mercado de concursos públicos.

Con todo, el margen de mejora en la fase de licitación está bastante limitado debido a que el método tradicional de licitación no está ligado a una forma de trabajo colaborativa. BIM tiene un enorme potencial en el sector de la construcción para mejorar el proceso en general y comenzando desde la primera fase como es la licitación. Por ello deben adoptarse nuevos métodos enfocados a cubrir todas las fases del proceso de construcción y a generar relaciones entre los múltiples intervinientes.

10. FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION

Varios temas relevantes han surgido a medida que la investigación avanzaba, descubriendo un amplio campo de investigación relacionado con el uso de BIM en las licitaciones. La adopción de modelos información como metodología de trabajo exigida en las licitaciones plantea nuevas incógnitas sobre el propio método de licitación, temas administrativos o legales, etc. A continuación se enumeran campos en los que se ha detectado una carencia de información importante para la adopción de la tecnología BIM en las licitaciones:

- En el desarrollo del trabajo son mencionados diversos softwares que podrían ayudar a la toma de decisiones para la adjudicación de las licitaciones, sin embargo sería interesante especificar en qué medida es posible usar cada software y el protocolo a seguir para su uso como herramienta de evaluación de las propuestas por parte del jurado. Algunos de éstos softwares son Autodesk NavisWorks, Autodesk Ecotect, Solibri Model Checker, dRofus, Easy BIM, Affinity o dProfiler. Sin embargo algunos son aún desconocidos para los posibles clientes de las licitaciones, por lo que cabría explicar el ámbito de actuación de ellos (eficiencia energética, cálculo de costes, requisitos espaciales...) y su posible uso por parte del jurado.
- La realización de un caso práctico que permita evaluar diferentes propuestas mediante un programa concreto como Solibri Model Checker podría esclarecer hasta qué grado es eficiente el uso de esta herramienta para automatizar y hacer más objetiva la evaluación de las propuestas o si por el contrario la figura del jurado sigue desempeñando un papel crucial en la evaluación y son indispensables los requisitos subjetivos.
- Definición de unas reglas de chequeo y evaluación de modelos en programas como Solibri Model Checker que puedan ser aplicables a licitaciones que guarden ciertas similitudes. Estas series de reglas pueden verificar la calidad del modelo, cumplimiento del programa, áreas, volúmenes, seguridad contra incendio, etc.
- El punto que concierne a la contratación, finalidad de la licitación, plantea nuevas dudas en torno a las responsabilidades de los agentes involucrados o a la cobertura de los propios seguros. En el sistema tradicional cada agente tiene un seguro propio que cubre los daños ocasionados bajo su responsabilidad. Sin embargo con el uso de BIM se pretende diluir las líneas tan marcadas que hoy separan el ámbito de actuación de cada agente para fomentar la colaboración pero con ello también se diluye la línea que limita las responsabilidades y la cobertura de los diferentes seguros.
- Definición de protocolos que sirvan de guía para la transmisión y propiedad de los datos digitales y otros aspectos durante el proceso de licitación. Un ejemplo de ello

son AIA Document E203™-2013 Building Information Modeling y AIA Document E202™ -2008 Building Information Modelling redactados por el Instituto Americano de Arquitectos.

- Posible empleo de plataformas digitales que gestionen el proceso de licitación y limiten el uso de entregas en papel o modelos físicos como e-Procurement o i-Faber.

11. FUENTES CONSULTADAS

11.1 PROYECTOS Y TESIS

Bolpagni, M., 2013. The implementation of BIM within the public procurement. A model-based approach for the construction industry. VTT Technology 130. Disponible en http://www.buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/2014_vtt_sf_marzia_bolpagni_bim-procurement.pdf (última visita 07 de agosto de 2015)

Gómez Fernández, I., 2013. Interacción de procesos BIM sobre una vivienda del movimiento moderno. La Ville Savoye. Disponible en http://ruc.udc.es/bitstream/2183/10117/2/GomezFernandez_Ivan_TFG_2013.pdf (última visita 21 de agosto de 2015)

Koppinen, T. and Lahdenperä, P., 2004. The current and future performance of road project delivery methods. Espoo: VTT Publications 549. Disponible en <http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2004/P549.pdf> (última visita 08 de agosto de 2015)

Lahdenperä, P., 2001. Design-Build Procedures. Introduction, illustration and comparison of U.S. modes. VTT Publications 452. Disponible en <http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2001/P452.pdf> (última visita 07 de agosto de 2015)

Lahdenperä, P., 2008. Financial analysis of Project delivery systems. Road projects' operational performance data revisited. Helsinki: VTT Research Notes 2445. Disponible en <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2008/T2445.pdf> (última visita 07 de agosto de 2015)

Laakso, M. and Kiviniemi, A., 2012. The IFC Standard – A review of history, development and standardization. Disponible en http://www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2012_9 (última visita 23 de agosto de 2015)

11.2 GUÍAS ESPECÍFICAS

ACA, 2008. Project Partnering Contract, PPC200 (Amended 2008), Building Information Modeling (BIM) Supplement. Disponible en <http://www.ppc2000.co.uk/documents/BIMsuppliment.pdf> (última visita 17 de octubre de 2015)

AIA, 2007. Integrated Project Delivery. A Working Definition, Version 2. Disponible en <http://aiacc.org/wp-content/uploads/2010/07/A-Working-Definition-V2-final.pdf> (última visita 10 de agosto de 2015)

- AIA, 2007b. Integrated Project delivery: A Guide, Version 1. Disponible en http://info.aia.org/siteobjects/files/ipd_guide_2007.pdf (última visita 10 de agosto de 2015)
- AIA, 2008. Document E202™-2008. Building Information Modeling Protocol Exhibit. Disponible en <http://www4.fm.virginia.edu/fpc/ContractAdmin/ProfSvcs/BIMAIASample.pdf> (última visita 25 de octubre de 2015)
- AIA, 2013. Document G202™-2013. Project Building Information Modeling Protocol Form. Disponible en <http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab099086.pdf> (última visita 25 de octubre de 2015)
- AIA, 2013b. Document E202™-2013. Building Information Modeling and Digital Data Exhibit. Disponible en <http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab099084.pdf> (última visita 25 de octubre de 2015)
- AIA, 2013c. Guide Instructions and Commentary to the 2013 AIA Digital Practice Documents. Disponible en <http://www.aia.org/groups/aia/documents/pdf/aiab095711.pdf> (última visita 25 de octubre de 2015)
- Bell, H., Bjørkhaug, L. and Hjelseth, E., 2009. Standardized Computable Rules. Standards Norway. Disponible en http://www.standard.no/Global/PDF/Bygg.%20anlegg%20og%20eiendom/Rule_Checking_Report%20web%20stor%20fil.pdf (última visita 21 de octubre de 2015)
- BIMFORUM, 2013. Level of Development Specification. Disponible en <http://bimforum.org/wp-content/uploads/2013/05/DRAFT-LOD-Spec.pdf> (última visita 21 de agosto de 2015)
- BIM Task Group, 2013a. HMYOI Cookham Wood. Houseblock and Education Building. Disponible en <http://www.bimtaskgroup.org/wp-content/uploads/2013/07/HMYOI-Cookham-Wood.pdf> (última visita 31 de agosto de 2015)
- BIM Task Group, 2013b. Early Adopter Project- Ministry of Justice- HMYOU Cookham Wood. New House Block and Education Building. BIM Lessons Learnt. Report Version 3. Disponible en <http://www.bimtaskgroup.org/wp-content/uploads/2012/03/Cookham-Wood-Consolidated-Lessons-Learned-version3-with-intro.pdf> (última visita 31 de agosto de 2015)
- BIM Task Group, 2013c. Client Guide to 3D Scanning and Data Capture Disponible en <http://www.bimtaskgroup.org/wp-content/uploads/2013/07/Client-Guide-to-3D-Scanning-and-Data-Capture.pdf> (última visita 25 de octubre de 2015)
- BuildingSMART Spanish Chapter, 2014. Guía de Usuarios BIM. Disponible en <http://www.buildingsmart.es/bim/gu%C3%ADas-ubim/> (última visita 16 de julio de 2015)
- Cabinet Office, 2011. Government Construction Strategy. Disponible en https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61152/Government-Construction-Strategy_0.pdf (última visita 12 de agosto de 2015)

- Cabinet Office, 2012. Government Construction, Construction Trial projects. Disponible en https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/62628/Trial-Projects-July-2012.pdf (última visita 12 de agosto de 2015)
- Cabine Office, 2012c. Government Construction, Project Bank Accounts-Briefing document. Disponible en https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/62117/Project-Bank-Accounts-briefing.pdf (última visita 31 de agosto de 2015)
- Cabine Office and Efficiency and Reform Group, 2014a. Cost Led Procurement guidance. Disponible en https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/325012/Cost_Led_Procurement_Guidance.pdf (última visita 16 de agosto de 2015)
- Cabine Office and Efficiency and Reform Group, 2014b. Integrated Procurement Insurance guidance, Disponible en <https://www.gov.uk/government/publications/integrated-project-insurance> (última visita 16 de agosto de 2015)
- Cabine Office and Efficiency and Reform Group, 2014c. Two Stage Open Book guidance. Disponible en https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/325014/Two_Stage_Open_Book_Guidance.pdf (última visita 16 de agosto de 2015)
- Consensus Docs, 2012. Consensus Docs Guidebook. ConsensusDocs . Building a better way. Disponible en <https://www.consensusdocs.org/Downloads/Index/53e3827b-fe0f-4d5d-9786-9f9c00f6ee2c?name=301%20Guidebook.pdf> (última visita 17 de octubre de 2015)
- Construction Task Force, 1998. Rethinking Construction. The report of the construction Task Force. Disponible en http://constructingexcellence.org.uk/wp-content/uploads/2014/10/rethinking_construction_report.pdf (última visita 04 de septiembre de 2015)
- HM Government, 2013. Trial Project Cookham Wood. Disponible en https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/325950/Cookham_Wood_case_study__CE_format__130614.pdf (última visita 31 de agosto de 2015)
- Lowe, R. H. and Muncey, J. M., 2009. ConsensusDOCS 301 BIM Addendum, Construction Lawyer, 29(1). American Bar Association. Disponible en <https://www.agc.org/galleries/contracts/ConsensusDOCS%20301%20BIM%20Addendum%20Article.pdf> (última visita 14 de octubre de 2015)
- The National Institute of Building Sciences, 2012. National BIM Standards – Unites States, Versión 2. Disponible en <http://www.bim.org.tw/.%5CThesisFile%5C20120629001%5CNational%20BIM%20Standard-United%20States%20Version%202.pdf> (última visita 16 de julio de 2015)

11.3 PÁGINAS WEBS

- AEC3. The right BIM Solution. BIM in the Planning and design competition “National Museum of Art, Architecture and Design” in Oslo. Disponible en <http://www.aec3.com/de/referenzen/Vestbanen-en.htm> última visita 1 de noviembre de 2015)
- Bedrick, J., 2013. A Level of Development Specification for BIM Processes. Disponible en http://www.aecbytes.com/viewpoint/2013/issue_68.html (última visita 21 de agosto de 2015)
- Cabrero, J.C., 2014. Implantación del IPD, BIM y prefabricación II. Diciembre 2014. Disponible en <http://prefabricar.org/2014/12/16/implantacion-del-ipd-bim-y-prefabricacion-ii/> (última visita 12 de agosto de 2015)
- COBIM, 2012. Finnish Common BIM Requirements v 1.0. Series 1: General part, Series 2: Modeling of the Starting Situation, Series 3: Architectural Design, Series 4: MEP Design, Series 5: Structural Design, Series 6: Quality Assurance, Series 7: Quantity Take-off, Series 8: Use of Models for Visualization, Series 9: Use of Models in MED Analyses, Series 10: Energy Analysis, Series 11: Management of a BIM Project, Series 12: Use of Models in Facility Management, Series 13: Use of Models in Construction. Disponible en <http://www.en.buildingsmart.kotisivukone.com/3> (última visita 17 de octubre de 2015)
- ConsensusDocs. Building a better way. Contract Catalog. Disponible en <https://www.consensusdocs.org/Catalog/collaborative> (última visita 17 de octubre de 2015)
- Designing Buildings Wiki, 2014. Two Stage Open Book procurement in construction. Disponible en http://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Two_stage_open_book_procurement_in_construction (última visita 20 de agosto de 2015)
- dRofus. About dRofus. Disponible en <http://www.drofus.no/en/product.html> (última visita 20 de octubre de 2015)
- Foulkes, J., 2012. Design and Build Procurement in the context of BIM and the Government Construction Strategy. Disponible en <https://www.fgould.com/uk-europe/articles/design-and-build-procurement-context-bim-and-gover/> (última visita 22 de octubre de 2015)
- IFC work shop. Qué es IFC. ¿Cuáles son sus principales ventajas? Disponible en http://www.ifcworkshop.es/secciones/ifc/que_es.html (última visita 23 de agosto de 2015)
- JCT, 2013. BIM The Focus at JCT Parliamentary Reception 3 mayo 2013. Disponible en <http://www.jctltd.co.uk/news.aspx?NewsArticleId=37> (última visita 17 de octubre de 2015)

- Khemlani, L., 2012^a. Around the World with BIM. AECbytes. Disponible en <http://www.aecbytes.com/feature/2012/Global-BIM.html> (última visita 15 de septiembre de 2015)
- Manning, Rob, 2013. What does “Government Soft Landings” mean? Disponible en <http://www.thenbs.com/topics/bim/articles/what-does-government-soft-landings-mean.asp> (última visita 31 de agosto de 2015)
- PPC2000 UK. PPC2000- Explanatory Notes. Disponible en <http://www.ppc2000.co.uk/pdfs/PPC2000%20Intro%20only%20Website05.pdf> (última visita 04 de septiembre de 2015)
- PPC2000b, UK. PPC 2000. Partnering Contracts. About PPC200 and SPC200 and their international versiones. Disponible en <http://www.ppc2000.co.uk/ppc2000.htm> (última visita 25 de octubre de 2015)
- UBIM, 2014. Guía de usuarios BIM. Serie 1: Parte General, Serie 2: Estado Actual, Serie 3: Diseño Arquitectónico, Serie 4: Diseño de las Instalaciones, Serie 5: Diseño Estructural, Serie 6: Aseguramiento de la Calidad, Serie 7: Mediciones, Serie 8: Visualización, Serie 9: Análisis de las instalaciones, Serie 10: Análisis Energético, Serie 11: Gestión de proyectos, Serie 12: Facility Management, Serie 13: Construcción. Disponible en <http://www.buildingsmart.es/bim/gu%C3%ADas-ubim/> (última visita 17 de octubre de 2015)
- Udom, K., 2012. New procurement methods coming to a Project near you. April 2012. NBS. Disponible en <http://www.thenbs.com/topics/contractslaw/articles/newProcurementMethods.asp> (última visita 12 de agosto de 2015)

11.4 NORMATIVA

- Directiva 2004/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 31 de marzo de 2004, sobre coordinación de los procedimientos de adjudicación de los contratos públicos de obras, de suministros y de servicios. Disponible en <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2004-81002> (última visita 16 de julio de 2015)
- EUPPD, 2014. Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre Contratación Pública. Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32014L0024> (última visita 16 de julio de 2015)
- Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público. BOE-A-2007-18874
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. BOE-A-2001-19995
- Real Decreto 817/2009, de 8 de mayo, por el que se desarrolla parcialmente la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público. BOE-A-2009-8053

11.5 ARTICULOS, PRESENTACIONES Y OTROS

- El País, 12 Dic 2014. ACS se sube al AVE de California. Disponible en http://economia.elpais.com/economia/2014/12/12/actualidad/1418370442_248506.html (última visita 15 de agosto de 2015)
- Ilozor, B. D. and Kelly, D. J., 2012. Building Information Modeling and Integrated Project Delivery in the Commercial Construction Industry: A Conceptual Study. *Journal of Engeneering, Project, and Production Management*, p. 23-36. Disponible en http://www.ppml.url.tw/EPPM_Journal/volumns/02_01_January_2012/ID_013_2_1_23_36.pdf (última visita 23 de agosto de 2015)
- Kiviniemi, A., 2013. Public Clients as the Driver for BIM Adoption- Why an how UK Government wants to change the construction industry? Disponible en http://www.bimalliance.se/~media/OpenBIM/Files/Event/130422/130422_Arto_Kiviniemi_presentation.ashx (última visita 21 de agosto de 2015)
- Lui, T. and Hsieh, T., 2011. BIM-based Government Procurement System- The Likely Developpment in Taiwan. In: IAARC Publications, Proceedings of the 28th ISARC. Seoul, Korea 29 June – 2 July 2011. Pp. 758-763. Disponible en <http://www.iaarc.org/publications/fulltext/S22-6.pdf> (última visita 14 de octubre de 2015)
- Muñoz, S., 2014. Conferencia Foro BIM Sevilla, diciembre de 2014. ¿Qué es BIM?. Situación en el panorama nacional e internacional. *Buildingsmart Sphanish Chapter*. Disponible en http://institucional.us.es/BIMLabSevilla/BIMLabSevilla/FORO_BIM_SEVILLA_2014.html (última visita 13 de septiembre de 2015)
- Petäjaniemi, P. and Lahdenperä, P., 2012a. Alliance contracting- one for all and all for one (Finland). In: *European Infrastructure Procurement Symposium, Conflict between Institutional Frameworks and Managerial Project Practice*. Copenhagen, Denmark, 8 May 2012, pp. 12-15. Disponible en <http://netlipse.eu/media/53848/eips.pdf> (última visita 12 de agosto de 2015)
- Ramírez de Arellano Agudo, Antonio, 2015. *Apuntes Máster Universitario en Gestión Integral en la Edificación. Tipos de procesos de adjudicación de obras, clasificación de empresas constructoras y licitación de obras oficiales.*
- Salmon, J. L., 2012. Wicked IPD Procurement Programs: IPD & BIM Solutions Unleashed. [online] 5 June 2012, Autodesk User Group International (AUGI). Disponible en <https://www.augi.com/library/wicked-ipd-procurement-programs-ipd-bim-solutions-unleashed> (última visita 20 de octubre de 2015)
- Kristian, K, 2009. National Museum at Vestbanen Architect competitions requeriments- and results... *Statsbygg*. Disponible en <http://www.buildingsmart.pl/123/2010KONKURSOSLO.pdf> (última visita 20 de octubre de 2015)

ANEXO1. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Término	Acrónimo	Descripción
American Institute of Architects	AIA	Es una organización profesional fundada en 1857 que representa los intereses de los arquitectos estadounidenses. Su gran aportación al BIM reside en la definición de los niveles de desarrollo (LOD) para sistematizar y unificar el grado de fiabilidad de la información contenida en un modelo BIM
As Built		Nivel de desarrollo del modelo BIM establecido en el COBIM Finlandés, aproximadamente equivalente al nivel LOD 500 del AIA (definición completa del edificio construido), que incorpora las modificaciones sobre el proyecto que se han ejecutado en la obra.
Building Information Modeling	BIM	Es el proceso de generación y gestión de datos del edificio durante su ciclo de vida. Implica el modelado del edificio en tres dimensiones, geometría, relaciones espaciales, información geográfica, cantidades, materiales, propiedades de los componentes, etc. La cantidad de información aumenta según el nivel de detalle.
BIM Forum		Asociación de varias entidades estadounidenses (AGC, AIA, ...) para facilitar y acelerar el uso de BIM
BuildingSMART Interational		Asociación sin ánimo de lucro compuesta por los agentes del sector de la construcción : promotores/inversores, constructoras, ingenierías, estudios de arquitectura, desarrolladores de software, Facility y Project management, centros de investigación, fabricantes de productos y materiales, universidades y administraciones públicas cuyo principal objetivo es fomentar la eficacia en el sector de la construcción a través del uso de estándares abiertos de interoperabilidad sobre BIM y de modelos de negocio orientados a la colaboración para alcanzar nuevos niveles en reducción de costes y plazos de ejecución.
Building Specification		Memoria del proyecto

Término	Acrónimo	Descripción
Construction Operations Building Information Exchange	COBIE	<p>Es un estándar de transferencia de datos abierto que permite almacenar una multitud de datos e información no gráfica de manera organizada. Su principal objetivo es proporcionar el traspaso de la información en un formato claramente definido (hoja de cálculo) que puede ser utilizado por gestores o personal de mantenimiento.</p> <p>COBIE se encuentra todavía en una etapa de desarrollo inicial, pero varios software de diseño y Facilities Management han desarrollado ya herramientas de compatibilidad con COBIE dentro de sus aplicaciones. Se está convirtiendo en requisito mínimo en proyectos de construcción dentro de algunas organizaciones como la GSA en EEUU (Administración General de Servicios).</p>
Common BIM Requeriments	COBIM	Conjunto de documentos sobre requisitos comunes BIM elaborado por el capítulo finlandés de BuildingSMART y que sirve de base para el UBIM Español.
Construction Specifications Institute	CSI	Es una asociación nacional dedicada a la creación de estándares y formatos para mejorar los documentos de construcción y entrega del proyecto. Sus miembros son arquitectos, ingenieros, contratista y proveedores de materiales de construcción.
Cost Led Procurement	CLP	<p>Método de adquisición de proyectos y obras públicas presentado en el documento Construcción Trial Projects publicado por el Gobierno de Reino Unido en 2012</p> <p>https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/325012/Cost_Led_Procurement_Guidance.pdf</p>
Department of Design and Construction	DDC	Departamento de Diseño y Construcción de la ciudad de Nueva York. Es el departamento de gobierno de esa ciudad que gestiona los edificios públicos.
Information Delivery Manual	IDM	Es una metodología desarrollada por el capítulo noruego de buildingSMART. El objetivo de este manual es especificar exactamente qué información debe ser intercambiada en cada caso y cómo relacionarla con el modelo IFC. Fue creada por la IAI-Internacional y versionada en varias lenguas.

Término	Acrónimo	Descripción
Industry Foundation Classes	IFC	Es un formato abierto de intercambio de datos en el sector de la construcción. Fue desarrollado por el AIA (International Alliance for Interoperability) predecesora de la actual buildingSMART con el propósito de convertirse en un estándar que facilite la interoperabilidad entre programas. IFC representa un modelo de información tanto geométrico como alfanumérico.
Integrated Project Insurance	IPI	Método de adquisición de proyectos y obras públicas presentado en el documento Construcción Trial Projects publicado por el Gobierno de Reino Unido en 2012 https://www.gov.uk/government/publications/integrated-project-insurance
International Framework for Dictionaries	IFD	Basado en la norma ISO-12006-3 es una biblioteca con terminología que ayudan en la identificación del tipo de información que se intercambia. Se desarrolla con el objetivo de agregar valor al IFC.
Integrated Project Delivery	IPD	Entrega Integrada de Proyectos. Es una colaboración de todas las partes, sistemas y prácticas para optimizar y maximizar el éxito del proyecto. Definido por el Instituto Americano de Arquitectos (AIA), IPD se aplica para los proyectos de arquitectura y construcción.
Level of Development	LOD	Nivel acordado hasta el que debe desarrollarse un modelo BIM en función de la fase del trabajo contratada. Pretende establecer el requisito de contenido a nivel de modelado e información que debe alcanzar el modelo o la fiabilidad de la información. Se creó hacia 2008 por el AIA y ha sido adoptado por el BIM Forum.
Mechanical, Electrical and Plumbing systems	MEP	Hace referencia a las instalaciones mecánicas, eléctricas y fontanería. Incluye instalaciones de fontanería, saneamiento, ventilación y climatización, electricidad y automatismos.
MasterFormat™		Es el medio preeminente para la organización comercial y especificaciones de construcción en América del Norte. Es una lista maestra de números y títulos. Publicado inicialmente en 1963 por el Construction Specifications Institute (CSI) y Construction Specifications Canada (CSC), ha sido

revisado muchas veces y desde entonces es utilizado por persona y empresas en todo el sector de la construcción para organizar los manuales del proyecto y la información detallada de costos y relacionar anotaciones del dibujo con sus especificaciones.

Término	Acrónimo	Descripción
Modelo BIM		Modelo virtual de un edificio realizado por ordenador que además de las ·D geométricas incorpora más información, como materiales, costes, tiempos, energía encerrada... relevantes para la toma de decisiones durante el proyecto o la explotación de un edificio.
OmniClass™		Es un sistema de clasificación diseñado para su uso en el sector de la construcción. Ha sido desarrollado por el OCCS Development Committee formado por voluntarios, representantes de organizaciones y administrado por el Construction Specifications Institute (CSI) and Construction Specifications Canada (CSC).
Project requirements		Bases del proyecto. Conjunto de reglas o requisitos establecidos al inicio del proyecto y que deben ser conocidas y tenidas en cuenta por todos los miembros del equipo. Establecen y regulan quién debe hacer qué, cuándo tiene que hacerlo y hasta qué nivel de desarrollo.
Quantity Take-off		Obtención de datos de mediciones de un modelo.
Take-off		Obtención de datos de un modelo.
Two Stage Open Book		Método de adquisición de proyectos y obras públicas presentado en el documento Construction Trial Projects publicado por el Gobierno de Reino Unido en 2012 https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/325014/Two_Stage_Open_Book_Guidance.pdf
UBIM		Iniciativa nacida en 2013 en España para elaborar unos documentos guía para facilitar la implantación y el uso del BIM en España.
Unifomat™		Proporciona un método para la clasificación de información referente a la construcción. La información se organiza en relación a los elementos físicos que componen la construcción, los elementos

funcionales, sin tener en cuenta los materiales y métodos utilizados para lograrlos. Fue publicado por el Construction Specifications Institute (CSI) and Construction Specifications Canada (CSC) y puede ser empleado para la estimación de costes. También ha sido utilizado como fuente para la organización del contenido de la Tabla 21 OmniClass.