

Mark Baldwin

BIM MANAGER

Guía práctica de gestión
de proyectos BIM



Índice de contenidos

Agradecimientos	5
Sobre el autor.....	6
Prólogo de buildingSMART International	15
Prólogo de buildingSMART Spain.....	17
Prólogo del editor.....	19
Prólogo del traductor.....	21
Prólogo del autor.....	23
1. Introducción	25
1.1. La construcción y la transformación digital	26
1.1.1. El caso de BIM	27
1.1.2. La respuesta.....	29
1.2. ¿Qué es el modelado de la información de la construcción?.....	30
1.2.1. Los bloques de construcción de BIM	30
1.3. Implementación.....	33
1.3.1. El proceso BIM	33
1.3.2. Dar los primeros pasos.....	34
1.4. Capacidad BIM y progresión del uso del modelo.....	35
1.4.1. <i>Little BIM/BIG BIM</i>	37
1.4.2. BIM de transición	37
1.5. Definición de los requisitos del proyecto y planificación de la entrega.....	38
1.6. El <i>BIM manager</i>	40
1.6.1. Competencia y responsabilidad.....	40
Contribución de los invitados: Uso diario.....	42
Dinámica del sistema	43
Estudio de caso.....	50
Campus Hospitalario de la Ciudad de Bařakřehir am y Sakura	50
Descripción del proyecto	50
Metodología BIM.....	51
2. Conceptos y principios básicos	53
2.1. Usos de BIM	54
2.2. Fases.....	57
2.2.1. Fase y uso	58

2.3. Participante..... 59

2.4. Definición de la propiedad del objeto..... 61

2.5. LoD (nivel de desarrollo) 62

 2.5.1. Nivel de información 63

2.6. Nivel de información necesario 65

 2.6.1. Recomendaciones prácticas..... 66

Contribución de los invitados: Integrated 4D-5D BIM..... 67

 Introducción..... 67

 BIM 4D/5D integrado 69

 Planificación basada en la ubicación 70

 BIM 4D/5D integrado-Metodología de planificación basada en la localización 72

 4D/5D BIM Seguimiento del progreso 75

 Entorno común de datos 77

 Análisis del valor ganado 77

 Paneles de control de KPI integrados 78

 Gestión de proyectos de portafolio 80

 Ventajas del enfoque BIM 4D/5D integrado (holístico) 81

2.7. ISO 19650..... 82

 2.7.1. Una visión general de la norma ISO 82

2.8. Mitos y promesas incumplidas..... 87

 2.8.1. El mito del modelo único 87

Contribución de los invitados: Planificación de costes en el entorno nativo..... 90

Estudio de caso..... 93

 BIMCaVe-FM 93

 Descripción del proyecto 93

 Metodología BIM..... 93

Estudio de caso..... 96

 Complejo residencial del barrio de Novo Brdo 96

 Descripción del proyecto 96

 Metodología BIM..... 97

3. OpenBIM y los estándares buildingSMART 101

3.1. Estándares openBIM: una visión general..... 104

 3.1.1. IFC 104

 3.1.2. MVD..... 105

 3.1.3. IDM 107

 3.1.4. bSDD 107

 3.1.5. BCF 109

3.2. BIM en el contexto de la teoría de la comunicación 110

3.3. BuildingSMART: la casa de openBIM 112

 3.3.1. Capítulos..... 113

 3.3.2. Programas internacionales de buildingSMART 114

3.4. Certificación profesional de buildingSMART..... 116

 3.4.1. Alcance del programa 116

 3.4.2. Estructura de aprendizaje..... 118

Estudio de caso..... 119

 Hospital Cantonal de Baden 119

 Descripción del proyecto 119

 Metodología BIM..... 119

4. Estándares openBIM en uso 123

4.1. IFC-Industry Foundation Classes 123

 4.1.1. El esquema de IFC 124

 4.1.2. IFC: evolución, versiones y certificación de software 126

 4.1.3. Entendiendo el esquema de IFC 128

 4.1.4. Funcionalidad, limitaciones y mejores prácticas de IFC 129

 4.1.5. Uso práctico 130

4.2. La metodología IDM 131

 4.2.1. El mapa del proceso..... 132

 4.2.2. Requisitos de intercambio..... 133

 4.2.3. Implementación técnica 133

4.3. MVD en uso 133

 4.3.1. Definiciones de la vista modelo para IFC2x3 133

 4.3.2. Definiciones de la vista modelo para IFC4 134

4.4. Information Delivery Specification (IDS) 137

Contribución de los invitados: IDS 139

 Introducción..... 139

 El flujo de trabajo de IDS 140

 El fichero IDS y su posible interfaz de usuario 142

 Lugar dentro de buildingSMART 145

 Implementación y desarrollo futuro..... 146

4.5. COBie..... 148

4.6. El bSDD en uso..... 149

Contribución de los invitados: bSDD-buildingSMART Data Dictionary 152

Contribución de los invitados: Trabajar con buildingSMART Data Dictionary 157

4.7. El BCF en uso 159

4.8. Más allá de IFC 162

4.9. buildingSMART Technical Roadmap 163

Estudio de caso..... 166

 Centro recreativo de Namangan (Afsonaland) 166

 Descripción del proyecto 166

 Metodología BIM..... 166

5. Implementación de BIM (estrategia y orientación) 169

5.1. Orientación y expectativas 169

 5.1.1. ¿Vale la pena? 169

 5.1.2. Productividad 169

 5.1.3. Retorno de la inversión 170

 5.1.4. Flujo de trabajo interrumpido 171

Contribución de los invitados: Gestión del cambio 172

 Gestión del cambio 172

 Comunicación 172

Impacto en la organización.....	173
Personalidades.....	174
5.2. Guía para la implementación.....	176
5.2.1. Política y operaciones comerciales	176
5.2.2. Proceso y orientación	177
5.2.3. Gente	177
5.2.4. Tecnología	177
5.2.5. La matriz de implementación.....	178
5.3. Planificación estratégica (la estrategia y hoja de ruta de BIM)	180
5.3.1. Documento de estrategia y hoja de ruta.....	181
5.4. Estrategia de implementación de BIM.....	182
5.4.1. ¿POR QUÉ? Definición de necesidades.....	182
5.4.2. ¿QUÉ? Establecimiento de metas	185
5.4.3. ¿CÓMO? Mapeo del curso	187
5.5. De la visión a la implementación	192
5.5.1. Pautas	193
5.5.2. Cómo empezar	193
5.5.3. Proyectos piloto	194
5.6. Conclusión.....	196
Contribución de los invitados: BIM en ingeniería estructural.....	197
Implementación de BIM.....	197
Métodos BIM y ajuste de los procesos de trabajo	199
Control de progreso y gestión del plan	200
Desafíos en la planificación y coordinación de los servicios de construcción.....	201
Planificación integral: coordinación de la planificación mediante un modelo BIM	202
Del modelo BIM al cálculo.....	203
Modelo para el cálculo de la transferencia de carga: Flujo de trabajo de GebData.....	205
BIM: continuidad desde el concepto hasta la construcción	208
La planificación digital en proyectos de infraestructuras: el verdadero "gran BIM"	209
Estudio de caso.....	215
Aeropuerto de Schiphol - Proyecto Terminal A	215
Descripción del proyecto	215
Metodología BIM.....	216

6. Definición y planificación del proyecto 219

6.1. Normas, especificaciones y documentos de orientación	220
6.1.1. Estándares internacionales	220
6.1.2. Directrices nacionales	221
6.1.3. La estrategia BIM de la empresa	221
6.1.4. Lineamientos de la compañía o del proyecto	221
6.1.5. La especificación BIM del proyecto.....	222
6.1.6. Plan de ejecución del proyecto BIM	222

6.2. Definición de los requisitos del proyecto.....	223
6.2.1. Orientación para la definición de los requisitos del proyecto	225
6.2.2. El ciclo de adquisición ISO 19650-1	226
6.3. La especificación BIM del proyecto (el <i>BIM Brief</i>)	227
6.3.1. LoI versus Definición de propiedades de objetos.....	228
6.3.2. Contenido y estructura	229
6.4. Planificación de la ejecución.....	230
6.4.1. Identificación de los usos de BIM	231
6.4.2. Mapas de procesos.....	232
6.4.3. Intercambio de información	234
6.4.4. Infraestructura.....	235
6.4.5. Contenido y estructura	235
6.5. Definición de objetos y requisitos de intercambio.....	236
6.6. Herramientas digitales.....	237
Contribución de los invitados: Lograr la excelencia en la gestión de la información.....	238
El reto.....	238
Planificación de proyectos.....	239
Alcance del proyecto	242
Verificación del proyecto.....	245
Resumen.....	246
Estudio de caso.....	247
Claraspital Basilea	247
Descripción del proyecto	247
Metodología BIM.....	247

7. Preparación y entrega de proyectos 249

7.1. Configuración del modelo.....	249
7.1.1. El modelo central nativo	249
7.1.2. El modelo abierto y federado.....	250
7.1.3. Una alternativa: El modelo federado nativo	252
7.2. Actividades en el ciclo de desarrollo de proyectos	253
7.2.1. Los cinco grupos de actividades	254
7.3. Estructura y desarrollo del modelo	256
7.3.1. Variaciones de la estructura del modelo	259
7.4. Coordinación de modelos y control de calidad	260
7.4.1. Control de calidad interno.....	260
7.4.2. Coordinación comercial.....	261
7.4.3. Coordinación de proyectos	262
7.4.4. Auditorías BIM (control de calidad).....	262
7.4.5. Informar y escalar procesos de coordinación.....	263
7.5. Progresión del modelo	264
7.5.1. Otros modelos construidos a medida.....	266
7.6. Integración de modelos y gestión de datos.....	268
7.6.1. Propiedad del modelo	269

7.7. Definición y clasificación de objetos	271
7.7.1. Contenido del objeto	271
7.7.2. Identificación de objetos	272
7.7.3. Clasificación de objetos	273
7.8. Bibliotecas de objetos	274
7.8.1. ¿Productos genéricos o de fabricante?	275
7.8.2. Geometría	275
7.8.3. Contenido de la información	276
7.9. Plantillas de datos de productos	276
Contribución de los invitados: Una solución práctica sobre cómo establecer requisitos en proyectos basados en datos estructurados	281
La digitalización aporta la solución	281
La normalización de los datos es clave	282
Eliminar los silos de información	282
La normalización de los requisitos del proyecto mejora la toma de decisiones	282
Estudio de caso	284
Rascacielos de jardín	284
Descripción del proyecto	284
Metodología BIM	284
Contribución de los invitados: BIM en servicios técnicos de construcción	287
Segundo en la cadena	287
Expectativas	287
openBIM versus closedBIM	288
Transferencia de datos mediante DWG	289
Transferencia de datos mediante IFC	289
Historia del CAD y exploración de nuevos horizontes	290
Ventilación	290
Tuberías	290
Ingeniería eléctrica	292
El mito del modelo único	292
Trabajar con datos de terceros	292
Contenedores DWG	293
Modelos para el cálculo	293
Cálculos de edificios	294
Arquitectura de la estructura del modelo	294
Cálculos de tuberías	295
Modelos comerciales	296
Coordinar los avances	296
Modelos de ploteo	297
Procesos openBIM actualmente viables	297
Provisión para anulación	297
BCF	299
Del modelo al sitio	299
Para operaciones	300
¿En qué tenemos que trabajar?	300
Estándares abiertos	300
Componentes de construcción genéricos frente a los del fabricante	301

7.10. Pautas	303
7.10.1. Introducción	303
7.10.2. Planificación de la implementación	303
7.10.3. Trabajo colaborativo de BIM	305
7.10.4. Estructura del modelo	306
7.10.5. Metodología de modelización	307
7.10.6. Aseguramiento de la calidad (gestión) y control de calidad	309
7.10.7. Estilos de presentación	310
7.10.8. Interoperabilidad	311
7.10.9. Convenciones de nombres, estructura de carpetas y servidores modelo	312
7.10.10. Recursos de la campaña	313
Estudio de caso	314
Silkroad Harbour-Teatro Volador	314
Descripción del proyecto	314
La metodología BIM	315

8. Roles y responsabilidades 317

8.1. Roles BIM dentro de la estructura de una empresa	317
8.1.1. Gestión (estratégica)	318
8.1.2. <i>BIM manager</i> (táctico)	319
8.1.3. Gerente de TI (táctico)	319
8.1.4. Arquitectos, ingenieros y gerentes de construcción (operativo)	319
8.2. Roles BIM dentro de la estructura de un proyecto	320
8.2.1. <i>BIM champion</i> (propietario)	321
8.2.2. Auditor BIM (consultor)	322
8.2.3. Coordinador del proyecto BIM (contratista principal)	322
8.2.4. Coordinador BIM	322
8.2.5. <i>BIM manager</i> (arquitecto de proyecto y/o ingeniero de proyecto)	323
8.2.6. Autores/Ingenieros de BIM	323
8.3. Proceso del proyecto BIM y designación de funciones	323
8.3.1. <i>BIM manager</i> vs. Coordinador de proyecto BIM	324
8.4. Roles BIM de la empresa dentro de un proyecto	326
8.5. Conclusión	328
Estudio de caso	329
Proyecto de Torres Agrícolas IFM	329
Descripción del proyecto	329
Metodología BIM	329

9. Gestión de proyectos BIM 333

9.1. Gestión y control de calidad	335
9.1.1. Control de calidad nativo vs. IFC	338
9.1.2. Informe de incidencias	338
9.2. Gestión de contenidos de modelos	340
9.2.1. Gestión de hojas de datos de salas y listas de equipos	340
9.2.2. Definición de requerimientos vs. Solución de diseño	341
9.2.3. Manejando los dos reinos: requisitos y soluciones	343

9.2.4. Configuración del proyecto MCM.....	344
9.2.5. Características y beneficios clave de MCM.....	347
9.3. Comunicación y gestión de datos a través del entorno común de datos (CDE)	349
9.3.1. Gestión de la información	349
9.3.2. El CDE según ISO 19650	350
9.3.3. Cadena de suministro de información.....	353
9.3.4. Funciones del CDE.....	354
9.3.5. Principales características y ventajas del CDE	354
9.3.6. Interfaces CDE	359
9.3.7. Resumen	360
Estudio de caso.....	362
Andreasturm	362
Descripción del proyecto	362
Metodología BIM.....	362
10. Conclusión.....	365
10.1. Fragmentación y digitalización	365
10.2. El ciclo de desarrollo de la innovación	368
10.3. Tendencias futuras.....	369
10.3.1. Big Data y el Internet de las cosas	369
10.3.2. Análisis de datos	370
10.3.3. Computación en la nube	371
10.3.4. Aplicaciones	372
Glosario	375

1. Introducción

"No hay nada tan inútil como hacer con gran eficiencia algo que no debería hacerse en absoluto".

—Peter Drucker

Building Information Modelling (BIM) ofrece la oportunidad de repensar la forma en que trabajamos. Nos permite colaborar de forma dinámica e inmediata; probar y validar nuestras decisiones de diseño con una velocidad y precisión excepcionales; y acceder, integrar y analizar las contribuciones de todos los colaboradores del proyecto. BIM facilita la comunicación entre el equipo del proyecto y apoya la gestión de calidad al permitir la detección automática de errores de diseño, conflictos y omisiones.

Quizás más que nada, BIM es una herramienta de gestión de proyectos que permite a los equipos de proyecto estimar con precisión los costes, reducir los desperdicios de material, optimizar la programación, simular actividades de construcción y agilizar las operaciones. También es un mecanismo para apoyar la administración de contratos, asignar y hacer un seguimiento de las tareas, gestionar las modificaciones y, en general, planificar e informar sobre el progreso del proyecto.

BIM no amenaza, como muchos temen, las profesiones de la arquitectura y la ingeniería. El éxito de un proyecto de construcción depende tanto de la competencia de las personas que participan en él como de cualquier otro factor. Necesitamos ahora, como siempre, profesionales bien formados y con experiencia en la industria.

Sin embargo, BIM cambia la forma en que trabajamos. Las tareas manuales y repetitivas ahora pueden automatizarse, lo que significa que algunas actividades tradicionales se volverán obsoletas. Están surgiendo nuevas funciones (el *information manager*, el *BIM coordinator* y el *BIM manager*) a medida que las viejas tecnologías están dejando paso a las formas digitales de trabajar.

A pesar de este progreso, la visión del potencial de BIM trasciende la industria actual. Mucho de lo que se promete parece irreal, tal vez inalcanzable.

Modelo de vida

Uno de los pilares conceptuales de BIM es la mejora de la colaboración interdisciplinaria en el trabajo de diseño con la ayuda de modelos y datos digitales estandarizados. Las expectativas de los participantes en el proyecto a este respecto son diversas: podrían ser, por ejemplo, una mayor transparencia y calidad de la planificación o la optimización de los costes y los plazos. Transfiera la idea de colaboración a su propia tarea de planificación y a sus procesos de trabajo internos, y será esencial entender el papel de su modelo. Mientras que el mundo CAD era un conglomerado de silos de datos de referencia manual, más o menos sincronizados, un modelo BIM es un intento de centralizar todas las descripciones digitales de un edificio.

El desarrollo de un modelo como proceso de añadir, editar y eliminar elementos y sus propiedades puede compararse con el trabajo en una obra real. Solo en este caso, el trabajo de construcción no es secuencial, ya que todos los oficios trabajan al mismo tiempo con diferentes grados de detalle. Todos los miembros del equipo colaborador son autores del modelo, simultáneamente. Metafóricamente hablando, el modelo está vivo y en constante movimiento. A diferencia de un modelo de la CFI, que representa un estado definido como un *data drop* que se procesa más adelante, un modelo nativo siempre está en flujo.

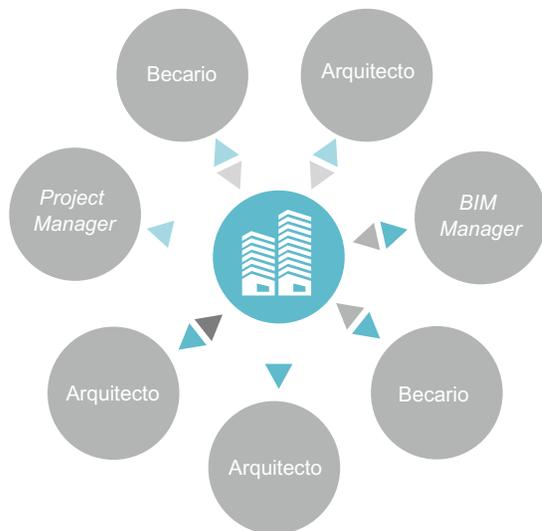


Figura 1.12. Colaboración dentro de un único modelo (Source Herzog & de Meuron).

Esta dinámica constituye un reto en las actividades cotidianas. Cada etapa de planificación se vuelve rápidamente visible para todos los miembros del equipo. No solo se difunde globalmente la información, sino también todos los errores y contradicciones contenidos en los planes. Esto surge como resultado de la estrecha relación entre los elementos del modelo y sus propiedades. El trabajo de diseño se divide en aspectos individuales para reducir su complejidad. Si dos diseñadores están trabajando en el mismo objeto, pero se centran en diferentes aspectos del diseño, un cambio de un diseñador al tipo de elemento y sus atributos definidos podría permitir que el otro diseñador haga afirmaciones basadas en información falsa. El hecho de que estas contradicciones sean ahora accesibles y visibles ofrece una oportunidad real de que se puedan eliminar más rápidamente. Por otra parte, este método de trabajo iterativo y entrecruzado puede hacer que la propia contribución sea un reto más difícil. Ya sea que los datos provengan de un dibujo impreso o de una hoja de cálculo o de una exportación de la CFI, es necesario verificar su contenido antes de extraerlos, ya que los cambios pueden haber sido realizados por otros miembros del equipo.

El cierre de los silos de datos significa que las áreas de trabajo protegidas han dejado de existir. La base es ahora el modelo, una plataforma compartida, entrecruzada y centralizada. Es nuestra red de información y necesita ser tratada como la "única fuente de verdad" para nuestro propio trabajo. Uno de los retos es hacer que el cambio permee en todo el sistema, de manera que se evidencien sus relaciones asociadas. Esto es aún más relevante si ampliamos nuestra base de datos para incluir bases de datos interdisciplinarias, basadas en la nube o en elementos. Se necesitan soluciones robustas e inteligentes, que logren el equilibrio entre la viabilidad tecnológica, la simplicidad y, en consecuencia, la legibilidad. El objetivo es maximizar la autonomía del editor para minimizar la dependencia de los especialistas. Debemos ser conscientes de que la dinámica de la información es inherente a esta forma de trabajar. Un modelo BIM por sí mismo no resolverá los problemas; solo los hará más evidentes.

Satélites

El proceso de diseño no es lineal, sino que se caracteriza por un enfoque iterativo de la tarea en cuestión. Por lo tanto, el desarrollo del diseño con la ayuda de alternativas y opciones es un elemento esencial del proceso. Por ejemplo, a menudo se trata de esbozar rápidamente una posible solución sin

LoD (nivel de desarrollo) describe el nivel de representación de un elemento modelo. Cuanto mayor sea la LoD, mayor será el detalle geométrico y el contenido de información representado.

hormigón armado o ladrillo, con membranas y acabados impermeabilizantes específicos). En el contexto de BIM, utilizamos el término nivel de desarrollo (LoD) para referirnos a la progresión del elemento modelo a través de las fases del proyecto. En resumen, el LoD describe el aumento del nivel de contenido gráfico o de datos de un elemento modelo. Esto se describe con más detalle más adelante en el capítulo.

2.2.1. Fase y uso

El *phasing* no solo afecta al nivel de detalle de un objeto, sino que también tiene un impacto en la forma en que se realizan las aplicaciones individuales o los usos. Por ejemplo, una estimación de costos en una etapa temprana de diseño sería mucho menos detallada (y probablemente basada en un método de cálculo diferente) que una estimación de costos para una licitación de construcción. Por consiguiente, es posible que sea necesario ajustar los usos de BIM, dependiendo de la fase en la que se planifiquen.

Planificación	Diseño	Construcción	Operaciones
Modelado condiciones exist.			
Estimación de costes	Estimación de costes	Estimación de costes	
Planificación			
Autoría de diseño	Autoría de diseño		
Revisiones de diseño	Revisiones de diseño		
	Análisis energético		
	Cálculo estructural		
	Planificación de fases		
		Planificación uso del sitio	
		BIM-en-obra	
		Modelado de registro	Modelado de registro
			Plan. mantenimiento constr.
			Monit. y gestión espacios
			Planificación de siniestros
			Gestión de activos

Figura 2.4. Ejemplos de uso de BIM a lo largo del ciclo de vida de un edificio (fuente: Pennsylvania State University BIM Execution Planning Guide, Version 2, 2010).

En la preplanificación de proyectos, podemos organizar los usos de BIM seleccionados por fase para desarrollar un plan de proyecto aproximado y una secuencia de trabajo. Esto nos da una visión general del flujo de actividades a lo largo de la vida del proyecto. También puede ayudar a los equipos a prepararse para los intercambios de modelos entre diferentes actividades. Se deben tomar decisiones sobre qué información adicional se debe incluir a medida que el modelo avanza desde la autoría del diseño hasta la estimación de costos.

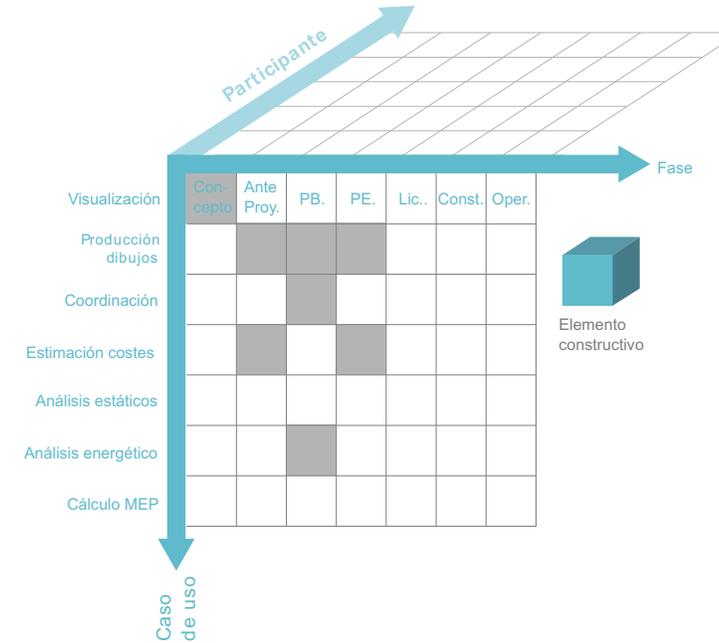


Figura 2.5. Definición del objeto por fase y uso.

De la figura 2.5, podemos ver que el modelo solo se utilizará para la visualización en la fase de concepto, lo que significa que la representación geométrica es probablemente la principal preocupación. En la fase de desarrollo del diseño, el modelo se utilizará para elaborar planes y generar una estimación de costos. El modelo debe construirse de acuerdo con los requisitos de intercambio necesarios para el cálculo del coste (por ejemplo, con la inclusión de la definición del material, las posiciones de cálculo del coste y otros parámetros).

2.3. Participante

El parámetro final de la definición del objeto es el puesto o participante involucrado. El participante tiene una influencia más sutil en la representación de un objeto, pero sigue siendo importante. Cada disciplina (participante) puede modelar o ver un objeto de manera diferente basándose en su perspectiva y necesidades.

Participante se refiere a las disciplinas o funciones reconocidas del proyecto, como arquitecto, director de proyecto, propietario o planificador de costes.

espacios mediante el acceso a la información del sistema específica de las disciplinas MEP (mecánica y electricidad), la exportación de los datos y la integración de otro software como las órdenes de trabajo dentro de los procesos BIM maximizan el conocimiento entre las disciplinas. La plataforma, cuyo objetivo es utilizar los datos producidos en los procesos BIM en el ciclo de vida de los edificios, también permite integrar en el sistema los datos producidos durante la fase de explotación.



Figura 2.29. Vista general (fuente: ProCS Engineering Project Tic. Ltd. Sti.).

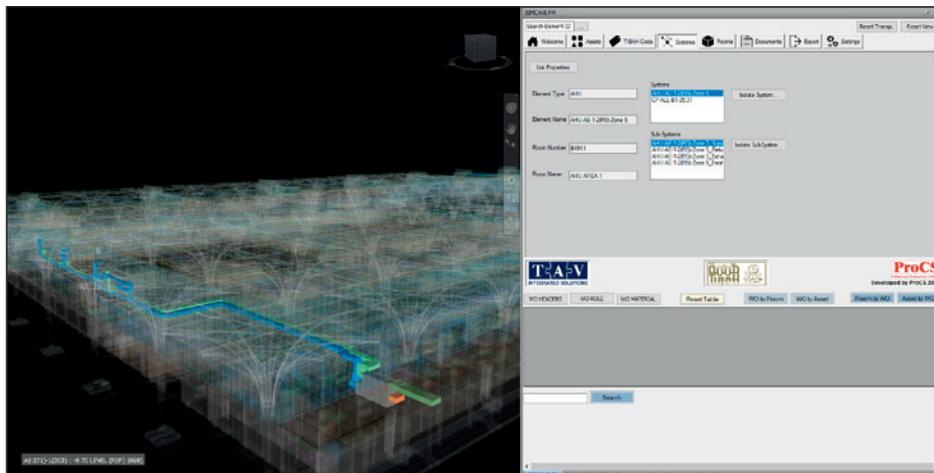


Figura 2.30. Sistemas MEP (fuente: ProCS Engineering Project Tic. Ltd. Sti.).

Además de permitir la introducción de datos de modelos en distintos formatos, es posible utilizar una base de datos común si se utilizan datos producidos en base al esquema IFC. El nivel de granularidad y la cantidad de datos obtenidos en el entorno BIM abren las puertas a la creación de un navegador virtual basado en modelos para el entorno construido similar al de Google. Gracias al uso de procesos BIM en la fase de explotación del proyecto, se puede acceder rápidamente a los últimos datos actualizados. Los responsables de la toma de decisiones que trabajan en la fase de explotación han podido acceder rápidamente a la información. Además, la eficiencia ha aumentado gracias a la integración del sistema BIM con las distintas bases de datos del proyecto. Si los procesos BIM se utilizan de forma eficiente en la fase de explotación, será posible definir con mayor precisión las necesidades de openBIM en los procesos preliminares de los proyectos. Empezando por la fase de diseño, proporcionar entradas de datos preveviendo el ciclo de vida de las estructuras servirá para garantizar el verdadero sentido de cooperación que persiguen los procesos BIM y para aumentar la eficiencia total.

4.1.1. El esquema de IFC

IFC es una especificación orientada a objetos. En su esencia, describe **las definiciones de los objetos**. Estas definiciones pueden referirse a objetos del mundo real, como elementos individuales de construcción (por ejemplo, paredes, puertas), o pueden referirse a objetos abstractos como participante (rol), proceso o control.

Más allá de la definición del objeto, IFC define **las relaciones** entre objetos (es decir, una puerta está ubicada dentro de una pared y está asociada a un piso). También define **la propiedad**, es decir, la descripción de los atributos del objeto (altura, longitud, anchura, material, fabricante, etc.).

Las definiciones de **objeto, relación y propiedad** son los conceptos fundamentales de IFC.

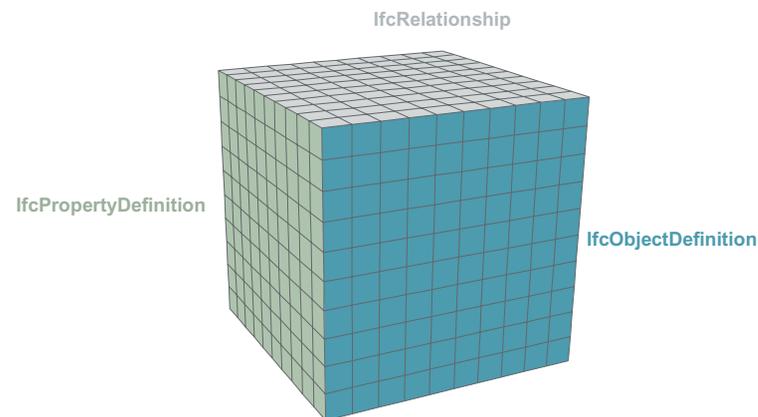


Figura 4.1. Una representación simplificada del esquema de IFC-conceptos raíz.

Estos conceptos fundamentales se dividen a su vez en subconceptos. Por ejemplo, `IfcObjectDefinition` se compone de lo siguiente:

- `IfcProduct` (objetos de construcción de la vida real).
- `IfcActor` (persona u organización).
- `IfcControl` (reglas para la restricción, como el tiempo, el coste o el alcance).
- `IfcGroup` (colecciones de objetos).
- `IfcProcess` (tareas o procedimientos).
- `IfcResource` (materiales, mano de obra o equipo).

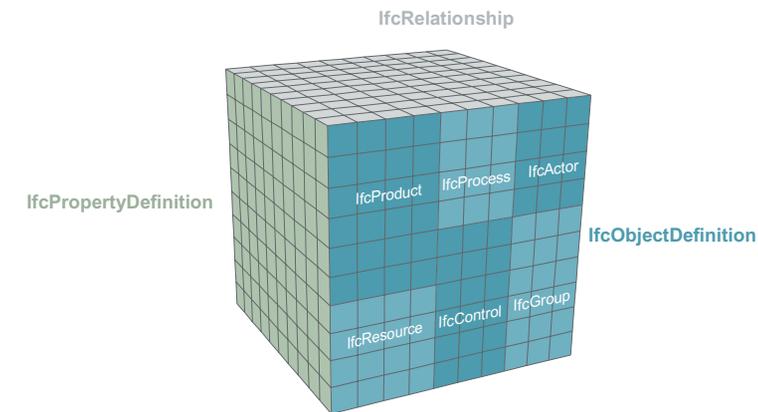


Figura 4.2. Una representación simplificada del esquema de IFC-conceptos raíz con subconceptos.

Aunque IFC tiene una estructura fija, es extensible, lo que significa que puede ser continuamente desarrollada y ampliada, basándose en las necesidades de los usuarios. La extensión de IFC no afecta su estructura central ni las propiedades existentes. Una de las principales extensiones actuales del esquema de IFC es para proyectos de infraestructura.

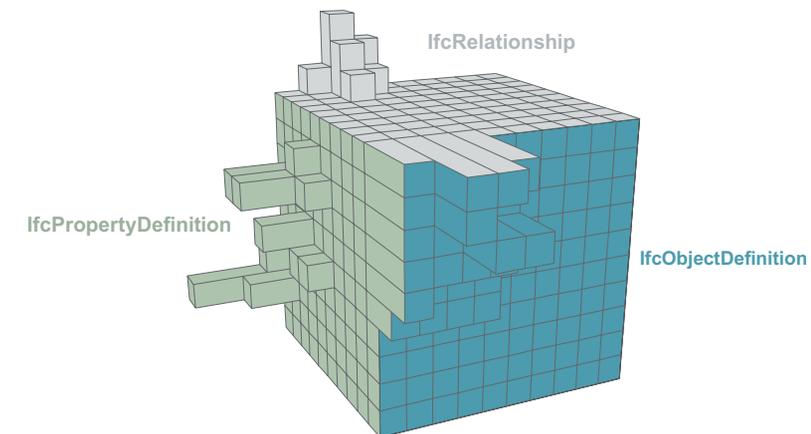


Figura 4.3. Una representación simplificada del esquema de IFC-extensión.

IFC tiene una estructura jerárquica para organizar la información del proyecto. Un archivo de IFC definirá un sitio del proyecto (`IfcSite`), en el cual se pueden ubicar uno o más edificios (`IfcBuilding`). Cada edificio se compone de varias plantas (`IfcBuildingStorey`), que pueden dividirse a su vez en zonas (`IfcZone`)

Estudio de caso

Centro recreativo de Namangan (Afsonaland)

Contribución: Behnam Aghbali, SAINA Consultoría e Ingeniería.

Centro recreativo de Namangan (Afsonaland) (Namangan, Uzbekistán)

- **Cliente:** Namangan Istiqlol Bogi LLC / Gobierno de Uzbekistán.
- **Arquitecto:** DOME + PARTNERS.
- **Dimensión del proyecto:** 200.000 m² construidos.
- **Coste de construcción:** 150.000.000 dólares.
- **Estado:** Finalizado en mayo de 2020.

Descripción del proyecto

El proyecto se realizó en un terreno de 156 hectáreas en la segunda ciudad más grande de Uzbekistán para dar servicio a todas las ciudades y países circundantes. El proyecto, que consiste en la construcción de un centro comercial, un parque temático, un parque acuático cubierto y al aire libre, una mezquita y un bazar en la primera fase, y la construcción de hoteles y zonas de ocio en la segunda, está previsto para proporcionar una transformación durante los próximos 50 años en la ciudad. La construcción, que se realiza como un proyecto apoyado por el presidente de Uzbekistán, Shavkat Mirziyoyev, y el Estado de Uzbekistán, está previsto que afecte a toda la ciudad y a la vida comercial. Con una inversión de 150 millones de dólares, la primera fase del proyecto, concebido como "el Eurodisney de Uzbekistán", se realizó en 2019 y 2020, mientras que la segunda fase se inaugura en 2022.

Metodología BIM

Todos los participantes en el proyecto (diseños arquitectónicos, estructurales, mecánicos y eléctricos) se realizaron en BIM. Todas las fases del proyecto de concepción, diseño final e implementación se realizaron en BIM y el flujo de información entre las partes interesadas se realizó con el enfoque openBIM (mediante el estándar IFC) en muchos lugares.

SAINA llevó a cabo el diseño MEP de todos los edificios e infraestructuras en BIM, y se utilizaron numerosas herramientas para la optimización del consumo energético en los edificios del centro comercial y el parque acuático.



Figura 4.33. Plano del centro de ocio Afsonalar Valley (156 hectáreas) (fuente: DOME).

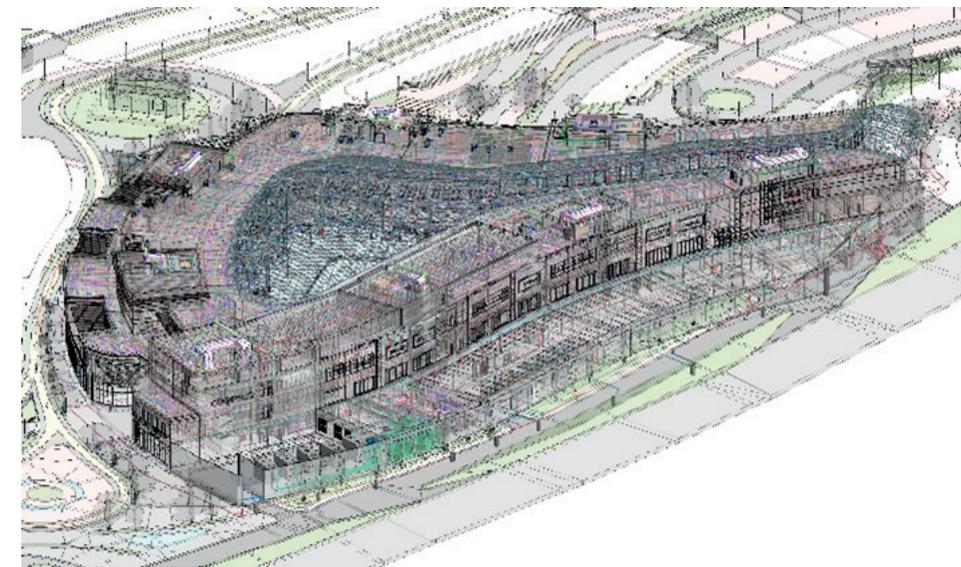


Figura 4.34. Centro comercial Namangan (45.000 m²). Todo el diseño MEP se realizó en la plataforma BIM (fuente: SAINA).

Debido al concepto de algunos edificios, se experimentaron procesos de coordinación muy detallados y precisos, especialmente en el edificio interior del parque acuático y el centro comercial, se llevó a cabo un intenso proceso de coordinación entre MEP, arquitectura y las estructuras.

5.2. Guía para la implementación

La implementación de BIM puede activar cambios en su organización que tienen un efecto duradero en la forma en que se llevan a cabo las actividades futuras. Esto puede incluir la apertura de nuevos modelos de operación, la reestructuración de los flujos de trabajo de entrega, las habilidades operativas y el despliegue de herramientas. En este sentido, los efectos de BIM son de gran alcance y están intrínsecamente relacionados con el núcleo de las prácticas comerciales.

La implementación del cambio dentro de su organización debe ocurrir en tres niveles: estratégico, táctico y operativo. A nivel estratégico, se define una visión y se establecen metas. A nivel táctico, estos objetivos se expresan en un plan de acción y se aplican mediante directrices y procedimientos operativos. A nivel operativo, estos principios se entregan (ejecutan) en el trabajo del proyecto. Estos tres ámbitos deben permanecer en diálogo y desarrollarse continuamente.



Figura 5.5. Los tres niveles de implementación de BIM.

La adopción de BIM no es solo una cuestión de tecnología. Invariablemente, BIM significa trabajar con nuevas herramientas, pero estas herramientas por sí solas no abordan el panorama completo. La creación de modelos de información afecta a las operaciones empresariales, los procesos internos, las funciones y competencias (personal) y la tecnología dentro de una organización. Debemos considerar estos cuatro aspectos en la implementación de BIM, ya que presentan tanto retos como oportunidades de crecimiento.

5.2.1. Política y operaciones comerciales

BIM puede tener una amplia influencia en su organización. Puede afectar a las operaciones optimizando las actividades existentes y permitiendo el desarrollo de nuevas oportunidades de negocio. La reevaluación de su modelo de negocio actual y el análisis de la transformación futura del negocio son los primeros

pasos hacia la implementación de BIM. Además de identificar nuevas áreas de crecimiento, esto puede significar reconocer las áreas que pueden ser menos relevantes en el futuro.



Figura 5.6. Los cuatro aspectos de la implementación del cambio.

5.2.2. Proceso y orientación

A medida que nuestras actividades comerciales cambian, necesitamos redefinir nuestros procesos de trabajo. Estos procesos deben estar respaldados por directrices de la empresa que definan las operaciones técnicas de la organización y proporcionen una referencia y un marco a partir del cual los empleados puedan trabajar. No es necesario que las directrices reinventen la rueda, sino que deben reflejar las mejores prácticas con referencia a las normas reconocidas.

5.2.3. Gente

BIM tendrá un impacto sustancial en su personal. Los empleados deben tener la oportunidad de participar y guiar la implementación de BIM. Esto implica reconocer la cultura de la oficina, así como la gestión técnica y las competencias sociales de su personal.

5.2.4. Tecnología

La tecnología es un aspecto importante de la implementación de BIM. A menudo, es la inversión más visible que se hace y puede tener implicaciones en términos de recursos futuros, formación e interoperabilidad del software.

Recomendaciones para principiantes

"¿Cómo podemos empezar?" es una pregunta que se hacen muchas prácticas de ingeniería. ¿Debemos empezar con un pequeño proyecto en el que participe un pequeño grupo de empleados experimentados o con un gran proyecto que cuente con un amplio apoyo en forma de formación y proveedores de servicios externos? En este caso, se necesitan decisiones de gestión, no decisiones tecnológicas. Un poco de BIM puede traer más seguridad, pero ninguna de las ventajas. En la actualidad existen varios clústeres BIM en toda Alemania para ayudar en la toma de decisiones e intercambiar experiencias. Ofrecen una plataforma importante para el intercambio con otros a través de eventos y foros de discusión. Esto ayuda a las empresas a decidir qué es lo mejor para ellas.

Un posible escenario podría ser el siguiente:

- Creación de un grupo piloto interno compuesto por gestores de proyectos, 2 o 3 ingenieros y 2 o 3 ingenieros de diseño. Formación de un gestor BIM.
- Suministro de hardware y software, adaptación de la estructura del servidor, cuando proceda.
- Organización y formación del grupo sobre la base de un proyecto existente realizado con métodos tradicionales.
- Decidir qué cálculos estructurales son posibles y cómo deben derivarse del modelo.
- Determinar cómo se debe crear un plano de distribución concreto, que contenga la misma información que un dibujo en 2D CAD.
- Rápida implementación del grupo en un nuevo proyecto BIM real con el apoyo de un consultor externo.
- Despliegue de las experiencias adquiridas en beneficio de toda la empresa.

BIM no debe medirse por el esfuerzo invertido, sino por el valor obtenido.

Estudio de caso

Aeropuerto de Schiphol - Proyecto Terminal A

Contribución: Rabia Büyükbalbant, TAV Tepe Akfen Yatırım İnşaat ve İşletme A.Ş
Aeropuerto de Schiphol - Proyecto Terminal A (Schiphol, Países Bajos)

- **Cliente:** Grupo Royal Schiphol.
- **Arquitecto:** AECOM.
- **Dimensión del proyecto:** 55.100 m².
- **Estado:** Finalización 2022.

Descripción del proyecto

Para dar respuesta al creciente número de pasajeros del aeropuerto Schiphol de Ámsterdam (Países Bajos), se está construyendo un nuevo edificio de muelle adicional (muelle A) con una superficie de 55.000 m², utilizando distintos métodos de diseño y nuevas tecnologías de construcción. El cliente es el Royal Schiphol Group y la firma de arquitectura es AECOM Group.

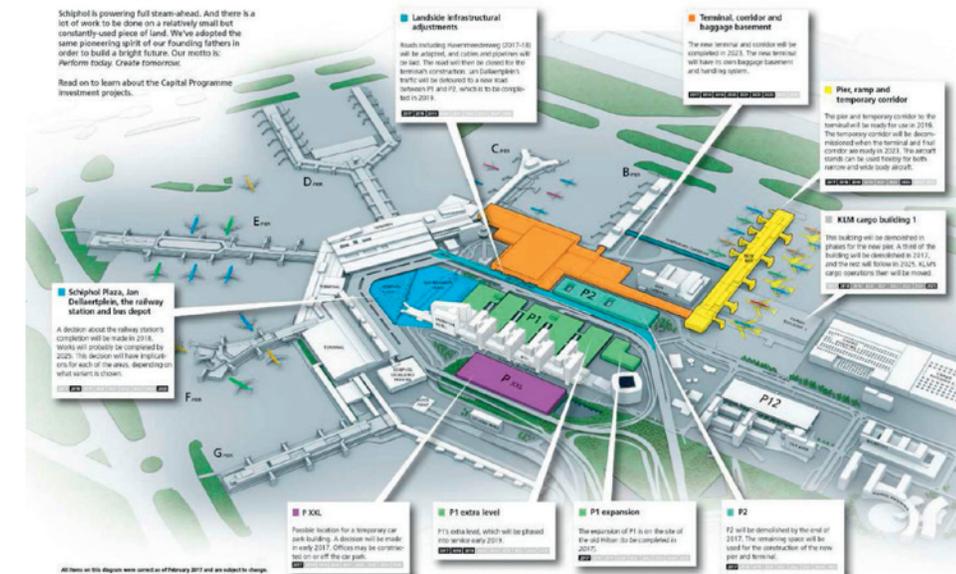


Figura 5.37. Muelle del aeropuerto Schiphol de Ámsterdam. La ubicación del proyecto del nuevo muelle se muestra en amarillo.

No se trata de un ejercicio de acusación, sino de una evaluación abierta de las competencias y deficiencias de todo el equipo del proyecto. Las debilidades de una organización pueden ser compensadas por las fortalezas de otra. Estos talleres deben llevarse a cabo con cierto grado de confianza, colaboración y buena voluntad. La conclusión de este análisis puede ser que se requiera capacitación adicional, talleres o incluso consultores externos para satisfacer las necesidades del cliente. El equipo del proyecto puede incluso llegar a la conclusión de que en este momento no se pueden cumplir algunos requisitos BIM más complejos. Esto se devolverá al cliente para su discusión y resolución. Los equipos de proyecto más competentes pueden optar por incluir usos adicionales de BIM que no fueron necesariamente requeridos por el cliente pero que apoyan su proceso de planificación. Por ejemplo, los requisitos del cliente para BIM en un proyecto pueden haber sido:

- Coordinación de modelos.
- Estimación de costes basada en BIM.
- Simulación 4D.

Además, el equipo del proyecto decide añadir:

- Análisis estructural (por el ingeniero estructural).
- Simulación del rendimiento del edificio (por el ingeniero mecánico).

Combinando los usos BIM obligatorios y los usos BIM voluntarios, el equipo del proyecto desarrolla procesos para trazar el mapa de estas actividades.

6.4.2. Mapas de procesos

El proyecto usos BIM define el alcance de BIM, pero estos usos tienen que ser planificados y hechos factibles. El punto de partida es trazar un mapa de los usos del BIM a lo largo de la vida del proyecto. Algunas actividades pueden ser específicas de una fase (como un estudio de factibilidad), mientras que otras ocurrirán repetidamente durante el curso del proyecto (como la coordinación del modelo). El mapeo de las actividades de esta manera ofrece una visión general del proceso BIM e identifica dónde puede haber periodos de actividad más intensa.

Cada actividad debe ser ampliada en un mapa detallado del proceso. Esto identifica las tareas individuales relacionadas con la actividad general, así como los actores involucrados, los insumos necesarios y los resultados obtenidos.

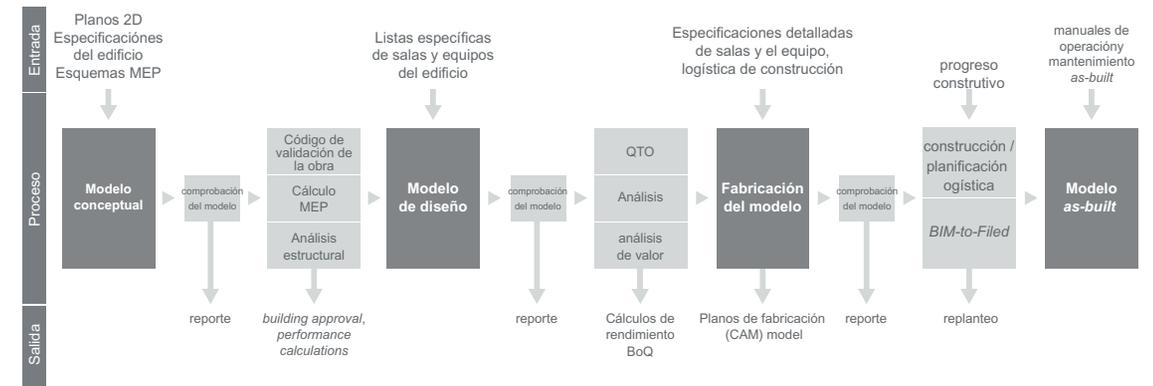


Figura 6.9. Ejemplo de mapa de proceso general del proyecto.

La figura 6.10 proporciona un ejemplo muy básico de mapa de procesos para la estimación de costes. El mapeo de procesos de actividades individuales sigue una metodología comparable a la del manual de entrega de información (IDM) introducido en el capítulo 3.

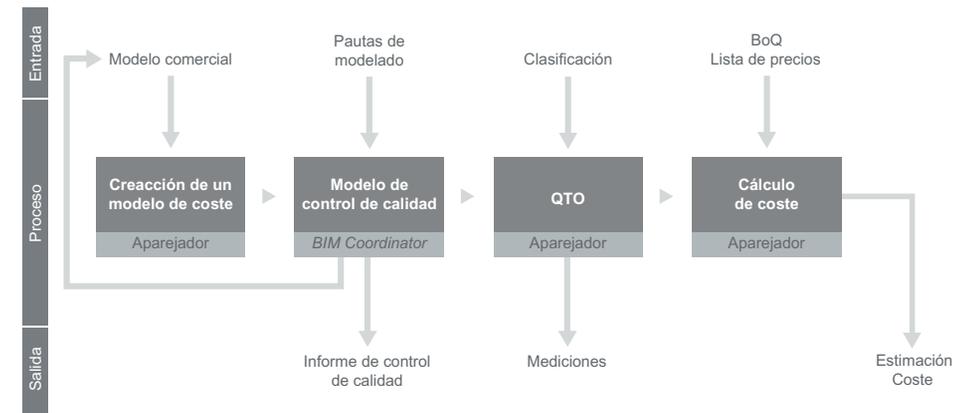


Figura 6.10. Ejemplo de mapa de procesos detallado para la estimación de costes.

El mapa detallado del proceso proporciona una plantilla y una guía para que los miembros del equipo del proyecto realicen las tareas dadas. También destaca la secuencia general y las dependencias específicas del proyecto. Por ejemplo, un análisis energético solo puede realizarse una vez que el arquitecto haya preparado y presentado adecuadamente su modelo. Más concretamente, el arquitecto debe definir correctamente los espacios a partir de los cuales se puede calcular el análisis energético.

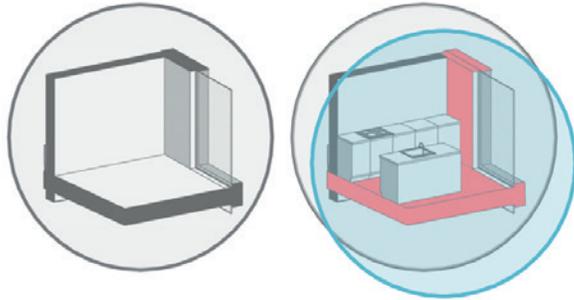


Figura 7.5. Progresión y subdivisión del modelo.

Esta subdivisión de modelos continúa a medida que el proyecto se desarrolla. También se pueden añadir modelos de servicios de construcción y subdividir los modelos de disciplina. El modelo estructural puede separarse en modelos de hormigón y acero. También se puede crear un modelo separado para la infraestructura y los movimientos de tierra. El modelo arquitectónico puede separarse en modelos de fachada e interiores. El mobiliario y el equipo también pueden estar en un archivo separado que está vinculado al modelo arquitectónico principal.

LoD 100	LoD 200	LoD 250	LoD 300	LoD 400	LoD n
1 Solo arquitectura	2-3 Arquitectura y estructura	3-6 Arquitectura, estructura e instalaciones	3-6 Arquitectura, estructura e instalaciones	50+ Todos los mo- delos de diseño, comerciales y proveedores	50+ Modelo federado

Figura 7.6. Progresión y subdivisión del modelo.

Paralelamente al desarrollo del detalle del modelo (LoD), aumenta el número de submodelos. A medida que se crea cada nuevo submodelo, los elementos correspondientes se eliminan de los modelos de disciplina primaria. Por

ejemplo, los fregaderos de cocina pueden ser originalmente modelados en el modelo arquitectónico para propósitos de diseño. En una etapa posterior se incluyen en el modelo del ingeniero de tuberías, y en una etapa final pueden incluirse en el modelo de un proveedor.

A medida que avanzamos en la fase de fabricación, los modelos pueden ser rápidamente numerados en docenas o en grandes proyectos, más de cien. En algunos proyectos se requiere que cada oficio que trabaje en el sitio debe producir un modelo de fabricación como parte de su contrato.

Modelos de subcontratistas

Algunos subcontratistas pueden tener experiencia trabajando con modelos con fines de fabricación o instalación (los marcos de acero, las fachadas y, hasta cierto punto, la calefacción, ventilación y aire acondicionado son oficios que tienen un historial más largo de trabajo con modelos en 3D); sin embargo, la mayoría de los oficios más tradicionales (albañilería, construcción de paredes en seco) pueden no estar en condiciones de ofrecer contenido BIM. En este caso, el contratista general (CG) puede exigir que cada subcontratista contrate a una empresa de subcontratación para producir un modelo comercial en su nombre. En algunos casos, el CG puede asumir el modelado comercial por sí mismo.

Otra posibilidad es que los contratistas puedan proporcionar información en una base de datos del proyecto, que puede vincularse automáticamente con el modelo del proyecto. Ejemplos de esto pueden ser el uso de dispositivos de campo (*BIM-to-Field*) para informar sobre el estado de los objetos (en la fábrica/en el sitio/instalados/instalados con defectos menores) o incluso la entrada de coordenadas *as-built* con dispositivos de escaneo láser. La información operativa y de mantenimiento también puede ser presentada digitalmente y vinculada al modelo de proyecto.

Como se discute más adelante en el capítulo, no todo lo que se construye necesita ser modelado. Los elementos de edificio pueden representarse en un modelo como un símbolo o una partida individual en una base de datos. Esto puede ser suficiente para la planificación y el cálculo del coste, aunque no exista ningún objeto geométrico.

7.3.1. Variaciones de la estructura del modelo

El proceso descrito anteriormente es bastante genérico y existen muchas variaciones posibles. En lugar de utilizar modelos de referencia, un enfoque alternativo es tener elementos duplicados dentro de los distintos modelos comerciales. Así, por ejemplo, un objeto de pared podría modelarse tanto en

El **auditor BIM** (o gestor de calidad) suele ser un consultor externo del propietario del edificio, que ayuda a definir y aplicar los requisitos y protocolos BIM del proyecto.

8.2.2. Auditor BIM (consultor)

El auditor BIM está involucrado principalmente en la planificación y seguimiento del proyecto desde el punto de vista del cliente. Es una función de gestión de calidad que puede incluir la definición de los protocolos del proyecto, el seguimiento del proceso BIM y la auditoría de los resultados del proyecto. Esta persona representa los intereses técnicos del propietario en las reuniones de coordinación y establece tecnologías, estándares y directrices que cumplen con los proyectos para todas las personas involucradas en los proyectos BIM. Otras responsabilidades del auditor de BIM incluyen:

- Establecimiento de protocolos de comunicación entre los equipos de BIM a través de los respectivos coordinadores de BIM.
- Aseguramiento y control de calidad.
- Apoyo a la coherencia de los datos.

8.2.3. Coordinador del proyecto BIM (contratista principal)

El **coordinador del proyecto BIM** es el principal punto de contacto del equipo del proyecto. Su función suele consistir en la coordinación y el control estratégicos de los proyectos.

Esta es la principal función de apoyo al proyecto para todos los equipos que trabajan con BIM. El coordinador del proyecto BIM dirige las revisiones y las reuniones de coordinación del proyecto BIM, actúa como administrador de información y coordinador de temas y sirve de enlace entre los equipos del sitio. Este coordinador asegura el rendimiento y la comunicación entre los BIM, así como la consistencia de los datos entre los participantes del proyecto. Otras responsabilidades del coordinador del proyecto BIM incluyen:

- Aseguramiento y control de calidad.
- Soporte de BIM *in situ*.
- Soporte para la transferencia de la documentación de estado real a FM.

8.2.4. Coordinador BIM

El **coordinador BIM** tiene una función de control de calidad a nivel operativo. Su actividad principal es la coordinación de modelos y la resolución de problemas de coordinación.

El coordinador BIM define la planificación espacial de los servicios de construcción y asegura la coordinación técnica de los oficios (incluyendo las aperturas de los constructores). Otras responsabilidades del coordinador de BIM incluyen:

- Control de calidad de modelos (geometría y comprobación de propiedades).
- Garantía de calidad en la coordinación del comercio.
- Informes regulares y seguimiento de los problemas.

8.2.5. BIM manager (arquitecto de proyecto y/o ingeniero de proyecto)

Dentro de la función de la empresa, el *BIM manager* supervisa el equipo interno de BIM y los procesos CAD/BIM, mientras que, en la función del proyecto, el *BIM manager* se asegura de que los entregables coincidan con los requisitos del proyecto y el plan de ejecución del proyecto BIM. Otras responsabilidades del *BIM manager* incluyen:

Un *BIM manager* es el líder operativo de BIM dentro de una organización.

- Enlace con el coordinador del proyecto y otros gerentes de BIM.
- Liderar el equipo del proyecto dentro de su organización.
- Asegurar el control de calidad.

8.2.6. Autores/Ingenieros de BIM

Es el rol técnico encargado de crear modelos de información de edificios de acuerdo a las especificaciones del proyecto, coordinando y resolviendo problemas menores. Los autores de BIM también deben marcar e informar de los problemas para su posterior revisión.

Un *autor BIM* se refiere a cualquier persona involucrada en la creación de datos de modelos.

8.3. Proceso del proyecto BIM y designación de funciones

Como se presentó en el capítulo 7, podemos definir en términos generales cinco grupos de actividades para describir el ciclo de información del proyecto BIM:

1. Creación de modelos (y datos de modelos).
2. Exportación y análisis de datos de modelos.
3. Intercambio de modelos, control de calidad y coordinación.
4. Coordinación de proyectos.
5. Entrega y validación de datos.

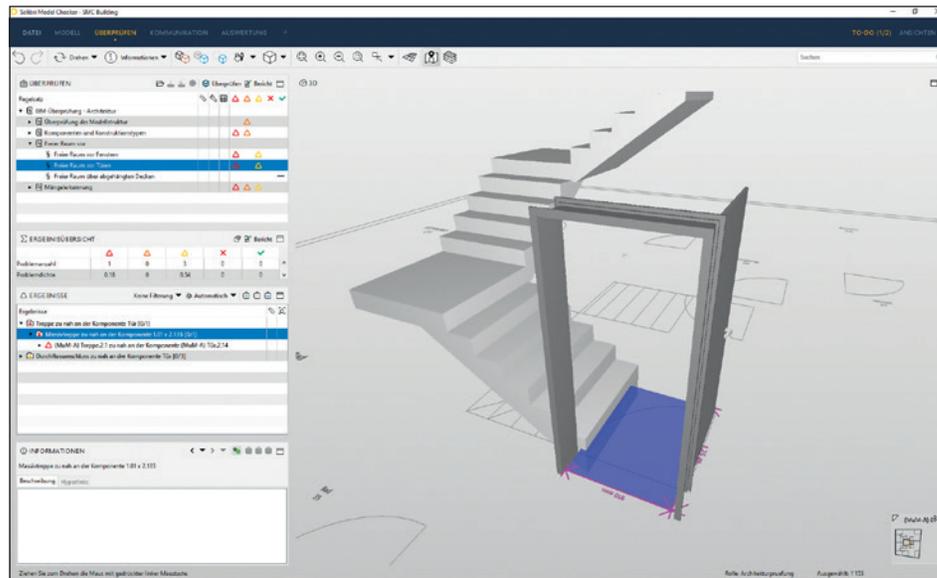


Figura 9.2. Software Model Checker que identifica un choque de espacio libre en el que una escalera incide en el espacio libre de un columpio de puerta (fuente: Solibri Model Checker).

Los controles de calidad en las centrales 1 y 2 se realizan en modelos individuales e incluyen las comprobaciones de integridad enumeradas anteriormente. Una verificación adicional que es muy útil para un modelo entrante es la comparación de versiones. Muchas herramientas básicas de coordinación tienen esta función. Simplemente le permite comparar un modelo con sus revisiones anteriores para identificar cualquier cambio. Las enmiendas están claramente resaltadas en color. Por ejemplo, un elemento eliminado puede mostrarse en rojo, un nuevo elemento puede mostrarse en azul y un elemento modificado puede mostrarse en verde.

El control de calidad en la central 3, es decir, la coordinación de modelos, es probablemente la forma más común de gestión de calidad. Esto implica la fusión de dos o más modelos comerciales para comprobar su coherencia y exhaustividad. La primera validación es a menudo un control visual. Simplemente navegando alrededor de los modelos federados, puede obtener una visión general de la integridad del proyecto y puede empezar a identificar problemas de diseño o errores de modelado. Un enfoque más sistemático es el uso de la detección de choques. Esto implica la comprobación de colisiones de objetos entre varios modelos o submodelos, por ejemplo, entre tuberías sanitarias y paredes estructurales.

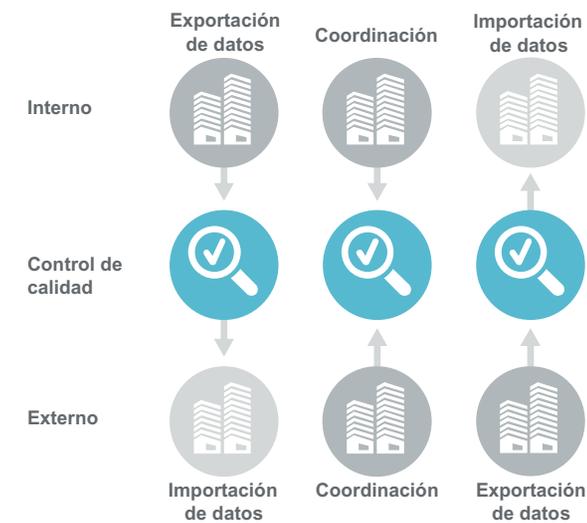


Figura 9.3. El control de calidad del modelo debe realizarse antes de publicar un modelo (columna izquierda), al recibir un modelo (columna derecha) y en la coordinación de modelos múltiples (columna central).

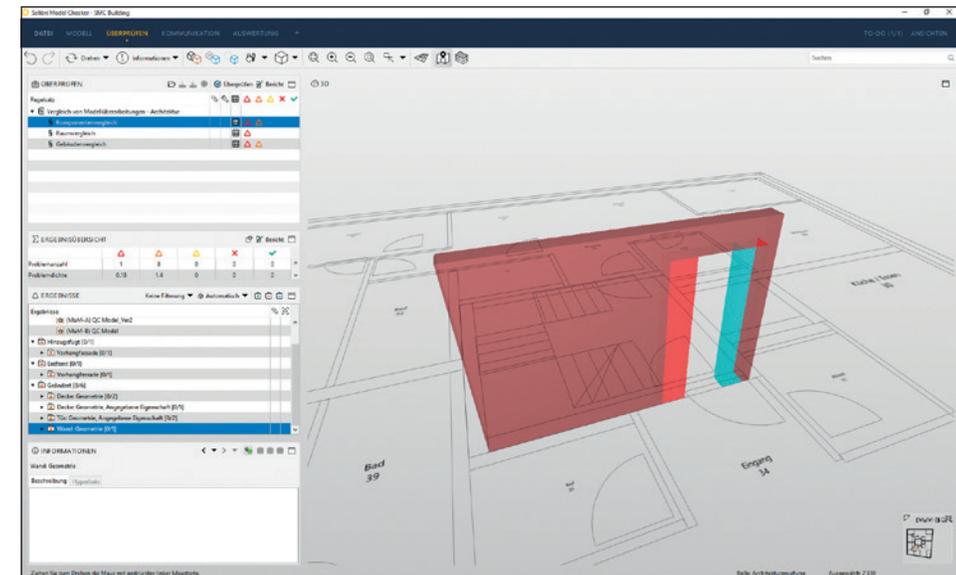


Figura 9.4. Comparación de la versión del modelo realizada en dos revisiones del mismo modelo comercial. Los elementos que han sido eliminados en la nueva revisión del modelo se indican en rojo, y los nuevos elementos se muestran en azul (fuente: Solibri Model Checker).

Una visión general completa de los más importantes estándares, tecnologías y mejores prácticas en el ámbito de BIM.

BIM Manager ofrece una gran cantidad de conocimientos y orientación práctica para entender e implementar el modelado de información de la construcción.

Es relevante para todos aquellos que trabajan en el sector de la construcción y se ocupan de la integración de BIM en sus trabajos, desde técnicos de diseño, arquitectos e ingenieros hasta los gestores de proyectos, gerentes e incluso propietarios y operadores de edificios.

Esta obra le proporcionará los recursos que necesita para planificar, implementar y entregar con éxito BIM en su organización. Además, cuenta con casos de estudio y numerosas contribuciones de expertos.

«BIM Manager es un excelente resumen de cómo actualmente se entiende Building Information Modeling y sus procesos relacionados. Cualquiera que quiera asumir el rol de BIM Manager debe leer este libro.»

—Agron Deralla, *BIM Manager*, Viena



MARK BALDWIN

Es un arquitecto australiano, autor, educador y experto en BIM reconocido internacionalmente. Desde 2005, ha participado en la aplicación de BIM en el diseño y la construcción de grandes proyectos en Australia, Oriente Medio y Europa. En la actualidad, Mark reside en Suiza y es profesor de Construcción Digital en la Universidad de Ciencias Aplicadas y Artes de Lucerna. También es director general de una consultoría con sede en Zúrich, Digital Insights, miembro de la junta directiva de buildingSMART Switzerland, líder del Programa de Certificación Profesional buildingSMART International y experto en estandarización BIM en CEN e ISO.



www.anayamultimedia.es

