

Manual BIM

**Vol. 2
Metodología**

**Ferrocarrils
de la Generalitat
Valenciana**

Coordinación FGV

Marcos Roselló Colomar
Juan Antonio García Cerezo

Apoyo FGV

Oficina de gestión BIM de FGV

Colaboración

Ingreen Innovación, s.l.
Ibim Building Twice, s.l.

Agradecimientos

Ingenierías y empresas constructoras participantes
en los proyectos y obras BIM de FGV.
Universidad Europea de Valencia. Postgrado de
Experto en Gestión de Proyectos, BIM Manager.

Diseño y maquetación

Pau Orts Ros
Carles Rodrigo Monzó

©FGV
bmo_fgv@gva.es

7	Principios contractuales	7
7.1	Conceptualización	8
7.2	Inclusión BIM en el proceso	9
7.3	Propiedad del modelo	9
7.4	Responsabilidades de las partes	9
7.5	Requerimientos BIM en contratos de FGV	10
7.5.1	Generalidades	10
7.5.2	Contenido de los requisitos BIM (EIR)	12
7.5.3	Recomendaciones generales para la redacción del EIR por parte de los agentes de FGV	12
8	Objetivos	17
8.1	Objetivos de la Implementación	19
8.2	Objetivos de la metodología BIM en el ciclo de vida de los activos de FGV	19
8.3	Objetivos específicos	23
9	Usos BIM	25
9.1	¿Qué son los usos BIM?	26
9.2	¿Cómo usarán los objetivos BIM los agentes de FGV?	27
9.3	Definición y descripción de Usos	27
9.4	Valoración de Usos de licitadores	49
9.5	Integralidad en la gestión basada en usos BIM	49
10	Estructura de los modelos	51
10.1	Definición de modelos BIM	53
10.2	Los modelos como vehículo del ciclo de vida	54
10.3	Tipología de modelos	55
10.3.1	Modelos de infraestructura existente	55
10.3.2	Modelos de estudio de alternativas	55
10.3.3	Modelos de avance individuales de diseño	56
10.3.4	Modelo federado de avance de diseño	57
10.3.5	Modelo de proyecto constructivo	57
10.3.6	Modelo de licitación de obra	58
10.3.7	Modelo de inicio de obras	58
10.3.8	Modelo de seguimiento de obra	60
10.3.9	Modelo de registro de obra ejecutada	61
10.3.10	Modelo para mantenimiento	62
10.3.11	Modelo de registro actualizado de activo construido	63

10.4	División de modelos BIM	63
10.4.1	Generalidades	63
10.4.2	Agrupación por unidad funcional	64
10.4.3	Agrupación por disciplinas y subdisciplina	66
10.4.4	Agrupación por tipología de elementos	71
10.4.5	Estructura organizativa de los modelos	73
10.5	Niveles de desarrollo de los modelos	74
10.5.1	Generalidades	74
10.5.2	Niveles de desarrollo geométrico (LOD)	75
10.5.3	Niveles de información (LOI)	79
10.5.4	Niveles de Información vinculada	81
10.5.5	Vinculación entre LOD/LOI e Usos	81
10.6	Maduración de desarrollo de los modelos	85
10.7	Sistemas de clasificación de elementos	87
10.7.1	Clasificación BIM de elementos	87
10.7.2	Gestión SAP basada en modelos BIM	88
11	Condiciones digitales de los modelos	89
11.1	Inventariado digital	90
11.2	Modelos de infraestructura existente	91
11.2.1	Captación de nubes de puntos	91
11.2.2	Levantamiento de modelos existentes	92
11.2.3	Comprobación y aprobación de modelos preparados	95
11.3	Modelos de registro de obra ejecutada	95
11.4	Unidades de los modelos	96
11.5	Sistemas de coordenadas	96
11.6	Tolerancias y condiciones de los modelos	97
11.7	Registro digital del eje	98
11.7.1	De infraestructura ejecutada	98
11.7.2	De infraestructura nueva	98
11.8	Verificación de interferencias	99
11.8.1	Procedimiento de verificación	99
11.8.2	Procedimiento iterativo	103
12	Estándares digitales de FGV	105
12.1	Particularidades	106
12.2	Composición de los estándares digitales de FGV	106
12.3	Componentes estandarizados de FGV	108
13	Estrategia OpenBIM	111
13.1	Acercamiento OpenBIM	112
13.2	Industry Foundation Classes “IFC”	113

13.3	Clasificación de entidades IFC	114
13.4	Gestión digital del cambio	115
13.5	Evolución de la estrategia OpenBIM	116
<hr/>		
14	Repositorio común de información (CDE)	117
14.1	Entorno común de datos	118
14.2	Gestión comunicación digital	119
14.2.1	Calendario de reuniones	120
14.3	Infraestructura digital	121
14.4	Estructura de carpetas	121
14.4.1	Criterios generales de nomenclatura	121
14.4.2	Carpetas	122
14.4.2.1	Descripción de las carpetas tipo en FGV	122
14.5	Entorno de trabajo BIM	122
14.6	Nomenclatura de archivos	125
<hr/>		
15	Roles y responsables BIM de contratos	127
15.1	Roles y funciones a nivel interno en FGV	129
15.2	Exigencias contractuales a terceros	131
15.2.1	En fase de redacción de proyecto	132
15.2.2	En fase de construcción	134
15.2.3	En fase de dirección obra	136
15.2.4	En fase de mantenimiento y explotación	138
15.3	Solvencias BIM requeridas en licitaciones de FGV	139
15.4	Organización y responsabilidades en función de los usos BIM	141
<hr/>		
16	Entregables	145
16.1	Requerimientos generales de los entregables	147
16.2	Estrategia de entregables	148
16.3	Tipos de entregables	148
16.3.1	Entregables en formato abierto	148
16.3.2	Entregables en formato nativo	149
16.3.3	Uso de los diferentes formatos	149
16.4	Entregables BIM FGV	150
16.4.1	Listado Entregables BIM FGV	150
16.4.2	Descripción Entregables BIM FGV	151
16.4.2.1	Lista de entregables	151
16.4.2.2	Plan de Ejecución BIM	151
16.4.2.3	Levantamiento de nubes de puntos	152
16.4.2.4	Modelo de infraestructura existente	153
16.4.2.5	Modelo de estudio de alternativas	153

16.4.2.6	Modelos piloto de diseño	153
16.4.2.7	Modelo de proyecto básico	153
16.4.2.8	Modelos de avance de diseño	153
16.4.2.9	Modelo de proyecto constructivo	154
16.4.2.10	Alineación de trazado	154
16.4.2.11	Planos 2D	154
16.4.2.12	Justificación de mediciones	155
16.4.2.13	Presupuesto de proyecto	156
16.4.2.14	Autocontrol de calidad de modelos	156
16.4.2.15	Registro digital de incidencias	156
16.4.2.16	Plan de obra de proyecto	157
16.4.2.17	Infografías	157
16.4.2.18	Simulaciones (energéticas, de evacuación, realidad virtual...)	157
16.4.2.19	Informe de modelos de Proyecto	157
16.4.2.20	Modelo de inicio de obras	157
16.4.2.21	Informe de modelos de inicio de obras	158
16.4.2.22	Modelo de seguimiento de obras (certificación y planificación)	158
16.4.2.23	Certificaciones de obra	158
16.4.2.24	Plan de obra	159
16.4.2.25	Informes de aprobación de modelo de seguimiento de obras	159
16.4.2.26	Justificación de mediciones	159
16.4.2.27	Modelo de registro de obra ejecutada	159
16.4.2.28	Nube de puntos de registro de obra ejecutada	159
16.4.2.29	Informes de aprobación de modelos de obra ejecutada	160
16.4.2.30	Modelos de transferencia a mantenimiento	160
16.4.2.31	Otros entregables	160
<hr/>		
17	Software	163
17.1	Integración de software BIM	164
17.2	Software requerido en función de los Usos	166
17.3	Mapa de software para empresas externas	167
<hr/>		
18	Control de calidad	169
18.1	Estrategia en el control de calidad	172
18.2	Control de los Proyectos	174
18.2.1	Grado de cumplimiento de requisitos generales	174
18.2.2	Auditoría de Modelos	174
18.2.3	Checklist de control de los proyectos	175
<hr/>		
	Epílogo	177
<hr/>		
	Bibliografía	179

Principios contractuales

- Principios contractuales
- 8 Objetivos
- 9 Usos BIM
- 10 Estructura de los modelos
- 11 Condiciones digitales de los modelos
- 12 Estándares digitales de FGV
- 13 Estrategia OpenBIM
- 14 Repositorio común de información (CDE)
- 15 Roles y responsables BIM de contratos
- 16 Entregables
- 17 Software
- 18 Control de calidad

Epílogo

Bibliografía

Índice de contenidos

- 71 Conceptualización
- 72 Inclusión BIM en el proceso
- 73 Propiedad del modelo
- 74 Responsabilidades de las partes
- 75 Requerimientos BIM en contratos de FGV
 - 75.1 Generalidades
 - 75.2 Contenido de los requisitos BIM (EIR)
 - 75.3 Recomendaciones generales para la redacción del EIR por parte de los agentes de FGV

71

Conceptualización

Las condiciones particulares BIM no cambian ninguna relación contractual ni modifican las responsabilidades acordadas por las partes en los contratos con FGV.

A efectos de trabajos y certificación, aprobación de entregables, seguirán su trámite según la Ley de Contratos del Sector Público y el pliego de cláusulas administrativas que rija en la licitación.

La metodología y la gestión de proyectos y obras basada en modelos debe enmarcarse de una manera natural en el sistema de contratación pública que rige la contratación en FGV (LCSP) contemplando la gestión de las diferentes fases del activo (diseño, construcción, conservación/mantenimiento/explotación) y sus contratos asociados de forma contractualmente independiente.

Tanto el proyectista como el contratista serán responsables de los modelos y de la calidad de los mismos. Deberán responder por sus subcontratas y la calidad de la información que aporten. Será su responsabilidad implementar todos los procedimientos de aseguramiento de la calidad, chequeos y federación de los modelos previo a las entregas parciales y de hito.

El Contratista será responsable de incluir en los modelos de información toda aquella documentación requerida por la persona responsable del Contrato en el pliego de licitación y en el Manual.

El rol de las asistencias técnicas a la dirección de obra será clave en la aprobación de los modelos presentados por la constructora a lo largo de las obras.

7.2 **Inclusión BIM en el proceso**

La inclusión de la metodología supone la creación de un sistema de gestión centralizada entorno a modelos de información, completo, trazable y accesible en función de las responsabilidades incluidas tanto en la matriz de roles como en el proceso de gestión del entorno común de datos (CDE).

El modelo será actualizado de manera progresiva e iterativa en intervalos pactados con FGV, siendo el procedimiento a partir del cual se generan total o parcialmente los entregables del contrato.

Se hace especial énfasis en que los modelos han de ser tratados como un medio durante el proceso de diseño o de obra y no sólo como un entregable. No se busca incorporar la metodología como un mero entregable final al finalizar proyecto (entrega proyecto constructivo) u obra (entrega proyecto obras ejecutadas) sino como una herramienta de trabajo colaborativa durante el avance de los mismos.

7.3 **Propiedad del modelo**

FGV se declara propietaria de toda la información producida en el contrato, ya sea digital o no digital; y del derecho a su uso.

El Consultor/Contratista tiene derecho de uso durante la duración de los trabajos. Cualquier otro uso lucrativo, o no, de los modelos deberá ser autorizado previamente por FGV. Este derecho del Consultor/Contratista se extenderá a sus posibles subcontratas, en las mismas condiciones.

7.4 **Responsabilidades de las partes**

Como se ha avanzado, las condiciones particulares BIM no cambian ninguna relación contractual ni modifica las responsabilidades acordadas por las partes en los contratos con FGV.

Aunque se desarrolla con mayor detalle en el capítulo [15. Roles y responsabilidades BIM de contratos](#), es importante dejar constancia a los responsables de los contratos las diferentes responsabilidades exigibles a los participantes de los contratos de proyecto y de obra desde el punto de vista de la producción de modelos y de la gestión y aprobación de estos modelos.

	Fase de Proyecto	Fase de Obra
Responsable de producción de modelos	Coordinador BIM de proyecto de la ingeniería adjudicataria	Responsable BIM de obra de la constructora adjudicataria
Responsable de la supervisión y aprobación de modelos	Responsable BIM de proyecto de la ingeniería adjudicataria	Responsable BIM de la asistencia técnica a la dirección de obra adjudicataria

Figura 1
Principales roles en los contratos de proyecto y obra

Fase de proyecto:

- Responsable de producción de modelos (e información asociada a los modelos): Coordinador BIM de proyecto de la ingeniería adjudicataria
- Responsable de la supervisión y aprobación de modelos (e información asociada a los modelos): Responsable BIM de proyecto de la ingeniería adjudicataria

Fase de Obra:

- Responsable de producción de modelos (e información asociada a los modelos): Responsable BIM de obra de la constructora adjudicataria
- Responsable de la supervisión y aprobación de modelos (e información asociada a los modelos): Responsable BIM de la asistencia técnica a la dirección de obra adjudicataria

7.5

Requerimientos BIM en contratos de FGV

7.5.1

Generalidades

La gestión BIM de proyectos y obras basada en modelos se encaja perfectamente con la metodología contractual predominante en el sistema público estatal. La gestión de las diferentes fases de la infraestructura ferroviaria de FGV (diseño, construcción, conservación/mantenimiento/explotación) de forma contractualmente independiente no supone un inconveniente para la aplicación del BIM. Para todas estas fases la incorporación de la metodología es equivalente y mantiene un patrón común de estrategia de información, aunque los objetivos para unas y otras sean diferentes.

Desde el punto de vista del contrato, hay tres procesos bien diferenciados para todas estas fases: proceso de licitación, oferta a la licitación y ejecución contrato.

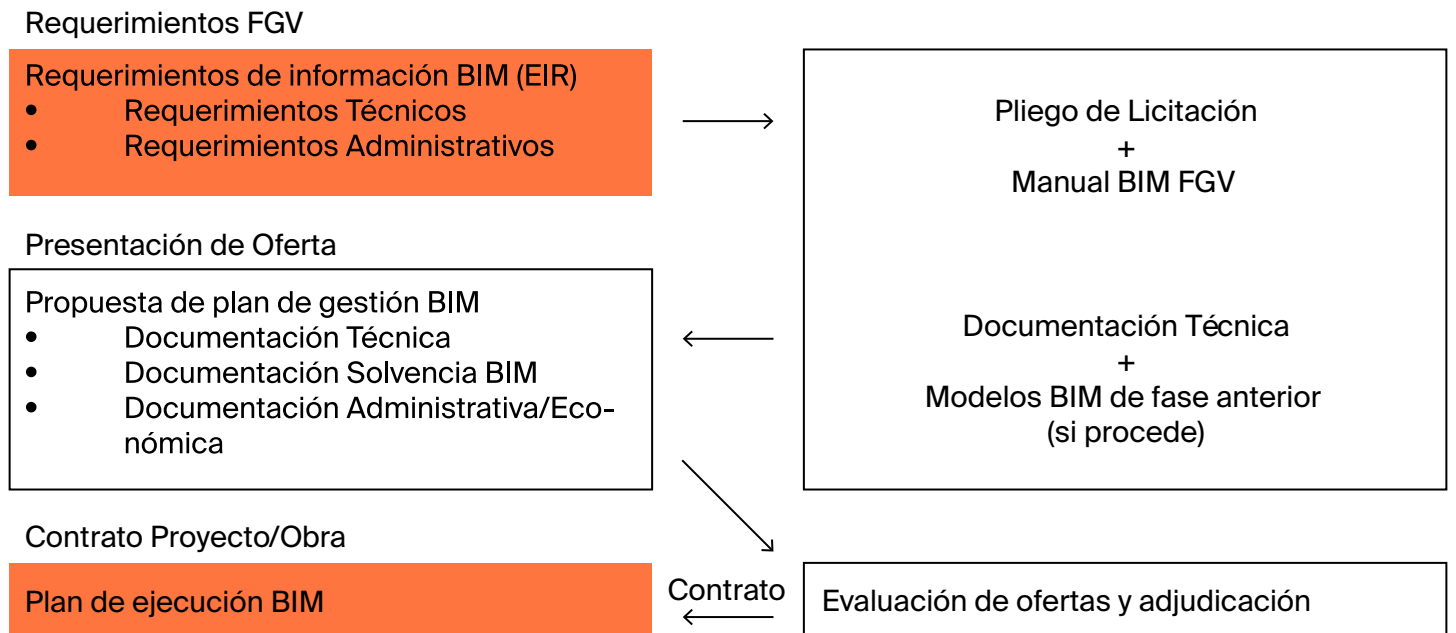


Figura 2
Mapa de procesos del
procedimiento de licitación

La incorporación del lenguaje BIM en estos procesos se resume en 3 conceptos nuevos:

- Proceso de licitación: EIR (Requisitos de información relativos a una contratación)
- Oferta a la licitación: Propuesta de plan de gestión BIM
- Ejecución del contrato: PEB (Plan de ejecución BIM)

Como parte de los pliegos de licitación, se incorporará un apartado que establezca las bases de contratación desde el punto de vista de la gestión BIM de proyectos y obras.

Este apartado será una particularización de los requisitos BIM incorporados en este Manual al proyecto/obra en cuestión. En el [Anejo 2 Modelos de Requerimientos del Cliente](#) se detalla un ejemplo tipo de requisito de licitación para contratos de proyecto, de obra, de asistencia técnica y para contratos de proyecto y obra.

Los licitadores presentarán una propuesta de Plan de Gestión BIM desarrollando una metodología específica para dar respuesta a los objetivos y requerimientos BIM de FGV del contrato en cuestión.

La presentación de la estrategia de respuesta de cada uno de los licitadores a los requerimientos de FGV se expondrá en la fase de evaluación de ofertas según lo especificado en el pliego administrativo.

Una vez evaluadas las ofertas y adjudicado el contrato, se procederá a redactar el PEB. Una plantilla de este documento está incluida en el [Apéndice 3.2 Plantilla PEB](#) de este Manual.

7.5.2

Contenido de los requisitos BIM (EIR)

Este Manual contiene las normas y procesos a ser adoptados por el proveedor como parte del proceso de entrega de la documentación de proyecto/obra.

En estas primeras fases de madurez, estas bases contractuales vendrán incorporadas de la siguiente manera:

- Como parte del pliego administrativo asociados a nuevos requerimientos de solvencia técnica y de madurez de los equipos y profesionales participantes.
- Incorporados al pliego técnico como un nuevo anejo asociado a los requerimientos BIM del contrato.

En fases futuras, FGV realizará una integración racional de la metodología en la gestión de los activos de su competencia, de manera que no haya distinción entre los requerimientos y los asociados a otros aspectos del desarrollo de los contratos, llegando a formar un cuerpo único del pliego de condiciones técnicas de contratación.

Esta Manual tiene por objetivo facilitar a los responsables de contrato de FGV la incorporación de los EIR a los contratos según su tipología y fase, facilitando su capacidad para ajustar y confeccionar unos requerimientos asociados a los contratos.

Es imprescindible que los responsables de los contratos vean a la Oficina de Gestión de FGV como un equipo de apoyo a la hora de redactar estos documentos cuando se planteen dudas.

7.5.3

Recomendaciones generales para la redacción del EIR por parte de los agentes de FGV

El EIR, es el documento en el que FGV indica sus requerimientos en cuanto a objetivos, usos, niveles de desarrollo de modelos, estructuración de datos, entorno colaborativo, mapa de software, entregables, equipo técnico, y controles de calidad para la redacción y seguimiento de proyectos y obras con la metodología y que se debe expresar en el pliego de prescripciones técnicas y en el pliego administrativo.

Define los procesos necesarios para configurar un sistema de colaboración digital iterativa y gestión orientada a objetos. Además, establece las políticas de transparencia, accesibilidad e integración de FGV con los equipos de trabajo.

Las consignas expresadas en el EIR de los contratos deben servir de base para la confección de la propuesta de Plan de Gestión BIM de los licitadores, que formará parte obligatoriamente de la documentación entregable en la oferta del Licitador.

Una vez se firme el contrato, el adjudicatario deberá completar, desarrollar y particularizar un PEB en consenso con FGV que regirá la estrategia de intercambio de información para dar respuesta a los requerimientos e intereses de FGV expresados en el EIR.

A modo de guía para los responsables de los contratos, se incluyen a continuación los capítulos y prioridades que tendrán los diferentes tipos de requisitos a incorporar en los pliegos en función de las fases y la referencia a los capítulos de este Manual.

Partiendo de ella, los responsables de contrato de FGV deberán dar respuesta a cada una de ellas eligiendo, desarrollando y confeccionando soluciones particularizadas a sus necesidades y la prioridad recomendada por fase.

Para la confección del EIR se seguirá el guion establecido en la tabla propuesta a partir de los modelos de EIR de Redacción de Proyectos y de Obras, aportados en el presente manual como [Anejo 2 Modelos de Requerimientos de Cliente](#), a modo de ejemplos basados en experiencias piloto realizadas, adaptándolos a las particularidades de cada proyecto según su fase y los objetivos fijados.

Tabla 1
Agrupación de Requisitos

Tipo de Requisito de Pliego		Adaptabilidad de requisito en los pliegos	Descripción de requisito a ser incluido en el Pliego	Ref. en Manual
Requisitos comerciales				
1	Requisitos Generales	Incluir los requisitos de forma integral	Establecimiento de condiciones sobre propiedad, autoría y procedimientos relacionados con la inclusión de la metodología en el proyecto.	7
2	Objetivos BIM	Incluir los requisitos. Adaptado a la fase en cuestión	Establecimiento de los objetivos perseguidos por FGV a la hora de incorporar requerimientos en los pliegos.	8
3	Usos BIM	Incluir los requisitos adaptado a la fase en cuestión y también al nivel de exigencia deseado y a las prioridades del contrato	Establecimiento de los Usos requeridos.	9
4	Roles y responsabilidades	Incluir los requisitos adaptado a la fase en cuestión y también al nivel de exigencia deseado y a las prioridades del contrato	Establecimiento de los roles y de las responsabilidades sobre los modelos y los procesos de los agentes intervinientes.	15

Tipo de Requisito de Pliego		Adaptabilidad de requisito en los pliegos	Descripción de requisito a ser incluido en el Pliego	Ref. en Manual
Requisitos técnicos				
5	Niveles de información geométrica	Incluir los requisitos de forma integral	Establecimiento de requerimientos de desarrollo geométrico de los modelos que deberán ser suministrados a FGV	10.5.2
6	Niveles de información no gráfica	Incluir los requisitos adaptado a la fase en cuestión.	Establecimiento de requerimientos de estructuración de información no gráfica de los modelos que deberán ser suministrados a FGV	10.5.3
7	Niveles de información vinculada	Incluir los requisitos adaptado a la fase en cuestión.	Establecimiento de requerimientos de vinculación de información complementaria no tridimensional generada y que deberá ser vinculada de forma estandarizada y centralizada a los modelos suministrados FGV	10.5.4
8	División de los modelos	Incluir los requisitos de forma integral	Establecimiento de requerimientos de división de los modelos para que cumplan con la estructura de información requerida por FGV	10.4
9	Sistema de clasificación de los elementos constructivos	Incluir los requisitos de forma integral	Asignación de un código a cada elemento en base a un sistema reconocido de clasificación de elementos que permita hacer un uso selectivo y segregado de los elementos en función de su tipología	10.7
10	Entorno común de datos	Incluir los requisitos de forma integral	Establecimiento de un sistema centralizado de información en el que los agentes intervinientes compartan de forma selectiva la información generada durante la fase en la que se encuentra el activo	14
11	Nomenclatura de archivos y de carpetas	Incluir los requisitos de forma integral	Asignación de una nomenclatura estandarizada y común de archivos para todos los agentes intervinientes con el fin de garantizar una mayor uniformidad de la información generada	14.4 ; 14.6

Tipo de Requisito de Pliego		Adaptabilidad de requisito en los pliegos	Descripción de requisito a ser incluido en el Pliego	Ref. en Manual
12	Intercambio de información	Incluir los requisitos adaptado a la fase en cuestión y al nivel de exigencia de reuniones e intercambio requerido para el contrato.	Requerimientos asociados al intercambio constante de información entre los agentes en forma y tiempo adecuado a FGV priorizando el uso de formatos abiertos de intercambio (OpenBIM)	14.2
13	Software requerido	Incluir los requisitos de forma integral	Exigencia relativa al uso de software que permita la generación de información en formatos abiertos de intercambio (OpenBIM)	17
Requisitos de gestion				
14	Calendario de reuniones	Incluir los requisitos adaptado a la fase en cuestión y al nivel de exigencia de reuniones e intercambio requerido para el contrato.	Establecimiento de calendario de reuniones entre los agentes para promover el intercambio periódico de información	14.2.1
15	Entregables BIM	Incluir los requisitos adaptado a la fase en cuestión.	Exigencia relativa a la preparación y entrega de información por parte del licitador incluyendo entregables como el PEB, modelos de disciplinas, modelos de coordinación	16.4
16	Equipo técnico requerido	Incluir los requisitos adaptado a la fase en cuestión.	Equipo requerido que ha de ser puesto a disposición del proyecto o de la obra para garantizar que se cumplen los objetivos buscados.	15.2 , 15.3
17	Controles de Calidad	Incluir los requisitos adaptado a la fase en cuestión.	Niveles de control que el licitador tiene que llevar a cabo durante el proceso de producción de información para garantizar el máximo nivel de usabilidad de la información producida y minimizar los errores e inconsistencias en los modelos suministrados	18
18	Integración de información de infraestructura existente	Incluir los requisitos adaptado a la fase en cuestión.	Requisitos relacionados con la integración de información de activo construido y su incorporación al flujo BIM.	11.2

7 Principios contractuales

● **Objetivos**

9 Usos BIM

10 Estructura de los modelos

11 Condiciones digitales de los modelos

12 Estándares digitales de FGV

13 Estrategia OpenBIM

14 Repositorio común de información (CDE)

15 Roles y responsables BIM de contratos

16 Entregables

17 Software

18 Control de calidad

Epílogo

Bibliografía

Índice de contenidos

- 8.1 Objetivos de la Implementación
- 8.2 Objetivos de la metodología BIM en el ciclo de vida de los activos de FGV
- 8.3 Objetivos específicos

Dentro de los objetivos, este Manual recoge dos enfoques distintos pero complementarios. Por un lado, recoge los objetivos del proceso de implementación BIM en FGV y por otro, la generación de objetivos para la gestión del ciclo de vida de los activos ferroviarios.

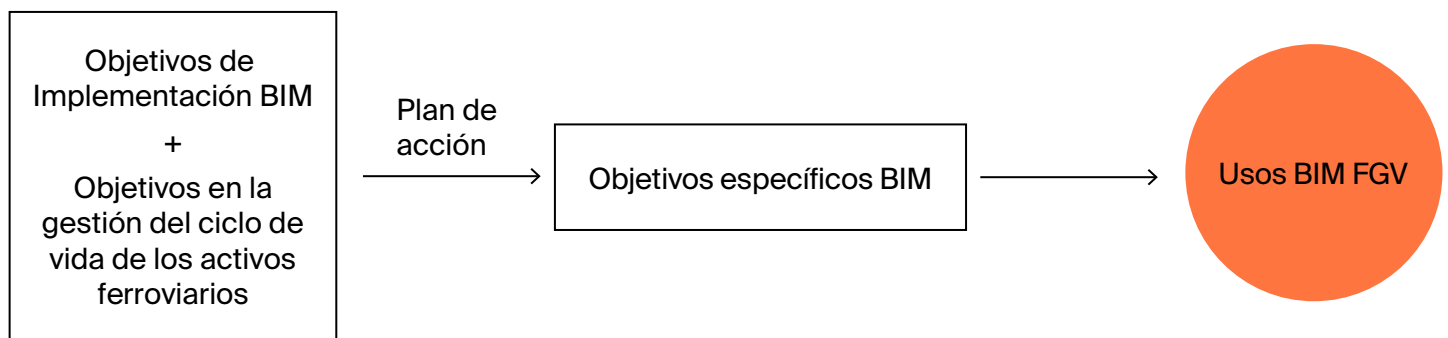


Figura 3
De los Objetivos a los Usos BIM

La barrera entre uno y otro es difusa, pero está delimitada en aquéllos que pueden ser trasladados a los contratos de FGV (los objetivos ligados a la gestión de los contratos de FGV) y aquéllos que han de ser satisfechos de forma interna (ligados al proceso de implementación BIM).

Los objetivos generales y específicos de FGV deberán incluirse en los EIR de los contratos.

8.1 **Objetivos de la Implementación**

Estos objetivos están ligados a la generación de procesos y protocolos desde la perspectiva de las personas, de los procesos y de las herramientas que generen valor para el personal técnico de FGV.

Estos se detallan a continuación:

- Fijar estándares y que éstos sean asumidos en los proyectos y actuaciones de FGV.
- Ofrecer una guía sencilla para establecer los requisitos de FGV (EIR) para cada una de las fases del ciclo de vida de las infraestructuras y activos proyectados y existentes.
- Explicar y establecer una metodología clara para asumir los procesos en la empresa.
- Componer un manual para los responsables de los contratos de FGV en el día a día de los proyectos y obras de manera integrada con la metodología.
- Capacitar a los responsables de FGV para poder afrontar con garantías los siguientes procesos:
 - Identificar y fijar los objetivos y usos acordes al objeto del contrato.
 - Redactar pliegos técnicos de contratación para las distintas fases del ciclo de vida.
 - Establecer requerimientos acordes a los objetivos y usos pretendidos.
 - Fijar los requisitos y solvencias necesarios para garantizar la consecución de los objetivos propuestos.
 - Realizar el seguimiento de los distintos contratos, controlando la consecución de los objetivos establecidos y la adecuación de los usos.
 - Velar por la calidad de los modelos y su evolución durante el ciclo de vida planificado.

Por otro lado, se distinguen los objetivos que se busca sean “atacados” con la incorporación de la metodología en los diferentes contratos de FGV.

8.2 **Objetivos de la metodología BIM en el ciclo de vida de los activos de FGV**

Destacan los siguientes:

- Digitalizar el proceso de redacción de proyectos, de seguimiento de obra, y de registro de obra ejecutada.

- Proporcionar soporte digital y de mayor calidad en la toma de decisiones del personal técnico basado en el trabajo con modelos tridimensionales visualizados en visores gratuitos.
- Tener una mayor capacidad de control del diseño empoderando a través de la tecnología la toma de decisiones desde el punto de vista:
 - Técnico (complejidad de diseño propuesto).
 - Constructivo (implicaciones y retos constructivos de las diferentes alternativas).
 - Económico (ajuste, control y seguimiento presupuestario).
 - Ambiental (afecciones a medio ambiente, huella de carbono de soluciones...).
 - Social (externalidades sociales negativas ocasionadas, implicaciones y afecciones a los ciudadanos durante la ejecución de los trabajos y tras la obra).
 - De la conservación y mantenimiento (involucrar desde fases tempranas esta variable en la toma de decisiones).
- Apoyar la transferencia abierta y transparente de información desde diseño a las fases de operación, mantenimiento y explotación.
- Potenciar la generación de procedimientos y reglas que favorezcan la supervisión digital y estandarizada de proyectos y obras en un departamento.
- Facilitar y agilizar el acceso a información de contratos anteriores del personal técnico de las administraciones buscando criterios estandarizados de archivo centralizado digital de documentación.
- Lograr una mayor transparencia en la gestión de la inversión pública de cara a la ciudadanía.
- Mejorar la comunicación e intercambio de información entre los agentes involucrados.

Atendiendo a estos objetivos generales, se hace a continuación una descripción de la particularización de estos objetivos.

Se desglosan en la siguiente tabla los objetivos generales en objetivos específicos, así como se indican, para su facilidad de indicación en los EIR correspondientes para las fases del ciclo de vida de un activo (estudios previos, redacción de proyecto, ejecución de obra y mantenimiento), la aplicabilidad de los mismos.

Objetivo general	Descripción
Fijar estándares y que estos sean asumidos en los proyectos y actuaciones de FGV.	Plantear una estrategia centralizada, uniformizada y replicable de gestión y supervisión de proyectos y obras dentro de FGV. Potenciar la generación de estándares, procedimientos y reglas que favorezcan la supervisión digital y estandarizada de proyectos y obras.
Ofrecer una guía sencilla para establecer los requisitos de FGV (EIR) para cada una de las fases del ciclo de vida de las infraestructuras y activos proyectados y existentes.	Preparar una serie de plantillas de EIR para cada uno de los tipos de contrato que maneja FGV (Proyecto, Obra, Proyecto&Obra, Dirección de Obra, Mantenimiento). Con ello se busca un doble objetivo, por un lado, uniformizar los requisitos que FGV incluye en los pliegos de licitación, de forma que el personal técnico siempre partan de la misma base y realicen pequeñas adaptaciones según el tipo de actuación. Y por otro simplificar la tarea del personal técnico que no tiene que “inventar la rueda” cada vez que se enfrentan a una nueva licitación.
Explicar y establecer una metodología clara para asumir los procesos en la empresa.	Establecer una hoja de ruta con acciones concretas, responsables claros y consecución de objetivos específica.
Componer un manual para los responsables de los contratos de FGV en el día a día de los proyectos y obras de manera integrada con la metodología.	Partir de un documento claro y directo que indique a aquéllos a quienes va dirigido las acciones específicas a realizar.
Capacitar a los responsables de FGV para poder identificar y fijar los objetivos y usos acordes al objeto del contrato.	Analizar cuáles son los objetivos y usos que requiere el contrato en particular.
Capacitar a los responsables de FGV para poder redactar pliegos técnicos de contratación para las distintas fases del ciclo de vida.	A partir de los modelos de requerimientos, particularizar los pliegos a cada una de las fases del ciclo de vida.
Capacitar a los responsables de FGV para poder establecer requerimientos acordes a los objetivos y usos pretendidos.	Particularizar las acciones concretas a demandar de los licitadores según los objetivos y usos previamente definidos para el contrato en cuestión.
Capacitar a los responsables de FGV para poder fijar los requisitos y solvencias necesarios para garantizar la consecución de los objetivos propuestos.	Analizar qué se ha de solicitar de los licitadores con el objetivo de que puedan cumplir los objetivos previamente definidos para el contrato en cuestión.
Capacitar a los responsables de FGV para poder realizar el seguimiento de los distintos contratos, controlando la consecución de los objetivos establecidos y la adecuación de los usos.	Poder realizar el seguimiento del contrato en cuestión y asegurar el cumplimiento de los objetivos requeridos por FGV y el empleo de los usos.
Capacitar a los responsables de FGV para poder velar por la calidad de los modelos y su evolución durante el ciclo de vida planificado.	Ser capaces de, en cada fase del ciclo de vida, identificar el tipo de modelo al que se enfrentan los responsables de FGV y poder asegurar que posee los estándares de calidad requeridos y que se transmite de forma correcta de una fase a otra.

Objetivo general	Descripción
Digitalizar el proceso de redacción de proyectos, de seguimiento de obra, de registro de obra ejecutada...	Basar los procesos que se realizan a lo largo del ciclo de vida de los activos en los modelos de forma que se logre la digitalización de los mismos.
Proporcionar soporte digital y de mayor calidad en la toma de decisiones del personal técnico basado en el trabajo con modelos tridimensionales visualizados en visores gratuitos	Generar información y visualización de las distintas problemáticas para facilitar la toma de decisiones en fase de diseño, en fase de construcción y de operación.
Tener una mayor capacidad de control del diseño empoderando a través de la tecnología la toma de decisiones desde el punto de vista:	Ayudarse de los modelos para facilitar el análisis y la toma de decisiones desde los siguientes puntos de vista:
Técnico (complejidad de diseño propuesto)	Mediante los modelos federados que incluyan modelos de distintas disciplinas se pueden abordar soluciones técnicas que individualmente pueden resultar inabordables. Asimismo, los modelos son la base para diversas simulaciones que constituyen en sí parte del diseño (energía, evacuación, etc.).
Constructivo (implicaciones y retos constructivos de las diferentes alternativas)	Mediante la vinculación de los modelos con el programa de trabajos se pueden realizar simulaciones constructivas que anticipen problemas potenciales y de esa forma optimizar el proceso. Asimismo, se pueden anticipar diversas ocupaciones y afecciones en fase de obra de forma que se solucionen de antemano posibles conflictos y se hagan las reservas de espacio necesarias.
Económico (ajuste, control y seguimiento presupuestario)	Gracias a los modelos desde fases muy tempranas (estudio de alternativas) se pueden obtener valoraciones económicas. Además, a medida que se avanza en el ciclo de vida, los modelos proporcionan de forma trazable y fiable las mediciones que son la base para el seguimiento y evolución del presupuesto.
Ambiental (afecciones a medio ambiente, huella de carbono de soluciones...)	Los modelos proporcionan herramientas para realizar simulaciones (por ejemplo, acústicas) y analizar la huella de carbono de las distintas soluciones.
Social (externalidades sociales negativas ocasionadas, implicaciones y afecciones a los ciudadanos durante la ejecución de los trabajos y tras la obra)	La planificación de la obra mediante modelos permite anticiparse a posibles ocupaciones, interferencias con servicios, etc.
De la conservación y mantenimiento (involucrar desde fases tempranas esta variable en la toma de decisiones)	La gestión mediante modelos del ciclo de vida de un activo permite desde fases tempranas incluir aspectos relacionados con la operación y el mantenimiento.
Apoyar la transferencia abierta y transparente de información desde diseño a las fases de operación, mantenimiento y explotación	Garantizar que durante el ciclo de vida del activo ferroviario la información fluye y se intercambia entre las fases y entre los agentes de la forma más ágil, digital y abierta posible.
Potenciar la generación de procedimientos y reglas que favorezcan la supervisión digital y estandarizada de proyectos y obras en un departamento	Basar la supervisión de proyectos y obras en procedimientos, estándares y plantillas gestionados a través de un repositorio de información común a todos los contratos de FGV.
Facilitar y agilizar el acceso a información de contratos anteriores del personal técnico de las administraciones buscando criterios estandarizados de archivo centralizado digital de documentación	Potenciar la estandarización del archivo de información mediante unos criterios fijados y que sean de conocimiento y aplicación a todo el personal técnico de FGV, de forma que el acceso a la información sea fácil y directo, y evitando así ineficiencias debido a la pérdida de documentación.
Lograr una mayor transparencia en la gestión de la inversión pública de cara a la ciudadanía	Generar activos digitales que puedan ser compartidos y visualizados con la ciudadanía en un formato y un contexto de transparencia del resultado de la inversión pública.
Mejorar la comunicación e intercambio de información entre los agentes involucrados	Fomentar el intercambio de información a través del repositorio común de información basado en los modelos como fuente única y trazable de información.

8.3

Objetivos específicos

N.º	Objetivo General	Objetivo Específico	Estudios Previos	Redacción Proyecto	Ejecución Obra	Mantenimiento	
1	Digitalizar el proceso de redacción de proyectos, de seguimiento de obra, de registro de obra ejecutada...	Basar el seguimiento del avance del proyecto en los modelos	●	●			
		Basar el cierre de la fase de proyecto en el modelo de proyecto constructivo		●	●		
		Basar el seguimiento del avance de la obra en los modelos				●	
		Basar las certificaciones de obra en los modelos de avance y de certificación				●	
		Basar el cierre de la fase de obra en el modelo de registro de obra ejecutada				●	●
2	Proporcionar soporte digital y de mayor calidad en la toma de decisiones del personal tecnico basado en el trabajo con modelos tridimensionales visualizados en visores gratuitos	Mayor conocimiento de las propuestas de solución.	●	●	●	●	
		Mejora en la visualización de las propuestas de solución.	●	●	●	●	
		Mejora de la capacidad de reacción ante imprevistos.	●	●	●	●	
		Mejora de comunicación entre agentes implicados.	●	●	●	●	
3	Tener una mayor capacidad de control del diseño empoderando a través de la tecnología la toma de decisiones desde el punto de vista:	-	●	●	●	●	
3a	Técnico (complejidad de diseño propuesto)	Potenciar el uso conjunto de las distintas disciplinas técnicas para la toma de decisiones.	●	●	●		
		Incluir los resultados de las simulaciones basadas en modelos en la toma de decisiones desde fases tempranas.	●	●	●		
3b	Constructivo (implicaciones y retos constructivos de las diferentes alternativas)	Incluir las simulaciones constructivas basadas en modelos en la toma de decisiones desde fases tempranas.	●	●	●		
		Fomentar la realización de simulaciones constructivas desde fases tempranas para anticipar posibles interferencias y problemas.	●	●	●		
		Predecir ocupaciones de espacios temporales y definitivas y afecciones a redes de servicios mediante las simulaciones constructivas.	●	●	●		
3c	Económico (ajuste, control y seguimiento presupuestario)	Incluir las valoraciones económicas basadas en modelos en la toma de decisiones desde fases tempranas.	●	●	●		
		Garantizar la trazabilidad y transparencia mediante mediciones que provengan en gran medida de los modelos.	●	●	●		

Tabla 3
Objetivos Generales y Específicos BIM de FGV en el ciclo de vida de los activos

N.º	Objetivo General	Objetivo Específico	Estudios Previos	Redacción Proyecto	Ejecución Obra	Mantenimiento
3d	Ambiental (afecciones a medio ambiente, huella de carbono de soluciones...)	Incluir las simulaciones ambientales (ruidos, emisiones, etc.) basadas en modelos en la toma de decisiones desde fases tempranas.	●	●	●	●
		Fomentar el estudio de la huella de carbono basada en modelos como variable en la toma de decisiones.	●	●	●	●
3e	Social (externalidades sociales negativas ocasionadas, implicaciones y afecciones a los ciudadanos durante la ejecución de los trabajos y tras la obra)	Anticipar en fase de proyecto posibles afecciones a la ciudadanía mediante el análisis de ocupaciones (temporales o definitivas) basadas en modelos	●	●	●	●
		Anticipar en fase de proyecto posibles afecciones a otras administraciones mediante el análisis de interferencias con redes de servicios	●	●	●	●
3f	De la conservación y mantenimiento (involucrar desde fases tempranas esta variable en la toma de decisiones)	Incluir desde fases tempranas del ciclo de vida criterios de decisión basados en la operación y mantenimiento.	●	●	●	●
		Involucrar a los agentes encargados de la operación y mantenimiento en la toma de decisiones.	●	●	●	●
4	Apoyar la transferencia abierta y transparente de información desde diseño a las fases de operación, mantenimiento y explotación	Basar la transferencia de información entre las fases de proyecto y obra a través del modelo de proyecto constructivo y su almacenaje en el repositorio común de información como lugar de referencia.		●	●	●
		Basar la transferencia de información entre las fases de obra y mantenimiento a través del modelo de registro de obra ejecutada y su almacenaje en el repositorio común de información como lugar de referencia.			●	●
5	Potenciar la generación de procedimientos y reglas que favorezcan la supervisión digital y estandarizada de proyectos y obras en un departamento	Crear procedimientos, estándares y plantillas de supervisión de proyectos y obras de obligado cumplimiento para todos los agentes de FGV.	●	●	●	
		Fomentar el uso del repositorio común de información como lugar de referencia donde encontrar e intercambiar los procedimientos, estándares y plantillas de supervisión.	●	●	●	
6	Facilitar y agilizar el acceso a información de contratos anteriores del personal técnico de las administraciones buscando criterios estandarizados de archivo centralizado digital de documentación	Crear procedimientos para el archivo estandarizado de documentación de obligado cumplimiento para todos los agentes de FGV.	●	●	●	●
		Fomentar el uso del repositorio común de información como lugar de referencia donde encontrar e intercambiar tanto los procedimientos de archivo como la documentación archivada.	●	●	●	●
7	Lograr una mayor transparencia en la gestión de la inversión pública de cara a la ciudadanía	Fomentar el uso de infografías y recorridos virtuales como medio de comunicar a los ciudadanos el progreso de los trabajos de diseño y construcción de una infraestructura.	●	●	●	●
		Compartir con los ciudadanos a través de visores gratuitos modelos de avance y modelos de registro de las actuaciones realizadas.	●	●	●	●
8	Mejorar la comunicación e intercambio de información entre los agentes involucrados	Fomentar el intercambio de información a través del repositorio común de información basado en los modelos como fuente única y trazable de información.	●	●	●	●
		Evitar en la medida de lo posible el uso de métodos tradicionales de envío de información como el correo electrónico.	●	●	●	●

- 7 Principios contractuales
- 8 Objetivos
- **Usos BIM**
- 10 Estructura de los modelos
- 11 Condiciones digitales de los modelos
- 12 Estándares digitales de FGV
- 13 Estrategia OpenBIM
- 14 Repositorio común de información (CDE)
- 15 Roles y responsables BIM de contratos
- 16 Entregables
- 17 Software
- 18 Control de calidad

Epílogo

Bibliografía

Índice de contenidos

- 9.1 ¿Qué son los usos BIM?
- 9.2 ¿Cómo usarán los objetivos BIM los agentes de FGV?
- 9.3 Definición y descripción de Usos
- 9.4 Valoración de Usos de licitadores
- 9.5 Integralidad en la gestión basada en usos BIM

9.1

¿Qué son los usos BIM?

Como pieza clave de la estrategia integral BIM de FGV, se pretende la aplicación de la metodología en su más amplio sentido mediante el empleo generalizado de modelos digitales tridimensionales en cualquiera de sus fases de desarrollo, por tanto, se incluye una referencia de usos relacionados para cada una de las fases del ciclo de vida de los proyectos, los objetivos buscados con ese uso y su relación con otros y su proceso de seguimiento y control.

Se definen los Usos como tareas individuales y que se realizan como parte de los contratos con FGV para las cuales, utilizar como base los modelos, tiene un valor añadido.

Aunque se describen más adelante en detalle, ejemplos de usos son generación de planos 2D provenientes de los modelos, certificación de obra mensual basado en modelos o un inventariado digital basado en modelos.

El conjunto de los usos de FGV está planteado para que su aplicación durante los diferentes contratos que se encadenan en FGV cubran y satisfagan el conjunto de los objetivos marcados.

Estos usos acotan y delimitan el alcance de los trabajos que las empresas han de realizar como parte de su contrato y que FGV debe exigir, como parte de los EIR, de los adjudicatarios una explicación clara y concisa de la estrategia que se seguirá durante el desarrollo del contrato para garantizar

el cumplimiento y seguimiento de cada uno de los usos requeridos y que deberán plasmar en la propuesta de Plan de Gestión BIM de su oferta según los requerimientos de licitación expresados en el Pliego de Cláusulas Administrativas y en el presente Manual.

La definición de cada uso ha de contemplar qué valor aporta, qué objetos hay que incluir, quién es el responsable de cada uno de estos objetos, con qué nivel de definición se tienen que representar modelar y cuáles son los resultados esperados y los entregables que se tiene que producir.

Este Manual establece y desarrolla una serie de usos principales vinculados a los objetivos descritos anteriormente.

El presente Manual introduce los usos BIM de FGV con un formato innovador, de forma que llegue al usuario de forma clara y concisa.

9.2

¿Cómo usarán los objetivos BIM los agentes de FGV?

Los responsables de contrato de FGV, en función de la tipología de contrato, la fase en la se encuentren, deberán seleccionar e incorporar total o parcialmente los usos aquí descritos en sus requerimientos o incluso añadir otros usos adicionales que puedan considerar relevantes. Estos usos aquí descritos son susceptibles de verse actualizados e incrementados en futuras versiones de este documento como resultado de futuros avances digitales en el sector de la construcción en general y en el sector ferroviario en particular.

Los usos exigidos por FGV en sus requerimientos BIM (EIR) por parte de los responsables de contrato serán de obligado cumplimiento por parte de los adjudicatarios del objeto del contrato y por ello deberán ser transpuestos íntegramente en el Plan de Ejecución BIM desarrollado por el adjudicatario y aprobado por el responsable de contrato.

9.3

Definición y descripción de Usos

A continuación, se recogen los usos que son de aplicación en los contratos de FGV. Estos usos han sido clasificados en función de la fase del ciclo de vida del activo (proyecto, construcción, operación y mantenimiento) en la que tienen repercusión.

Para cada uno de los usos se describe lo siguiente:

- valor esperado para FGV,
- estrategia OpenBIM,
- objetivo buscado,
- recursos necesarios,
- requisitos del uso, y
- resultado/editable.




		 Diseño	 Construcción	 Operación y Mantenimiento
01	Modelado de condiciones existentes	●	●	●
02	Información centralizada	●	●	●
03	Diseño y Visualización 3D	●	●	●
04	Coordinación 3D y Gestión de Colisiones	●	●	
05	Obtención de documentación 2D	●	●	●
06	Obtención de mediciones	●	●	●
07	Generación de infografías y recorridos virtuales	●	●	●
08	Simulaciones Constructivas	●	●	
09	Seguimiento de Obra (Certificación digital).		●	
10	Modelo de obra ejecutada (Modelo "As Built")		●	●
11	Mantenimiento de Infraestructura		●	●
12	Sostenibilidad	●	●	
13	Gestión de los Riesgos según SGS de FGV	●	●	●
14	Inventario digital		●	●
15	Planificación de ocupaciones de espacio público y de afecciones a redes de servicios	●	●	
16	Simulaciones y Análisis	●	●	●
17	Telemando de instalaciones fijas			●
18	Validación de Normativa	●	●	
19	Gestión de Seguridad y Salud		●	
20	Control de Obra		●	

Tabla 4
Usos BIM de aplicación
en cada fase del ciclo
de vida del activo

Uso BIM 01 – Modelado de condiciones existentes



Valor esperado para FGV

Conocimiento fiable y aprovechable de las condiciones de base tanto para la fase de diseño como para la fase de obra.

Estrategia OpenBIM

Con independencia del software usado para su levantamiento, estos modelos deberán ser exportados a formato “*.ifc” y permitir su visualización e integración en el flujo de diseño con archivo abierto OpenBIM mediante visores gratuitos.



OBJETIVO BUSCADO

Levantamiento mediante un modelo BIM del conjunto de las condiciones existentes que sea fiel reflejo de la realidad existente, que sirva para:

- Apoyar el modelo BIM del proyecto o de la obra con garantías y para evitar errores que llevan a ineficacias y a repeticiones de los trabajos, o
- Emplear como inventario digital de activos

Cuando hacemos referencia a condiciones existentes hablamos de: redes de servicios existentes, áreas de exclusión, parcelarios, zonas protegidas, infraestructuras existentes, condicionantes geotécnicos, etc.



REQUISITOS DEL USO

- Determinar de antemano el propósito del modelo de condiciones existentes para definir el LOD requerido
- Documentación 2D
- Levantamientos topográficos
- Nubes de puntos de la situación existente



RECURSOS NECESARIOS

- Software de Sistema de Información Geográfico (SIG)
- Software de modelado 3D
- Software de tratamiento de nubes de puntos
- Escáner láser



RESULTADO/EDITABLE

- Modelo 3D que refleje los condicionantes existentes

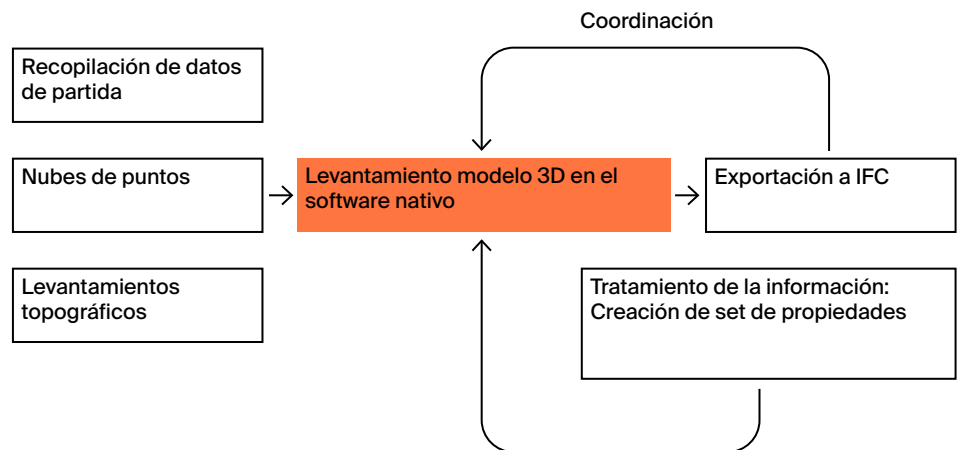


Figura 4. Mapa de procesos del Uso 01 – Modelado de condiciones existentes

Uso BIM 02 – Información Centralizada



Valor esperado para FGV

Origen de coordenadas de toda la información del activo durante todo su ciclo de vida, y por consiguiente aumento de la fiabilidad de la información y disminución de ineficiencias para todo FGV en conjunto.

Estrategia OpenBIM

La estructura de datos de los archivos “*.ifc” permiten la incorporación de parámetros que contengan “urls” a donde el resto de documentación está alojada. Además, unos protocolos de datos estandarizados de los archivos “*.ifc” permite una total homogeneidad de información independientemente del software nativo utilizado y del contrato en cuestión.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM como una fuente única, centralizada y estandarizada de información coherente y no redundante que ha sido generada en cada una de las fases del ciclo de vida del activo. Mediante este uso se pretende facilitar las labores documentales y de registro de la información, así como de transferencia entre fases. Asimismo, se busca la replicabilidad de procesos, acciones y elementos de contrato a contrato que busquen estandarizar pautas de gestión, revisión, aprobación y archivo de información entorno a los modelos BIM. Por último, se busca asegurar la trazabilidad de la información para mejorar la coherencia de los entregables y documentación en cualquier fase.



REQUISITOS DEL USO

En general, las siguientes pautas deberán ser incluidas en el Plan de Ejecución BIM:

- Estrategia de organización centralizada y colaborativa de información en el repositorio común de información.
- Nomenclatura de archivos alineados con las directrices de las ISO 9001 y 19650 y estándares de FGV.
- Sistema ordenado de set de propiedades para cada una de las fases que sea común a todos los elementos y que respete todos los campos requeridos.
- Sistema estandarizado de vinculación de información generada durante cada fase a los elementos de los modelos basada en ‘urls’ incorporadas a los sets de propiedades que dirijan mediante hipervínculos al repositorio centralizado de información (NextCloud).
- Procesos de auditoría de revisión de información archivada.



RECURSOS NECESARIOS

- Software de repositorio de información (NextCloud).



RESULTADO/EDITABLE

- Información y modelos de información centralizados, únicos y trazables.
- Entregables basados en modelos de información inequívocos.

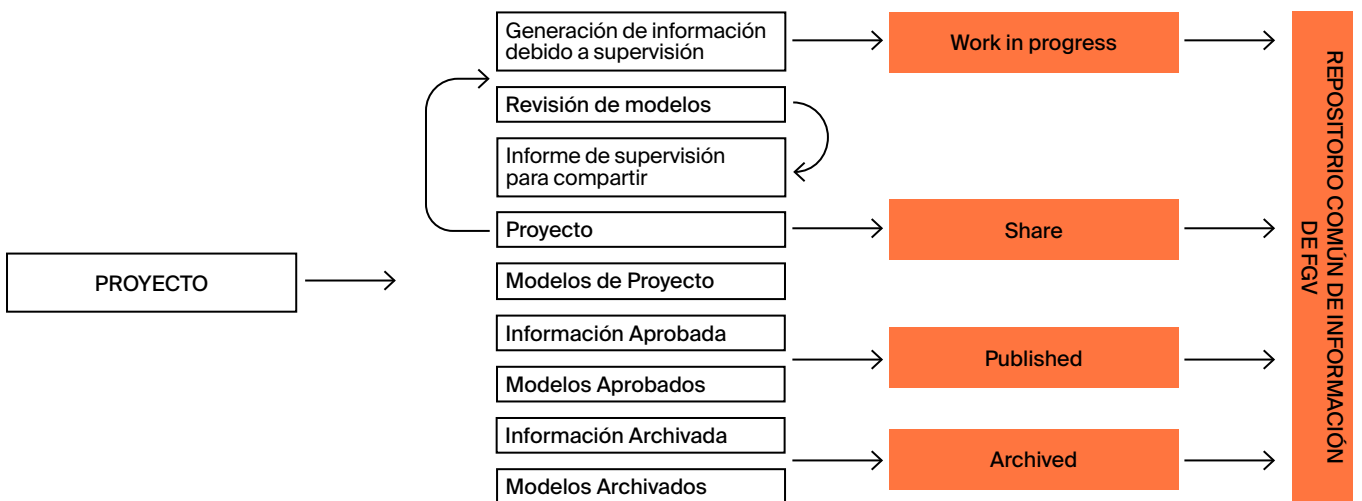


Figura 5. Mapa de procesos del Uso 02 – Información Centralizada

Uso BIM 03 – Diseño y Visualización 3D



Valor esperado para FGV

Conocimiento en todo momento del estado de avance de diseño por medio de modelos BIM que simulen el avance de los trabajos

Estrategia OpenBIM

Con independencia del software usado, estos modelos deberán ser exportados a formato “*.ifc” y permitir su visualización e integración en el flujo de diseño con archivo abierto OpenBIM mediante visores gratuitos.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM para comunicar información visual, espacial y funcional entre los agentes intervinientes durante el contrato para la coordinación de diseño, construcción, operación y mantenimiento. Se generará una maqueta digital tridimensional que contenga los elementos relevantes que componen la fase del ciclo de vida del activo del contrato, de forma que se favorezca la visualización del avance de los trabajos permitiendo una mejor comprensión de los procesos y una más fácil anticipación en la toma de decisiones, y que constituya la base sobre la que las diferentes disciplinas elaboren sus cálculos y análisis (trazado, estructuras, geotecnia, drenaje, instalaciones, etc.).



REQUISITOS DEL USO

El alcance y tipo de los elementos que tienen que contener los modelos tridimensionales, los niveles de detalle y de información deberán venir definidos dentro de los requisitos BIM.



RECURSOS NECESARIOS

- Software de modelado 3D
- Software de visualización



RESULTADO/EDITABLE

- Modelos BIM
- Óptima visualización de elementos del diseño.
- Entregables basados en modelos de información inequívocos.

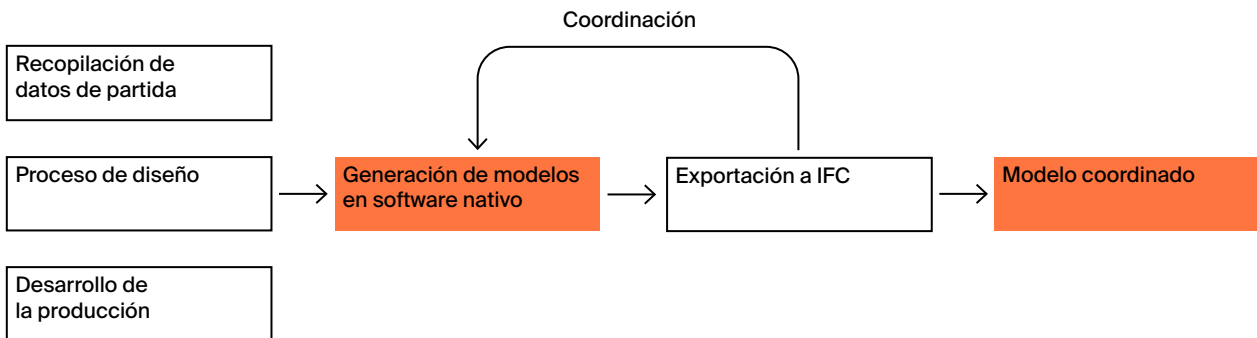


Figura 6. Mapa de procesos del Uso 03 – Diseño y Visualización 3D

Uso BIM 04 – Coordinación 3D y Gestión de Colisiones



Valor esperado para FGV

Garantía de modelos BIM debidamente auditados y subsanados, de acuerdo a los requisitos de FGV establecidos.

Estrategia OpenBIM

Con independencia del software usado, estos modelos deberán ser exportados a formato “*.ifc” para poder realizar la coordinación 3D con el software a elección. Además, al incorporar estos modelos en “*.ifc” parámetros de caracterización de elementos, puede automatizarse el estudio de interferencias mediante plantillas de trabajo preestablecidas.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM para la coordinación en la ubicación de elementos teniendo en cuenta sus requerimientos funcionales, espaciales, normativos y de accesibilidad. Mediante este uso se busca verificar que la información es totalmente coherente y que los modelos están libres de interferencias. De esta forma se pretende mejorar la coordinación de los proyectos y obras integrando el uso de los modelos BIM en los procesos de coordinación entre los agentes intervinientes permitiendo una pronta y temprana identificación de interferencias/colisiones que puedan tener impacto durante el proceso de diseño y/o construcción. Como resultado de este proceso, se mejora la calidad y la coherencia de los entregables y documentación.



REQUISITOS DEL USO

- Superposición de los modelos que conforman el proyecto/obra en el denominado ‘modelo federado’ en un mismo sistema de coordenadas y con una escala común.
- Estrategia de coordinación, revisión y auditoría de la calidad de los modelos a incluir en el Plan de Ejecución BIM. Se definirán los criterios de interferencia en el entorno digital o colisión. Ésta puede ser de dos tipos: cuando hay dos elementos que ocupan el mismo espacio físico (digital) o cuando un cierto espacio libre necesario entre dos elementos no es respetado (no cumple gálibo).
- Estrategia a seguir y protocolos de preparación y generación de estudios de interferencias mediante plantillas de control de interferencias que se generarán al comienzo de los contratos como parte del Plan de Ejecución BIM.



RECURSOS NECESARIOS

- Software de modelado 3D
- Software de revisión del modelo.



RESULTADO/EDITABLE

- Obtención de modelos 3D perfectamente posicionados y coordinados con el resto de disciplinas.
- En caso de colisiones detectadas, bcf y/o bcfzip y matriz de interferencias o informe de colisiones.

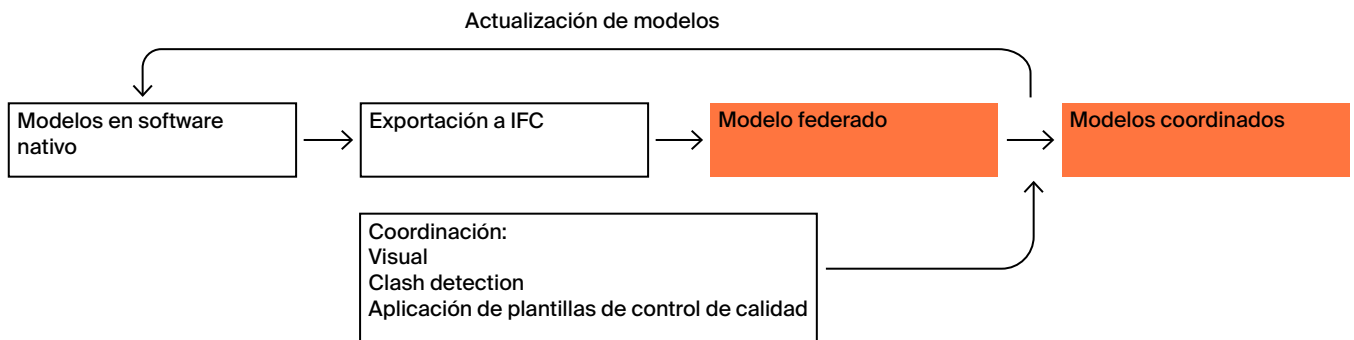


Figura 7. Mapa de procesos del Uso 04 – Coordinación 3D y Gestión de Colisiones

Uso BIM 05 – Obtención de documentación 2D



Valor esperado para FGV

Garantía de coherencia entre la información 2D producida en proyectos, en obra y guardada como registro de obra ejecutada y los modelos BIM.

Estrategia OpenBIM

Los visores gratuitos permiten hacer secciones y vistas de los modelos en “.ifc” que pueden compararse visualmente con los planos para comprobar la procedencia de los planos.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM como fuente principal de documentación 2D del contrato garantizando un mayor grado de coherencia entre la documentación del documento planos y el resto de documentos del proyecto u obra (presupuesto, memoria, pliegos...). Mediante este uso, se promueve la generación de planos provenientes de vistas y secciones de los modelos 3D una vez coordinados y verificado que están libres de interferencias relevantes. Esto es una garantía de coherencia, trazabilidad y unicidad de información entre planta, alzados y secciones. Asimismo, el dinamismo ante los cambios en el modelo, que implica una actualización automática de los planos 2D, conlleva a una mejora de productividad y ahorro de tiempo comparado con el método tradicional de producción de planos.



REQUISITOS DEL USO

Diferenciación mediante una señal a pactar entre planos o detalles:

- Provenientes de modelos tridimensionales de información,
- No provenientes de los modelos tridimensionales de información, y
- Con ambas procedencias.

Estrategia de codificación de los planos. Generalmente se incluye en el Plan de Ejecución BIM del contrato.



RECURSOS NECESARIOS

- Software de modelado 3D
- Software de visualización



RESULTADO/EDITABLE

- Documentación gráfica 2D procedente de un modelo 3D validado de cada disciplina del proyecto.
- Modelos nativos de información que incluyan los planos del proyecto debidamente integrados y vinculados.

(*) Cabe señalar que no se espera la obtención de toda la documentación proveniente de los modelos BIM, sino que es admisible que cierta información de detalle sea obtenida de detalles en CAD que se superponen a las formas generales provenientes de los modelos BIM.

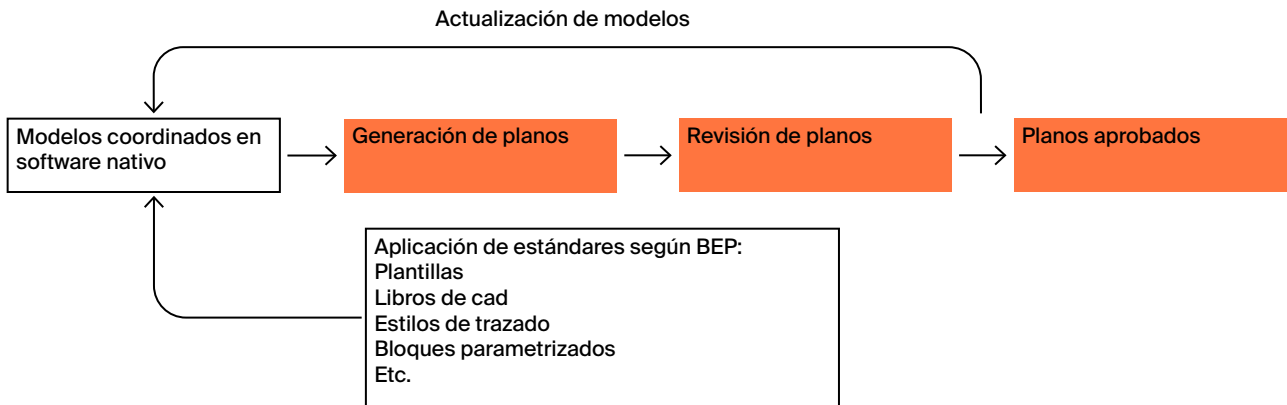


Figura 8. Mapa de procesos del Uso 05 – Obtención de Documentación 2D

Uso BIM 06 – Obtención de mediciones



Valor esperado para FGV

Garantía de trazabilidad entre los modelos BIM y las mediciones extraídas de ellos. Capacidad de verificación de forma ágil y sencilla que las mediciones contenidas en los presupuestos son coherentes.

Estrategia OpenBIM

La incorporación en los elementos de los modelos en “*.ifc” de parámetros que hagan referencia al capítulo, subcapítulo y código de la unidad de obra del presupuesto permite una ágil y valiosa supervisión de presupuesto con herramientas de visualización.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM para garantizar la trazabilidad y la coherencia de las mediciones contenidas en los proyectos. Los modelos BIM en formato abierto estructurados con información clasificada y estandarizada garantizan un mayor grado de trazabilidad y capacidad de seguimiento para las partidas que componen el desglose por capítulos del presupuesto a través de la incorporación de los códigos de unidades de obra en los elementos que componen los modelos BIM. Además, mediante este uso se promueve un potencial ahorro de tiempo respecto al método tradicional de obtención de mediciones, permitiéndose desde fases muy tempranas obtener información de costes que ayuden en la toma de decisiones de diseño.



REQUISITOS DEL USO

- En el set de propiedades, deberá asignarse al elemento del modelo BIM el código de la unidad de obra a la que hace referencia el presupuesto.
- Deberá ser obligatorio seguir la misma codificación de unidades en todos los documentos (modelo BIM, PPTP y presupuesto).
- Se deberá identificar en los códigos de las unidades de obra la relación entre los elementos de los modelos BIM y las mediciones contenidas en el presupuesto: mediciones del presupuesto sin vinculación con los elementos BIM, mediciones que representan una medición auxiliar, y mediciones que tienen una relación directa con los elementos BIM.



RECURSOS NECESARIOS

- Software de estimación basado en modelos.
- Software de presupuestos.
- Bases de precios.
- Software de modelado 3D
- Software de revisión del modelo.



RESULTADO/EDITABLE

- Modelo 3D preparado con la codificación de las diferentes partidas del presupuesto y códigos de coste.
- Extracción de mediciones de los modelos BIM mediante formato estandarizado.
- Obtención de al menos un 80 % del coste económico de la inversión (PEM) a partir de los elementos modelados.
- Obtención de las mediciones principales a partir de los modelos tridimensionales de información.

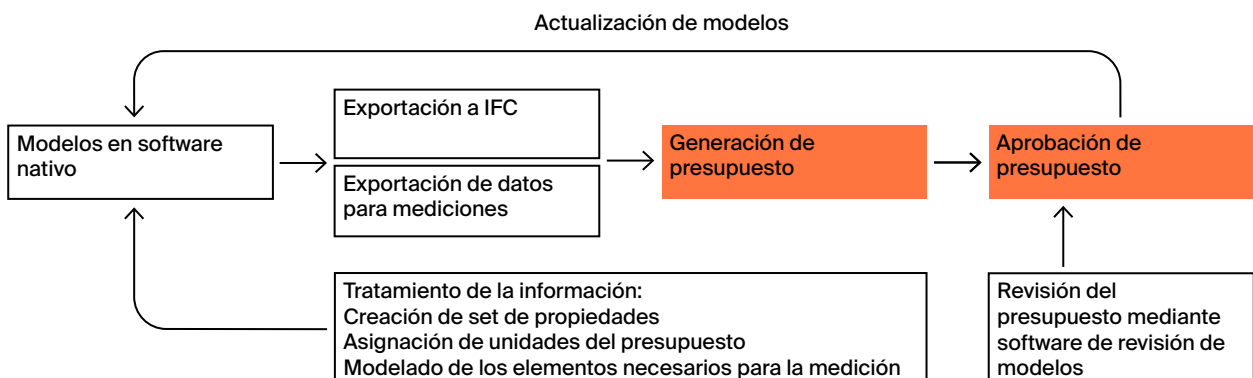


Figura 9. Mapa de procesos del Uso 06 – Obtención de Mediciones

Uso BIM 07 – Generación de Infografías y recorridos virtuales



Valor esperado para FGV

Visualización estática y dinámica de la infraestructura durante todo el ciclo de vida de la misma permitiendo compartir el alcance de los trabajos en un entorno menos técnico y más visual.

Estrategia OpenBIM

Los softwares de renderizado y realidad virtual no están preparados en la actualidad para trabajar de forma fluida con modelos en “.ifc” pero es de esperar que haya una tendencia progresiva a mejorarlo.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM para comunicar información visual, espacial y funcional a través de renderizados, infografías y recorridos virtuales con el objetivo de compartir, difundir y promocionar las intenciones de diseño y los procesos de avance. De esta forma, en una época en la que la transparencia es cada vez más relevante en la gestión de las inversiones públicas, FGV puede utilizar este uso para generar documentación que compartir con la ciudadanía. Igualmente, la incorporación de la realidad virtual en el sector de la construcción permite realizar inmersiones en los modelos generados e incluso usar digitalmente una infraestructura diseñada.



REQUISITOS DEL USO

- Modelos coordinados y verificados.



RECURSOS NECESARIOS

- Software de renderización.
- Software de realidad virtual (VR) y realidad aumentada (AR).
- Equipos de realidad aumentada o virtual



RESULTADO/EDITABLE

- Infografías
- Vídeos o experiencias en realidad virtual y/o aumentada.

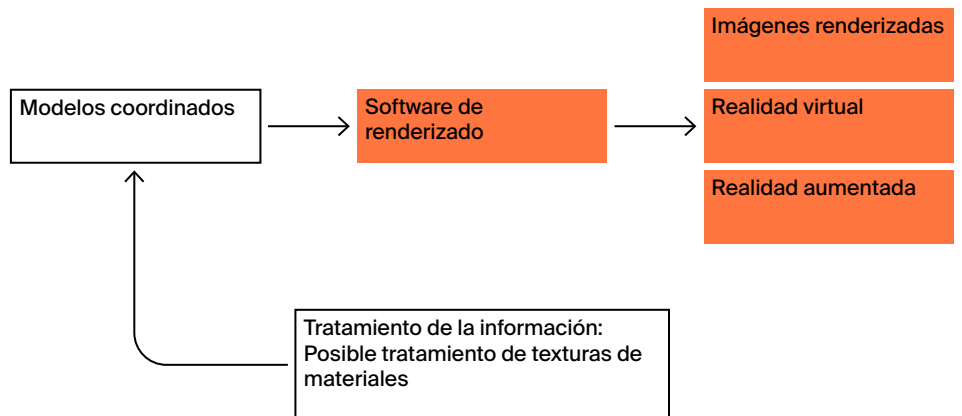


Figura 10. Mapa de procesos del Uso 07 – Generación de Infografías y recorridos virtuales

Uso BIM 08 – Simulaciones Constructivas



Valor esperado para FGV

Garantizar la fiabilidad de los métodos y procesos constructivos propuestos y potenciar la comunicación del avance de la obra a través de visualizaciones que representen el proceso constructivo o avance de las obras.

Estrategia OpenBIM

La incorporación de parámetros específicos de las fases constructivas a la que pertenece los elementos en los modelos en “*.ifc” permiten automatizar la vinculación de plan de obra con elementos de los modelos BIM.



OBJETIVO BUSCADO

Este Uso BIM tiene por objetivo incorporar en un entorno visual y digital la planificación de obra preparada tanto para fase de proyecto como de obra. Durante la fase de proyecto, los modelos BIM podrán ser usados para mostrar los procesos y métodos constructivos propuestos, de forma que se estudien diferentes alternativas y mejoras, y se compruebe su viabilidad en fases tempranas evitando así cambios de diseño a posteriori. Durante la obra, los modelos BIM podrán ser usados para realizar simulaciones constructivas permitiendo integrar y comparar planificación prevista con el avance real de la obra. Mediante este uso, en ambas fases, se busca, por un lado, mejorar la comprensión del proceso constructivo y de su camino crítico y asignar de forma eficaz recursos y espacios, y por otro, anticipar conflictos en el uso de espacios de trabajo y acopio, de secuenciación de actividades y de viabilidad de soluciones o procesos constructivos, y resolverlos previamente a la fase de ejecución. En resumen, con este uso se pretende mejorar la calidad de la obra y reducir el grado de incertidumbre en la construcción, lográndose así reducir las repercusiones negativas en plazo y coste.



REQUISITOS DEL USO

- Estrategia de modelado acorde a las fases constructivas, en el que, además, a cada elemento del modelo BIM se le asigne un parámetro de la fase específica de obra a la que pertenece. Generalmente se incluye en el BEP del contrato.
- Restricciones o condicionantes de ocupación.
- Planificación de la obra.



RECURSOS NECESARIOS

- Software de planificación
- Software de modelado 3D
- Software de modelado 4D



RESULTADO/EDITABLE

- Modelo 3D con la planificación integrada, asociando tareas a elementos del modelo.
- Animación del modelo para presentar a terceros.
- Visualización de planificación de obra actualizada al avance real de los trabajos.

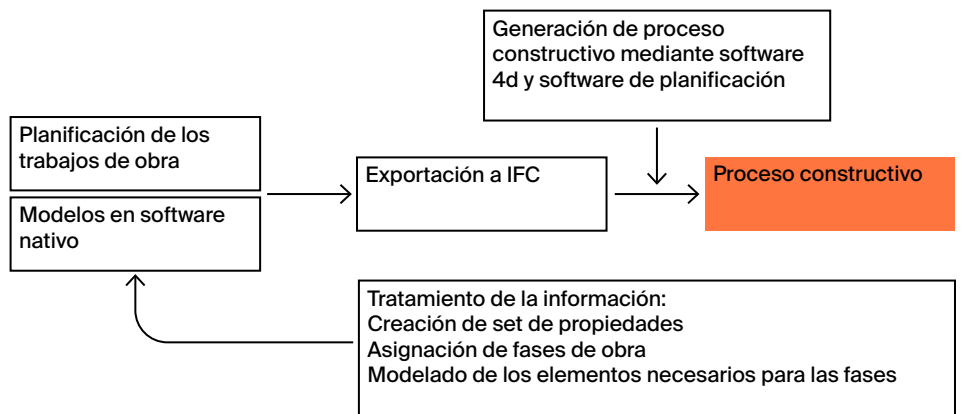


Figura 11. Mapa de procesos del Uso 08 – Simulaciones Constructivas

Uso BIM 09 – Seguimiento de Obra (Certificación Digital)



Valor esperado para FGV

Soporte digital y mayor veracidad en los procesos de certificación mensuales de obras

Estrategia OpenBIM

Con independencia del software usado, estos modelos deberán ser exportados a formato “*.ifc” y los elementos disponer de parámetros que permitan diferenciar claramente los elementos objeto de certificación.



OBJETIVO BUSCADO

Promover y potenciar la gestión digital de las obras mediante el uso de modelos BIM para auditar las obras con el objetivo de incrementar el control económico de la mismas y mejorar la seguridad, eficacia y calidad de sus procesos de ejecución. Los modelos BIM se usarán para la visualización y la generación de los informes de avance y seguimiento de la obra, así como para facilitar y dar soporte al proceso de certificación por parte de la Dirección Facultativa y FGV.



REQUISITOS DEL USO

- Modelos BIM con base de datos organizada y elementos estructurados.
- Modelos BIM actualizados periódicamente en base al avance realizado en obra ejecutada.
- Medios como topografía convencional, nubes de puntos, etc. para controlar el avance de obra.
- Clara diferenciación entre elementos a incluir en las certificaciones que provengan de los modelos BIM y los que no se realicen por métodos convencionales.



RECURSOS NECESARIOS

- Software de revisión de modelos.
- Software de planificación.
- Software de modelado 4D.



RESULTADO/EDITABLE

- Modelo 3D con la información no gráfica asociada necesaria.
- Mediciones de obra ejecutada.
- Informes de avance y seguimiento de la obra.

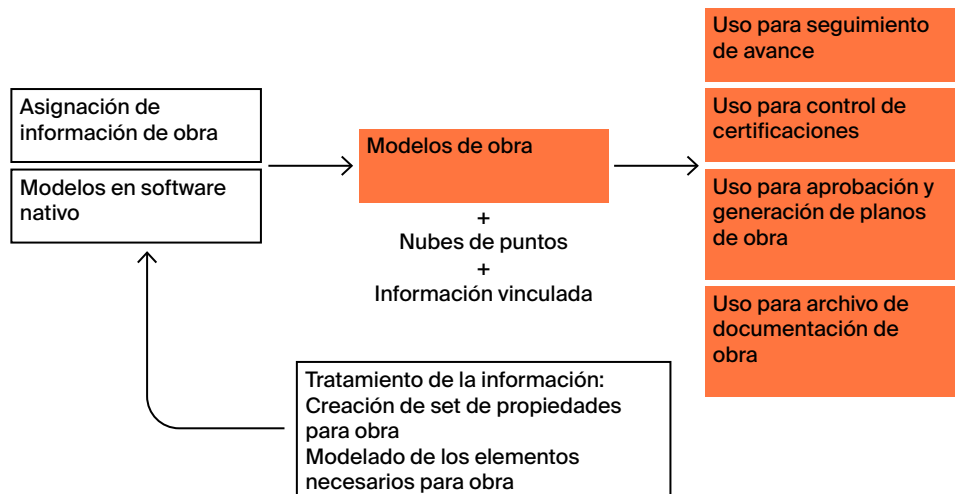


Figura 12. Mapa de procesos del Uso 09 – Seguimiento de Obra (Certificación Digital)

Uso BIM 10 – Modelo de final de obra (Modelo “As Built”)



Valor esperado para FGV

Gemelo digital del activo construido y punto de referencia de toda la información generada durante la obra. Sirve de registro digital de lo ejecutado para futuras actuaciones.

Estrategia OpenBIM

Con independencia del software usado, la estructura de datos de los modelos As Built deberán estar incorporados a los modelos en “*.ifc” y las “urls” de vinculación de información operativas.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM para la recopilación, registro, archivo y consulta de documentación e información vinculadas a la obra ejecutada. Se busca con este uso la incorporación de una relación unívoca entre el conjunto de documentación generada durante la obra (informes de incidencias, fotografías, ensayos, manuales de uso, controles de calidad, planos de obra ejecutada...) y los modelos BIM, que a su vez constituirán un gemelo digital geoposicionado del activo construido.



REQUISITOS DEL USO

A partir del modelo de inicio de obras, se realizarán las siguientes tareas principales durante la fase de construcción hasta llegar al registro de obra ejecutada (modelo ‘As Built’):

- Adecuación geométrica del modelo de proyecto constructivo a modelo de inicio de obras que incluya cualquier actualización realizada antes del comienzo de las obras.
- Adecuación geométrica del modelo a medida que se avanza en la construcción en caso de haber modificaciones relevantes respecto del proyecto constructivo.
- Verificación mediante datos captados en obra para confirmar que los modelos BIM representan de forma correcta la obra realmente ejecutada.
- Actualización y vinculación de información generada durante la fase de obra de forma centralizada en la plataforma de intercambio de información de FGV (NextCloud) con los modelos de preconstrucción.



RECURSOS NECESARIOS

- Software de modelado 3D.



RESULTADO/EDITABLE

- Modelo 3D con información completa y actualizada de las fases de diseño y construcción.

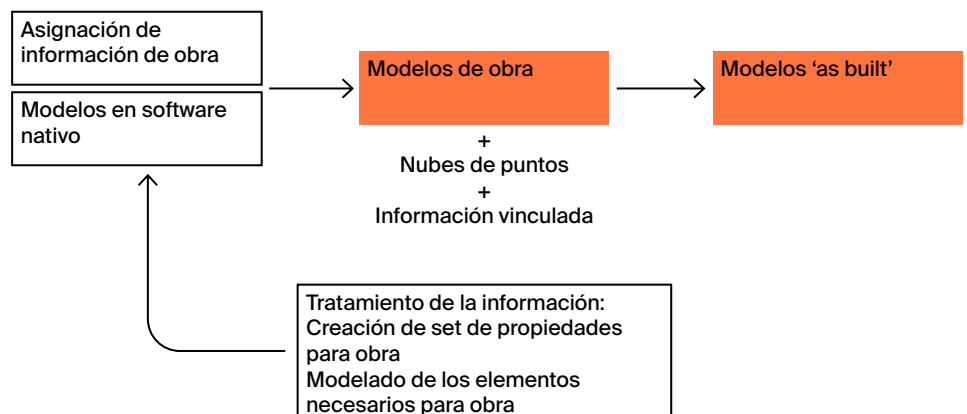


Figura 13. Mapa de procesos del Uso 10 – Modelo de final de obra (Modelo “As Built”)

Uso BIM 11 – Mantenimiento de Infraestructura



Valor esperado para FGV

Punto de referencia de posicionamiento e información de mantenimiento de todos los activos de FGV. Se busca la transferencia homogénea, estandarizada y automatizada de la información del activo construido a las herramientas de gestión del mantenimiento de la red de FGV y también la vinculación sencilla y visual de elementos pertenecientes a los modelos BIM con elementos pertenecientes al GMAO.

Estrategia OpenBIM

Con independencia del software usado, estos datos que alimentan el sistema de conservación y mantenimiento deberán ser completamente visibles en formato “*.ifc” y permitir su exportación/vinculación con bases de datos.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM para el control y planificación de la conservación y mantenimiento de los activos de FGV durante su vida útil actuando como fuente común de información fiable y actualizada que alimente los sistemas de gestión, conservación y mantenimiento de FGV (SAP/R3).

Con las propiedades de los elementos preconfiguradas y estandarizadas, se logra que la gestión del mantenimiento se base en las documentación de los modelos BIM. Además, se busca establecer relaciones bidireccionales que vinculen los elementos de los modelos BIM con elementos de las herramientas de gestión del mantenimiento.



REQUISITOS DEL USO

- Preestablecimiento de unos criterios normalizados y estandarizados de las propiedades que han de ser incluidas en los modelos BIM de proyecto y obra en función de las necesidades y tipologías de elementos que se van a incorporar a las herramientas de gestión del mantenimiento del activo de FGV.
- Información y estructura de los modelos BIM armonizadas para su futura relación con los sistemas de gestión de activos implantado en FGV (GMAO/SAP).



RECURSOS NECESARIOS

- Software de modelado 3D.
- Software de gestión de activos (GMAO/SAP).



RESULTADO/EDITABLE

- Modelo 3D con la información actualizada de mantenimiento.
- Modelo de información tratada y preparada para alimentación de los sistemas de gestión, conservación y mantenimiento.
- Base datos de parámetros exportados en Excel, Urls, Web service.

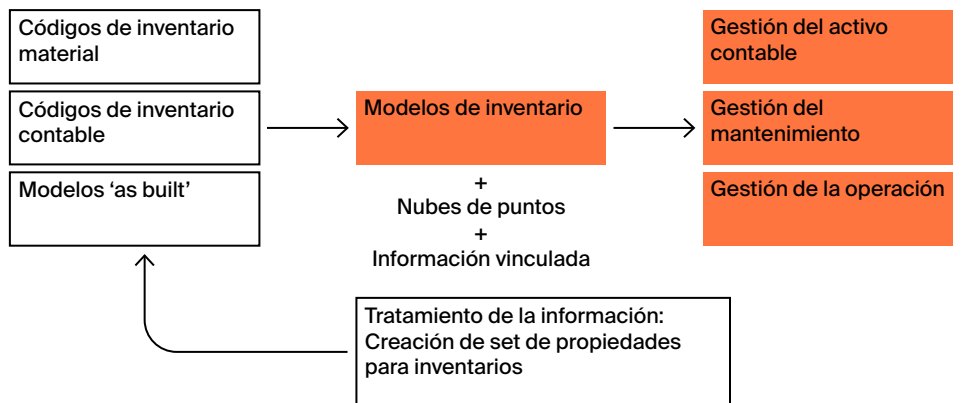


Figura 14. Mapa de procesos del Uso 11 – Mantenimiento de Infraestructura

Uso BIM 12 – Sostenibilidad



Valor esperado para FGV

Incorporación de criterios de sostenibilidad no especulativos en la toma de decisiones utilizando criterios de eficiencia energética en el diseño de estaciones y edificación y de la huella de carbono en las actuaciones de obra civil

Estrategia OpenBIM

Con independencia del software usado, consiste en integrar datos relativos a criterios de eficiencia energética o de huella de carbono en los modelos BIM y éstos deberán ser completamente visibles en formato “.ifc” y permitir su exportación/vinculación con bases de datos.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM para la incorporación de criterios de sostenibilidad en la toma de decisiones. Se pretende generar diseños y obras que minimicen el impacto energético y de huella de carbono valorando las soluciones proyectadas mediante el estudio de los materiales, suministros y procesos constructivos. Mediante este uso se busca el diseño y la gestión medioambiental de los activos, el diseño sostenible de las soluciones desde una perspectiva de ciclo de vida integral medioambiental y procesos constructivos, y la gestión y tratamiento de los residuos en fase obra.



REQUISITOS DEL USO

- Vinculación entre los elementos de los modelos BIM y los datos ambientales del elemento en concreto, es decir, el factor de emisión asociado a la unidad de medición.
- Información disponible de cada elemento de la obra acerca de: materia prima empleada, medios de fabricación, procedencia y transporte a la zona, medios constructivos dispuestos, impacto asociado a los medios necesarios para su conservación y mantenimiento.



RECURSOS NECESARIOS

- Software de diseño.
- Software de visualización
- Plataforma de gestión de bases de datos.



RESULTADO/EDITABLE

- Modelo de información tratada y preparada para la gestión ambiental.
- Estudio de huella de carbono y resultado en Toneladas de CO2.
- Declaraciones ambientales de producto (DAP) de soluciones constructivas.

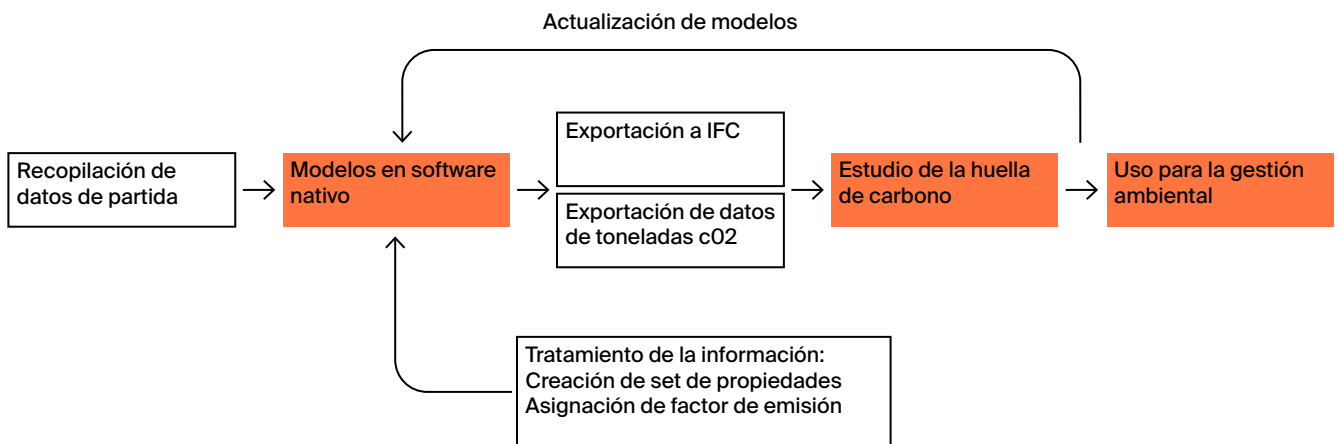


Figura 15. Mapa de procesos del Uso 12 – Sostenibilidad

Uso BIM 13 – Gestión de los Riesgos según SGS de FGV



Valor esperado para FGV

Herramienta de apoyo adicional para los análisis de riesgos según el Sistema de Gestión de la Seguridad (SGS) de FGV.

Estrategia OpenBIM

Con independencia del software usado, estos modelos deberán ser exportados a formato “*.ifc” y permitir su visualización con archivo abierto OpenBIM mediante visores gratuitos.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM como apoyo visual y procedimental para la gestión de riesgos ante la implantación y/o modificación de los Sistemas Tranviarios y Ferroviarios de FGV. La visualización de las medidas mitigadoras, la simulación de las condiciones de explotación y la gestión del mapa de riesgos basada en los modelos BIM supone una herramienta de gran potencial para FGV.



REQUISITOS DEL USO

- Modelos BIM coordinados.
- Criterios y umbrales requeridos para el análisis de riesgos.



RECURSOS NECESARIOS

- Software de diseño
- Software visualización
- Software de simulación
- Plataforma de repositorio común
- Registro de Peligros y Dossier de Seguridad



RESULTADO/EDITABLE

- Modelo de gestión con la información relativa al análisis de riesgos y con la implementación visual de las medidas mitigadoras y seguimiento del dossier de seguridad.

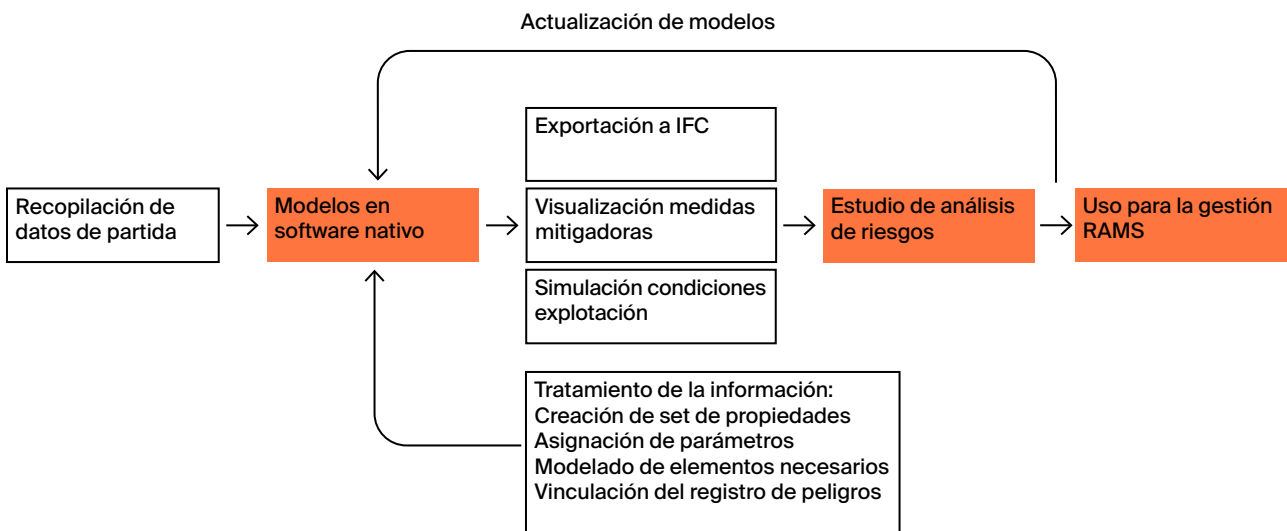


Figura 16. Mapa de procesos del Uso 13 – Gestión de los Riesgos según SGS de FGV

Uso BIM 14 – Inventariado digital



Valor esperado para FGV

Permite alimentar el inventariado digital de FGV a través de información extraída de forma estandarizada desde los modelos BIM. Esto permite incorporar una sistemática de alimentación del inventariado con todas las actuaciones significativas que se vayan realizando.

Estrategia OpenBIM

Con independencia del software usado, estos datos del inventariado deberán ser completamente visibles y estructurados en formato “.ifc” y permitir su exportación/vinculación con bases de datos.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM como inventariado digital de los activos a partir de los modelos BIM a los que se asocia un set de propiedades específico e información no gráfica vinculada. Mediante este uso se busca por un lado controlar y gestionar la información de activos de FGV, y por otro la automatización de alimentación de sistemas de gestión de activos (GMAO).



REQUISITOS DEL USO

- Estrategia de información de gestión de activos
- Información (geometría y datos alfanuméricos) del activo
- Levantamientos topográficos o nubes de puntos georreferenciadas



RECURSOS NECESARIOS

- Software de modelado 3D
- Software para tratamiento de nubes de puntos



RESULTADO/EDITABLE

- Modelo BIM con la información actualizada de inventario
- Listado de inventariado extraídos de modelos

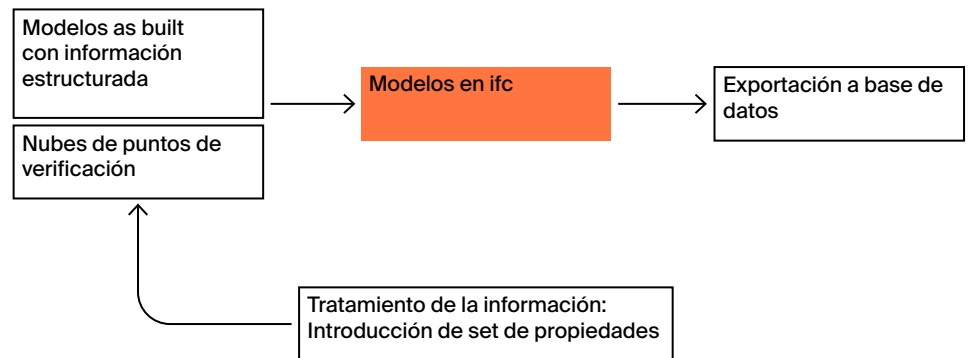


Figura 17. Mapa de procesos del Uso 14 – Inventario Digital

Uso BIM 15 – Planificación de ocupaciones de espacio público y de afecciones a redes de servicios 

Valor esperado para FGV

Soporte en los procedimientos administrativos relacionados con las ocupaciones temporales o definitivas del espacio público y con las afecciones a redes de servicios.

Estrategia OpenBIM

Con independencia del software usado, estos modelos deberán ser exportados a formato “*.ifc” y permitir su visualización con archivo abierto OpenBIM mediante visores gratuitos.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM para el análisis de la ocupación del espacio público y las afecciones de la logística de obra estimada para la solución de diseño al espacio público y a la correcta operatividad de la infraestructura en caso de ser ésta objeto de ampliación o mejora. Este uso, alineado con la simulación constructiva, permite identificar zonas de ocupación y anticipar problemas de operación que éstas puedan ocasionar. Permite además suministrar periódicamente (o cuando se modifique de forma sustancial una zona de ocupación) a FGV una actualización digital de la zona de ocupación para que pueda ser gestionado con las administraciones pertinentes y pueda ser compartida con la ciudadanía con suficiente antelación. Uso de los modelos BIM para el análisis de las afecciones a las redes de servicios existentes: su posible interferencia con la infraestructura a diseñar y/o construir, y la gestión de su reposición tanto espacial (alineada con el uso de coordinación 3D) como temporal (alineada con el uso de simulaciones constructivas).



REQUISITOS DEL USO

- Datos acerca de las redes de servicios existentes (ubicación, características de las redes, criterios de reposición, etc.)
- Datos acerca del espacio público disponible, y de aquél que, aunque no disponible, sería necesario ocupar de forma temporal o definitiva.
- Requerimientos de ocupación obtenidos del proceso de diseño y/u obra, tanto espaciales como temporales (por un periodo acotado de tiempo o de forma definitiva).
- Planificación de Obra.
- Costes de expropiación.



RECURSOS NECESARIOS

- Software de modelado 3D.
- Software de revisión del modelo.
- Software de planificación.
- Información GIS.
- Levantamientos topográficos o nubes de puntos georreferenciadas.



RESULTADO/EDITABLE

- Modelo 3D con la gestión de reposición de servicios integrada.
- Modelo 3D con la gestión de espacios integrada, asociando espacios a elementos del modelo. Inicio a modelos 7D.
- Planos 2D asociados al modelo 3D.

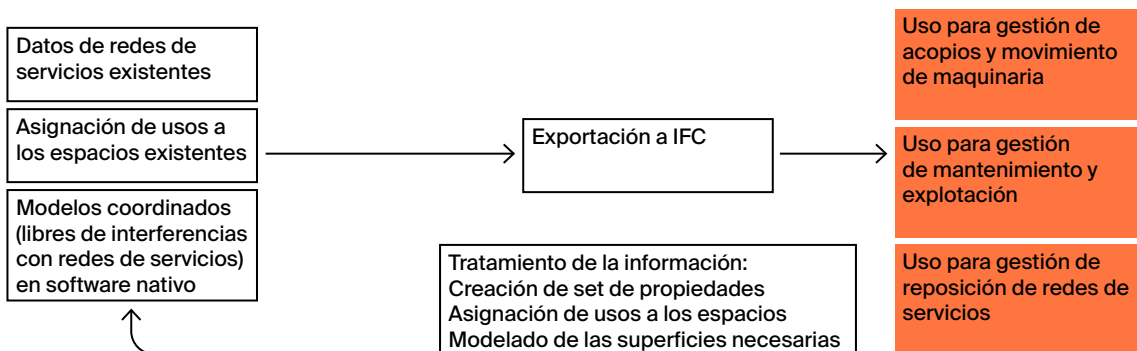


Figura 18. Mapa de procesos del Uso 15 – Planificación de ocupaciones de espacio público y de afecciones a redes de servicios

Uso BIM 16 – Simulaciones y Análisis



Valor esperado para FGV

Optimización de los modelos BIM como punto de partida para una gran variedad de simulaciones.

Estrategia OpenBIM

Los software de simulación y análisis tienen una interoperabilidad limitada para trabajar de forma fluida con modelos en “.ifc” pero es de esperar que haya una tendencia progresiva a mejorarlo.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM para realizar simulaciones de diversa índole. Se listan a continuación algunas de las posibles simulaciones:

- Simulaciones de tráfico: Uso de los modelos BIM para realizar estudios de tráfico dinámicos durante el proceso de diseño.
- Simulaciones de pasajeros: Uso de los modelos BIM para el análisis y evaluación del flujo de pasajeros en las situaciones de operación y de evacuación.
- Simulaciones energéticas: Uso de los modelos BIM para el diseño de equipamientos e instalaciones basado en criterios de eficiencia energética, de forma que se incorporen los costes energéticos del ciclo de vida integral de un activo en la toma de decisiones.
- Simulaciones de ventilación: Uso de los modelos BIM para análisis CFD (Computational Fluid Dynamics) de ventilación de los túneles y el correcto dimensionamiento de los dispositivos de ventilación.
- Simulaciones de iluminación: Uso de los modelos BIM para el diseño de la iluminación eficaz y eficiente en infraestructuras.
- Simulaciones acústicas: Uso de los modelos BIM para el diseño de sistemas acústicos que minimicen el impacto y afección al entorno tanto durante la fase de obra como durante la de explotación de la infraestructura.
- Compensación de masas y gestión de residuos de excavación: Uso de los modelos BIM para optimizar digitalmente los trabajos de compensación de masas de tierras en trazados y realizar una gestión, diseño y dimensionado de la logística de transporte a vertedero de las tierras resultantes de excavaciones, siendo usados estos modelos para el análisis de los aspectos relacionados con sobrantes y excedente de excavación y su gestión.
- Visibilidad y puntos ciegos: Uso de los modelos BIM para hacer simulaciones de visibilidad y puntos ciegos pudiendo incorporar y añadir las ventajas del Uso BIM Realidad Virtual para transitar en infraestructuras en realidad virtual detectando patologías en visibilidad y puntos ciegos.



REQUISITOS DEL USO

- Modelos BIM coordinados.



RECURSOS NECESARIOS

- Software de modelado 3D.
- Software de visualización.
- Software específico de simulación.



RESULTADO/EDITABLE

- Modelos 3D al que se le incorporan los resultados de las diversas simulaciones.
- Outputs de las simulaciones (informes, tablas, vídeos, cálculos, etc.)

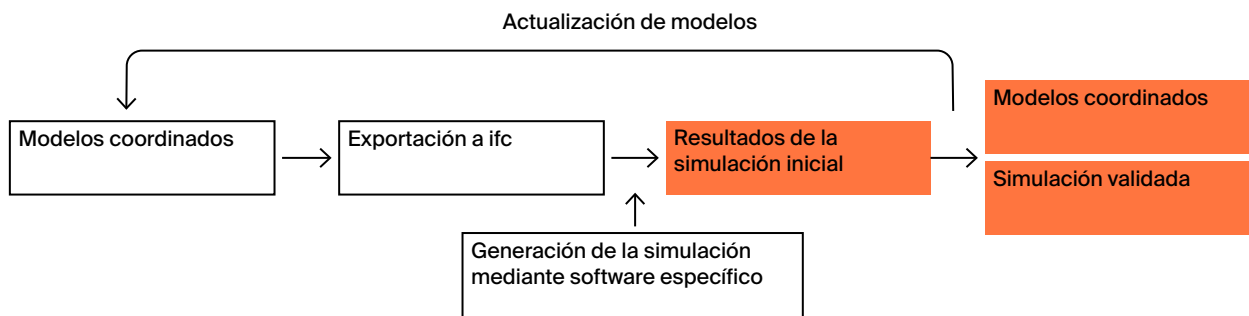


Figura 19. Mapa de procesos del Uso 16 – Simulaciones y Análisis

Uso BIM 17 – Telemando de instalaciones fijas



Valor esperado para FGV

Consiste en avanzar en la gestión digital de instalaciones de FGV basado en la supervisión del gemelo digital que representa el modelo BIM. Se busca controlar todos los elementos e instalaciones que dispongan de PLCs de forma que los objetos se animarán en tiempo real y con diferente color según el estado en que se encuentren: marcha, paro, avería.

Estrategia OpenBIM

Con independencia del software usado, estos modelos deberán ser exportados a formato “*.ifc” y permitir su visualización con archivo abierto en la aplicación de control en 3D.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM (tanto el modelo 3D como la estructura ordenada de datos) para vincularlos con el sistema de control de las estaciones. Conceptualmente se pasará de hablar de modelos BIM a modelos BLM (Building Lifecycle Management) que integran modelos BIM + plataformas PLM (plataformas de gestión del ciclo de vida). Mediante este uso se busca vincular las dos técnicas de forma que el sistema de gestión del ciclo de vida se alimente y utilice el potencial que aporta el modelo BIM. Se pretende con este uso permitir a los diferentes usuarios (operadores, técnicos, personal de mantenimiento, etc.) familiarizarse con las instalaciones, su utilización y la disposición de los elementos, así como acceder en tiempo real a la situación de operación de las diferentes instalaciones.



REQUISITOS DEL USO

- Identificación y codificación específica de los elementos e instalaciones que dispongan de PLCs (Programmable Logic Controller), para mostrar el estado en que se encuentren: marcha, paro, avería.
- Identificación y codificación específica de los elementos de las instalaciones a mantener mediante un testigo a incluir en el modelo que permita seleccionarlo y ver su estado de funcionamiento.



RECURSOS NECESARIOS

- Modelos 3D.
- Bases de datos.
- Aplicación de control en 3D.



RESULTADO/EDITABLE

- Modelo de gestión con los datos necesarios para la integración con terceras aplicaciones.

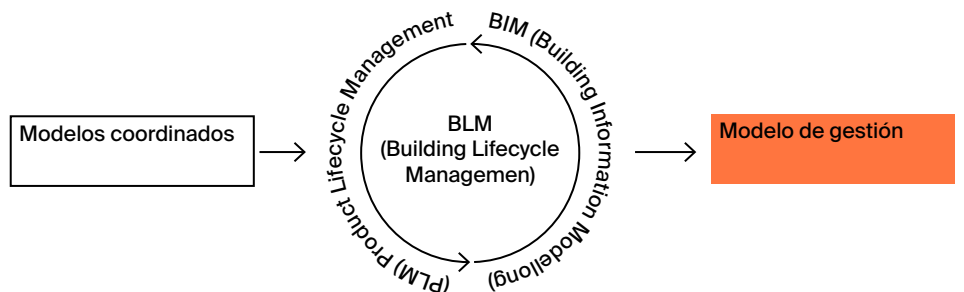


Figura 20. Mapa de procesos del Uso 17 – Telemando de instalaciones fijas

Uso BIM 18 – Validación de Normativa



Valor esperado para FGV

Automatización parcial o total de los procesos de verificación del cumplimiento de normativas.

Estrategia OpenBIM

Se están haciendo avances importantes en la validación de normativa tomando como partida los modelos en formato “*.ifc”. Este es un campo que verá los próximos años un mayor desarrollo con la evolución del formato “*.ifc” a la inclusión de entidades propias de la obra civil. De forma temporal se puede usar el formato “.landxml” como formato de entregable abierto para la alineación.



OBJETIVO BUSCADO

Usar los modelos BIM preparados para validar normativa de referencia es un uso con un potencial muy alto para automatizar la supervisión de proyectos por parte de FGV pero que está todavía en desarrollo. Se han realizado avances en el ámbito del trazado de obras lineales con la incorporación de la alineación a los formatos de intercambio .ifc (IFC 4.1 alignment).



REQUISITOS DEL USO

- Alineaciones en formatos intercambio IFC4.1 alignment o landxml.



RECURSOS NECESARIOS

- Software de modelado 3D.
- Software de visualización.



RESULTADO/EDITABLE

- Alineación de infraestructura lineal validada según normativa aplicable.

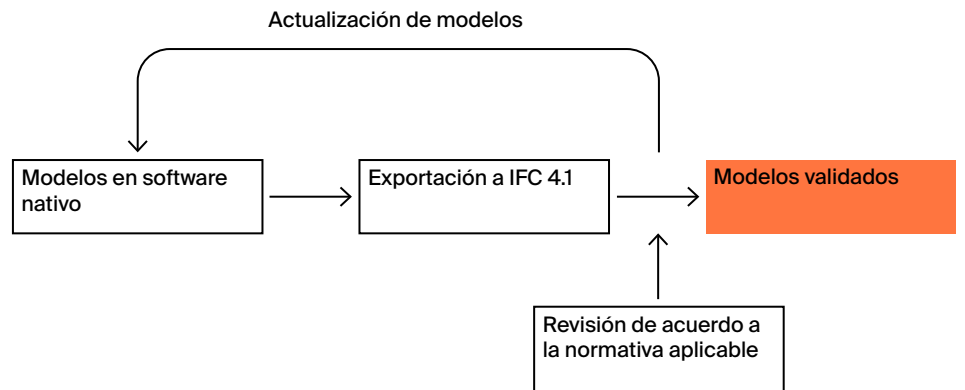


Figura 21. Mapa de procesos del Uso 18 – Validación de Normativa

Uso BIM 19 – Gestión de Seguridad y Salud



Valor esperado para FGV

Herramienta de apoyo adicional para la gestión de la Seguridad y Salud en las fases de obra y operación y mantenimiento.

Estrategia OpenBIM

Con independencia del software usado, estos modelos deberán ser exportados a formato “*.ifc” y permitir su visualización con archivo abierto OpenBIM mediante visores gratuitos.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM para la identificación de los riesgos, su documentación, su evaluación y sus posibles mecanismos de prevención y mitigación. La madurez del estado del arte BIM permite en la actualidad plantear la incorporación de la seguridad y salud basada en la parametrización de riesgos en los elementos de los modelos BIM (nivel de riesgo, probabilidad y severidad del mismo, codificación, mitigación, etc.):

- Plan de seguridad integrado en modelo de BIM
- Simulación de modelos de seguridad y salud implementando los medios preventivos.
- Soporte para la implantación de Plan de emergencia
- Diseño y validación de situaciones provisionales de obra, balizamiento, desvíos de tráfico



REQUISITOS DEL USO

- Modelos BIM coordinados.
- Criterios y umbrales requeridos para el análisis de PRL.



RECURSOS NECESARIOS

- Software de diseño.
- Software visualización.



RESULTADO/EDITABLE

- Modelo de gestión con la información relativa al plan de seguridad y salud y con la implementación de las medidas preventivas y mitigadoras (geometría y datos alfanuméricos).

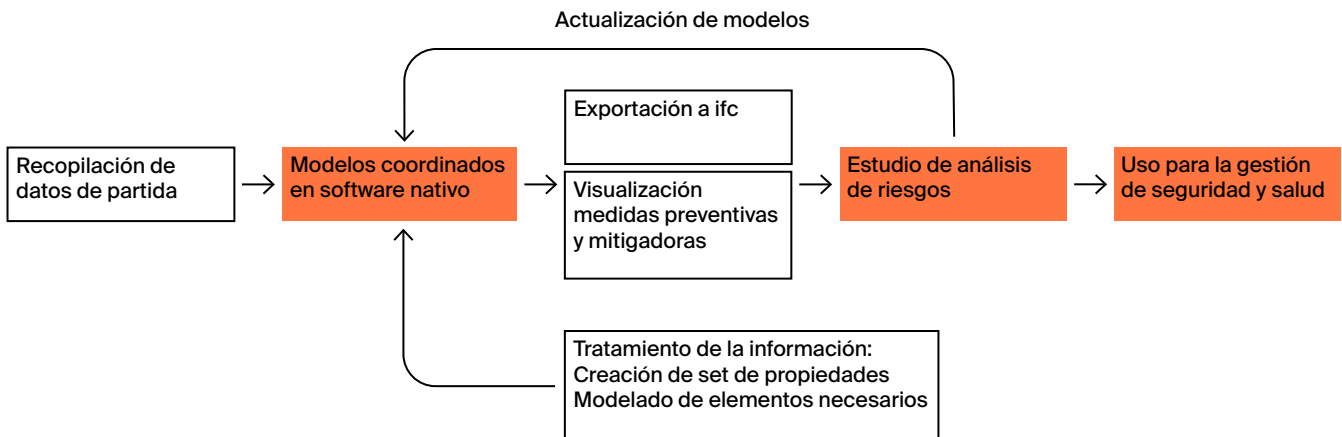


Figura 22. Mapa de procesos del Uso 19 – Gestión de Seguridad y Salud



Valor esperado para FGV

Gestión interactiva y en tiempo real de la obra usando equipos de visualización digital.

Estrategia OpenBIM

Con independencia del software usado, estos modelos deberán ser exportados a formato “*.ifc” y permitir su visualización con archivo abierto en la aplicación de control en 3D.



OBJETIVO BUSCADO

Uso de los modelos BIM para la toma de datos y creación de informes o incidencias a pie de obra mediante la utilización de dispositivos móviles (Tablet o smartphone). Esta información puede ser enviada directamente a los responsables para su corrección, aprobación o simplemente notificación.



REQUISITOS DEL USO

- Modelo BIM actualizado según avance de la obra.



RECURSOS NECESARIOS

- Modelos 3D.
- Bases de datos.
- Aplicación de control en 3D.
- Dispositivo portátil (Tablet o smartphone).



RESULTADO/EDITABLE

- Modelo BIM con datos actualizados de la obra.

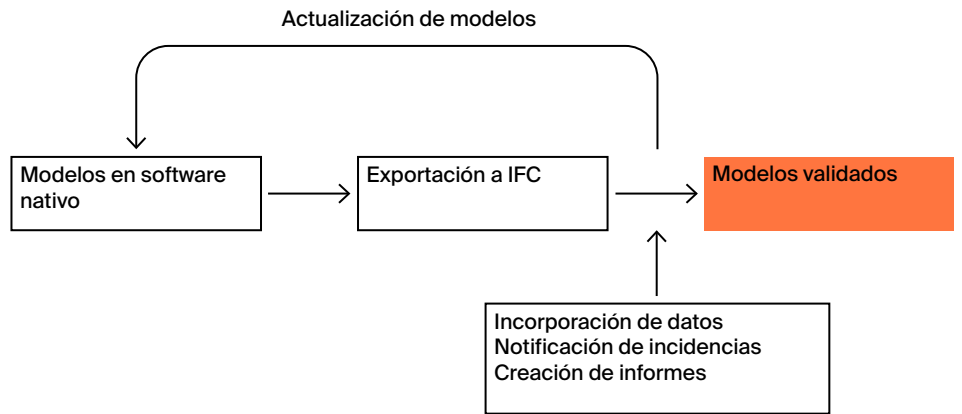


Figura 23. Mapa de procesos del Uso 20 – Control de Obra

9.4 Valoración de Usos de licitadores

Los responsables de contrato de FGV seleccionarán aquellos usos de la tabla anterior que sean de aplicación al pliego que se encuentren redactando.

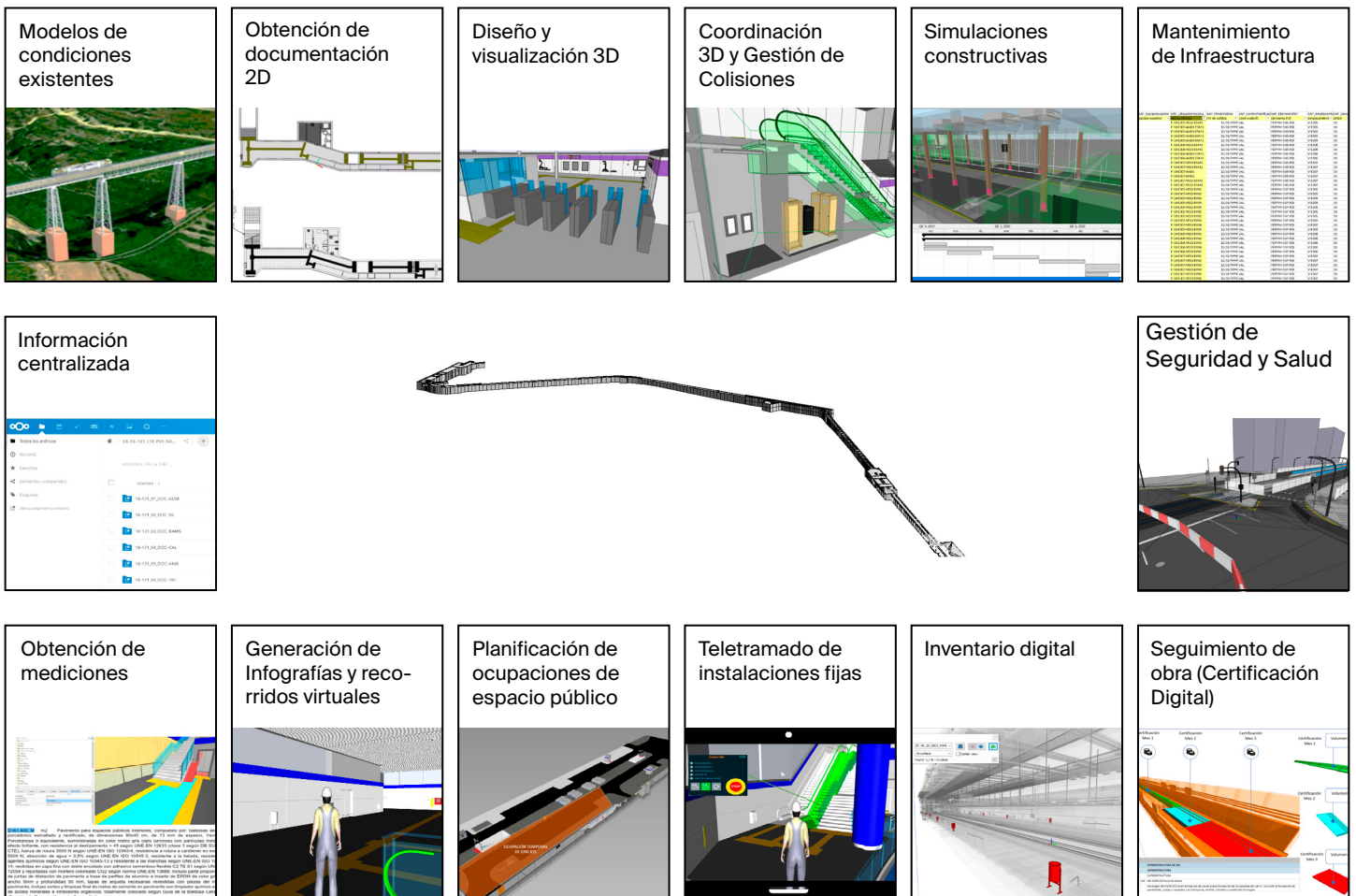
Con la periodicidad prevista, recomendada mensual, se realizarán por parte del Responsable del Contrato (con el apoyo de la dirección facultativa) auditorías de uso, en el que de una forma inequívoca en el seguimiento se comprobará la trazabilidad de los entregables asociados a cada uso expresados en las fichas anteriores.

Los licitadores deberán especificar en su Plan de Gestión BIM cómo van a justificar el seguimiento de los usos requeridos por FGV en su EIR, de manera que contractualmente quede vinculado a su cumplimiento según su oferta.

9.5 Integralidad en la gestión basada en usos BIM

La base de la metodología es entender el modelo como un medio tecnológico para dotar a los entregables “tradicionales” de mayor rigor, trazabilidad y transparencia. Las relaciones contractuales no se ven alteradas actualmente y los modelos y la ejecución de los Usos están al servicio de los entregables “tradicionales” que todo apunta a que tardarán en verse desplazados por otros (más digitales) en la administración pública.

Figura 24
Aplicación de los Usos BIM a casos reales de Proyectos y Obras de FGV



Desde esa perspectiva integral, el personal técnico de FGV tienen que analizar y valorar el aporte integral de los modelos para dar soporte en la mayor parte de decisiones independientes posibles.

Hacer esto no implica la realización de modelos individuales para cada uno de los usos. El concepto de integralidad de la gestión BIM permite que con un modelo de referencia se pueda alimentar con suficiente información el trabajo en cada uno de los usos, que ese modelo federado de referencia sirva para producir información para un gran número de tareas dentro del alcance del contrato.

- 7 Principios contractuales
- 8 Objetivos
- 9 Usos BIM
- Estructura de los modelos
- 11 Condiciones digitales de los modelos
- 12 Estándares digitales de FGV
- 13 Estrategia OpenBIM
- 14 Repositorio común de información (CDE)
- 15 Roles y responsables BIM de contratos
- 16 Entregables
- 17 Software
- 18 Control de calidad

Epílogo
Bibliografía

Índice de contenidos

- 10.1 Definición de modelos BIM
- 10.2 Los modelos como vehículo del ciclo de vida
- 10.3 Tipología de modelos
 - 10.3.1 Modelos de infraestructura existente
 - 10.3.2 Modelos de estudio de alternativas
 - 10.3.3 Modelos de avance individuales de diseño
 - 10.3.4 Modelo federado de avance de diseño
 - 10.3.5 Modelo de proyecto constructivo
 - 10.3.6 Modelo de licitación de obra
 - 10.3.7 Modelo de inicio de obras
 - 10.3.8 Modelo de seguimiento de obra
 - 10.3.9 Modelo de registro de obra ejecutada
 - 10.3.10 Modelo para mantenimiento
 - 10.3.11 Modelo de registro actualizado de activo construido
- 10.4 División de modelos BIM
 - 10.4.1 Generalidades
 - 10.4.2 Agrupación por unidad funcional
 - 10.4.3 Agrupación por disciplinas y subdisciplina
 - 10.4.4 Agrupación por tipología de elementos
 - 10.4.5 Estructura organizativa de los modelos
- 10.5 Niveles de desarrollo de los modelos
 - 10.5.1 Generalidades
 - 10.5.2 Niveles de desarrollo geométrico (LOD)
 - 10.5.3 Niveles de información (LOI)
 - 10.5.4 Niveles de Información vinculada
 - 10.5.5 Vinculación entre LOD/LOI e Usos
- 10.6 Maduración de desarrollo de los modelos
- 10.7 Sistemas de clasificación de elementos
 - 10.7.1 Clasificación BIM de elementos
 - 10.7.2 Clasificación de SAP de FGV

10.1

Definición de modelos BIM

Un **modelo BIM** está constituido por una serie de elementos virtuales que permiten generar la representación digital de las características físicas y funcionales de un activo a partir de bases de datos de información, tanto gráfica como no gráfica, asociadas a los elementos que la componen, de acuerdo con los requerimientos y usos específicos de cada una de las fases del ciclo de vida del activo.

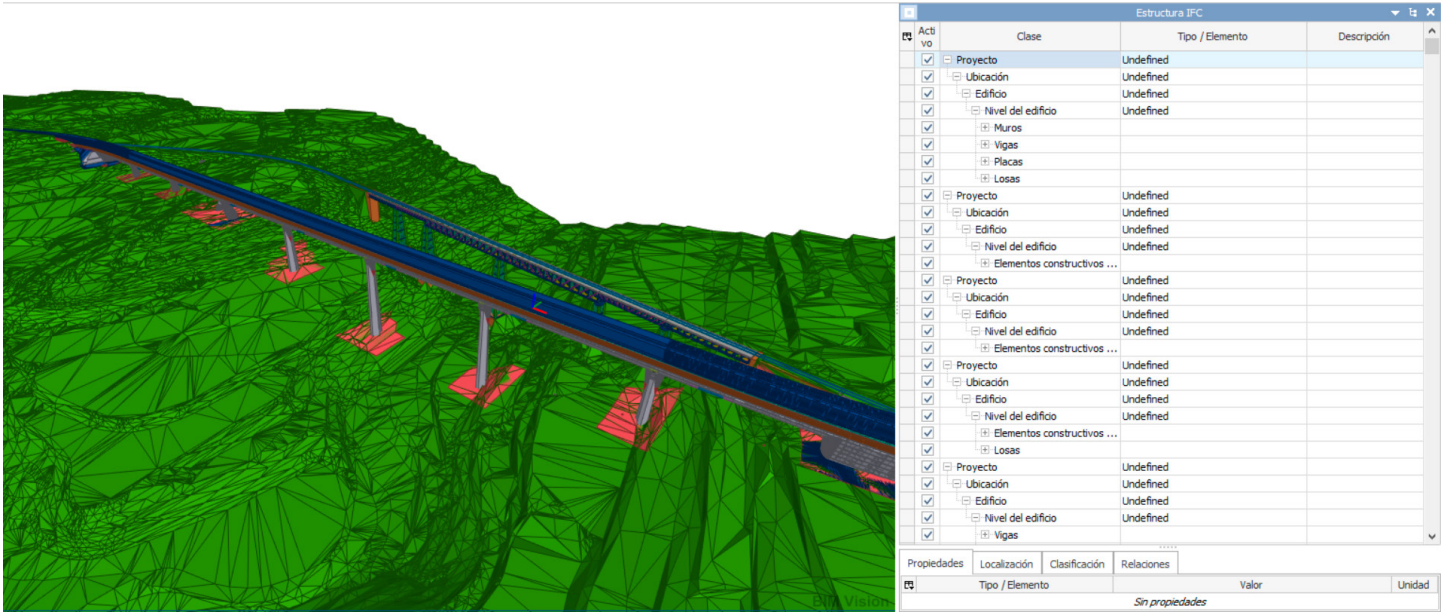


Figura 25
Modelo BIM del
Viaducto del Quisi

El modelo es así una representación gráfica tridimensional digital de una intención constructiva. Son modelos digitales de prefabricación que permiten al personal técnico tomar decisiones de forma anticipada.

La principal característica de los modelos reside en que a través de la estructura de información de los parámetros que componen la información no gráfica de los elementos, es posible hacer un uso selectivo y segregado de agrupaciones de elementos tridimensionales para el uso que se le quiera dar. Aquí reside la principal ventaja diferencial de los modelos respecto a los modelos 3D.

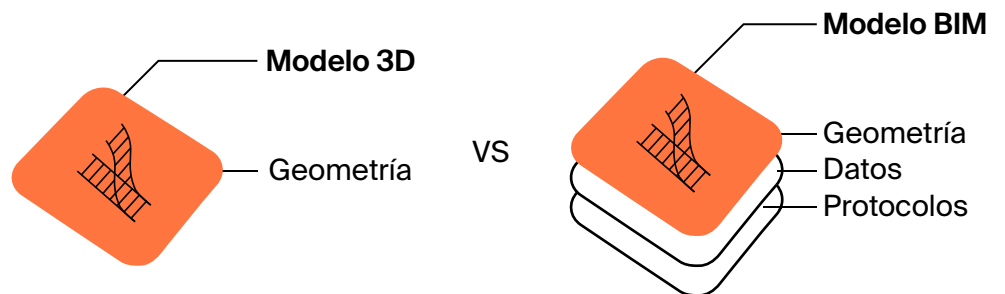


Figura 26
Modelo 3D vs Modelo BIM

Estos modelos serán generados a lo largo del ciclo de vida del activo y buscarán ser útiles y válidos para las diferentes etapas de maduración de los proyectos.

Los modelos, al ser la representación digital de avances en el proceso de evolución de los proyectos, podrán ser de muchas tipologías, alcances, detalles...

10.2

Los modelos como vehículo del ciclo de vida

A lo largo del ciclo de vida del activo, se van a generar diferentes tipologías de modelos que van a permitir al personal técnico acometer con mayor integridad las tareas en la fase concreta en la que se encuentran.

De esta forma, según avance la maduración del proyecto de construcción del activo (desde fases previas de diseño a registro de obra ejecutada pasando por las diferentes etapas intermedias), se irán generando modelos que serán usados por el conjunto de los agentes intervinientes.

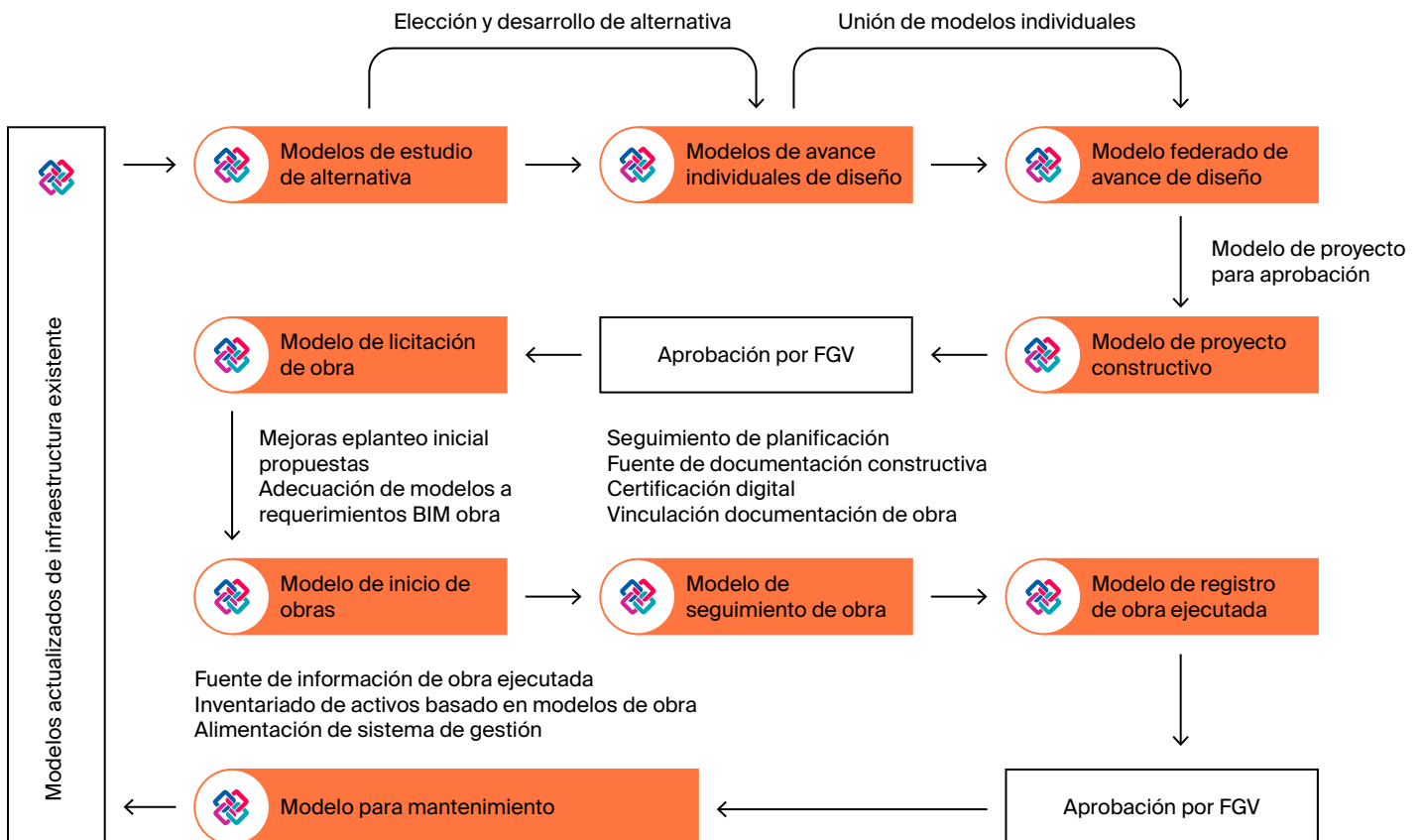


Figura 27 Modelos BIM a lo largo del ciclo de vida del activo

El ciclo de vida integral lo cierran los modelos de infraestructura existente digital actualizados con los cambios y actualizaciones realizadas durante las obras.

10.3

Tipología de modelos

A continuación, se especifican los tipos de modelos que se pueden generar en las distintas fases del ciclo de vida de un activo.

10.3.1 Modelos de infraestructura existente

Para el levantamiento de los modelos de las infraestructuras existentes, se recopilará información tanto documental como taquimétrica de la zona donde se emplazará el proyecto. Se completará con campañas de escaneado y nubes de puntos in situ que permitirán la modelización final del estado actual existente.

Los datos se partida serán, por tanto:

- Información geográfica y campañas topográficas previas.
- Campaña de escaneado y nubes de puntos.
- Documentación As-Built disponible.

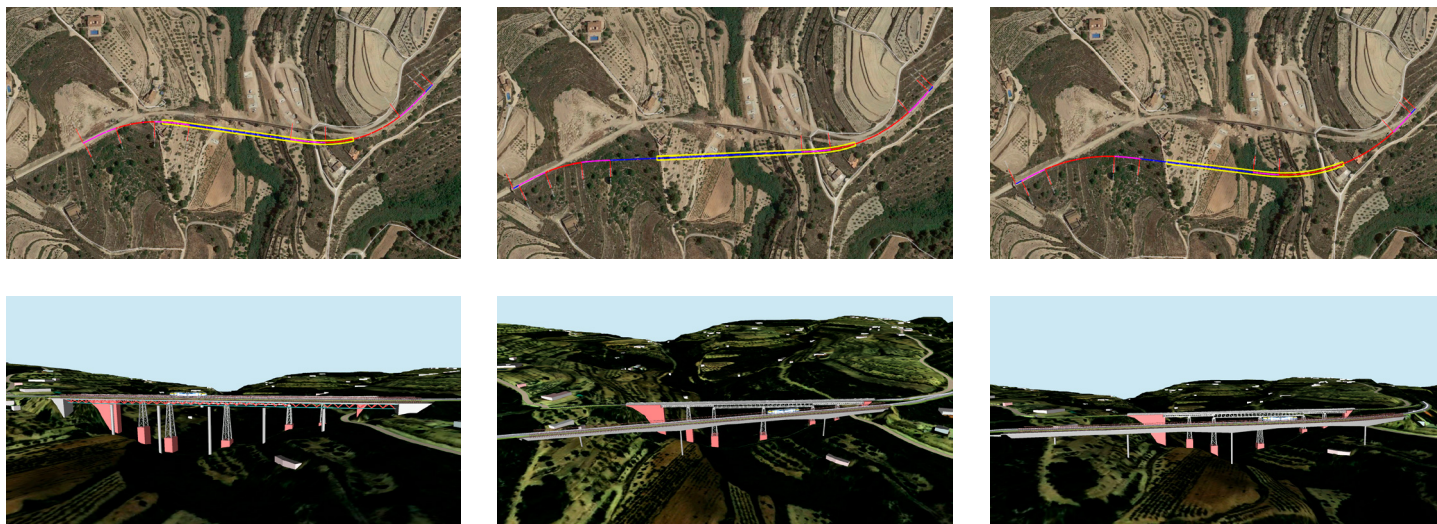
En el apartado [11.2 Modelos de infraestructura existente](#) se especifican las condiciones de levantamiento de estos modelos.

10.3.2 Modelos de estudio de alternativas

Sobre el modelo del estado actual se desarrollará un modelo preliminar de cada alternativa en caso de ser requerido como parte del alcance del contrato, basándose en los condicionantes estudiados previamente y en los requisitos establecidos por FGV. Estos modelos representarán de forma aproximada los elementos principales que componen las alternativas de la solución proyectada.

Los modelos 3D facilitarán la comparación entre alternativas aumentando la precisión de su valoración y mejorando la identificación de problemas que pueden ser cruciales en el proyecto.

Figura 28
Modelos del Estudio de Alternativas
del Viaducto del Quisi



La representación de los modelos será simple, pero serán claramente identificables los tipos de secciones y los materiales. Las dimensiones serán aproximadas, dando un valor del coste total lo suficientemente preciso para esta fase.

Estos modelos permitirán la generación de infografías y la evaluación de las afecciones en fase constructiva, tanto al servicio ferroviario de FGV como a agentes externos.

10.3.3 Modelos de avance individuales de diseño

Tras la aprobación del estudio de alternativas y la elección del diseño final, los modelos a desarrollar durante el proceso de avance de proyecto se generan de forma independiente, pero tienen que estar liderados y coordinados de forma integral para que compartan un idioma común de datos y de posicionamiento geométrico, ya que serán la base para hacer el seguimiento periódico del avance de los trabajos. Serán puestos a disposición del equipo de coordinación de manera que éste pueda realizar el encaje de los diferentes modelos de manera sucesiva e iterativa, según el grado de avance de los mismos.

Estos modelos serán la base de la coordinación técnica periódica entre el equipo de diseño y el responsable del contrato de FGV.

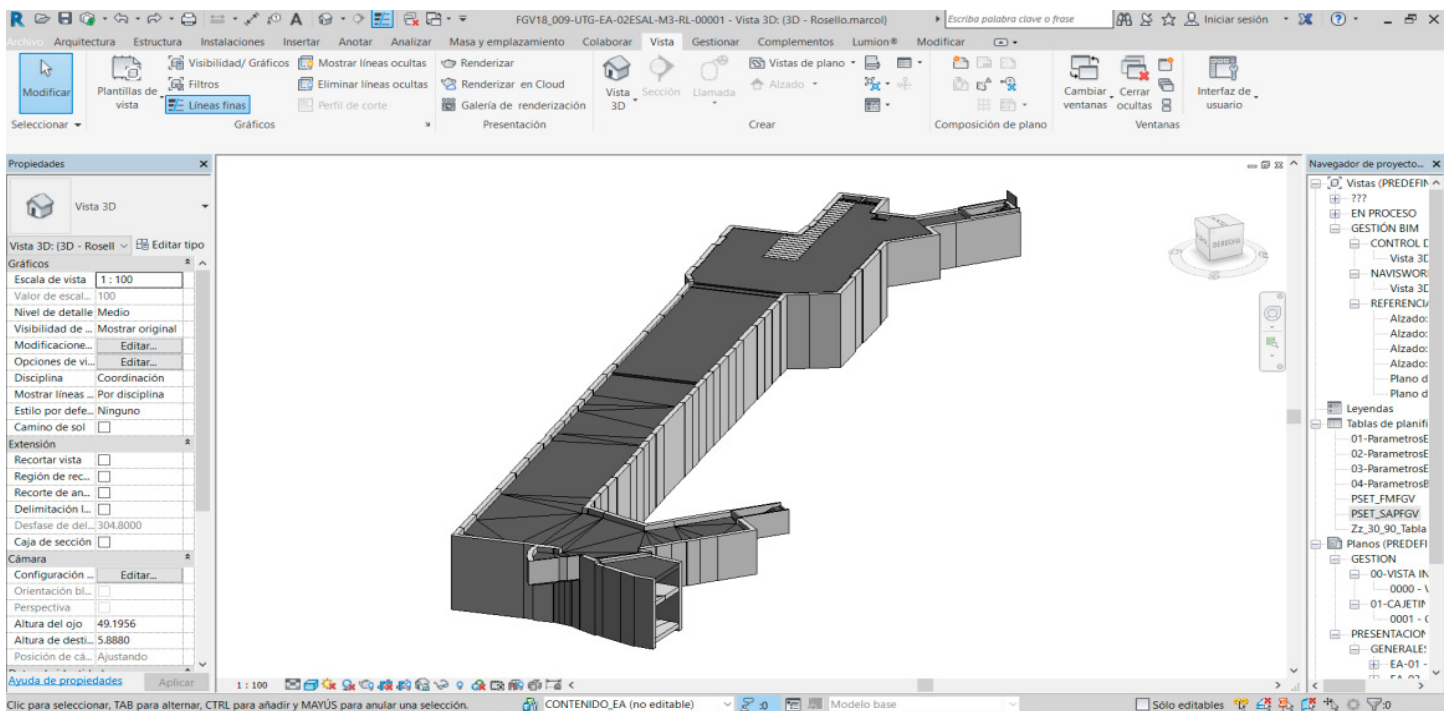


Figura 29
Modelo de avance de una estación de L10

10.3.4 Modelo federado de avance de diseño

El modelo federado es el modelo de coordinación que resulta de la integración en un visor o gestor de modelos de los diferentes modelos que componen la integralidad de la solución proyectada.

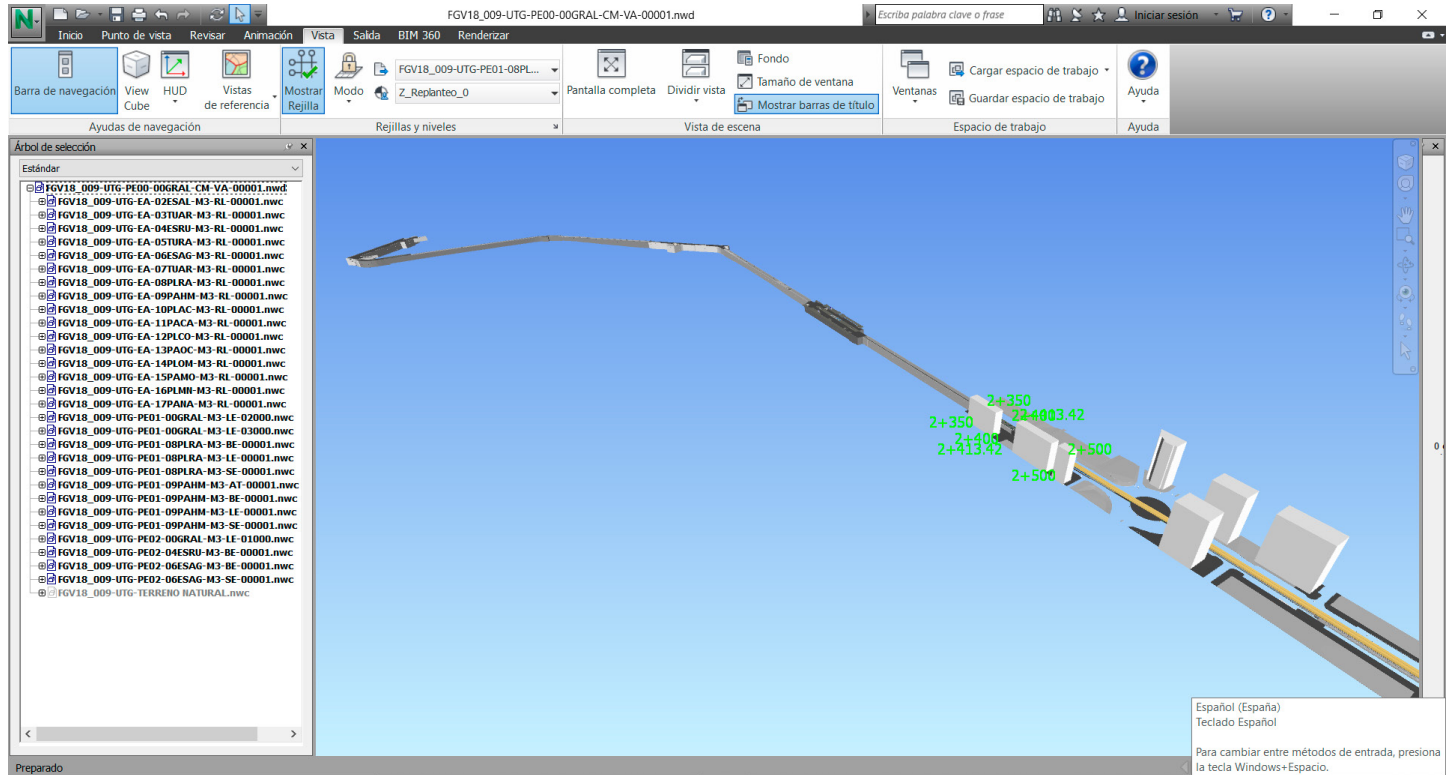


Figura 30
Modelo federado de
la línea 10 de Metrovalencia

Sobre este modelo federado se realizan la mayor parte de las verificaciones geométricas y de datos tanto a nivel de coordinación interna de proyecto como de auditoría externa.

10.3.5 Modelo de proyecto constructivo

Supone la solución definitiva del proyecto desarrollado por el equipo de ingeniería.

El objetivo del modelo de proyecto constructivo es proporcionar unos entregables que representen, a niveles de constructibilidad, el diseño final de la infraestructura y demás componentes del modelo. Este modelo se utilizará además para la verificación de la coherencia del mismo modelo con los entregables finales (planos y presupuesto principalmente).

Los modelos de proyecto constructivo serán archivados conjuntamente con el resto de información de proyecto, como el registro del proyecto constructivo.

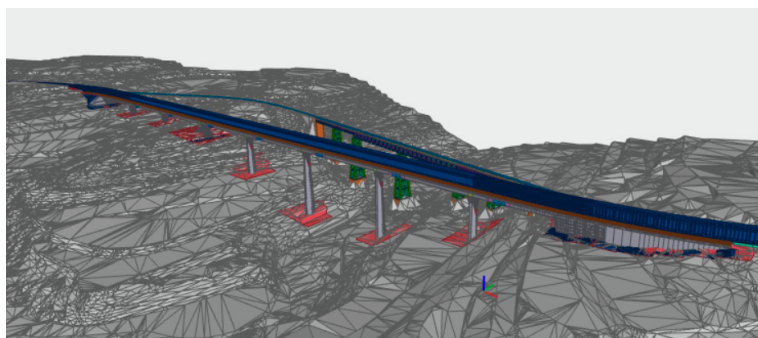


Figura 31
Modelo proyecto constructivo
Viaducto del Quisi (L9 del TRAM
de Alicante)

10.3.6 Modelo de licitación de obra

Los modelos de licitación de obra serán los modelos del proyecto constructivo obtenidos en las fases anteriores. Se establecerán en el pliego de prescripciones técnicas de la obra, los objetivos, usos y requisitos para la obra objeto de licitación.

Estos modelos se pondrán a disposición de los licitadores en formato abierto de intercambio y al adjudicatario se le dará los modelos en formato nativo también.

Las empresas licitadoras podrán usar los modelos suministrados para analizar el grado de detalle de los mismos y proponer acciones específicas encaminadas a la consecución de los objetivos y usos establecidos en el Pliego.

10.3.7 Modelo de inicio de obras

Estos modelos de inicio de obra serán gestionados y desarrollados íntegramente por el contratista principal. La dirección de obra tendrá que garantizar el control y la supervisión de los trabajos en los modelos realizados por el contratista.

Se buscará usar los modelos proyecto como punto de partida para hacerlos “propios” durante la obra. Estos modelos de inicio de obra, que serán preparados por el contratista, deberán en primera instancia actualizarse con:

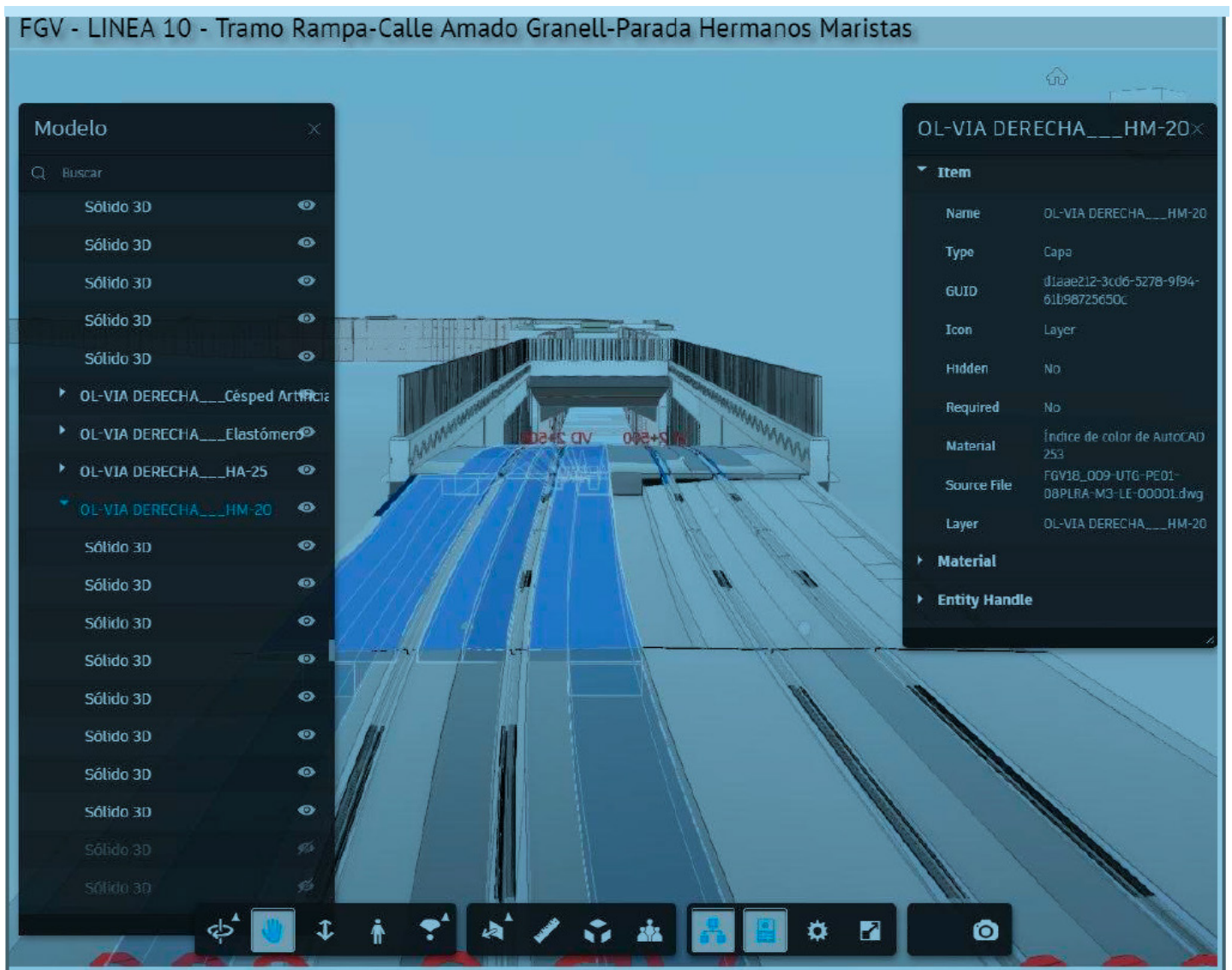
- Las mejoras al proyecto que haya podido hacer el contratista adjudicatario.
- Datos de replanteo de obra que hayan obtenido el contratista.
- Plan de obra previsto por el adjudicatario.
- Resultados de las mejoras a realizar en los modelos tras el informe de auditoría de modelos de proyecto preparado por la constructora.

En caso de no tener modelo de proyecto constructivo transferido pero que sí se encuentre dentro de los requisitos de la constructora “levantar” esos modelos; al comienzo de los trabajos, la empresa adjudicataria deberá

realizar los modelos con la documentación de proyecto en formato “tradicional” y emitir un informe al comienzo de los trabajos con las incidencias/ conclusiones de ese proceso de levantamiento. En función de la complejidad del proyecto, este paso puede durar entre un par de semanas a mes y medio. Es prioritario hacer saber a los adjudicatarios de que este modelo ha de comenzarse en el momento mismo en que se formalice el contrato ya que puede retrasarse más allá del comienzo de las obras, lo cual ha de ser evitado.

A juicio del responsable del contrato, la dirección de obra podrá colaborar o participar en el desarrollo de los modelos de inicio de obras, modelando e implementando aquellas soluciones que se consideren necesarias para el correcto desarrollo del proyecto.

Figura 32
Modelo de inicio de obra.
Rampa Hermanos Maristas
L10 Metrovalencia



10.3.8 Modelo de seguimiento de obra

El seguimiento de obra basado en modelos BIM es uno de los objetivos más claros, directos y ambiciosos de FGV en el proceso de digitalización de sus proyectos y obras.

Los modelos de seguimiento de obra deberán ser presentados de forma periódica a la dirección de los trabajos para su revisión y aprobación.

De forma prioritaria estos modelos de seguimiento de obra:

- Serán usados para vincular mensualmente las actualizaciones del plan de obra a los modelos y analizar los avances realizados a mes vencido y previstos para el mes siguiente.
- Servirán para fragmentar los modelos y asociar elementos de los modelos a las diferentes certificaciones mensuales
- Serán una representación fiel a lo realmente ejecutado, adaptando los modelos en aquellos casos en los que haya diferencias entre lo proyectado y lo ejecutado.
- Irán sirviendo de registro acumulativo de información generada durante la obra.
- Servirán como fuente de información para los planos de obra.

El Responsable del contrato de FGV deberá velar porque la ATDO acometa las supervisiones mensuales de los modelos que garanticen que:

- Se hace un uso correcto y acorde a los estándares de FGV del Next-Cloud del contrato
- La geometría de los modelos de avance es fiel y representa a la obra realmente ejecutada. Para ello verificará mensualmente que la ATDO compara los modelos de avance con el avance de las obras (verificación por medio de nubes de puntos, taquimétrico...)
- El plan de obra de la constructora y su vinculación con los modelos está actualizado y es usado durante las reuniones técnicas de seguimiento
- Las propuestas de certificaciones de obra mensual de la constructora están basadas en mediciones digitales de los modelos (para aquellas unidades de obra que se ha acordado se certificarán digitalmente) y que estas propuestas están acordes con las aprobaciones mensuales de la ATDO.
- Que se garantiza que todos los elementos de los modelos tienen el conjunto de set de propiedades de FGV y que éstos están rellenos correctamente por la constructora.

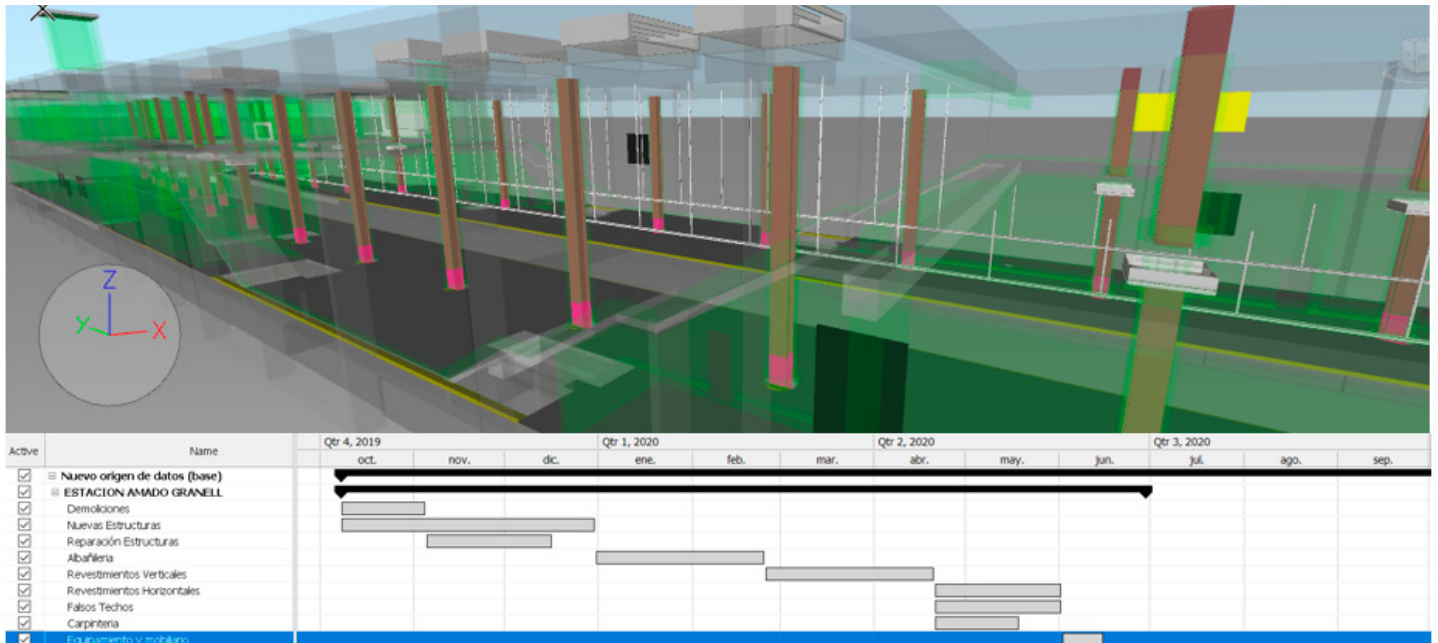


Figura 33
Modelo de Seguimiento de obra.
Estación Amado Granell
L10 Metrovalencia

- Que la documentación generada durante la obra esté correctamente vinculada a los elementos de los modelos.

La ATDO deberá emitir un informe mensual donde verifique todo lo anteriormente mencionado, y apruebe o rechace los modelos y documentación suministrados por la constructora. Este informe será entregado al Responsable de contrato de FGV para su aprobación.

10.3.9 Modelo de registro de obra ejecutada

Los modelos “As Built” de obra deberán ser una representación fiel y real de la obra ejecutada. El objetivo de los mismos no es sólo incorporar de forma centralizada la información producida durante la obra sino también que cuando se haga uso de los mismos en futuras actuaciones de remodelación, ampliación, etc. estos trabajos se beneficien de un registro fidedigno y digital de la obra realmente ejecutada.

El Responsable del contrato de FGV deberá velar porque la ATDO acometa las supervisiones de los modelos que garanticen que:

- Se construyen los elementos de acuerdo a los modelos, extrayendo de los mismos la documentación necesaria para la obra.
- Se hace un archivado acorde a los estándares de FGV del NextCloud del contrato
- La geometría de los modelos es fiel y representa a la obra realmente ejecutada. Para ello, aparte de apoyarse mensualmente en la supervisión de la ATDO, podrá pedir al contratista mediante la inclusión en el

EIR, que presente una nube de puntos final de los trabajos que permitan, superponiéndola a los modelos suministrados, verificar que representen la realidad ejecutada.

- Que se garantiza que todos los elementos de los modelos tienen el conjunto de set de propiedades de FGV y que éstos están rellenos correctamente por la constructora de cara a transferir la información a la fase de operación y mantenimiento
- Que los planos de obra ejecutada han sido extraídos de los modelos de obra ejecutada (o que la coherencia entre unos y otros es total)
- Que la documentación generada durante la obra se ha vinculado correctamente a los modelos y esta vinculación se mantiene en el archivo de modelos y archivos.

La ATDO deberá emitir un informe final de aprobación de los modelos de obra ejecutada donde verifique todo lo anteriormente mencionado, y apruebe o rechace los modelos y documentación suministrados por la constructora. Este informe será entregado al Responsable de FGV para su aprobación.

En el apartado [11.3 Modelos de registro de obra ejecutada](#) se especifican las condiciones de validación de los modelos de obra ejecutada mediante la superposición con nubes de puntos.

10.3.10 Modelo para mantenimiento

Modelo generado por el mantenedor a partir del modelo de obra ejecutada que refleja las características específicas de los componentes, equipos y espacios de la obra ejecutada necesarios para el correcto mantenimiento y conservación del equipamiento, de acuerdo con los criterios fijados por el gestor del activo. Este modelo se utilizará para la puesta en marcha del equipamiento y su mantenimiento y explotación. El set de propiedades de los elementos de los modelos que pasan a ser activos a mantener se modificará de acuerdo a las necesidades de la herramienta de gestión que se use.

Para cada activo a mantener deberá mostrarse en el modelo:

- Ubicación
- Información relevante del mismo (vínculos a documentación técnica, garantías...)
- Parámetros de mantenimiento preventivo, predictivo y/o correctivo.
- Ordenes de trabajo relacionadas con el mismo.
- Cualquier otro aspecto relevante para el mantenimiento del activo.

10.3.11 Modelo de registro actualizado de activo construido

El modelo de registro del activo construido será una actualización periódica del modelo de registro de obra ejecutada cuando se ejecuten tareas que impliquen cambios significativos en las formas del activo construido.

Este modelo de registro permitirá implementar variaciones del modelo de información sin perder el historial de las órdenes de trabajo generadas con anterioridad, manteniendo en todo momento un registro actualizado de la infraestructura ferroviaria de FGV.

10.4 División de modelos BIM

10.4.1 Generalidades

Los modelos que componen un proyecto o una obra no son únicos. El proyecto/obra está compuesto de una serie de modelos que están divididos en particiones intencionadas para una más ágil gestión de la información.

Esta partición podrá venir en respuesta a:

- Modelos generados por diferentes responsables o departamentos que participen en el proyecto/obra. Este caso puede ser por ejemplo modelos de movimientos de tierras realizados por el departamento de obra civil y modelos de pavimentación y urbanización realizados por el departamento de urbanización.
- Particiones de los modelos que se realicen para la ágil gestión de la información evitando archivos de trabajo pesados y poco operables. Se recomienda hacer particiones de archivos cuando estos superen los 200 Mb.
- Modelos generados por softwares diferentes. Puede ser el caso que, por practicidad, parte de la infraestructura ferroviaria se realice con un software y parte con otro.
- Modelos particionados por zonas de actuación en aquellos proyectos en los que la envergadura de la actuación requiera una zonificación particular como: Estaciones o paradas.
 - Tramos de túnel.
 - Cocheras o talleres.
 - Edificios de oficinas.
 - Estructuras singulares, puentes.

Esta división de modelos será gestionada en función del alcance y escala del proyecto y obra siendo aprobada por el responsable del proyecto/obra.

En cualquier caso, la organización de los modelos permitirá una segregación de los elementos por agrupaciones personalizadas para desarrollar las funciones oportunas.

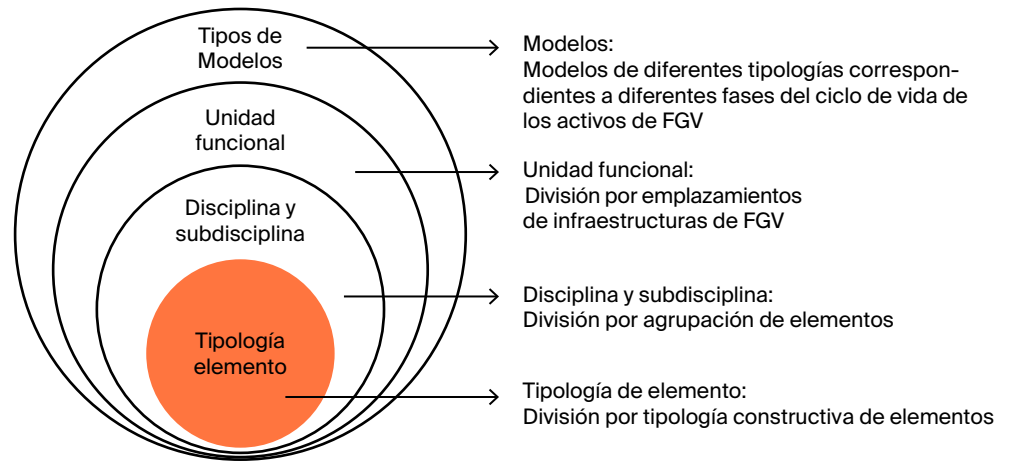


Figura 34
División de modelos

Estas agrupaciones serán, como mínimo, las siguientes:

- Agrupación por tipología de proyecto.
- Agrupación por disciplina.
- Agrupación por subdisciplina.

El objetivo de estas agrupaciones diferentes no es otro que poder agrupar elementos de forma homogénea no sólo en el proyecto en cuestión sino también en el conjunto de proyectos de FGV.

Podrán añadirse otros campos de partición de modelos que sean requeridos por FGV en función de sus necesidades específicas.

10.4.2 Agrupación por unidad funcional

Para facilitar la división y la agrupación funcional de infraestructuras de FGV se ha realizado un desglose de proyectos. Este desglose y la integración de un parámetro diferenciador en los elementos que componen los modelos permitirá la segregación de modelos por unidades funcionales que corresponden a las unidades funcionales definidas como emplazamientos en la explotación de la red de FGV.

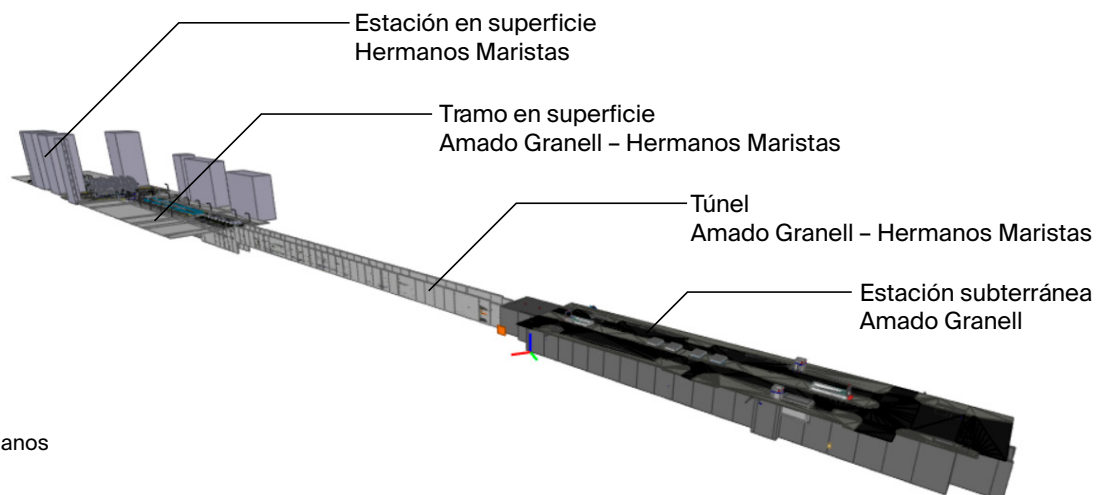
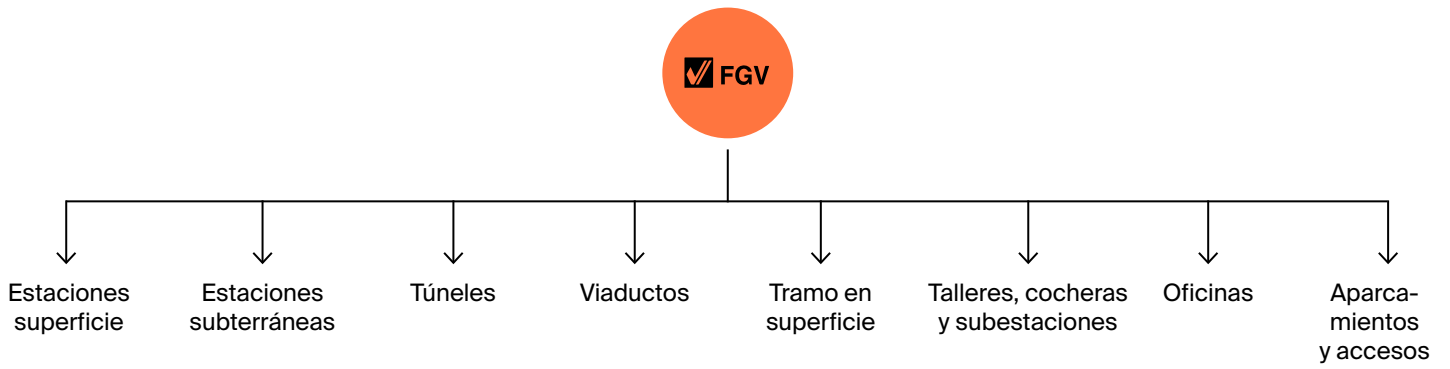


Figura 35
Ejemplo de división de modelos por unidad funcional. Rampa Hermanos Maristas L10 Metrovalencia

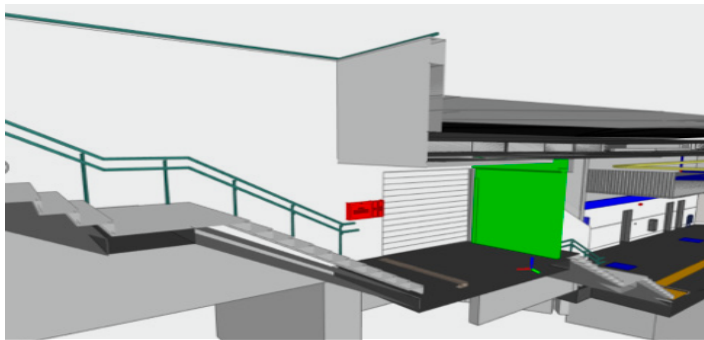


Esto tiene como objetivo facilitar la identificación ágil de los proyectos y trabajos realizados en las diferentes unidades funcionales de FGV que hayan podido realizarse en actuaciones independientes a lo largo de los años.

Tabla 5
Ejemplos de unidades funcionales de FGV

En función de la envergadura del proyecto en cuestión entraran en juego una o varias tipologías.

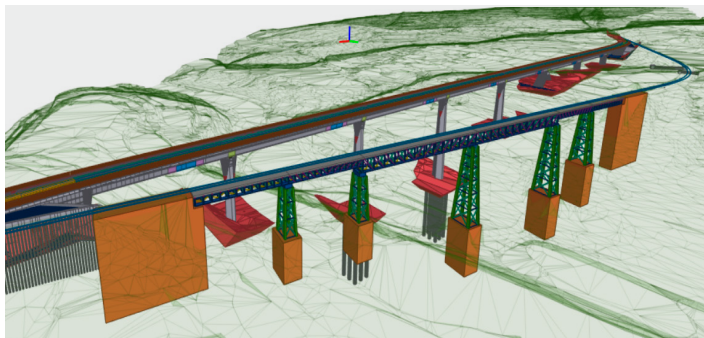
Tipos de unidades funcionales de FGV



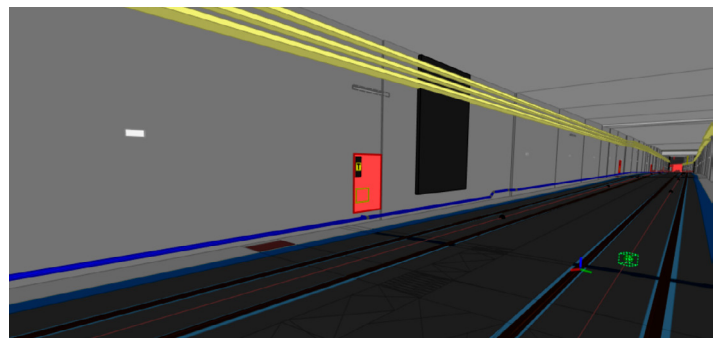
Estación Subterránea Amado Granel L10



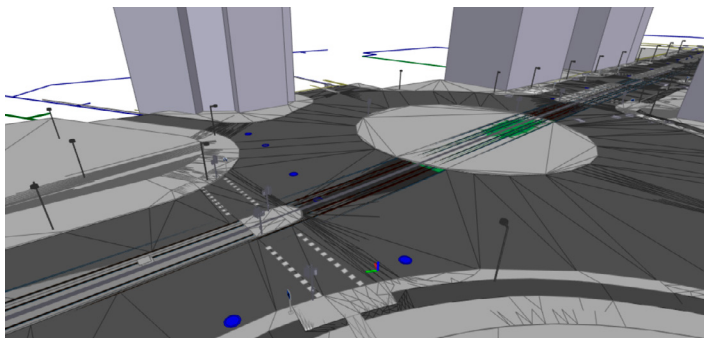
Estación superficie Parada Oceanogràfic



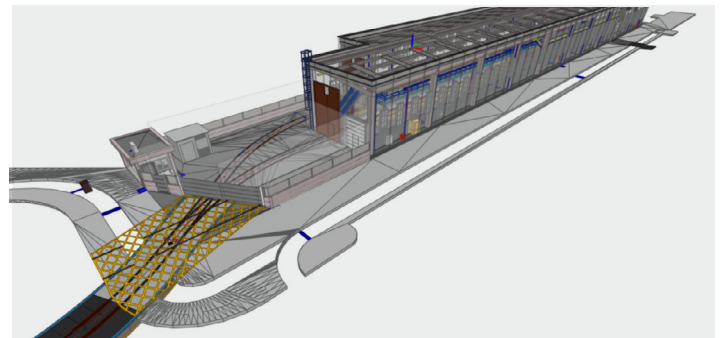
Viaducto del Quisi



Tramo Túnel L10



Tramo en superficie L10



Cocheras L10

En el [Apéndice 4.3 Listado de Ubicaciones Técnicas](#) se incluye un listado de los emplazamientos definidos por FGV.

El equipo de mantenimiento, distingue cuatro tipos principales de emplazamientos en su red: estaciones, tramo de vía, catenaria y subestaciones.

Actualmente FGV tiene categorizados más de 720 emplazamientos correspondientes a sus instalaciones fijas de Valencia y Alicante.

A modo de ejemplo, la estación de Xátiva en la línea 3 tiene el código único de emplazamiento F-3-E071 que es una concatenación de

"Fija", "línea 3", "Estación" y el código numérico secuencial asignado.

Todos estos emplazamientos tienen una nomenclatura única que sigue el mismo esquema y permite diferenciarlos e imputar tareas en el (trabajos, incidencias...) en el GMAO propio de forma segregada.

Es vital para el equipo técnico de mantenimiento de FGV que se respeten desde fases tempranas estos códigos en los modelos y en la documentación generada.

Los equipos de trabajo podrán hacer segregaciones complementarias de los modelos (por razones de manejabilidad, practicidad,...) que permitan segmentar en caso de ser necesario los emplazamientos en varios tramos parciales siempre y cuando se mantenga su relación con el emplazamiento de referencia.

10.4.3 Agrupación por disciplinas y subdisciplina

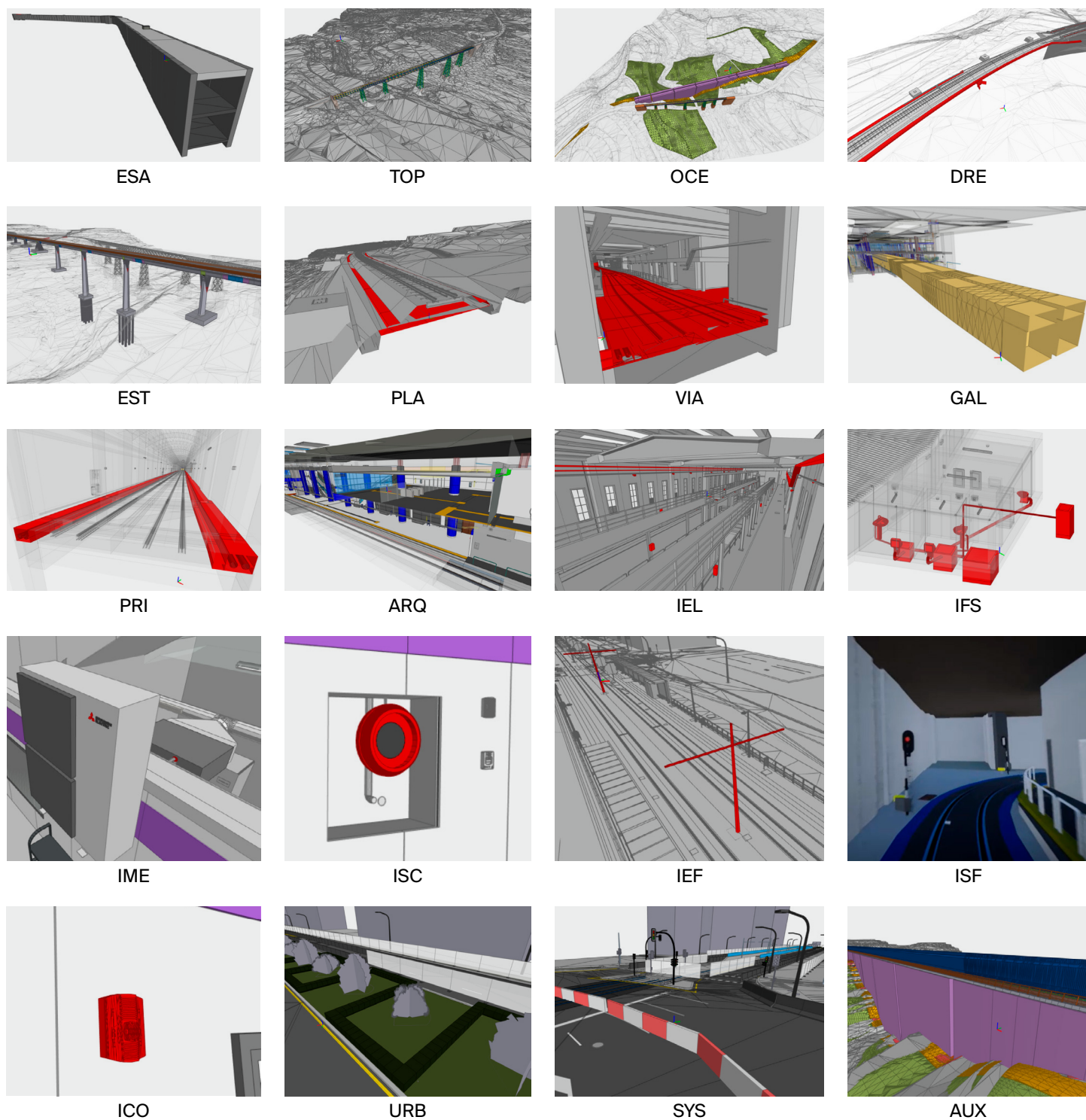
Es siguiente nivel de agrupación corresponde a las disciplinas. Éstas representan agrupaciones de elementos que tienen un denominador común.

Comúnmente, esta división por disciplinas corresponde a la agrupación de elementos constructivos por capítulos del presupuesto. Es importante dejar constancia que existen disciplinas que serán generales y de aplicación a varios de los grupos, y otras que serán específicas y de aplicación a un solo grupo.

Se describe a continuación la segregación de los elementos por disciplinas para cada uno de los grupos de tipologías de proyectos.

Nombre corto de disciplina	Nombre de disciplina	Nombre corto de disciplina	Nombre de disciplina
ESA	Estado Actual	IEF	Electrificación
TOP	Topografía	IEN	Suministro de Energía
GEO	Geotecnia y Tratamientos del Terreno	IEL	Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión
PLA	Plataforma y Movimiento de Tierras	ISF	Instalaciones de Seguridad Ferroviaria
DRE	Drenaje	ICO	Instalaciones de Comunicaciones
PRI	Prismas de instalaciones	ISC	Instalaciones de Seguridad Civil
VIA	Superestructura de Vía	IFS	Instalaciones Fontanería y Saneamiento
GAL	Gálibo	IME	Instalaciones Mecánicas
TUN	Túneles	AUX	Construcciones e Instalaciones Auxiliares
EST	Estructuras	SYS	Seguridad y Salud
ARQ	Arquitectura	OCE	Ocupación de Espacios
URB	Urbanización	DEM	Demoliciones
VIL	Viales		

Tabla 7
Agrupación disciplinas
de modelos



De forma complementaria y con el objetivo de agrupar de una forma lógica elementos contenidos en las agrupaciones de disciplinas, se ha generado un nivel intermedio entre disciplina y tipología de elemento.

El alcance y nomenclatura de este nivel intermedio está recogido a continuación.

Tabla 8
Ejemplos de modelos de disciplina de FGV

Cód.	Disc.	Subdisc.
ESA	Estado Actual	
TOP	Topografía	
GEO	Geotecnia y Tratamientos del Terreno	
PLA	Plataforma y Movimiento de Tierras	
		Desbroces
		Excavaciones
		Rellenos
		Cerramiento
DRE	Drenaje	
		Drenaje Longitudinal
		Drenaje Transversal
		Drenaje Puntual
PRI	Prismas de instalaciones	
VIA	Superestructura de Vía	
		Eje
		Aparatos de Vía
		Armamento
		Obra civil
GAL	Gálibo	
TUN	Túneles	
		Excavación
		Sostenimiento
		Revestimiento
		Otros elementos
EST	Estructuras	
		Obras de Fabrica
		Puentes y Viaductos
		Cimentaciones
		Sostenimientos
		Edificación
ARQ	Arquitectura	
		Compartimentación y cerramientos
		Pavimentos
		Revestimientos
		Mobiliario y equipamiento
		Fontanería

Tabla 9
Disciplinas y
Subdisciplinas de FGV

Cód.	Disc.	Subdisc.
		Carpintería y Cerrajería
		Construcciones auxiliares y edificios
		Acabados exteriores
URB	Urbanización	
		Pavimentos
		Firmes
		Estructuras y Cimentaciones
		Ajardinamiento
		Instalación
		Mobiliario
		Señalización
CAR	Viales	
		Alineación
		Firmes y Elementos de la sección tipo
		Señalización
		Balizamiento
		Defensas
IEF	Electrificación	
		Infraestructura
		Sostenimiento
		Catenaria
		Mando y control
IEN	Suministro de Energía	
		Subestación Tracción
		Centro de Transformación
IEL	Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión	
		Distribución
		Mando y control
		Equipamiento
		Control de calidad y certificaciones
ISF	Instalaciones de Seguridad Ferroviaria	
		Instalaciones de Campo
		Instalaciones de Cabina
ICO	Instalaciones de Comunicaciones	
		Infraestructura de red

Cód.	Disc.	Subdisc.
		Instalaciones / Equipamiento
ISC	Instalaciones de Seguridad Civil	
		Infraestructura
		Instalaciones / Equipamiento
IFS	Instalaciones Fontanería y Saneamiento	
		Infraestructura
		Instalaciones / Equipamiento
IME	Instalaciones Mecánicas	
		Accesibilidad
		Ventilación
		Climatización
AUX	Construcciones e Instalaciones Auxiliares	
SYS	Seguridad y Salud	
		Seguridad y Salud
		Gestión de residuos
		Control de calidad
		Control de calidad y medioambiente
		Gestión documental
OCE	Ocupación de Espacios	
DEM	Demoliciones	

10.4.4 Agrupación por tipología de elementos

El último nivel de agrupación es el nivel de agrupación por tipología de elementos. Con el término tipología de elementos se busca englobar elementos que, pudiendo tener características o formas diferentes, tienen la misma función constructiva. Hablamos por ejemplo de identificar como tipología de elementos como pilar de un viaducto independientemente de la tipología y material del este pilar.

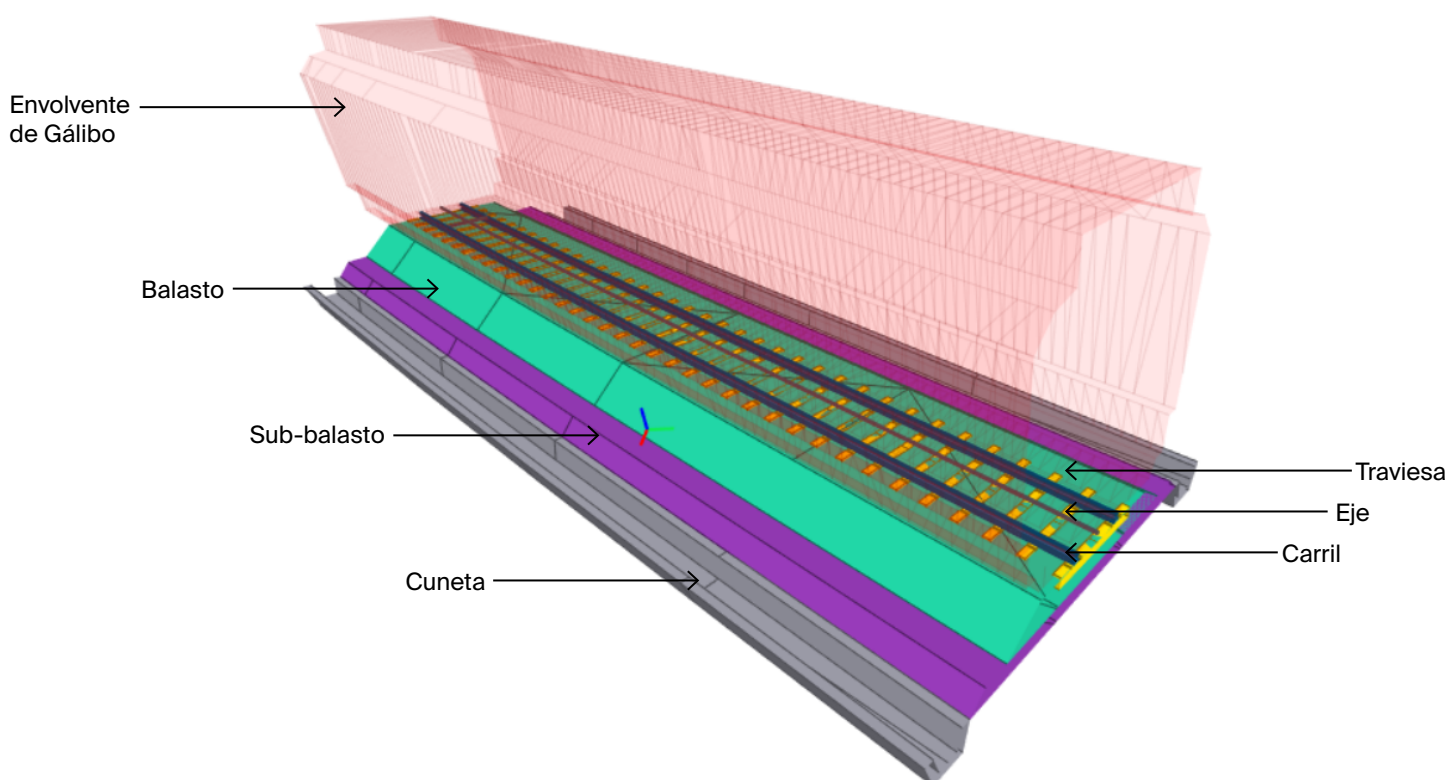
Esta agrupación por tipología de elementos tiene por objetivo agilizar el uso y filtrado de elementos que tengan funcionalidades similares.

Esta agrupación estará, como veremos en el apartado [10.7 Sistemas de clasificación de elementos](#) íntimamente ligada con los sistemas de clasificación de elementos y con la estructura de equipos dados de alta en el SAP de FGV.

Esta agrupación recoge el conjunto de elementos que han de ser representados tridimensionalmente y formar parte de los modelos.

En el [Apéndice 4.1. Listado de Elementos de los Modelos y FGV Class](#) se incluye un listado pormenorizado de las tipologías de elementos que han de formar parte de los modelos como parte de los requerimientos de FGV. Estos elementos serán de obligada representación en los modelos a desarrollar en las condiciones de forma (niveles de desarrollo) y de datos (niveles de información) definidos en el apartado [10.5 Niveles de desarrollo de los modelos](#) de este manual.

Figura 36
Elementos de los modelos



Cabe destacar que, en el listado de tipologías de elementos, han sido excluidos elementos que, pudiendo representarse en un entorno tridimensional, no aportan valor al proceso o su levantamiento en 3D no compensa el valor que aportaría al mismo. Un caso muy claro es son las armaduras en el hormigón armado que no se considera necesario que formen parte de los modelos en la actualidad.

Futuras actualizaciones de este manual pueden implicar variaciones del conjunto de elementos representados.

10.4.5 Estructura organizativa de los modelos

Con este conjunto de agrupaciones funcionales de los modelos definidas en los apartados anteriores, se definirá para cada proyecto la estructura organizativa más adecuada para la gestión eficiente de la información producida.

Será a criterio del responsable del contrato la organización de modelos más adecuada.

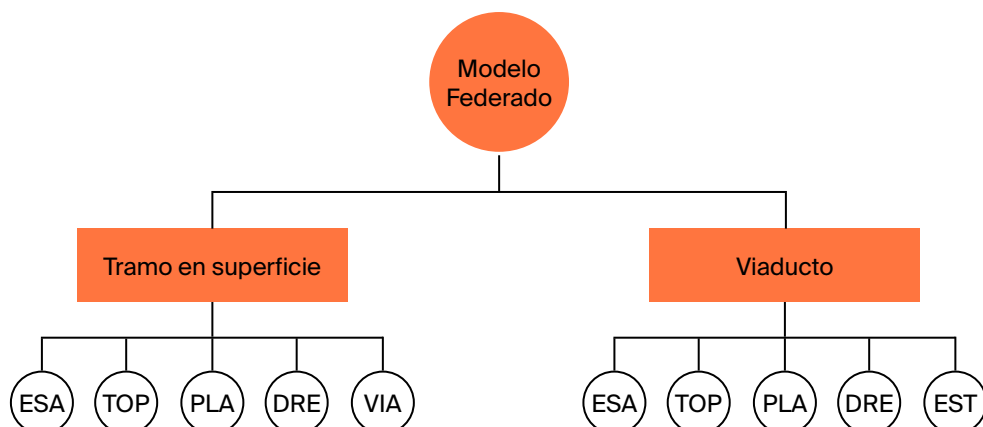


Figura 37
Ejemplo de subdivisión por disciplinas de un tramo en superficie y un viaducto

Como referencia de estructuras organizativas utilizadas en experiencias previas en FGV, cabe destacar lo siguiente:

- Es recomendable dividir los modelos por agrupaciones funcionales
- En el campo de la edificación, es común encontrarse divisiones de modelos por disciplinas. Esto, siendo válido, es resultado de que los equipos de trabajo para las disciplinas principales son independientes (estructuras, arquitectura, instalaciones).
- En el campo de la obra civil, es común que sea el mismo equipo responsable de modelos de varias disciplinas (drenaje, plataforma, superestructura, por ejemplo) por lo que esta agrupación tenderá a ser la más práctica para evitar trabajos redundantes (segmentación y exportación de modelos).

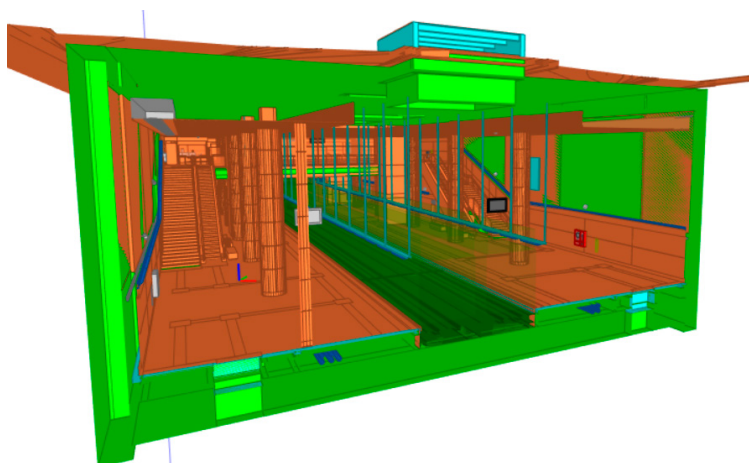


Figura 38
Visualización de modelo de estación de Amado Granell con elementos de disciplinas diferentes resaltados en colores diferentes

10.5 Niveles de desarrollo de los modelos

10.5.1 Generalidades

Los modelos BIM de FGV serán representaciones geométricas de elementos constructivos que contengan información relativa a sus características, materiales, información asociada.

Desde FGV se insiste en que los modelos han de ser contenedores geométricos con información asociada y que esto siga unos protocolos claros, definidos y uniformizados.

Por ello, como parte de este manual se hace especial énfasis en la determinación de los siguientes aspectos:

- Conjunto de elementos que forman parte de los modelos (definido en el capítulo [10.4 División de modelos BIM](#))
- Grado de definición geométrica (LOD) de los elementos constitutivos de los modelos en función de las fases en las que se presentan (definido a continuación)
- Conjunto de información en forma de parámetros (LOI) de los elementos constitutivos de los modelos en función de las fases en las que se presentan (definido a continuación)
- Información y protocolos de vinculación de información a los elementos de los modelos
- Protocolos estandarizados que regulen el alcance geométrico y los parámetros incorporadas a los elementos (definido a continuación)

Se definen de esta forma los modelos de FGV como modelos tridimensionales con la geometría suficientemente desarrollada para representar geoméricamente la solución constructiva (LOD), que contienen información organizada y estructurada asociada a los elementos (LOI) y que hacen referencia a información contenida en el repositorio centralizado de FGV (información vinculada).

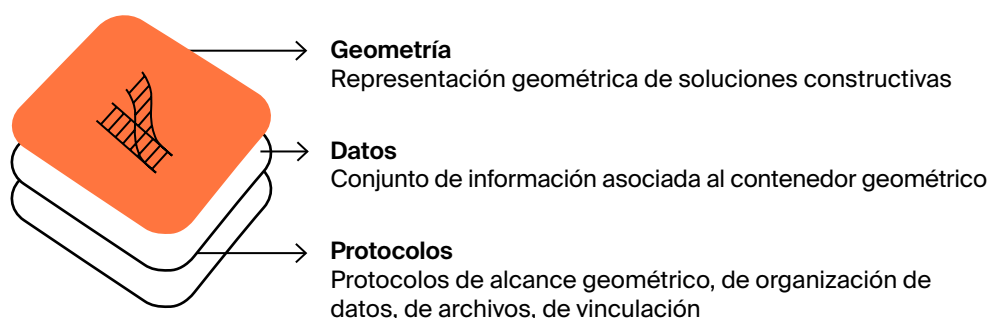


Figura 39
Contenido de los
modelos BIM de FGV

10.5.2 Niveles de desarrollo geométrico (LOD)

El nivel de desarrollo geométrico, LOD, define el grado de detalle gráfico que debe contener un elemento, su grado de exactitud digital respecto a la versión real. A día de hoy, existen varios estándares que definen estos niveles, tanto nacionales como internacionales. Ninguno de ellos cubre la totalidad de elementos del sector, pero sí dan una descripción suficientemente detallada como para poderla extrapolar a cualquier elemento.

Los elementos modelados se elaborarán según un Nivel de Desarrollo (Level of Development, LOD) acorde con el planteamiento definido en la tabla siguiente.

LOD	Realidad	Definición
LOD 100	Proyectada	Conceptual: Representación simple de la reserva de la ocupación del espacio de un objeto con el detalle mínimo para ser identificable. La representación es tridimensional y poco detallada.
LOD 200	Proyectada	Genérico: Un modelo genérico suficientemente modelado para identificar el tipo y los componentes. Las dimensiones de los elementos serán aproximadas.
LOD 300	Proyectada	Específico: Un objeto específico suficientemente modelado para identificar materiales de tipos y componentes, con las dimensiones exactas. Corresponde a una envolvente geométrica exacta de los elementos modelados.
LOD 300/500	Ejecutada	Un modelo que representa la forma ejecutada real del elemento que corresponde a su envolvente geométrica exacta. Este modelo se ajusta respecto al modelo de realidad proyectada en base a datos obtenidos de campo.
LOD 350	Proyectada	Específico con detalles de fabricación: Un objeto específico a un 300 con ciertos detalles especiales de fabricación sin ser suficientes como para fabricar el elemento completamente.
LOD 350/500	Ejecutada	Un modelo que representa la forma ejecutada real del elemento que corresponde a su envolvente geométrica exacta y que incorpora ciertos detalles de fabricación. Este modelo se ajusta respecto al modelo de realidad proyectada en base a datos obtenidos de campo.
LOD 400	Proyectada	Para fabricación: Un objeto suficientemente detallado, preciso y concreto que incluye todos los subcomponentes necesarios para permitir su fabricación.
LOD 400/500	Ejecutada	Un modelo que representa la forma ejecutada real del elemento que corresponde a su envolvente geométrica exacta y que incorpora todos los detalles de fabricación. Este modelo se ajusta respecto al modelo de realidad proyectada en base a datos obtenidos de campo.

Tabla 10
Adaptación de Tabla Niveles
de Desarrollo LOD (BIMForum 2019)

Esta tabla anterior es una adaptación de los niveles de desarrollo incluidos en el último estándar publicado de “Level of Development Specifications” del BIM Forum Specs. Mayo 2020, referencia a nivel mundial y que es la referencia propuesta de niveles de desarrollo de los elementos.

Cabe destacar la referencia incorporada a la tipología de realidad sea proyectada, sea ejecutada. Esto se refiere a que los modelos que representan una realidad contrastada en obra (ejecutada) pueden tener un origen de los modelos de diversos niveles de desarrollo. Serán un valor como mínimo de LOD300 y como máximo LOD400.

Como normal general, se puede considerar que:

- Los niveles de desarrollo no son aplicables a los modelos sino a los elementos de los modelos. En un mismo modelo puede haber tipologías de elementos con niveles de detalle diferente.
- Se aconseja requerir, en estos estados tempranos de maduración, un nivel de desarrollo geométrico máximo de LOD300 para el conjunto de los elementos de los modelos.
- En el caso de que la complejidad técnica de algún contrato lo exija, el Responsable del Contrato de FGV podrá exigir un nivel de desarrollo LOD superior (LOD 350/400) para ciertos elementos. El nivel exigido, así como los elementos a los que se refiere, deberá estar claramente especificado en los requerimientos BIM del contrato.

En base a lo anteriormente expuesto, se define a continuación los LOD aplicables a la división por tipología de elementos de FGV. Esta tabla será tomada como referencia en los diferentes contratos de FGV y podrá ser modificada con el objetivo de aumentar (en caso de ser considerado necesario por el responsable del contrato) el LOD requerido en el contrato, pero en ningún caso para disminuir el nivel de desarrollo exigido.

LOD aplicables a la división por tipología de elementos

Disciplina	Sub-disciplina	Estudio de alternativas	Proyecto constructivo	Modelo de seguimiento	Modelo de finalización de obras
Estado Actual		500	500	500	500
Topografía		500	500	500	500
Geotecnia y Tratamientos del Terreno		200	300	300	300/500
Plataforma y Movimiento de Tierras	Demoliciones y Desbroces	200	300	300	300/500
	Excavaciones	200	300	300	300/500
	Rellenos	200	300	300	300/500
	Cerramiento	200	300	300	300/500
Drenaje	Drenaje Longitudinal	200	300	300	300/500
	Drenaje Transversal	200	300	300	300/500
	Drenaje Puntual	200	300	300	300/500
Prismas de instalaciones		200	300	300	300/500
Superestructura de Vía	Eje	200	300	300	300/500
	Aparatos de Vía	200	300	300	300/500
	Armamento	200	300	300	300/500
	Obra civil	200	300	300	300/500
Gálibo		200	300	300	300/500
Túneles	Excavación	200	300	300	300/500
	Sostenimiento	200	300	300	300/500
	Revestimiento	200	300	300	300/500
	Otros elementos	200	300	300	300/500
Estructuras	Obras de Fabrica	200	300	300	300/500
	Puentes y Viaductos	200	300	300	300/500
	Cimentaciones	200	300	300	300/500
	Sostenimientos	200	300	300	300/500
	Edificación	200	300	300	300/500
Arquitectura	Compartimentación y cerramientos	200	300	300	300/500
	Pavimentos	200	300	300	300/500
	Revestimientos	200	300	300	300/500
	Mobiliario y equipamiento	200	300	300	300/500
	Fontanería	200	300	300	300/500
	Carpintería y Cerrajería	200	300	300	300/500
	Construcciones auxiliares	200	300	300	300/500
	Acabados exteriores	200	300	300	300/500
Urbanización	Pavimentos	200	300	300	300/500
	Firmes	200	300	300	300/500
	Estructuras y Cimentaciones	200	300	300	300/500
	Ajardinamiento	200	300	300	300/500
	Instalación	200	300	300	300/500
	Mobiliario	200	300	300	300/500
	Señalización	200	300	300	300/500

Tabla 11
LOD aplicables a disciplina y subdisciplina en cada fase del ciclo de vida del activo

LOD aplicables a la división por tipología de elementos

Disciplina	Sub-disciplina	Estudio de alternativas	Proyecto constructivo	Modelo de seguimiento	Modelo de finalización de obras
Viales	Alineación	200	300	300	300/500
	Firmes y Elementos de la sección tipo	200	300	300	300/500
	Señalización	200	300	300	300/500
	Balizamiento	200	300	300	300/500
	Defensas	200	300	300	300/500
Electrificación	Infraestructura	200	300	300	300/500
	Sostenimiento	200	300	300	300/500
	Catenaria	200	300	300	300/500
Suministro de Energía	Subestación Tracción	200	300	300	300/500
	Centro de Transformación	200	300	300	300/500
Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión	Distribución	200	300	300	300/500
	Mando y control	200	300	300	300/500
	Equipamiento	200	300	300	300/500
Instalaciones de Seguridad Ferroviaria	Instalaciones de Campo	200	300	300	300/500
	Instalaciones de Cabina	200	300	300	300/500
Instalaciones de Comunicaciones	Infraestructura de red	200	300	300	300/500
	Instalaciones / Equipamiento	200	300	300	300/500
Instalaciones de Seguridad Civil	Infraestructura	200	300	300	300/500
	Instalaciones / Equipamiento	200	300	300	300/500
Instalaciones Fontanería y Saneamiento	Infraestructura	200	300	300	300/500
	Instalaciones / Equipamiento	200	300	300	300/500
Instalaciones Mecánicas	Accesibilidad	200	300	300	300/500
	Ventilación	200	300	300	300/500
	Climatización	200	300	300	300/500
Construcciones e Instalaciones Auxiliares		200	300	300	300/500
Seguridad y Salud		200	300	300	300/500
Ocupación de Espacios		200	300	300	300/500
Demoliciones		200	300	300	300/500

10.5.3 Niveles de información (LOI)

El nivel de información (LOI) define el nivel de información asociada a cada uno de los elementos de un modelo. En función de la cantidad de información contenida, se llegará a un nivel de información diferente requerido para cada fase del ciclo de vida del activo.

La información asociada a los elementos son los parámetros que contienen y que caracterizan el elemento para los diferentes objetivos buscados. Estos parámetros, también llamados atributos, metadatos o, propiedades, son de diversa índole. Pueden hacer referencia al material del elemento, a la agrupación de elementos, al código de la unidad de obra al que está asociado, etc.

Para que esta caracterización de los elementos constitutivos de los modelos se útil, es clave la protocolización y estandarización de las propiedades que contienen para que, independientemente del autor de los modelos, estos parámetros estén clasificados, nombrados y ordenados de forma homogénea para el conjunto de los modelos de FGV.

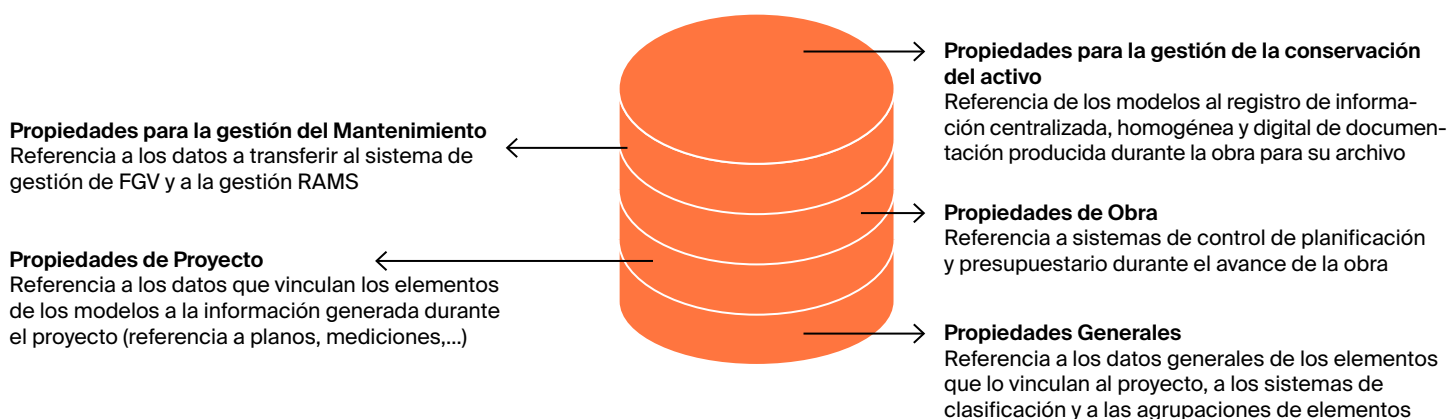
Los niveles de información (LOI), a diferencia de los LOD no tienen escala de desarrollo. Los LOI son agrupaciones de propiedades estandarizadas de los elementos que han de cumplirse para que los modelos preparados sean válidos.

La gestión de estos sets de propiedades busca ser una estrategia integral y unificadora en FGV permitiendo un alto grado de replicabilidad de estrategias de revisión y control de un proyecto a los siguientes.

Estas propiedades están agrupadas en conjuntos de propiedades que acotan a nivel funcional el uso que se le va a dar a ese paquete de propiedades. A ese conjunto de propiedades que se asigna a los elementos de un modelo se le llama set de propiedades.

Estas propiedades incluyen propiedades relacionadas con la identificación del elemento en la infraestructura de FGV, propiedades relativas a la información del proyecto, de la obra, de la gestión de la calidad y la seguridad RAMS y la gestión de la conservación y el mantenimiento.

Figura 40
Propiedades de los modelos



Dependiendo de la fase del ciclo de vida del activo, se usará uno o varios sets de propiedades particularizado en función de la fase del ciclo de vida.

Estos sets de propiedades serán obligatorios para todos los elementos contenidos en los modelos y podrán ser auditados y verificados de forma integral en los procesos de revisión.

Se definen 10 set de propiedades generales dentro de la estructura de datos homogeneizados de FGV. El detalle y contenido de cada uno de los sets de parámetros está incluido en el [Apéndice 4.2 Set de Propiedades](#).

Se definen a continuación las referencias de los sets de propiedades que han de ser usados en función de la tipología de modelo que se está preparando.

Tipo de set de propiedades	Modelos de infraestructura existente	Modelos de proyecto	Modelos de obra
01_FGV_IDENT	●	●	●
02_FGV_MEDICIONES		●	●
03_FGV_PROYECTO	●	●	●
04_FGV_RAMAS		●	●
05_FGV_OBRA			●
06_FGV_CALIDAD			●
07_FGV_AS BUILT			●
08_FGV_SAP			●
09_FGV_MANT			●
10_FGV_MONITORIZACION			●

Tabla 12
Sets de propiedades según tipo de modelo

Estos sets de propiedades personalizadas serán preparados en los modelos nativos antes de la entrega de la información a FGV. Pero estos niveles y estructura organizativa de atributos entorno a set de propiedades de FGV deberán también ser plenamente visibles y operables en formatos OpenBIM (IFC).

Por ello, es recomendable solicitar al comienzo de los trabajos una prueba piloto que permita verificar que con el software que se estarán preparando los modelos y que el personal técnico participante es capaz de generar la estructura de datos requerida.

Esta estructura de datos personalizada es susceptible de verse adecuada o aumentada en función de las necesidades y requerimientos de FGV.

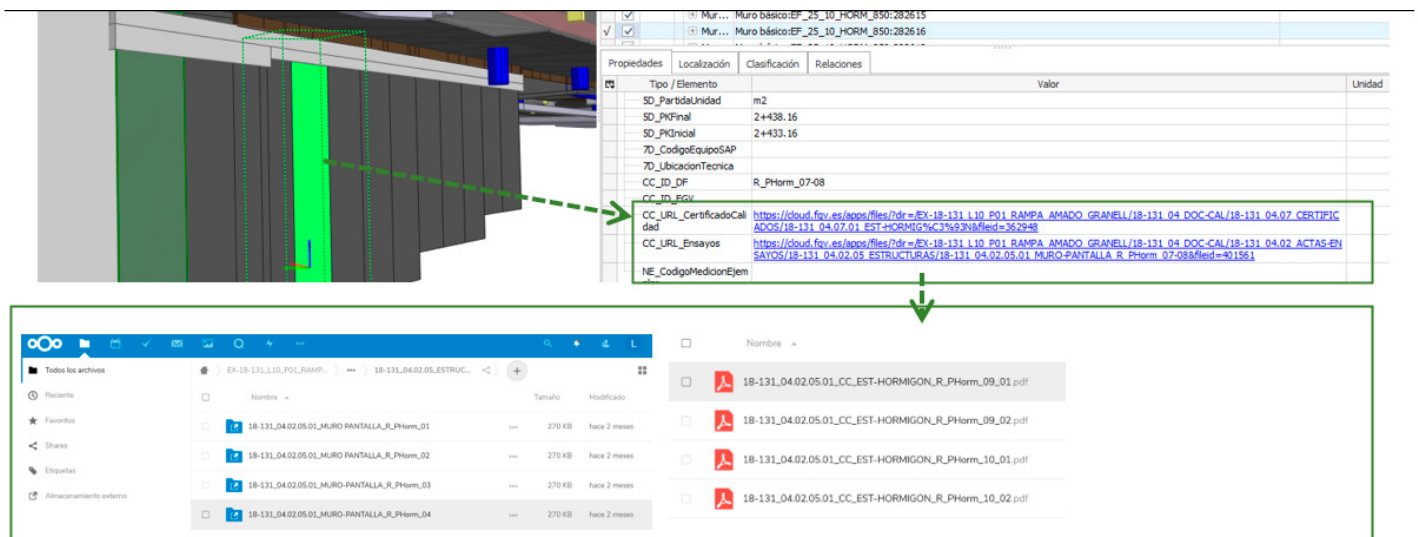
10.5.4 Niveles de Información vinculada

La información vinculada hace referencia a archivos de cualquier tipología (cad, Excel, jpeg, pdf, Word...) que se puedan vincular a los modelos para su control y centralización basada en los modelos.

Hoy en día, existen una gran variedad de plataformas digitales que permiten realizar estas acciones, pero no cumplen la premisa de trabajar con archivos abiertos de intercambio (openBIM) y que la vinculación sea neutra, es decir, que no dependa del software con el que se haya realizado esta vinculación.

Mientras esta limitación en la gestión abierta y trazable de información vinculada a los modelos no sea solucionada de forma integral, la propuesta que recoge este Manual se basa en la vinculación de información a los modelos basada en “urls” incorporadas a los sets de propiedades que dirijan a la información vinculada contenida en el repositorio centralizado de información.

Figura 41
Vinculación de información
a los modelos



10.5.5 Vinculación entre LOD/LOI e Usos

En función del uso en cuestión, los modelos se alimentarán de información de carácter gráfico, de datos o una mezcla de ambos. Esto lo permite y lo potencia el hecho de que los modelos sean una base de datos protocolizada asociada a un modelo tridimensional.

Se describen a continuación las características principales sobre las que se basan cada uno de los usos de FGV diferenciando el grado de dependencia del uso de la geometría 3D o de los datos incorporados.

Tabla 13
Vinculación entre
LOD/LOI y Usos

N.º	Usos BIM FGV	Características de usos		
		Geométrico	Datos	
		Descripción de características		
01	Modelado de condiciones existentes	●●	●	Uso de los modelos principalmente geométrico, aunque la estructura de datos mínima que han de tener permite categorizar (y filtrar) los elementos por tipologías.
02	Información centralizada	●	●●	Uso de los parámetros como herramienta de asociación de los elementos de los modelos con el resto de documentación producida y contenida en el NextCloud de FGV.
03	Diseño y Visualización 3D	●●●		Uso eminentemente visual de modelos para visualización y análisis de resultantes de diseño.
04	Coordinación 3D	●●	●●	Uso de modelos de coordinación para detectar interferencias entre los elementos de los modelos. La sistematización y automatización está basada en la generación de plantillas asociadas a propiedades de los modelos (prioridad, tipología de elemento, disciplina).
05	Obtención de documentación 2D	●●●		Extracción de vistas que componen los planos 2D resultantes de plantas, alzados y secciones de los modelos 3D.
06	Obtención de mediciones	●●	●●	Vinculación de mediciones de los elementos de los modelos a las mediciones de los presupuestos a través de los parámetros que los relacionan unívocamente (capítulo, subcapítulo, unidad de obra).
07	Generación de Infografías y recorridos virtuales	●●●		Uso de las formas geométricas de los modelos para la generación de infografías técnicas de calidad.
08	Simulaciones Constructivas	●●	●	Uso de las formas geométricas de los modelos para la vinculación con el plan de obra. Esta vinculación es programable a través de los códigos compartidos de tarea lo que permite automatizar la vinculación en ajustes progresivos del plan de obra.

N.º	Usos BIM FGV	Características de usos		
		Geométrico	Datos	
Descripción de características				
09	Seguimiento de Obra (Certificación digital)	●●	●●	Seguimiento de la certificación a través de la extracción de mediciones de la obra ejecutada desde unos modelos con los parámetros que los relacionan unívocamente (capítulo, subcapítulo, unidad de obra, mensualidad de la certificación).
10	Modelo de obra ejecutada (Modelo "As Built")	●●	●●	Generación de modelos geométricos que representan la obra realmente ejecutada y que además tengan vinculación con el conjunto de registro documental generado durante la obra y alojada en el Next Cloud de FGV.
11	Mantenimiento de Infraestructura	●	●●	Extracción de datos vinculados a los elementos de los modelos para su incorporación preprogramada en las herramientas de gestión del mantenimiento de FGV.
12	Medio Ambiente	●●	●	Vinculación de los elementos de los modelos a su impacto en huella de carbono por medio de la incorporación del factor de emisión del elemento al que hace referencia.
13	Gestión de los Riesgos según SGS de FGV	●●	●●	Modelo de gestión con la información relativa al análisis de riesgos y con la implementación visual de las medidas mitigadoras y seguimiento del dossier de seguridad incorporado a través de parámetros en los elementos.
14	Inventariado digital	●	●	Extracción de los datos identificativos de los elementos de los modelos para generar un inventariado basado en su ubicación geométrica extraída de su posición en el espacio digital.
15	Planificación de ocupaciones de espacio público y de afecciones a redes de servicios	●●●		Uso de los modelos tridimensionales para su uso en la planificación de ocupación del espacio.
16	Simulaciones y Análisis	●●	●	Uso de las formas geométricas de los modelos para la vinculación con simulaciones y análisis. Esta vinculación es programable a través de parámetros contenidos en los modelos.

N.º	Usos BIM FGV	Características de usos	
		Geométrico	Datos
		Descripción de características	
17	Telemando de instalaciones fijas	● ●	●
		Uso de la geometría de los modelos para visualizar a tiempo real el estado de funcionamiento de las instalaciones fijas. Esta vinculación se realiza a través de los parámetros de los modelos.	
18	Validación de Normativa	● ●	● ●
		Uso de los parámetros que definen las alineaciones ferroviarias para su validación	
19	Gestión de Seguridad y Salud	● ●	●
		Visualización de los modelos temporales de medios auxiliares para la gestión de la seguridad y salud de obra. Los parámetros de los modelos permitirán visualizar y diferenciar tipos de actuaciones.	
20	Control de Obra	● ●	● ●
		Uso de herramientas de visualización de modelos de avance de obra para su gestión digital.	

10.6

Maduración de desarrollo de los modelos

A lo largo del ciclo de vida de los modelos, irán evolucionando y nutriéndose de información producida durante el ciclo de vida. Esta información se irá generando y vehiculando a través de los modelos de forma más o menos continuada.

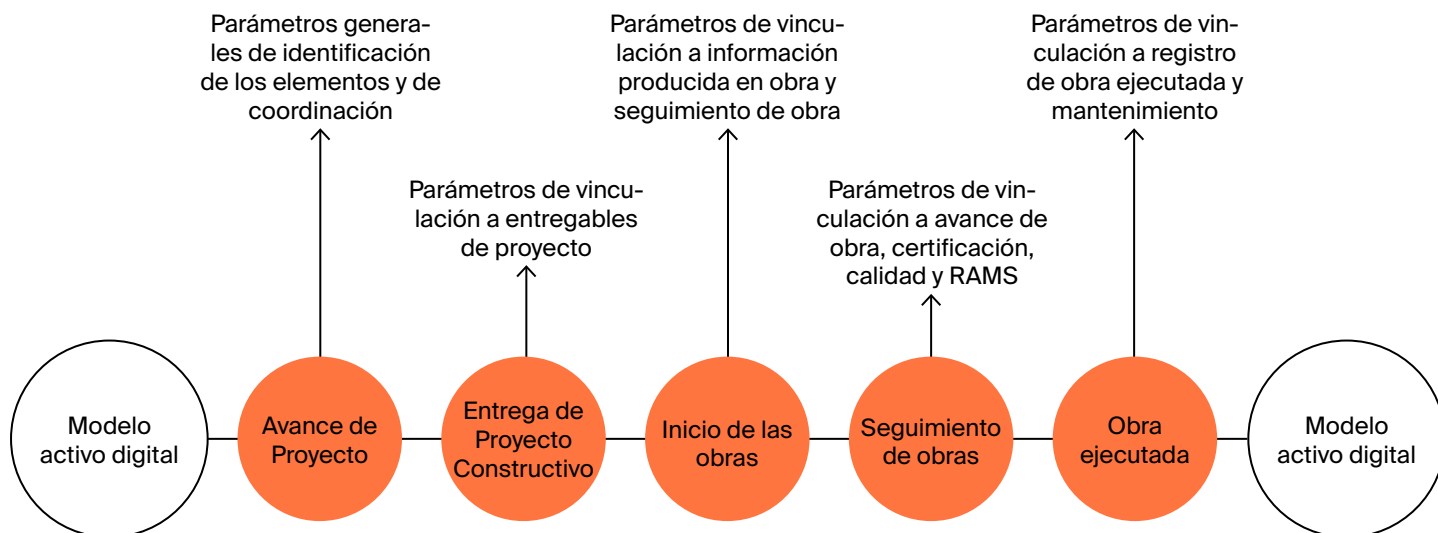


Figura 44
Evolución de los parámetros de los modelos a lo largo del ciclo de vida del activo

En lo que respecta a los LOD, según se avance en la definición geométrica, el nivel de desarrollo de los modelos irá aumentando hasta que estén plenamente identificados geoméricamente los elementos que componen el alcance de los trabajos. Desde ese momento y durante las obras, podrá haber adecuaciones de las formas de estos elementos como resultado de una variación de la realidad ejecutada, pero como norma general, estos elementos no verán aumentados su nivel de desarrollo geométrico. Lo mismo pasará durante la fase de conservación y mantenimiento, manteniéndose invariable el LOD de los elementos, aunque el uso que se haga de los modelos esté más relacionado con los datos de los modelos que con los elementos geométricos.

Respecto al LOI (información), se puede decir que, de forma constante durante el ciclo de vida, este nivel va en aumento a medida que se genere más información documental y asociada a los modelos.

La incorporación de esta información es paulatina y va respondiendo a las necesidades progresivas de los contratos.

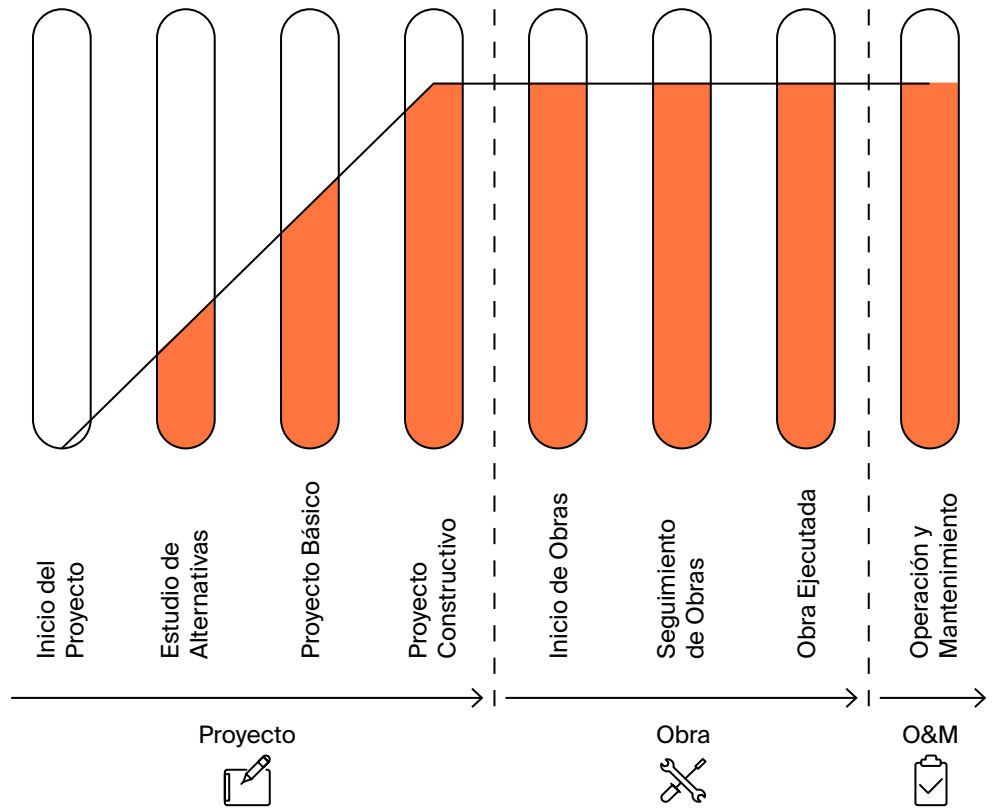


Figura 42
Evolución del LOD a lo largo de las distintas fases del ciclo de vida del activo

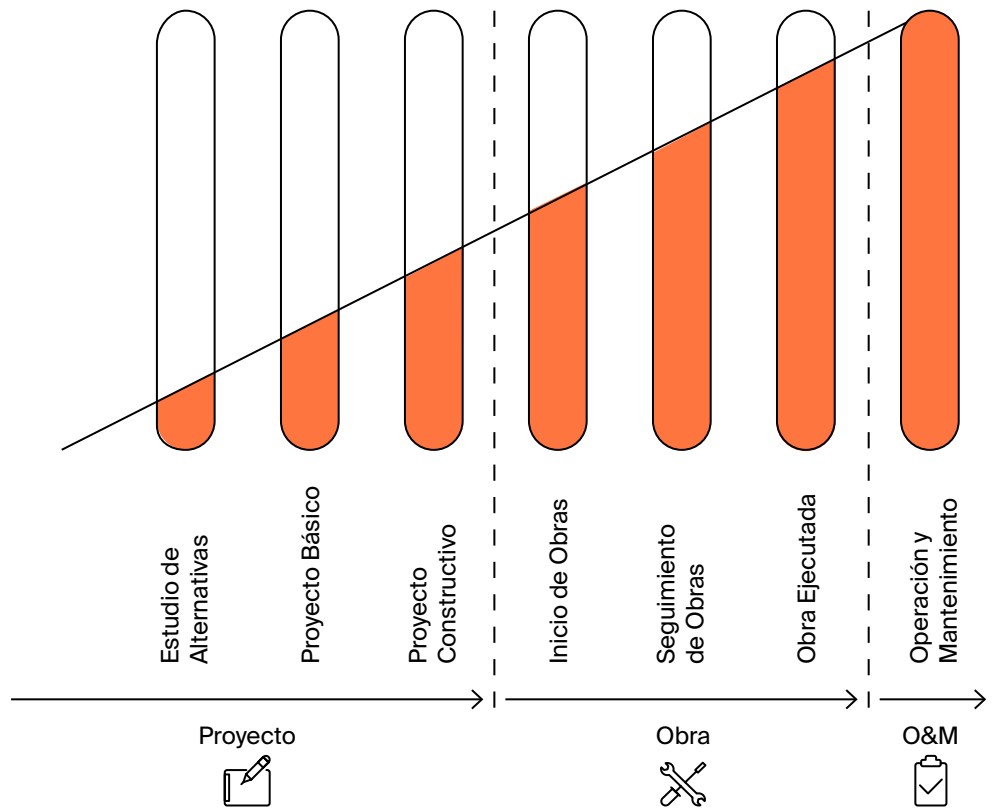


Figura 43
Evolución del LOI a lo largo de las distintas fases del ciclo de vida del activo

10.7

Sistemas de clasificación de elementos

10.7.1 Clasificación BIM de elementos

El sistema de clasificación de elementos es una parte fundamental de la estrategia de gestión de la información dentro de los modelos tridimensionales de información y es la intención de FGV el desarrollar una clasificación de elementos propia basada en los estándares aceptados estatal e internacionalmente.

Lo que se busca mediante la creación y homogeneización del sistema de clasificación de elementos es un mayor grado de estandarización y trazabilidad de la información generada en proyectos y obras para FGV.

En la actualidad existen diferentes sistemas de clasificación de elementos en el sector, Uniclass, Omniclass, Unifomat, Masterformat, guBIMClass, PG3, etc., normalmente por países u organizaciones, pero no tienen el suficiente grado de definición para clasificar el conjunto de elementos de obra civil y en especial los elementos de infraestructuras ferroviarias.

FGV ha desarrollado por ello su propio sistema de clasificación “FGV_CLASS”, incluido en el [Apéndice 4.1. Listado de Elementos de los Modelos y FGV Class](#) Sistema de Clasificación FGV de este Manual. Este sistema de clasificación está armonizado con el sistema actual de clasificación de elementos en el sistema de gestión del mantenimiento de FGV.

Este sistema está desarrollado a partir de los elementos contenidos en el inventario de activos gestionados en el SAP de FGV. Sobre esta base y organizando los elementos por categorías (disciplinas) y subcategorías (subcategorías), se han incorporado a la clasificación la categorización del conjunto de elementos que han de formar parte de los modelos (ver apartado [10.4.4 Agrupación por tipología de elementos](#)). Este conjunto de elementos han sido generados en base a la experiencia acumulada en proyectos y obras de FGV hasta la fecha y la incorporación de elementos provenientes de presupuestos de diferentes tipologías de proyectos ferroviarios.

Esta clasificación es una clasificación adaptada a las tipologías de infraestructura ferroviaria establecidas en este Manual.

En función de la tipología de elementos, y de los niveles de definición requeridos para su correcta identificación, se detallarán hasta 3 niveles en el árbol de datos.

Apéndice 4.1 Listado de los Elementos que forman parte de los modelos

CÓD	DISC.	SUBDISC.	ACRIST	CÓDIGO ELEMENTO	FGVClass	Entidad IFC asociada
IEF	Electrificación					
IEF		Infraestructura				
IEF		INF	Anclaje	ANC	IEF_INF_ANC	IfcFastener
IEF		INF	Arqueta	ARQ	IEF_INF_ARQ	IfcBuildingElementProxy/IfcDistributionChamberElement
IEF		INF	Macizo cimentación	MAC	IEF_INF_MAC	IfcBuildingElementProxy
IEF		INF	Placa	PLA	IEF_INF_PLA	IfcSlab
IEF		INF	Prisma/Canalización de unión	PCU	IEF_INF_PCU	IfcDuctSegmentType/IfcFlowSegment
IEF		INF	Puesta a tierra	PTI	IEF_INF_PTI	IfcBuildingElementProxy
IEF		INF	Soporte de atirantado	SAT	IEF_INF_SAT	IfcBuildingElementProxy
IEF		INF	Tirante	TIR	IEF_INF_TIR	IfcMember
IEF		INF	Zapata	ZAP	IEF_INF_ZAP	IfcFooting
IEF		Sostenimiento				
IEF		SOS	Aislador de atirantado	AAT	IEF_SOS_AAT	IfcBuildingElementProxy
IEF		SOS	Aislador de suspensión	ASU	IEF_SOS_ASU	IfcBuildingElementProxy
IEF		SOS	Atirantado	ATI	IEF_SOS_ATI	IfcBuildingElementProxy
IEF		SOS	Brazo de atirantado	BRA	IEF_SOS_BRA	IfcBuildingElementProxy
IEF		SOS	Contrapeso	CTP	IEF_SOS_CTP	IfcBuildingElementProxy
IEF		SOS	Ménsula	MEN	IEF_SOS_MEN	IfcDiscreteAccessory
IEF		SOS	Péndola	PEN	IEF_SOS_PEN	IfcBuildingElementProxy
IEF		SOS	Pesas	PES	IEF_SOS_PES	IfcBuildingElementProxy
IEF		SOS	Poleas	POL	IEF_SOS_POL	IfcBuildingElementProxy
IEF		SOS	Pórtico	POR	IEF_SOS_POR	IfcBuildingElementProxy
IEF		SOS	Poste	POS	IEF_SOS_POS	IfcColumn
IEF		SOS	Suspensión	SUS	IEF_SOS_SUS	IfcBuildingElementProxy
IEF		SOS	Sustentador	SOR	IEF_SOS_SOR	IfcBuildingElementProxy
IEF		Catenaria				
IEF		CAT	Catenaria Rígida	CRI	IEF_CAT_CRI	IfcBuildingElementProxy
IEF		CAT	Cable	CAB	IEF_CAT_CAB	IfcBuildingElementProxy
IEF		CAT	Cable de guarda	CGU	IEF_CAT_CGU	IfcBuildingElementProxy
IEF		CAT	Cable de tierra	CTI	IEF_CAT_CTI	IfcBuildingElementProxy
IEF		CAT	Catenaria	CAT	IEF_CAT_CAT	IfcBuildingElementProxy
IEF		CAT	Conductor de retorno	CRE	IEF_CAT_CRE	IfcBuildingElementProxy

Tabla 14
Ejemplo esquema sistema de clasificación FGV

Sin perjuicio de lo anterior, FGV puede incorporar y añadir otros sistemas de clasificación que considere oportuno (propios, estatales o internacionales).

Esta clasificación tiene un carácter vivo y es susceptible de verse actualizada o ampliada según avance la maduración de FGV en la gestión de proyectos digitales.

10.7.2 Gestión SAP basada en modelos BIM

Alineado con el planteamiento integral de FGV, se ha incorporado a los elementos provenientes de los modelos BIM las propiedades necesarias y suficientes para caracterizarlo de forma previa a ser dados de alta en el SAP de FGV. Se busca con ello avanzar en la automatización y en la vinculación bidireccional de elementos contenidos en los modelos BIM y en el SAP.

Los set de propiedades 08_FGV_SAP y 09_FGV_MANT contienen la información mínima requerida por FGV para dar de alta los tipos y subtipos de elementos en el SAP.

Mediante esta vinculación unívoca, se busca en todo momento poder ubicar un elemento contenido en el inventario de SAP en los modelos BIM de registro de infraestructura ejecutada.

Condiciones digitales de los modelos

- 7 Principios contractuales
- 8 Objetivos
- 9 Usos BIM
- 10 Estructura de los modelos
- **Condiciones digitales de los modelos**
- 12 Estándares digitales de FGV
- 13 Estrategia OpenBIM
- 14 Repositorio común de información (CDE)
- 15 Roles y responsables BIM de contratos
- 16 Entregables
- 17 Software
- 18 Control de calidad

Epílogo
Bibliografía

Índice de contenidos

- 11.1 Inventariado digital
- 11.2 Modelos de infraestructura existente
 - 11.2.1 Captación de nubes de puntos
 - 11.2.2 Levantamiento de modelos existentes
 - 11.2.3 Comprobación y aprobación de modelos preparados
- 11.3 Modelos de registro de obra ejecutada
- 11.4 Unidades de los modelos
- 11.5 Sistemas de coordenadas
- 11.6 Tolerancias y condiciones de los modelos
- 11.7 Registro digital del eje
 - 11.7.1 De infraestructura ejecutada
 - 11.7.2 De infraestructura nueva
- 11.8 Verificación de interferencias
 - 11.8.1 Procedimiento de verificación
 - 11.8.2 Procedimiento iterativo

11.1

Inventariado digital

FGV tiene como objetivo a medio y largo plazo disponer de información centralizada, ordenada y fiable a través de modelos “As Built” de todas las infraestructuras construidas, de los cuales se extraerán la información durante la fase de conservación y mantenimiento.

Estos modelos de las infraestructuras construidas han de representar de una forma fidedigna la realidad ejecutada para ser útiles y recoger el histórico de modificaciones que sufren durante su vida útil.

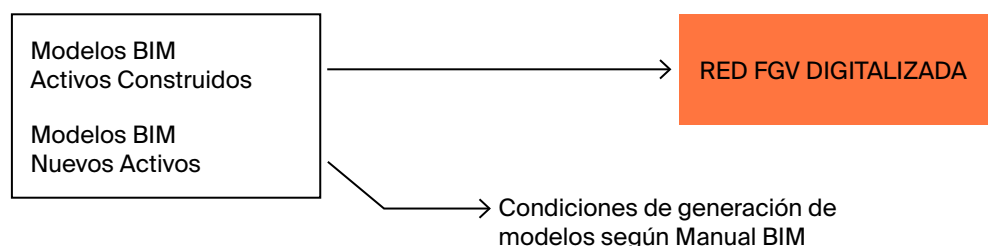


Figura 45
Inventario Digital de FGV

Este inventario digital permitirá disponer de manera inmediata, unívoca y fiable de toda la información relativa a las infraestructuras construidas de FGV para su tratamiento en fases posteriores del ciclo de vida útil, tales como reforma, adecuaciones, renovaciones o demolición.

Este inventario se almacenará en el Entorno Común de Datos (CDE) propio de FGV para que el conjunto del personal técnico de FGV tenga acceso al registro más actual de la infraestructura de FGV.

Las obras de nueva construcción serán registradas a través de los modelos de Obra ejecutada preparados por las constructoras (bajo la aprobación y supervisión de la Dirección de Obra y de su Asistencia Técnica).

Las infraestructuras de obra ya ejecutada serán registradas a través de los levantamientos de modelos de infraestructuras existente.

Todos los modelos de FGV (tanto de nuevos activos como de activos existentes) deberán estar correctamente codificados y con los parámetros incorporados en los elementos para poder hacer un uso selectivo y segregado de los mismos en función de las necesidades del personal técnico.

Es muy importante que los responsables de los contratos de FGV incorporen estas condiciones de levantamiento de modelos digitales en los pliegos de contratación o que hagan referencia a este Manual de aplicación.

11.2

Modelos de infraestructura existente

11.2.1 Captación de nubes de puntos

La correcta captación de información en forma de nubes de puntos es clave al comienzo de los trabajos (sea proyecto u obra).

Estas nubes de puntos deberán realizarse como parte de los trabajos del adjudicatario y presentadas al personal técnico de FGV cuando estén preparadas. Es clave que:

- Las nubes de puntos estén georreferenciadas en el sistema de coordenadas propuesto por FGV
- Sean entregadas en formato neutro E57 (LIDAR Point Cloud Data File) y en el formato nativo con el que se realice la captación
- Si hay elementos secundarios en la captación de nubes que son innecesarios y fácilmente separables, que éstos sean purgados

Será requerido el uso de tecnología “laser scan” para obtener información fiable y precisa que permitan generar los modelos de la infraestructura en su estado actual.

Dependiendo de las características del proyecto se definirá la densidad y precisión de las nubes de puntos, aunque se aplicará como criterio general la precisión absoluta será $\pm 10\text{mm}$ y la resolución mínima de 5 mm (color máx. resolución+ fotografía esférica o B&N).



Figura 46
Nubes de puntos

Estas nubes de puntos se almacenarán en el CDE propio de FGV en formato nativo y en formato E57.

El personal técnico de FGV tendrán así acceso a las nubes de puntos preparadas para su visualización y uso.

En el [Apéndice 5.1 Guía Técnica de Topografía y Cartografía](#) se incluyen las especificaciones que han de cumplirse para la captura de nubes de puntos para FGV.

11.2.2 Levantamiento de modelos existentes

Los modelos de activos construidos se elaborarán con el software adecuado a partir de la información recopilada a partir de nubes de puntos georreferenciadas obtenidas mediante escáner laser y apoyándose de información 2D de los proyectos de obra ejecutada si disponen de suficiente fiabilidad y precisión.



Nubes de Puntos Línea 10



Modelo Infraestructura existente Línea 10



Nubes de Puntos antiguo viaducto Quisi



Modelo Infraestructura antiguo viaducto Quisi

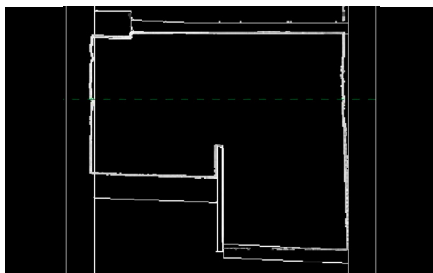
Tabla 15
Nubes de puntos vs modelo.
Línea 10 de Metro Valencia
y Viaducto del Quisi del tram
de Alicante

Estos modelos de infraestructura existente no sólo han de ser vistos como un punto de partida para el comienzo de los trabajos de proyecto o de obra sino como un levantamiento digital de la realidad ejecutada. Su uso se extenderá a futuros proyectos actuaciones por lo que es importante que recojan las peculiaridades de la obra ejecutada.

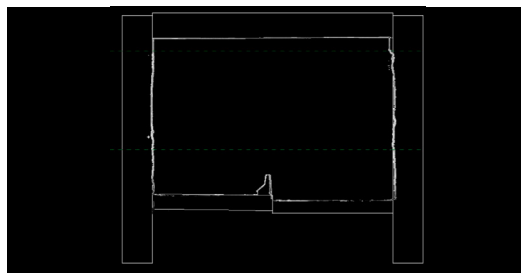
Por ello, es muy importante que:

- Recojan las particularidades de la realidad construida incluidos todos aquellos elementos/espacios relevantes como:
 - Accesos y escaleras
 - Huecos para fosos de equipamientos (ascensores, escaleras mecánicas...)
 - Huecos para paso de instalaciones de gran tamaño (hueco de más de 1 m²)
 - Bordes de andén
 - Cruces ferroviarios a nivel y a distinto nivel.
 - Arbolado relevante
- Recojan la posición y características del conjunto de elementos que son objeto de inventariado como equipamiento existente, arquetas...
 - Equipamiento electromecánico existente
 - Arquetas y armarios
 - Señales ferroviarias
 - Mobiliario urbano
 - Instalaciones fijas de catenaria (postes, ménsulas)
 - Obra civil de estaciones (andenes, muros de cerramiento)
 - Edificaciones y estancias. (estaciones y edificios auxiliares)
 - Vía y aparatos
 - Banqueta y drenajes

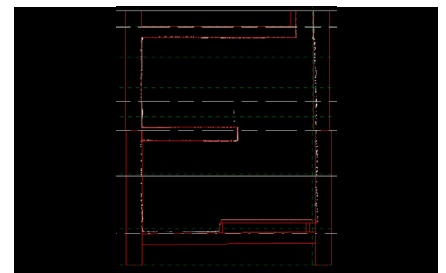
Tabla 16
Ejemplos 'Scan to BIM' de FGV



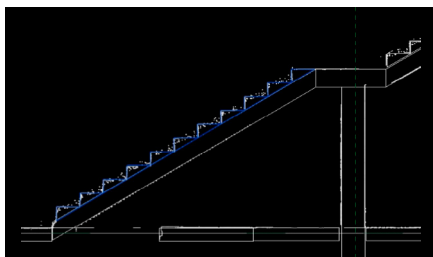
Tramo Túnel L10



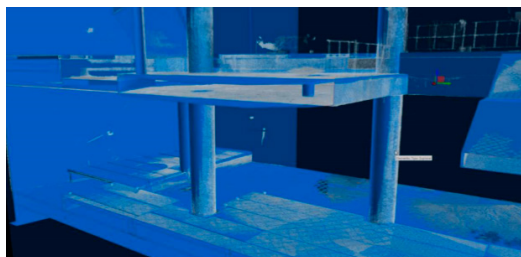
Tramo Túnel L10



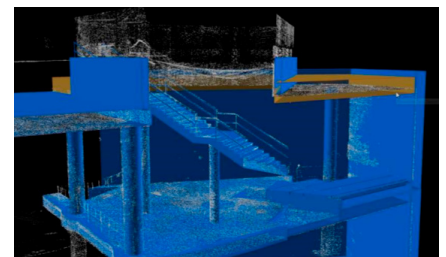
Tramo Túnel L10



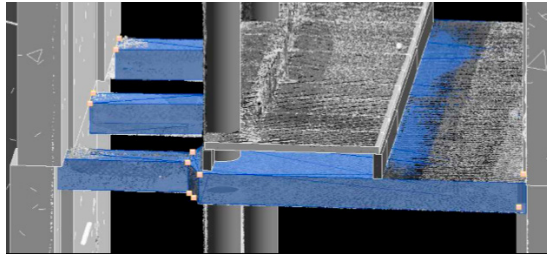
Tramo escalera L10



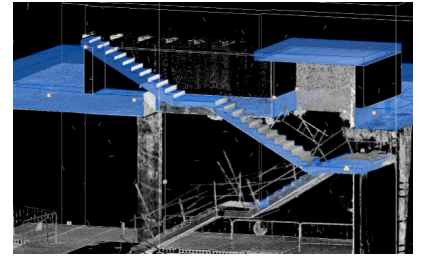
Forjados Estación L10



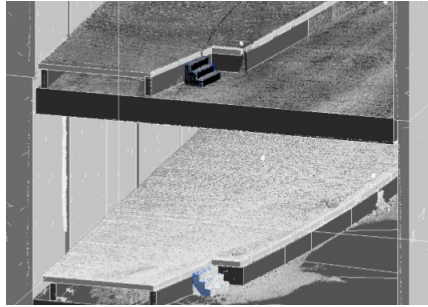
Forjados Estación L10



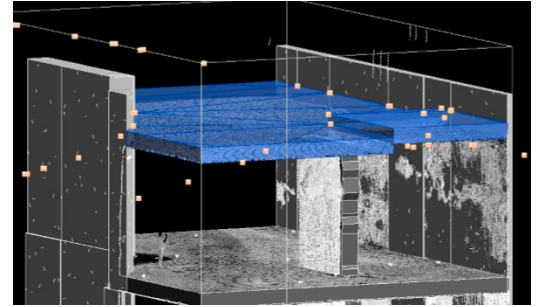
Forjados Estación L10



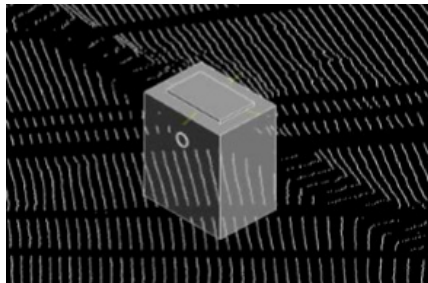
Forjados Estación L10



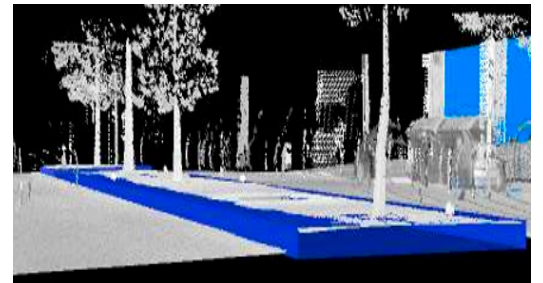
Tramo Túnel L10



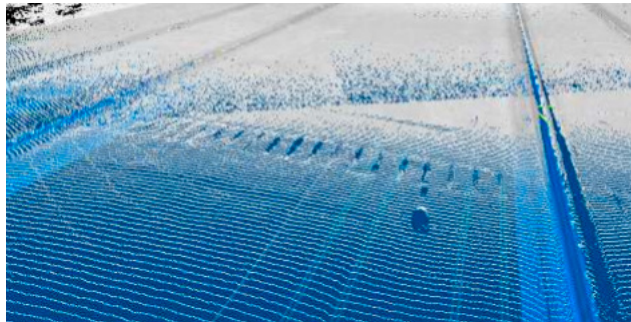
Tramo Túnel L10



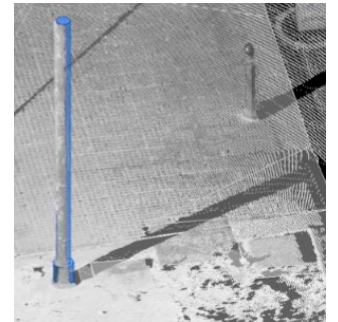
Posicionamiento arqueta existente



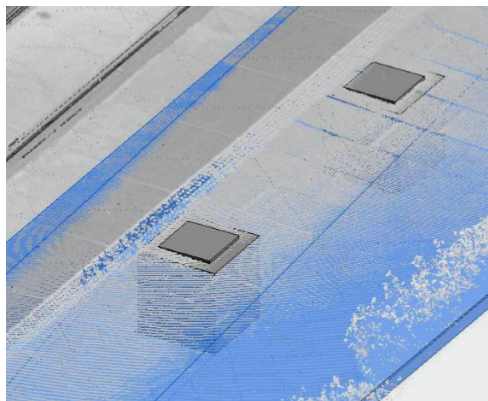
Levantamiento acera



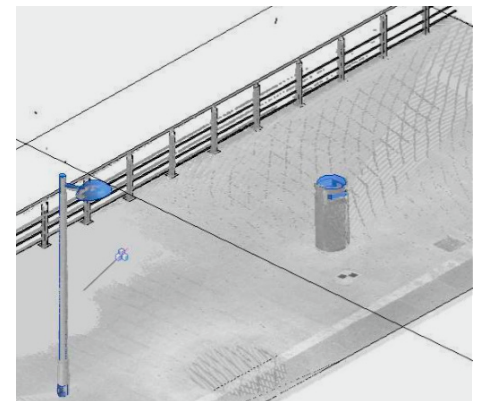
Levantamiento Plataforma



Levantamiento postes



Levantamiento Andén y arquetas



Levantamiento mobiliario existente to postes

11.2.3 Comprobación y aprobación de modelos preparados

Se realizará el chequeo de los modelos generados para verificar que la posición y tipología de los elementos representados se correspondan con la información obtenida in situ.

Scan to BIM

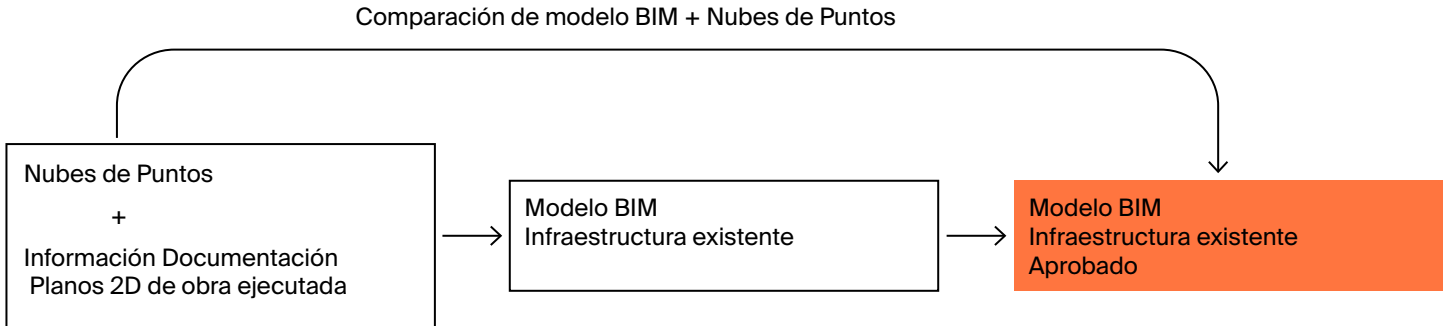


Figura 47
Mapa de proceso desde la nube de puntos hasta el modelo aprobado de infraestructura existente

Este chequeo estará orientado a verificar que:

- La geometría de los elementos de los modelos de infraestructura existente está representada dentro de los rangos de tolerancia admitidos en el apartado [11.6 Tolerancias y condiciones de los modelos](#).
- Que el conjunto de los huecos y actuaciones dentro de la infraestructura están representados correctamente (huecos y zonas de acceso, escaleras...)
- Que el conjunto de elementos que han de formar parte del inventario de FGV (conjunto de elementos modelados listado en el [Apéndice 4.1. Listado de Elementos de los Modelos y FGV Class](#)) está correctamente representado en el modelo

En el [Apéndice 3.4 Plantillas de Control de Calidad](#) se define una plantilla tipo de cumplimiento de modelos de infraestructura existente.

Una vez chequeados y verificados los modelos y su contenido, éstos podrán ser o bien usados por el equipo de diseño como datos de partida o registrados como modelos aprobados de infraestructura existente.

11.3 Modelos de registro de obra ejecutada

En caso de que el Responsable de Contrato de FGV así lo considere oportuno, puede requerir que al final de las obras, se realice una nube de puntos de la obra ejecutada para hacer una comprobación de los modelos “as-built” o de obra ejecutada. En ese caso, este requisito deberá ser incluido en el EIR de Obra del contrato.

Las nubes de puntos se realizarán según las condiciones indicadas en el capítulo [11.2.1 Captación de nubes de puntos](#).

En caso de realizarse, la ATDO deberá supervisar dicha comprobación de los modelos “as-built” mediante nubes de puntos, y emitir el informe de aprobación pertinente en caso de que dicha superposición dé resultados favorables.

11.4

Unidades de los modelos

Las siguientes unidades han de ser respetadas en el conjunto de los proyectos:

Unidad	Medición
Longitud	Metro (M.)
Área	Metro Cuadrado (m2)
Volumen	Metro Cúbico (m3)
Ángulo	Grados sexagesimales (°)
Masa	Kilogramo (kg.)
Pendiente	Porcentaje (%)

Tabla 17
Unidades de los modelos

11.5

Sistemas de coordenadas

La correcta gestión de los sistemas de coordenadas es clave en la gestión de modelos de FGV.

Dentro del abanico de herramientas de trabajo que podrán usarse para la realización de proyectos y obras, habrá algunas que trabajen internamente en coordenadas locales y otras que trabajen en coordenadas globales. Es común en el software de edificación esté preparado para trabajar en coordenadas globales.

En cualquiera de los casos, es imprescindible que la coordinación de los modelos y que los modelos preparados federados lo estén en coordenadas globales. Para ello se usará el sistema de referencia geodésico europeo ETRS89 y el huso 30 del sistema de coordenadas.

Es imprescindible que todos los modelos (tanto modelos como nubes de puntos) cumplan estos requisitos.

En el [Apéndice 5.1 Guía Técnica de Topografía y Cartografía](#) se incluyen especificaciones adicionales relacionadas con los sistemas de coordenadas que han de cumplirse.

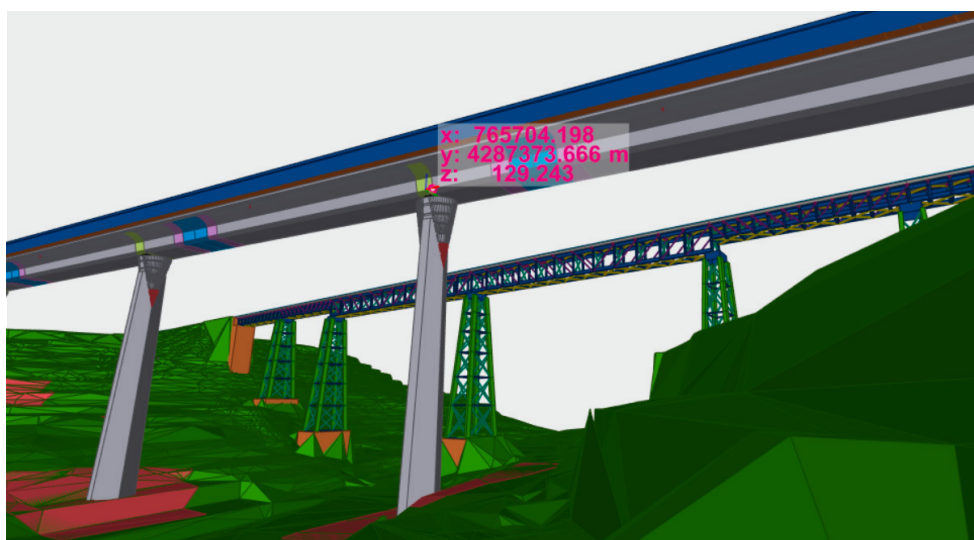


Figura 48
Sistemas de coordenadas
de los modelos. Viaducto
del Quisi del tram de Alicante

Los consultores y contratistas que trabajen con FGV con herramientas que generan modelos en coordenadas locales, tendrán que velar por que, al ser compartidos, estos modelos sean exportados y compartidos en coordenadas globales.

Se verificará de la misma forma que las unidades del proyecto en el momento de la puesta en coordenadas son metros [m].

Cuando en una misma agrupación de modelos se utilicen softwares de diferente tipología, los responsables BIM del consultor y del contratista velarán porque estos modelos estén posicionados correctamente en coordenadas globales y con el mismo sistema de unidades (metros). Esto es una fuente recurrente de problemas de coordinación de modelos.

Al comienzo de los trabajos se generarán unas plantillas de control de coordenadas que serán adjuntadas al PEB para el correcto posicionamiento de las obras.

11.6

Tolerancias y condiciones de los modelos

Los modelos se desarrollarán tan precisamente como sea posible, de acuerdo con el nivel de detalle requerido.

Las tolerancias que han de ser consideradas y respetadas varían en función de la tipología de elemento en cuestión.

Tipo	Tipo de elemento	Tolerancia admitida
Infraestructura existente para referencia	Tierras y banqueta	± 50 mm.
	Estructura	± 20 mm.
	Pavimentación	± 20 mm.
	Equipamientos e instalaciones	± 10 mm.
	Vía y aparatos	± 10 mm.
	Catenaria (elementos fijos)	± 10 mm
Infraestructura existente para demoler o cubicar contra el modelo (y que son objeto de medición)	Tierras y banqueta	± 50 mm.
	Estructura	± 15 mm.
	Pavimentación	± 20 mm.
	Equipamientos e instalaciones	± 5 mm.
Modelos nuevos	Tierras y banqueta	± 50 mm.
	Estructura hormigón	± 10 mm.
	Estructura metálica	± 10 mm.
	Pavimentación	± 20 mm.
	Equipamientos e instalaciones	± 5 mm.
	Vía y aparatos	± 2 mm.
	Catenaria (elementos fijos)	± 10 mm

Tabla 18
Tolerancias de los modelos

Estas tolerancias serán verificadas por los responsables de la verificación de calidad de los modelos cuando se aporten modelos nuevos.

11.7

Registro digital del eje

11.7.1 De infraestructura ejecutada

Como parte de la digitalización de los activos ferroviarios de FGV, cuando se haga un levantamiento de la plataforma y la vía de un activo construido o cuando se entregue un modelo de obra ejecutada, se deberá hacer un registro del eje real de la vía.

Con ello quedará registro del eje de la vía realmente ejecutada. Este registro se realizará por medio de un archivo en formato landxml o en formato IFC 4.1.

Este eje deberá estar correctamente numerado en base a los criterios de FGV y la división de puntos kilométricos correctamente asignada.

11.7.2 De infraestructura nueva

Para todos los proyectos que requieran trabajos de plataforma y vía, se deberá hacer un registro del eje proyectado de la vía.

Con ello quedará registro del eje de la vía proyectada. Este registro se realizará por medio de un archivo en formato landxml o en formato IFC 4.1.

Este eje deberá estar correctamente numerado y la división de puntos kilométricos correctamente asignada.

11.8

Verificación de interferencias

11.8.1

Procedimiento de verificación

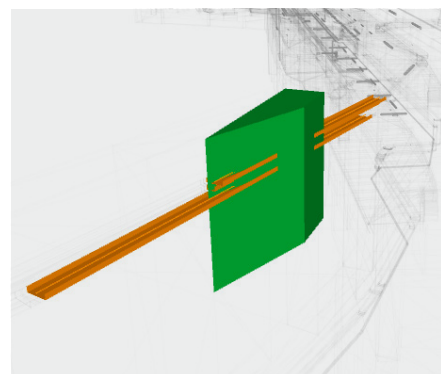
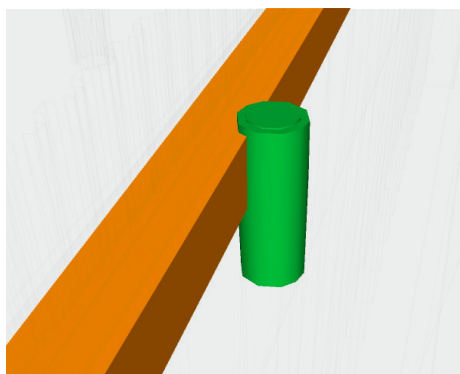
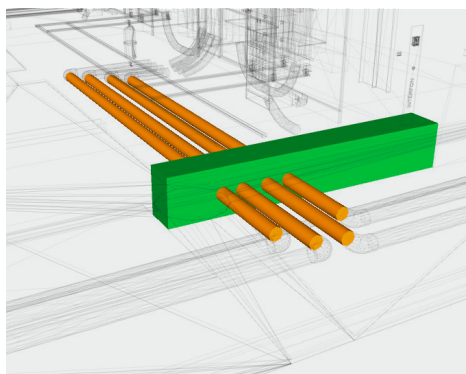
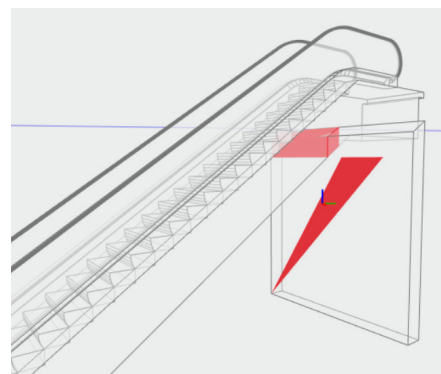
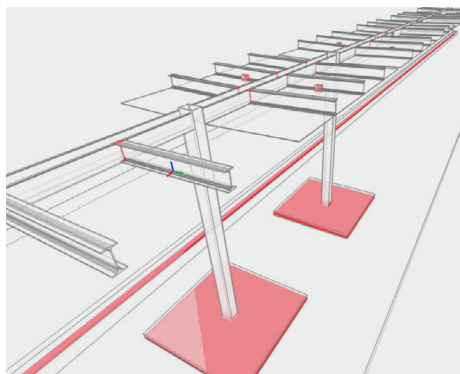
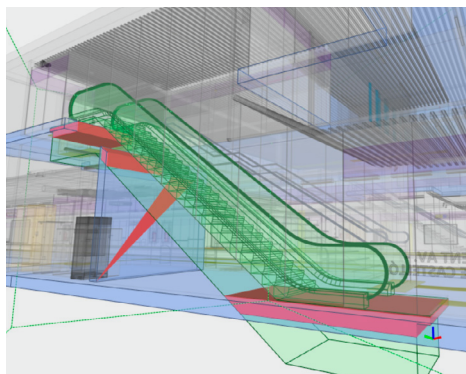
La revisión del diseño y la detección de interferencias son actividades que se desarrollan para ayudar a la coordinación del diseño.

Esta verificación de interferencias está basada en la comprobación de que elementos contenidos en los modelos no ocupan el mismo espacio digital. Se considera que, si eso pasa, las formas de los elementos han de ser modificadas respecto a lo diseñado ya que esto tiene un potencial alto de generar incidencias, retrasos y sobrecostos en las obras.

Por ello, se busca desde fases tempranas de los proyectos detectar aquellas interferencias que puedan generar problemas constructivos en las obras.

La finalidad NO es obtener modelos “Libres de Interferencias”, sino resolver aquellas interferencias que afectan al diseño y que sean de difícil resolución durante la construcción permitiendo así detectar de forma anticipada aquellas que de antemano se tenga constancia que van a generar problemas constructivos.

Figura 49
Interferencias de los modelos



Por ello, se busca articular un procedimiento de detección de interferencias que permita al técnico discernir si la interferencia encontrada es relevante o no.

Para ello, se busca se busca establecer un sistema estandarizado para realizar el mismo procedimiento de forma automatizada independientemente de la fase en la que se encuentre el proyecto y del proyecto del que se trate.

Esta estandarización está basada en la generación de una sistemática de verificación apoyada en parámetros identificativos de los modelos y en la asociación de las verificaciones a realizar en base a esos parámetros. Esto tiene por un lado la ventaja de que el mismo procedimiento puede aplicarse a la totalidad de los proyectos de FGV, pero, por otro lado, el inconveniente de requerir una parametrización adecuada del conjunto de los elementos. Si estos elementos están correctamente parametrizados (y se verifica en los controles de calidad que esto es así), el proceso de detección de interferencias tendrá un grado de automatización alto.

El proceso está basado en el uso de dos parámetros identificativos de los elementos, en concreto el uso combinado de dos parámetros.

La clave está en que estos parámetros son estándares de FGV y que, salvo razones especiales que lo requieran, han de estar incorporados de forma idéntica en la totalidad de modelos de FGV, independientemente de la tipología de proyecto en cuestión.

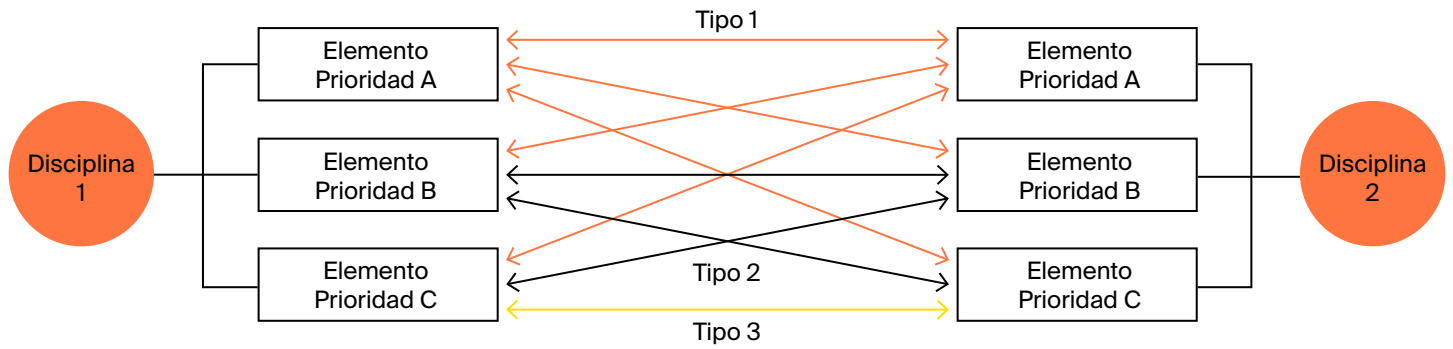
Por una parte, el campo de disciplina del elemento que nos define el conjunto de elementos que se van a verificar entre sí. Por ejemplo, los elementos englobados en la disciplina Gálibo se verificarán con los elementos englobados en la disciplina Superestructura.

Por otro lado, el campo de prioridades de los elementos. Con este segundo término, se busca diferenciar la prioridad o grado de interferencia permitida en elementos en función de su tipología.

Es un parámetro que permite 3 tipos de valores:

- **Prioridad A:** Son aquellos elementos para los que la tolerancia de interferencia permitida es de 0 mm. Es decir que no pueden en ninguna circunstancia ocupar el mismo espacio digital por el alto impacto que tendría en la obra. Un ejemplo de estos es la envolvente de gálibo que no puede tener ninguna interferencia con ningún otro.
- **Prioridad B:** Son aquellos elementos que permiten una tolerancia de 15 mm ya que esta interferencia no genera un problema constructivo en obra. Es el ejemplo de pequeñas interferencias entre el cono de derrame de un estribo de un puente y el estribo en sí.
- **Prioridad C:** Son aquellos elementos que, ocupando el mismo espacio físico no se considera que este hecho suponga un problema en obra. Es el ejemplo de la interferencia generada por una arqueta enterrada en un relleno que siendo una interferencia (ya que no se resta el espacio entre los dos), no supone un problema constructivo alguno.

Con esta filosofía, se procedimenta y estandariza la verificación de interferencias por tipos de análisis de interferencias entre disciplinas.



Prioridad	A	B	C
A	Tipo 1 - 0 MM	Tipo 1 - OMM	Tipo 1 - OMM
B	Tipo 1 - OMM	Tipo 2 - 15MM	Tipo3 2 - 15MM
C	Tipo 1 - OMM	Tipo 2 - 15MM	Tipo 3 - SIN LIM.

Figura 50
Verificación de interferencias

Con esta filosofía, se ha preparado una matriz de interferencias que será la que tendrá que revisarse de forma sistemática en los proyectos de FGV. Para cada uno de los cuadros de interferencia, se realizarán los 3 tipos de prueba.

	ESA	TOP	GEO	PLA	DRE	PRI	VIA	GAL	TUN	EST	ARQ	URB	CAR	IEF	IEN	IEL	ISF	ICO	ISC	IFS	IME	AUX	SYS	OCE	DEM	
ESA	■																									
TOP	■	■																								
GEO	■	■	■																							
PLA	■	■	■	■																						
DRE	■	■	■	■	■																					
PRI	■	■	■	■	■	■																				
VIA	■	■	■	■	■	■	■																			
GAL	■	■	■	■	■	■	■	■																		
TUN	■	■	■	■	■	■	■	■	■																	
EST	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
ARQ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■															
URB	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														
CAR	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■													
IEF	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
IEN	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■											
IEL	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
ISF	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
ICO	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
ISC	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
IFS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
IME	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
AUX	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
SYS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
OCE	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
DEM	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Tabla 19
Matriz de interferencias

Aquellos campos rellenos con color en la matriz deberán ser analizados para las tres categorías de prioridad.

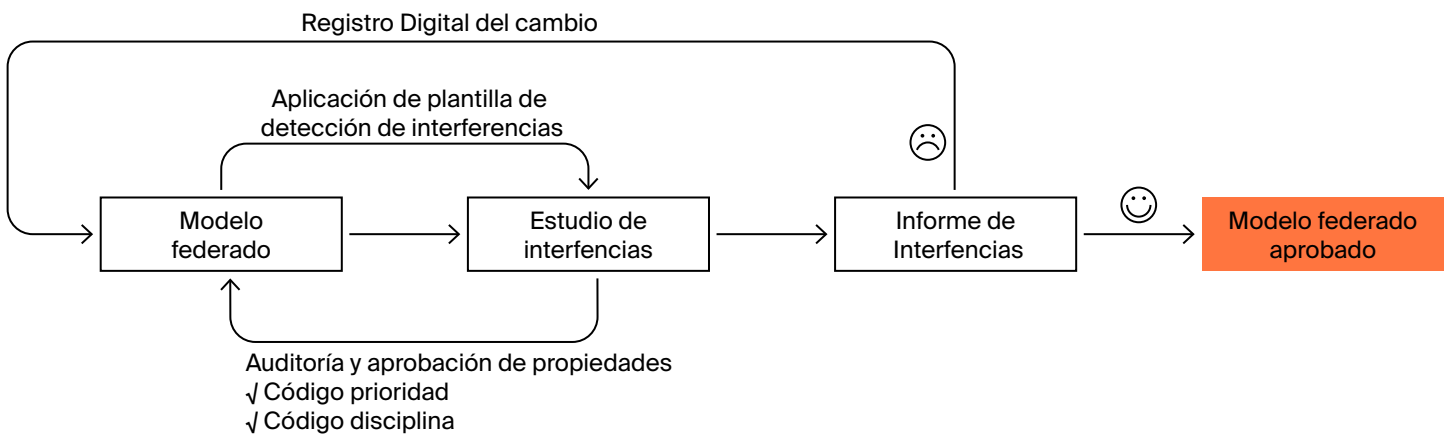
11.8.2 Procedimiento iterativo

El estudio de interferencias deberá ser aplicado cuando haya una variación de la geometría de la infraestructura. Esto ocurre de forma preferente en la fase de diseño cuando a medida que avanza la definición geométrica de la propuesta constructiva se van añadiendo elementos a los modelos. Pero puede ocurrir también en la fase de obra en aquellas obras en las que se realicen modificaciones respecto a la geometría proyectada.

De esta forma, se podrá realizar de forma periódica la detección de interferencias con una periodicidad máxima de 15 días.

El procedimiento iterativo estará sistematizado para simplificar las labores de coordinación.

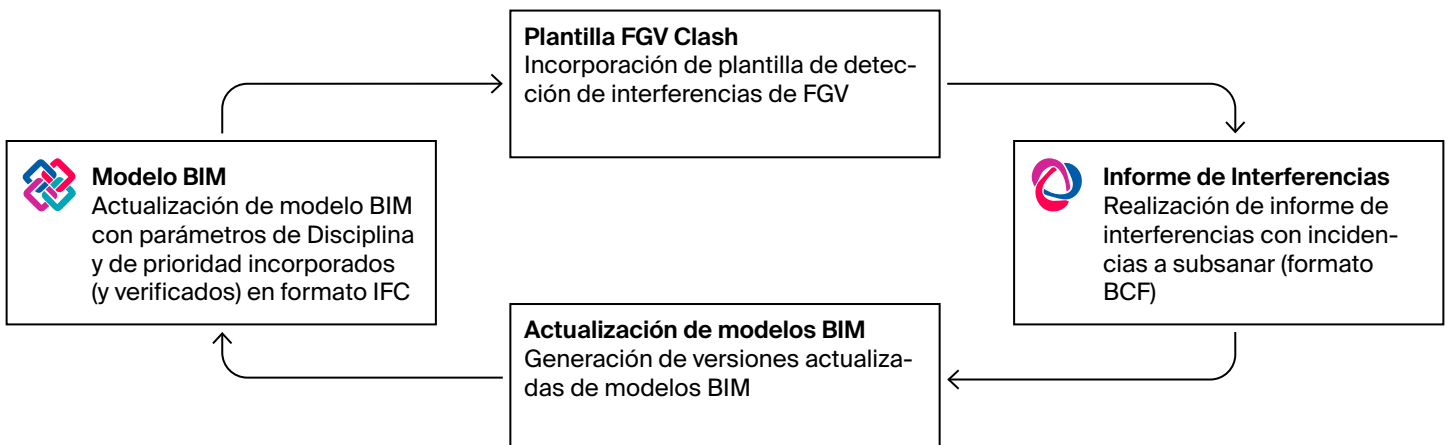
Figura 51
Mapa de procesos de verificación de interferencias



Este procedimiento tiene que acompañarse siempre de revisiones visuales por parte del personal técnico con el objetivo de detectar posibles interferencias derivadas de una mala parametrización de los elementos.

Además, es importante mencionar que estas revisiones visuales van a permitir verificar incoherencias que, sin ser interferencias, hagan que la solución no sea constructiva. Hablamos de elementos constructivos mal posicionados o levantados de forma errónea que no son detectados con la automatización de interferencias

Figura 52
Procedimiento iterativo de verificación de interferencias



- 7 Principios contractuales
- 8 Objetivos
- 9 Usos BIM
- 10 Estructura de los modelos
- 11 Condiciones digitales de los modelos
- Estándares digitales de FGV
- 13 Estrategia OpenBIM
- 14 Repositorio común de información (CDE)
- 15 Roles y responsables BIM de contratos
- 16 Entregables
- 17 Software
- 18 Control de calidad

Epílogo
Bibliografía

Índice de contenidos

12.1 Particularidades

12.2 Composición de los estándares digitales de FGV

12.3 Componentes estandarizados de FGV

12.1

Particularidades

Para FGV, la prioridad en la gestión y supervisión de proyectos (basada en modelos) pasa por estandarizar la estructura de datos de los proyectos desde el punto de vista corporativo y que la presentación de información extraída de los modelos sea trazable y coherente. Esta estructura deberá estar armonizada de forma integral en todas las áreas de desarrollo y trabajo de FGV.

El conjunto de estos estándares aplicados a los proyectos se llama estándares digitales. Este conjunto de documentos contiene las pautas necesarias para uniformizar, estandarizar, normalizar y homogeneizar los proyectos para FGV. Será el garante de que la estructura de información es consistente en el conjunto de contratos de FGV.

12.2

Composición de los estándares digitales de FGV

Los estándares digitales de FGV serán una serie de documentos abiertos puestos a disposición de las consultoras y constructoras. Estos estándares y su contenido serán susceptibles de verse modificados/actualizados en fases posteriores.

Serán suministrados a cada proveedor al comienzo de los trabajos como hoja de ruta de cumplimiento obligatorio. Incluirán todos los requerimientos mínimos que el Responsable del Contrato de FGV considere oportuno incorporar.

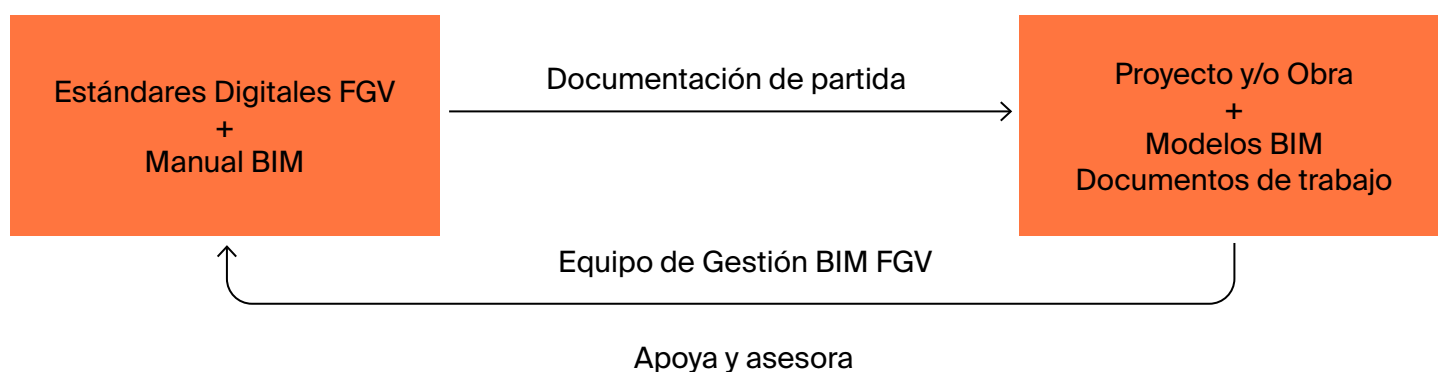


Figura 53
Proceso de elaboración de
los estándares digitales de FGV

Estos estándares digitales estarán compuestos no sólo por el conjunto de documentos que definan la caracterización, el formato y estructura de información que se genere en el entorno CAD/BIM sino también las bases de diseño que los consultores tienen que respetar para el diseño de los proyectos ferroviarios de FGV desde el punto de vista de la metodología BIM. Se suministrarán en forma de documentos de guía y de plantillas de trabajo. Harán referencia específica a:

Estándares digitales de FGV	Referencia	Tipo de documento
Guías y manuales:		
Manual BIM FGV	Este documento	PDF
Estándares CAD/BIM	(pendiente)	Varios
Estándares de trabajo OpenBIM	Capítulo 13	PDF
Listado de elementos que forman parte de los modelos BIM	Apéndice 4.1	Excel
Estándares de clasificación de elementos FGV Class	Apéndice 4.1	Excel
Guía de Uso de Cloud de FGV	(pendiente)	PDF
Plantillas de trabajo:		
Codificación de archivos y carpetas	Apéndice 3.1	Varios
Plantilla CAD/BIM	(pendiente)	CAD
Plantilla de registro documental	Apéndice 3.3	EXCEL
Plantilla de Plan de Ejecución BIM	Apéndice 3.2	DOC
Plantillas de exportación a IFC propia de FGV	(pendiente)	EXCEL
Plantilla de informes de detección de interferencias	(pendiente)	DOC
Plantilla de control de calidad de modelos	Apéndice 3.4	DOC
Componentes BIM estandarizados de FGV		Varios

Tabla 20
Estándares digitales de FGV

12.3 Componentes estandarizados de FGV

En la elaboración y gestión de proyectos bajo metodología BIM es fundamental tener definida una estrategia a la hora de organizar los objetos estándares que integran los modelos. La generación de una biblioteca de objetos es clave para FGV a la hora de garantizar la uniformidad y homogeneidad de elementos de los modelos.

Para ello es fundamental disponer de una serie de paquetes de elementos asociados a diferentes disciplinas de proyecto cuya visualización e información integrada sea controlada, parametrizable y adaptable a los diferentes LOD exigidos a lo largo de todo el ciclo de vida de la infraestructura ferroviaria.

Las diferentes herramientas de autoría (software BIM) se refieren a los elementos parametrizables de diversas maneras, conforme a su estructura tecnológica de software y tipo de lenguaje de programación. La terminología que tiene cada software para referirse a ese contenido BIM es muy diversa.

Software BIM	Casa comercial	Nombre contenido BIM	Extensión
Revit	AUTODESK	Familias	*.rfa
Civil 3D	AUTODESK	Ensamblaje/ Sub-ensamblaje & Bloques	*.pkt
Istram	BUHODRA	Librerías de Objetos	*.asc
AECOSim	BENTLEY	Células & "Family and Parts"	*.cel
Open Rail/ Power Rail Track (Bentley)	BENTLEY	Componentes & Células	-
ArchiCAD	NEMETSCHEK	Componentes	-
Allplan	NEMETSCHEK	Componentes	*.prj
Tekla Structures	TRIMBLE	Componentes	*.tsep

Tabla 21
Tipos de elementos parametrizables
según el software BIM

Desde FGV, se está desarrollando un criterio lógico de organización de entidades estandarizables, componentes, ensamblajes o similar, que servirá de catálogo predefinido de elementos de FGV. Este catálogo busca ser una biblioteca abierta, estandarizada y actualizable de componentes BIM de FGV.

Este catálogo de componentes será puesto a disposición de los proyectistas y constructoras y deberán ser usados por éstos en la producción y entrega de información.

Estos elementos propios de FGV están desarrollados con el nivel de detalle geométrico necesario y con una estructura de datos estandarizada y propia de FGV que facilite el uso posterior de esos datos contenidos en los elementos.

Serán suministrados en formato abierto “*.ifc” y puestos a disposición con el set de propiedades requerido predefinido. Las empresas que trabajen con FGV lo incorporarán en sus softwares de trabajo y rellenarán los campos del set de parámetros que proceda para adecuarlo a su proyecto. En ninguna medida se realizarán modificaciones geométricas sobre los elementos estandarizados sin la aprobación del Responsable de FGV.

Se buscará la participación y colaboración entre las diferentes casas de software y casas comerciales de productos para la generación de esta biblioteca de elementos tridimensionales.

Las casas comerciales que quieran que sus productos estén aprobados para su uso en proyectos y obras de FGV, deberán suministrar las componentes 3D de los mismos a FGV para su aprobación y posterior uso e incorporación a la biblioteca de elementos de FGV.

Se detallan a continuación elementos estandarizados que se han ido produciendo durante los proyectos realizados hasta la fecha. Estos elementos están en proceso de incorporación al listado de componentes estandarizados de FGV.

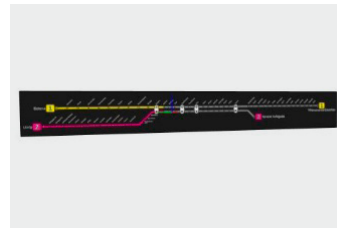
Tabla 22
Elementos estandarizados
de los modelos



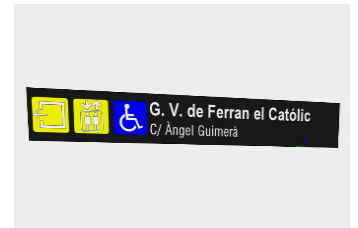
Marquesinas de entrada



Cartel entrada metro



Cartel recorrido líneas andenes



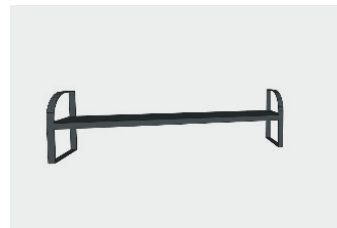
Cartel señalización andenes



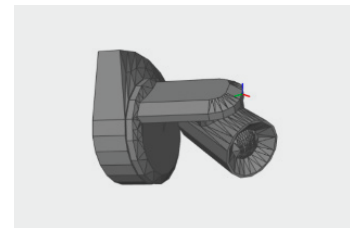
Barandilla apoyo andenes



Papelera vestíbulo de entrada y andenes



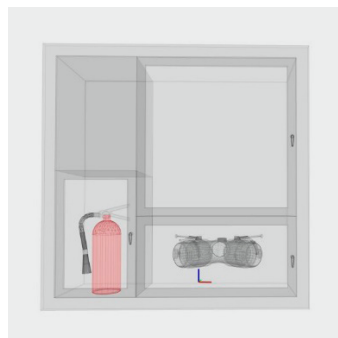
Banco andenes



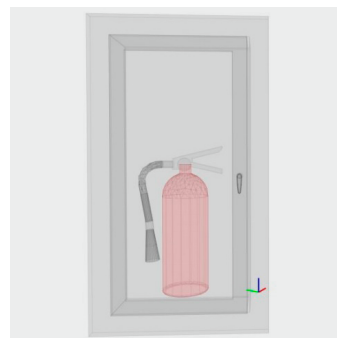
Cámara de vigilancia



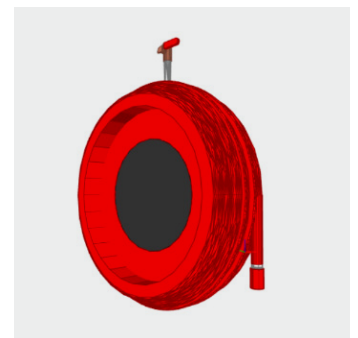
Pulsador manual extinción incendios



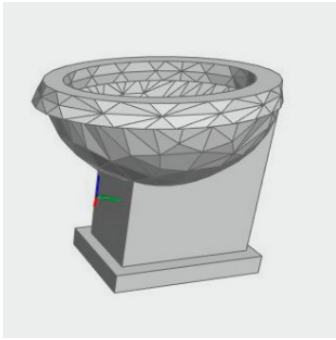
Caja registro extintor y conexión mangueras



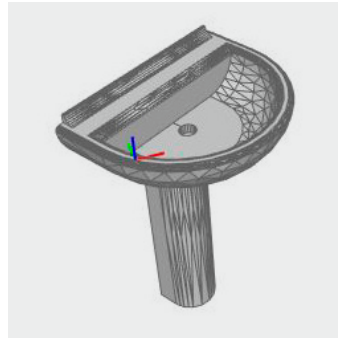
Caja extintores



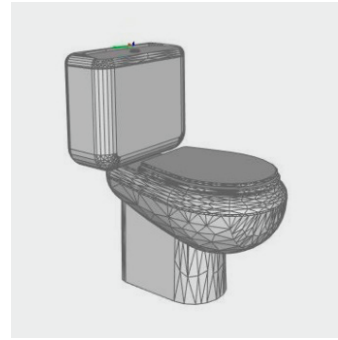
Manguera incendios



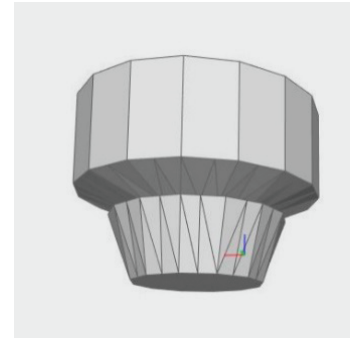
Sanitario zona baños



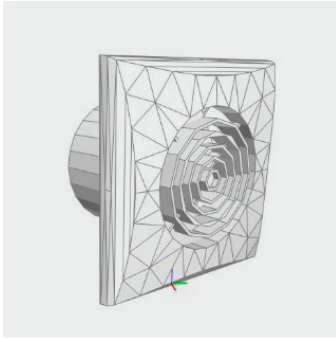
Lavabo zona baños



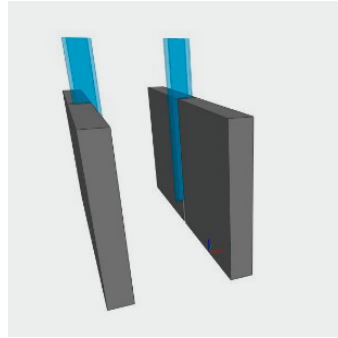
Sanitario zona baños



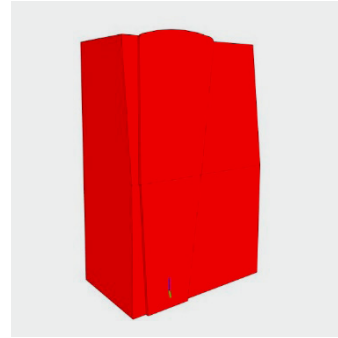
Detector incendios



Extractor pared zonas húmedas



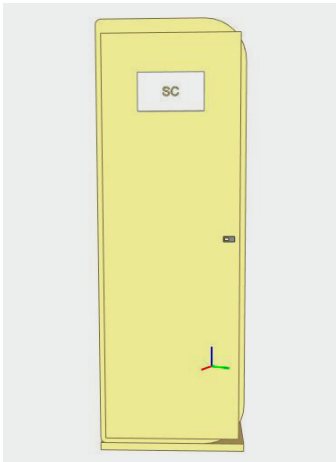
Puertas control de accesos estación



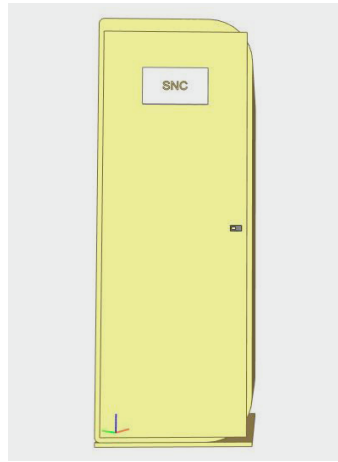
Expendidora de billetes



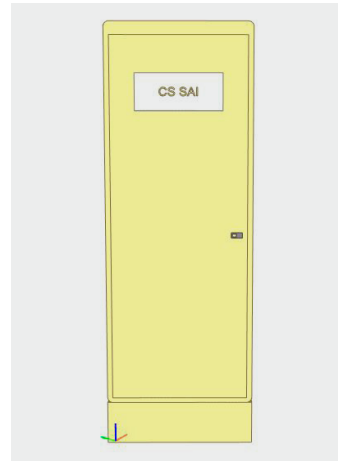
Puertas de cierre entrada estación



Cuadro servicios conmutados



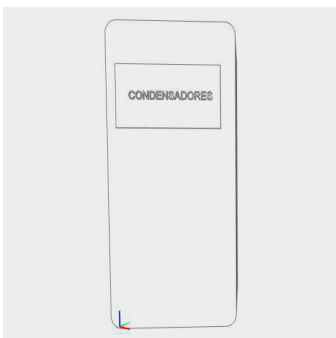
Cuadro servicios no conmutados



Cuadro SAI



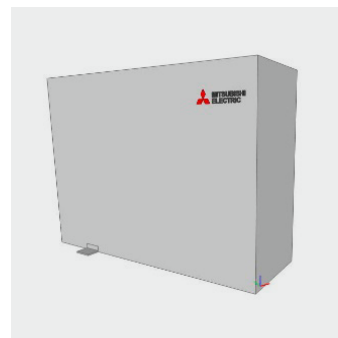
Batería SAI



Batería de condensadores



Aparato aire interior tipo Split,3,5 KW térmicos



Unidad exterior de climatización



Ventilador pared zona SAI

- 7 Principios contractuales
- 8 Objetivos
- 9 Usos BIM
- 10 Estructura de los modelos
- 11 Condiciones digitales de los modelos
- 12 Estándares digitales de FGV
- **Estrategia OpenBIM**
- 14 Repositorio común de información (CDE)
- 15 Roles y responsables BIM de contratos
- 16 Entregables
- 17 Software
- 18 Control de calidad

Epílogo
Bibliografía

Índice de contenidos

- 13.1 Acercamiento OpenBIM
- 13.2 Industry Foundation Classes “IFC”
- 13.3 Clasificación de entidades IFC
- 13.4 Gestión digital del cambio
- 13.5 Evolución de la estrategia OpenBIM

13.1

Acercamiento OpenBIM

La apuesta de FGV por la gestión de modelos de información abierta está alineada con los objetivos que promueve la buildingSMART, asociación sin ánimo de lucro que fomenta el uso de estándares abiertos de interoperabilidad de modelos.

Por ello, FGV ha hecho desde un principio una apuesta firme por la gestión de modelos en formato abierto, en concreto en formato “*.ifc”, considerado estándar abierto de referencia en el sector.

Mediante esta estrategia abierta se busca promover la libre competencia de software y de empresas en el entorno de trabajo de FGV, garantizando la total operatividad del personal técnico de FGV en el proceso de supervisión de proyectos y obras basados en modelos.

Esta apuesta por el uso del formato “*.ifc” es una apuesta de continuidad y a futuro ya que gran parte de los elementos de tipología ferroviaria están a fecha de redacción de esta guía en fase de definición a nivel internacional.

FGV irá incorporando nuevos procedimientos de supervisión según vayan progresando la madurez de los modelos “*.ifc” en el campo de las infraestructuras.

13.2

Industry Foundation Classes “IFC”

El entregable principal de modelos BIM será el formato “*.ifc”. Se trata del formato de intercambio neutro (que no pertenece a ninguna casa comercial) que está promoviéndose a nivel internacional para el sector de la construcción es el “*.ifc” (industryFoundationClasses). Su versión más actual es la versión 4.1 (que incluye información sobre la alineación de los elementos lineales).

En fechas de redacción de esta guía, la interoperabilidad entre los softwares (y en especial para aquellos softwares de obra civil) no está completamente solucionada ni garantizada a través del “*.ifc” (ni a través de ningún otro formato).

Aunque en los últimos años se ha dado un impulso fuerte y la interoperabilidad entre softwares ha ido en aumento (actualmente los softwares BIM de obra civil pueden compartir alineaciones parametrizadas en formato “*.ifc”), actualmente el intercambio de modelos en formato “*.ifc” permite:

- La generación de modelos tridimensionales de soluciones proyectadas en el software que pueden ser integrados como referencia en otros softwares.
- La exportación de información geoposicionada.
- La capacidad de extracción de documentación (más o menos automática) como planos y mediciones asociados a los elementos modelados.
- La generación de modelos visualizables con herramientas ajenas al software en cuestión (tanto gratuitas como de pago).
- La generación de modelos de información con sets de propiedades como los requeridos por FGV.

Estos modelos en formato abierto sirven para compartir y transferir información estructurada a lo largo del ciclo de vida del equipamiento entre los agentes y parte interesadas que intervienen en el contrato. La intención de FGV es que se utilice de manera habitual en sus contratos, incrementando el nivel de utilización y calidad de estos IFC en la medida en que el desarrollo del formato IFC vaya evolucionando.

FGV apuesta por el uso del formato de intercambio *.ifc (industry Foundation Classes) al menos en su versión 2x3.

De forma complementaria a los modelos en formato “*.ifc”, se pueden promover el uso de otros formatos de intercambio abiertos que complementen a los formatos “*.ifc” como el dxf, landxml, csv.

Los modelos IFC se generarán como mínimo, en cada una de las fases periódicas de intercambio que se contemplen en el contrato, así como cuando se especifique en el PEB del mismo.

13.3

Clasificación de entidades IFC

Dentro de los sistemas de clasificación de elementos constructivos, está tomando un rol cada vez más relevante la clasificación por entidades estandarizadas que promueve la buildingSMART.

Dentro de la estrategia de centralización y de homogeneización de proyectos y obras realizados con la metodología, es importante garantizar una correcta asignación de elementos a las entidades estandarizadas en el sistema OpenBIM, personificado en el formato IFC.

Este formato IFC, una base de datos orientada a objetos permite un trabajo más ágil de segregación, revisión y supervisión de modelos. Promoviendo el uso correcto para el cual fue concebido proporciona una mejora en la transmisión de información entre diferentes agentes a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, evitando el reprocesado como el relativo a modelado y adición de información asociado a los diferentes elementos que integran el modelo.

Con ello se pretende, por ejemplo, garantizar que un pilar esté siempre clasificado como un pilar independientemente del equipo que realice el modelo.

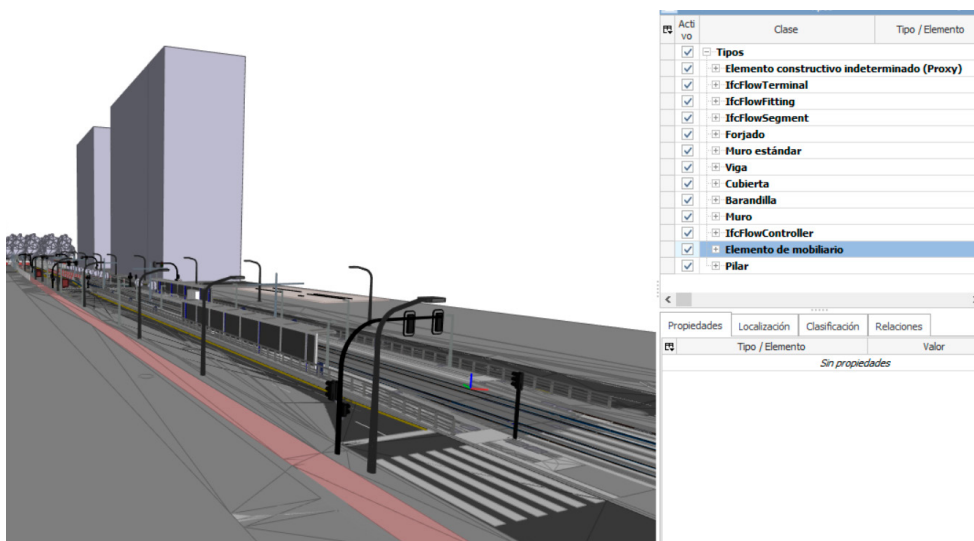


Figura 54
Vista de los modelos.
Línea 10 de Metro Valencia

La clasificación de entidades de IFC está en constante desarrollo y asociando los diferentes formatos de IFC existentes en el mercado. A fecha de redacción de esta guía, la asignación de entidades específicas a elementos de obra civil es limitada tanto para esquemas de IFC 2x3 o IFC 4 o IFC 4.1. En la mayor parte de los casos se reduce a la asignación del conjunto de elementos a una entidad llamada "IfcBuildingElementProxy". De ahí que muchos de los elementos contenidos en los modelos estarán representados por esta entidad.

Por otra parte, elementos relacionados con el mundo de la edificación sí que tienen un mapeo de entidades más correcto y desarrollado.

Es de esperar que en los futuros esquemas de IFC, relativos al mundo de las infraestructuras a través del esquema IFC 5, los elementos de obra civil tendrán su correspondiente entidad equivalente al que existe actualmente para el conjunto de elementos de edificación.

La apuesta de FGV por el uso de las entidades mapeadas de forma homogénea hace que se haya incluido en el [Apéndice 4.1. Listado de Elementos de los Modelos y FGV Class](#) una asignación orientativa de la entidad IFC que deberá estar asignada a cada tipología de los elementos contenidos en los modelos sobre la tabla de elementos de los modelos.

Dicha asignación es relativa a entidades de IFC 2x3 ya que a día de hoy se considera que es el formato de IFC más estable a la hora de exportación e importación por cualquier software de autoría. Pese a existir el formato IFC 4, el cual posee más entidades y propiedades asociados a los elementos, dicho formato actualmente no es tan estable a través de los diferentes softwares de autoría existentes en el mercado. De ahí que la tabla de correlación respecto a entidades y elementos clasificados deberá ir evolucionando y ampliándose conforme los softwares de autoría del mercado posean las certificaciones oportunas respecto a los nuevos esquemas de IFC, sobre todo los relativos al esquema IFC 5 asociado al mundo infraestructuras.

Esta asignación deberá ser usada por los redactores y agentes generadores de modelos y podrá ser requerido por el Responsable del Contrato que se asigne de forma correcta.

13.4

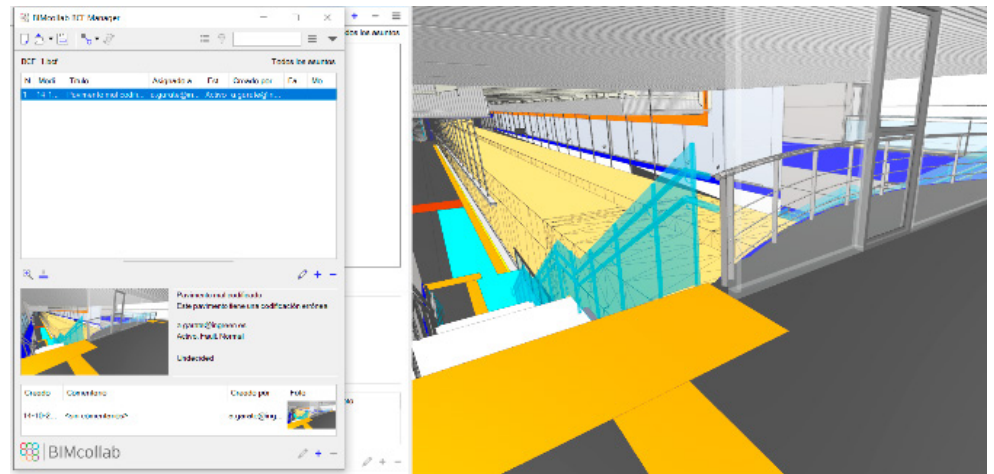
Gestion digital del cambio

La trazabilidad de la gestión del cambio es prioritaria en la estrategia BIM de FGV.

En los procesos de revisión y trazabilidad del cambio basada en formatos abiertos toma un rol fundamental la gestión del cambio basada en los archivos “*.bcf” (BIM CollaborationFormat). Son archivos abiertos que se asocian a los modelos abiertos en formato “*.ifc” y que aportan:

- Vista digital asociada a la posición sobre la que se ha hecho el comentario.
- Identificación de la persona que realiza el comentario con prioridad y referencia al contexto asociado al comentario (descripción del comentario realizado).
- Archivo digital de registro del conjunto de comentarios sobre los modelos.

Figura 55
Archivo “.bcf”



Esta trazabilidad de la gestión del cambio permite a FGV no sólo tener un seguimiento a tiempo real del avance de los trabajos sino también tener un registro en el tiempo del registro en el tiempo de los cambios realizados y de los controles de calidad realizados sobre los modelos.

Desde FGV se espera que en los próximos años se madure y desarrolle la estrategia de gestión de modelos y de bases de datos de activos basados en modelos.

13.5

Evolución de la estrategia OpenBIM

Partiendo del estado actual en el que se usa la exportación preconfigurada “IFC 2x3 Coordination View 2.0” para la coordinación y extracción de datos de los modelos, se espera que progresivamente la gestión sea cada vez más automatizable y centralizada entorno al modelo en formato “.ifc” como centro de datos integral.

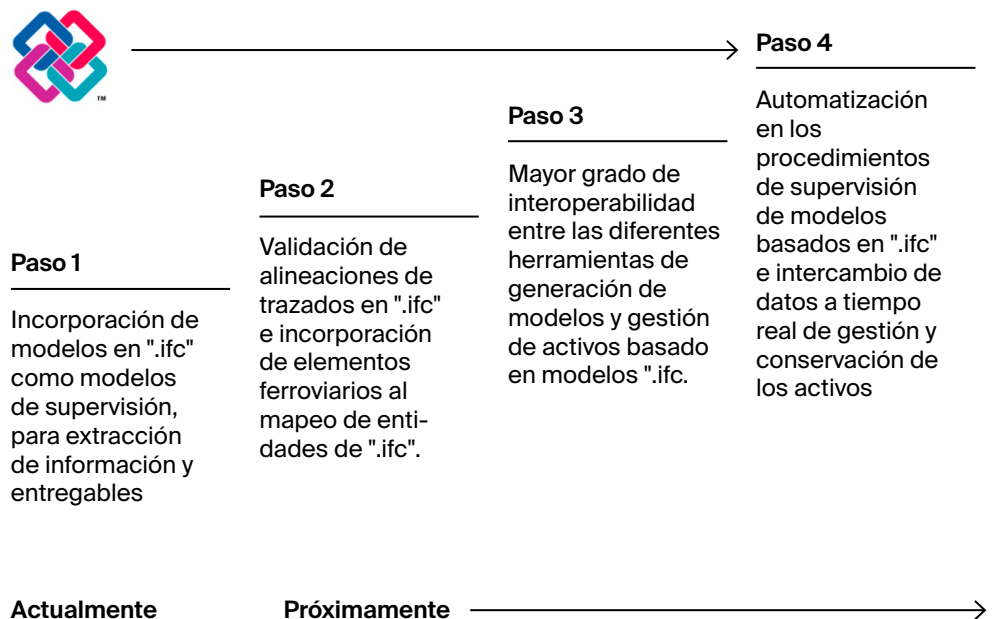


Figura 56
Evolución de la estrategia OpenBIM

Repositorio común de información (CDE)

- 7 Principios contractuales
- 8 Objetivos
- 9 Usos BIM
- 10 Estructura de los modelos
- 11 Condiciones digitales de los modelos
- 12 Estándares digitales de FGV
- 13 Estrategia OpenBIM
- Repositorio común de información (CDE)
- 15 Roles y responsables BIM de contratos
- 16 Entregables
- 17 Software
- 18 Control de calidad

Epílogo
Bibliografía

Índice de contenidos

- 14.1 Entorno común de datos
- 14.2 Gestión comunicación digital
 - 14.2.1. Calendario de reuniones
- 14.3 Infraestructura digital
- 14.4 Estructura de carpetas
 - 14.4.1. Criterios generales de nomenclatura
 - 14.4.2. Carpetas
 - 14.4.2.1. Descripción de las carpetas tipo en FGV
- 14.5 Entorno de trabajo BIM
- 14.6 Nomenclatura de archivo

14.1

Entorno común de datos

Para el desarrollo de cualquier contrato aplicando metodología BIM se tendrá que definir un marco de trabajo específico que tiene que cumplir una serie de requerimientos sobre el tratamiento de la información, la relación entre sus agentes y el entorno tecnológico a implementar.

A continuación, se definen los requerimientos mínimos a cumplir en un CDE:

- Debe ser un entorno común donde alojar y compartir información digital del proyecto de forma estructurada.
- Debe estar basada en la medida de lo posible en formatos abiertos, que garantice la interoperabilidad entre los diferentes actores que participan en los contratos
- Debe estar organizado respecto a un convenio de carpetas, codificación de archivos y protocolos de intercambio de información prefijado acorde al EIR y al PEB del contrato. Los requerimientos tecnológicos deberán venir especificados en estos documentos.
- Debe permitir el acceso selectivo de participantes a la información generada (protocolos de accesibilidad).

- En el ámbito de FGV debe estar gestionado por el Responsable del Contrato de FGV, y en el ámbito de empresas externas debe estar gestionado por el Responsable BIM correspondiente. Estos responsables velarán por su correcto funcionamiento, la seguridad y la calidad de la información almacenada. Además, también deberán establecer el protocolo de comunicación para garantizar que todos los integrantes del equipo del contrato trabajan con la información adecuada y actualizada, y que la misma está disponible en el CDE.
- La nomenclatura y la estructura de niveles y subcarpetas de archivos facilitará su estructura dentro del CDE y estará en línea con las especificaciones recogidas en este Manual.

14.2

Gestión comunicación digital

La comunicación abierta y trazable entre las partes en los diferentes contratos de FGV es una prioridad. Para ello, FGV habilitará un vehículo de comunicación entre los agentes homogéneo e integral. Hablamos de homogéneo porque se busca que el vehículo de comunicación sea el mismo para el conjunto de los contratos que dirige el personal técnico de FGV e integral porque se busca que centralice el grueso del intercambio de información durante la totalidad de la duración de los contratos.

La estrategia de FGV busca aplicar la digitalización a la mayor parte de los procesos de producción y gestión de información entre las partes potenciando un marco de comunicación abierto y trazable digitalmente.

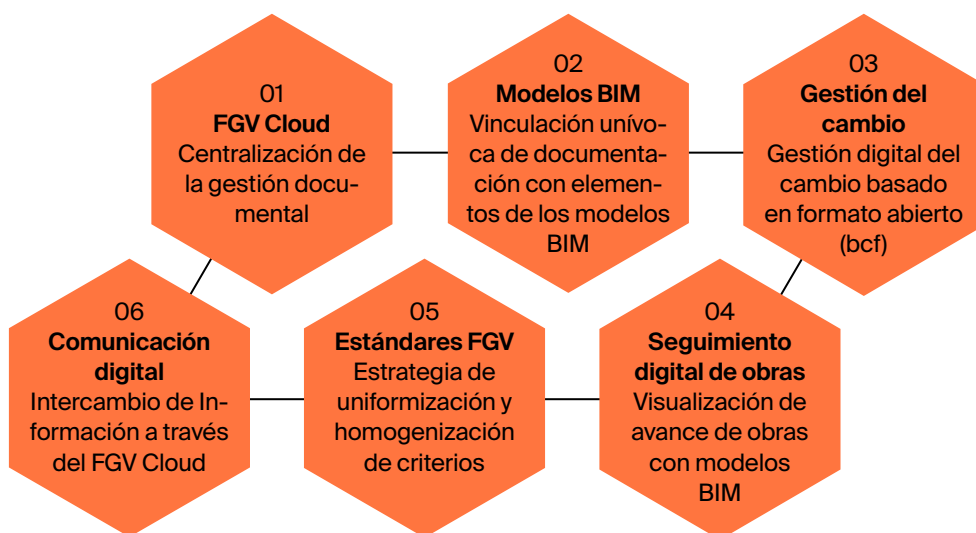


Figura 57
Gestión comunicación digital de FGV

El conjunto de la estrategia de comunicación digital estará centralizado entorno a la plataforma digital FGV Cloud y en ella se realizarán el grueso del intercambio de información entre las partes involucradas durante los trabajos.

Se consigue de esta forma que la metodología sirva durante el proceso y no sólo exclusivamente como registro de información digital al finalizar la obra.

Esta estrategia de gestión digital, acompañada de una estandarización de procesos de FGV, permite un archivo de la documentación homogéneo del conjunto de trabajos de FGV y garantiza que esa información es accesible de forma ágil en años venideros.

El conjunto de los contratos deberá gestionarse de forma homogénea en el **NextCloud** de FGV. Esta plataforma servirá como repositorio continuo y de intercambio de información generada durante la obra. Toda la información generada durante la obra (BIM o no BIM) será archivada en esta plataforma.

Las diferentes empresas serán responsables del correcto uso del entorno común de datos y de colocar correctamente la documentación que es objeto de su responsabilidad.

El Responsable BIM del proyectista en la fase de proyecto, y las asistencias técnicas a la dirección de obra en las obras serán los responsables de velar de que se utiliza correctamente este repositorio y de notificar a los responsables de FGV en caso de observar incidencias.

Se evitará el intercambio vía mail y el uso de repositorios externos (de terceros). Se podrá hacer uso de repositorios complementarios propuestos por terceros siempre y cuando se cumpla que aportan:

- Soluciones complementarias a las funcionalidades del NextCloud de FGV como pueden ser agilidad en las comunicaciones (videoconferencias) o visores de modelos.
- Que se garantice que toda la información se archiva periódicamente en el NextCloud de FGV.

14.2.1 Calendario de reuniones

La incorporación de la metodología en el diseño tiene por objetivo usar los modelos como herramienta de trabajo para las reuniones técnicas entre las partes.

Se definirán reuniones periódicas entre los agentes implicados, estableciendo el Consultor/Contratista un calendario inicial en el PEB que validará el Responsable del Contrato.

Es una prioridad de FGV, que tanto el BIM Manager del proyecto como el Jefe de Proyecto / Obra participen conjuntamente (y presencialmente) en las reuniones de coordinación técnicas periódicas del proyecto / obra con FGV basadas en el uso de los modelos. Será responsabilidad del BIM Manager y del Jefe de Proyecto / Obra potenciar el uso de los modelos en dichas reuniones para explicar y transmitir a FGV y Dirección de Obra (cuando aplique) el avance de diseño / obra realizado desde la anterior reunión.

14.3

Infraestructura digital

FGV dispondrá de un servidor local para el trabajo entre agentes FGV y los externos. Se contará con esta solución de infraestructura digital a largo plazo, así que se propone una solución a corto y una a largo plazo.

- **A corto plazo:** se ha adoptado un sistema de almacenamiento de datos basado en carpeta (tipo software de repositorio de información - Next-Cloud) privada y personalizada para FGV que estará alojada en el servidor de FGV, es decir en hardware propio. El servidor de FGV será usado por agentes internos FGV, como plataforma de trabajo habitual. Se fijará una estructura de carpetas basadas en la experiencia. Los agentes externos únicamente podrán depositar las entregas fijadas en el calendario del proyecto (estas entregas se fijan en el PEB del contrato).
- **A largo plazo:** se analizará la evolución de las soluciones tecnológicas con el objeto de evaluar posibles alternativas o evoluciones.

14.4

Estructura de carpetas

FGV propone una estructura de carpetas específica para cada una de las fases del ciclo de vida correspondientes a proyecto, ejecución de obra y dirección de obra.

Todos los datos del contrato se almacenarán dentro de la estructura estándar de carpetas del proyecto ubicada en el servidor de red central o en una tecnología de gestión de documentos adecuada, que se acordará entre todos los agentes.

En caso de ser necesario, los agentes que intervengan de forma directa en el contrato acordarán los niveles adicionales de las carpetas y se recogerá en el apartado correspondiente del PEB del contrato.

14.4.1

Criterios generales de nomenclatura

Como norma general, en la nomenclatura de las carpetas y ficheros se seguirán los siguientes criterios:

- Se utilizarán letras de A-Z, guión "-", guión bajo "_" y números del 0-9 únicamente.
- No se utilizarán espacios.
- El punto "." se utilizará en exclusiva para separación de fechas, estructura de carpetas y extensión.
- Se deben abreviar los nombres para evitar el uso de rutas excesivamente largas.
- Los caracteres corresponden con números "XX", "XXX".
- Los caracteres corresponden con letras de A-Z.

14.4.2 Carpetas

La estructura de carpetas de FGV integra los entregables BIM obligados por contrato, así como los documentos del SGI y el SGS. Se propone para las fases del ciclo de vida correspondientes a proyecto, ejecución de obra y dirección de obra la estructura de carpetas recogida en el [Apéndice 3.1 Estándar de Codificación de Archivos y Carpetas](#).

14.4.2.1 Descripción de las carpetas tipo en FGV

14.4.2.1.1 Carpeta Raíz de cada proyecto

Recogerá información general del contrato

- Expediente de contratación
- Tipología de contrato
- Nombre abreviado para el contrato
- Otros generales

14.4.2.1.2 Carpetas principales

Recogerá información relativa a:

- Documentación administrativa de contrato.
- Documentación relativa a Seguridad y Salud.
- Documentación relativa al Sistema de Gestión de la Seguridad.
- Documentación relativa al Sistema de Gestión de Calidad.
- Documentación relativa al Sistema de Gestión Ambiental.
- Documentación Técnica.

Bajo el sistema de carpetas principales, se preparará una organización de carpetas secundarias que cumplan los requisitos de información necesarios. Cada una de las carpetas principales contendrá una serie de subcarpetas que recojan la documentación relativa al tema de la carpeta donde se encuentran. En el [Apéndice 3.1 Estándar de Codificación de Archivos y Carpetas](#) se desarrolla la estructura de carpetas indicada anteriormente, particularizada para cada fase del ciclo de vida del activo correspondiente a proyecto, ejecución de obra y dirección de obra.

Se desarrolla para cada caso, el árbol completo de carpetas, subcarpetas y documentación asociada a cada una de ellas.

14.5

Entorno de trabajo BIM

En la normativa ISO 19650, se define el flujo de trabajo a seguir con la información dentro de un repositorio común de información. Este flujo de información hace necesario la generación de una estructura esencial de carpetas dentro del CDE, que conceptualmente se pueden definir como áreas de trabajo.

FGV propone que la documentación BIM generada en el contrato se desarrolle en la carpeta “06_DOC-TEC del CDE”. En el [Apéndice 3.1 Estándar de Codificación de Archivos y Carpetas](#) se especifica esta codificación.

A modo de ejemplo, se recoge la estructura de carpetas propuesta para el control de la documentación generada durante el contrato, marcadas en amarillo.

Carpetas documentacion tecnica		
	06_DOC-TEC	Documentación Técnica.
↳	06.01_INF-RECUR	Doc. con informes iniciales técnicos y todo tipo de documentos que puedan servir de referencia para la generación de documentación y procesos propios del proyecto.
↳	06.02_PROYECTO	Doc. con el proyecto original y posibles modificaciones.
↳	06.03_EN-PROCESO	Doc. con trabajo en curso. Es una carpeta que estará normalmente en el servidor interno de la Constructora por lo que no se detalla su contenido. En caso de estar en el sistema de FGV, se usará el sistema establecido en 06.04_COMPARTIDA
↳	06.04_COMPARTIDA	Doc. compartida entre distintos agentes para procedimientos generalmente de supervisión y corrección. Es una carpeta que será usada normalmente para compartir puntualmente información.
↳	06.05_PUBLICADA	Doc. con la información validada para ser utilizada en la ejecución de la obra y relacionada con entregas.
↳	06.06_ARCHIVADA	Doc. archivados con la información final del contrato.
↳	06.07_GESTION-OBRA	Documentación de gestión de obra que no sea de metodología BIM.
↳	06.XX_TTTT	En caso necesario de crear otra carpeta.

Tabla 23
Estructura de carpeta
de documentación técnica y BIM
para contratos de tipo Obra.

Las áreas del entorno de trabajo colaborativo son las siguientes:

Trabajo en proceso “work in progress – WIP”: Áreas de trabajo privadas, con acceso restringido al equipo responsable de su desarrollo, en los que se genera información sin validar.

Compartida o “shared”: Área de trabajo controlado por el responsable de BIM de la fase del contrato en cuestión, con acceso limitado a aquellos agentes implicados en el contrato y que tengan alguna responsabilidad en el proceso de coordinación y validación del modelo del proyecto, construcción o mantenimiento y explotación. La documentación generada a partir de los modelos de esta área será de uso compartido para la toma de decisiones. Es el área donde se producen la mayor parte de los procesos de coordinación. Durante el proceso podrá usarse el CDE de producción del proyecto con autorización al RC.

Publicada o “published”: Área de gestión de documentación contratada para el responsable BIM de la fase del contrato en la que se localiza el modelo de Proyecto, construcción o mantenimiento y explotación, parcial o global, aprobado por el Responsable del Contrato y validado por el representante del cliente en el contrato. Estos modelos permitirán generar los entregables que cumplirán los objetivos y requerimientos de precisión y contenido de información, fijados en el PEB de cada fase del contrato.

Los modelos publicados, entregados en formato abierto, tendrán carácter contractual y serán accesibles a todos los agentes implicados en cada una de las fases del contrato, que se podrán utilizar para el desarrollo de las actividades basadas en modelos que sean de su responsabilidad.

Archivado o “archive”: Área de gestión de documentación controlada por el responsable del cliente en la que se almacenan los modelos entregados al finalizar los contratos. El acceso a esta área de gestión estará restringido a FGV.

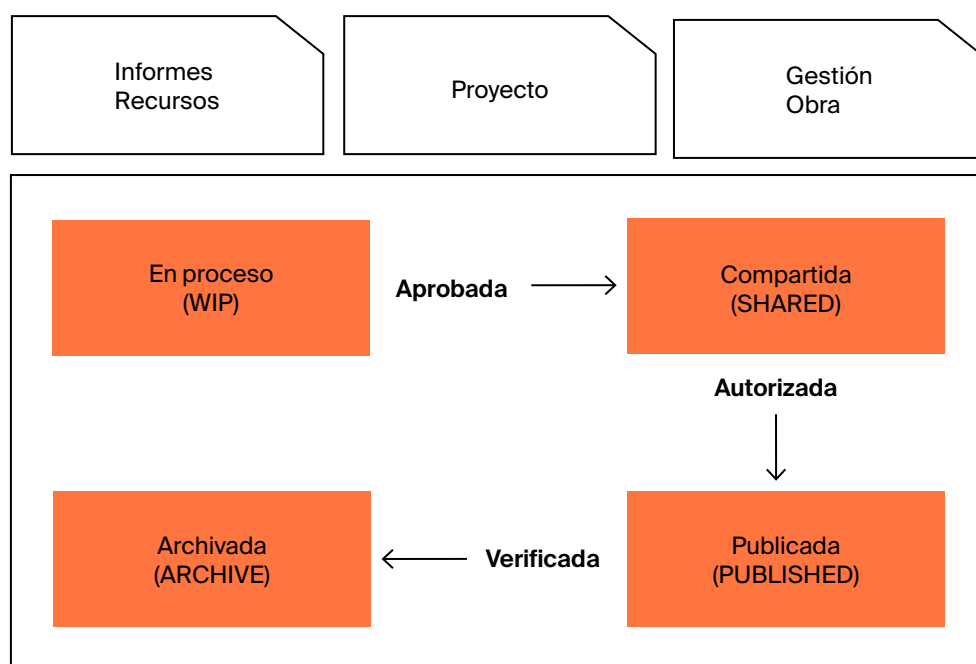


Figura 58
Carpetas de documentación técnica y BIM en el CDE

El flujo de evolución de la información entre áreas de trabajo (WIP-SHARED-PUBLISHED-ARCHIVE) seguirá el flujo de madurez de la información producida. La transición de la información entre estas cuatro áreas responde a la evolución de tres procesos: aprobado, autorizado y verificado. Los procesos de control, revisión y aprobación pueden modificarse para adaptarse a los requerimientos particulares de cada proyecto.

Aprobado: Consiste en pasar los modelos de información de la carpeta de “en proceso” a la carpeta “compartido”. Esto se realiza cuando los modelos o la información tengan la madurez suficiente como para poder ser compartidos con otras disciplinas e integrados en el modelo federado. Para que un modelo sea aprobado, tiene que haber pasado el nivel de control de calidad establecido en el PEB y realizado por el responsable BIM de ese modelo.

Autorizado: Consiste en pasar los modelos o la información de la carpeta de “compartido” a la carpeta “publicado”. Para que un modelo sea aprobado, tiene que haber pasado el nivel de control de calidad establecido en el PEB y realizado por el Responsable BIM del proyecto.

Verificado: Consiste en pasar los modelos o la información de la carpeta de “publicado” a la carpeta “archivado”. Esto se realiza cuando los modelos hayan sido aprobados por el Responsable del Contrato de FGV y puedan ser archivados para su almacenamiento como modelos de registro.

Los procesos de control, revisión y aprobación pueden modificarse para adaptarse a los requerimientos particulares de cada proyecto.

14.6

Nomenclatura de archivos

El objetivo más importante para la gestión integral de un sistema es la estandarización de carpetas y nomenclaturas de la documentación que se vaya generando.

FGV ha desarrollado dicha estructuración de carpetas y clasificación de documentos. Se muestra a continuación un ejemplo del árbol de carpetas y subcarpetas relativas a aspectos técnicos de contrato, así como documentación asociada al mismo.

Se distinguen dos tipos fundamentales de documentos o archivos a generar durante la fase de ejecución de los trabajos. Por un lado, se cuenta con los modelos y por otro con la documentación convencional relacionada tanto con los modelos como con las actuaciones llevadas a cabo o los requisitos por parte de FGV. La codificación de cada documento, sea o no derivado del proceso, se define en el [Apéndice 3.1 Estándar de Codificación de Archivos y Carpetas](#).

Roles y responsables BIM de contratos

- 7 Principios contractuales
- 8 Objetivos
- 9 Usos BIM
- 10 Estructura de los modelos
- 11 Condiciones digitales de los modelos
- 12 Estándares digitales de FGV
- 13 Estrategia OpenBIM
- 14 Repositorio común de información (CDE)
- Roles y responsables BIM de contratos
- 16 Entregables
- 17 Software
- 18 Control de calidad

Epílogo
Bibliografía

Índice de contenidos

- 15.1 Roles y funciones a nivel interno en FGV
- 15.2 Exigencias contractuales a terceros
 - 15.2.1 En fase de redacción de proyecto
 - 15.2.2 En fase de construcción
 - 15.2.3 En fase de Dirección Obra
 - 15.2.4 En fase de mantenimiento y explotación
- 15.3 Solvencias BIM requeridas en licitaciones de FGV
- 15.4 Organización y responsabilidades en función de los usos BIM

Los roles en el entorno de trabajo BIM especifican funciones y habilidades que hay que compatibilizar con los perfiles técnicos y profesionales participantes en un proyecto. Dependiendo de la envergadura de un proyecto, la relación personas-rol puede ser diferente y en cada caso se debe adoptar la configuración más eficiente del equipo que participa.

Los roles se agrupan en cuatro grandes bloques vinculados a:

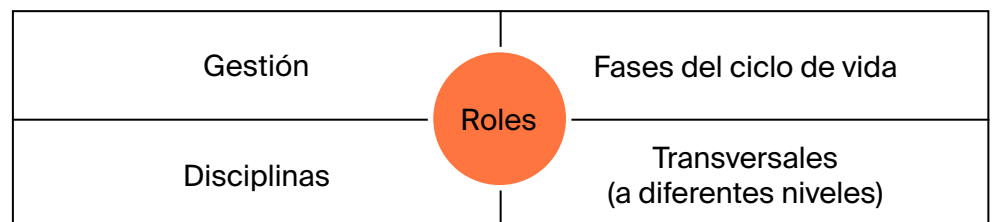


Figura 60
Bloques de Roles

el personal técnico de FGV, en el ejercicio de sus competencias desempeñan el papel de Responsable Contrato en una o varias de las modalidades designadas por la empresa según la tipología de contrato, abarcando:

- Contratos de servicios de consultoría para la redacción de proyectos.
- Contratos de obras de construcción.
- Contratos de servicios de ingeniería, asistencia técnica y dirección de obras.
- Contratos de servicios de mantenimiento y conservación.

Todas las tipologías de contratos intervienen en alguna o varias de las fases del ciclo de vida de los activos ferroviarios basados en la metodología, es por ello que los responsables de estos contratos adquieren un rol fundamental para su correcto desarrollo y los usos previstos.

El responsable de contrato de FGV, asume lo indicado en la LCSP y la responsabilidad de la consecución de los objetivos indicados en cada fase para los usos previstos. Este mismo establecerá los requerimientos para cada contrato teniendo en cuenta lo indicado en este Manual.

15.1

Roles y funciones a nivel interno en FGV

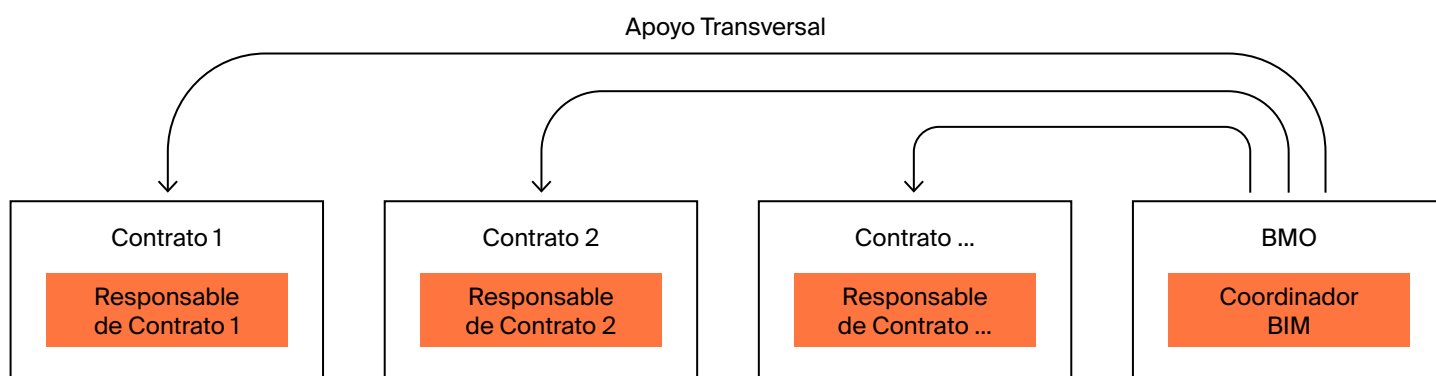


Figura 61
Organigrama BIM

1. Dirección y coordinador

FGV deberá disponer de un Director/Coordinador BIM, integrado en la BMO de FGV, con las siguientes funciones a nivel de organización:

- Establecer la implementación en el ámbito estratégico, vinculándola con el modelo de negocio de la empresa y con el funcionamiento interno de ésta.
- Dirigir las tareas de investigación y planificación de futuras implementaciones.
- Buscar soluciones tecnológicas para implementar nuevos usos.
- Dirigir estudios de viabilidad para validar futuras implementaciones.
- Redactar el Plan estratégico de implementación en una organización.
- Coordinar con la Dirección de FGV con el fin de alcanzar los objetivos establecidos.

Este Director del BIM será necesario hasta que FGV alcance un grado de madurez medio.

2. Responsable de contrato en FGV

Tras la incorporación de la metodología en el ciclo de vida de la gestión de infraestructura ferroviaria, el personal técnico participante como responsable de contrato tienen que incrementar su capacidad de trabajo en entornos digitales. Alineados con los nuevos requerimientos de trabajo en

entornos BIM, tendrán que ser capaces de desarrollar sus funciones actuales en la medida de la actualización que suponga para ellas el trabajo en BIM en cada fase con la misma profesionalidad y garantías.

Los trabajos de supervisión técnica y contractual de proyectos y obras no son nuevos, pero sí son nuevas las siguientes tareas comunes a todas las fases:

- Definición de manera clara y precisa del alcance del trabajo a llevar a cabo usando el BIM.
- Preparación de requerimientos en pliegos técnicos y contratos.
- Establecimiento de objetivos y usos para el contrato.
- Evaluación y valoración de ofertas con requerimientos.
- Aprobación de PEB de contrato.
- Seguimiento y control de usos.
- Supervisión de proyectos y obras basadas en modelos.
- Gestión de la calidad y aprobación de modelos.
- Garantizar la evolución de los modelos a través de todas las fases del ciclo de vida.

Además, concretamente en cada fase deberá responsabilizarse de:

a. En fase de redacción de proyectos:

- Asegurar la coherencia de los modelos con los objetivos del contrato, estándares y tolerancias.
- Ajustar los LOD a las necesidades de FGV.
- Garantizar la preparación de los modelos en cuanto a sets de propiedades y nivel de información.
- Supervisar la trazabilidad de los modelos en cuanto a mediciones, presupuestos y documentación gráfica extraída de los modelos.

b. En fase de Obras, junto con la Dirección de Obra:

- Control de los usos acordes a los objetivos.
- Garantizar la usabilidad de los modelos durante su evolución hasta el "As Built".
- Redefinir y ajustar LODS en base al avance de las obras y sus modificaciones.
- Supervisar la trazabilidad y la coherencia de los modelos con la documentación asociada.
- Garantizar la constructibilidad de las soluciones modeladas.

De forma gradual, el personal técnico deberá desarrollar e incorporar estas capacidades para seguir aportando valor en el proceso técnico de revisión y supervisión de proyectos y obras.

Además, en línea con la integralidad de los procesos, los diferentes servicios y unidades de FGV buscarán un entorno común de trabajo en el que los intereses y necesidades de los diferentes departamentos (proyectos, obras, conservación, sistemas, gis...) sean representados.

Los diferentes servicios y unidades de FGV tienen que asumir de forma paulatina que una estrategia basada en la coherencia de la información requiere personal de dedicación periódico a tal efecto y por ello irán generando un grupo de trabajo multidisciplinar interno que garantice que la estrategia de información iniciada con los criterios BIM en los proyectos y obras se mantiene a lo largo del ciclo de vida integral del activo.

15.2 Exigencias contractuales a terceros

Los roles y responsabilidades del equipo involucrado a nivel estratégico, de gestión y producción definidos contractualmente para el desarrollo del ciclo de vida de un activo variarán en función de las condiciones específicas de dicho activo (tipo de activo, contrato, fase a desarrollar...). En cualquier caso, los roles y responsabilidades mínimas que se tendrán que contemplar en contrato son los siguientes.

La formación y experiencia requerida específica dependerá de la exigencia, volumen y madurez del proyecto. Se especificará en el EIR del contrato. Se hace referencia en este punto a la ISO 19650 BIM Building Information Modelling.

Fase	Perfil nivel 1	Perfil nivel 2	Perfil nivel 3	Perfil nivel 4
Redacción de proyectos	Autor de Proyecto	Responsable BIM Proyecto	Coordinador BIM	Responsable de modelo/ disciplina
Construcción	Jefe de Obra	Responsable BIM Obra	Oficina Técnica BIM obra	-
Dirección de obra	Director de Obra	Responsable BIM DF	Oficina Técnica BIM D.F.	-
Explotación y mantenimiento	Jefe de Contrato	Responsable BIM FM	-	-

Tabla 24
Roles y Responsabilidades mínimas para los contratos

Los responsables BIM tendrán unos roles a nivel estratégico, de gestión y producción definidos contractualmente (EIR y/o BEP). Estos roles deberán dar respuesta a las exigencias BIM de la fase a desarrollar.

15.2.1 En fase de redacción de proyecto

Autor del proyecto: con la titulación y experiencia adecuadas al objeto del contrato, deberá tener las competencias BIM necesarias en formación y capacitación para garantizar la integración de la metodología en el desarrollo del contrato. A parte de las funciones y responsabilidades que le atribuye la legislación vigente, el Autor del proyecto será el responsable de las políticas de implementación en los procesos productivos y la coordinación ingenieril para producir efectivamente la integración. Se requiere formación específica en gestión de proyectos BIM y una mínima experiencia o respaldo por consultora especializada.

Responsable BIM proyecto. (BIM Manager): realizará las funciones de interlocutor general frente responsable de contrato de FGV en todos los aspectos relacionado con el proceso BIM del contrato, siendo el responsable de las actividades basadas en el modelo de la correspondiente fase del contrato. La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión adecuados a los objetivos y complejidad del contrato, y experiencia tanto en implantación como competencia demostrable en los usos asociados a los objetivos propuestos y en la utilización de las herramientas de soporte. Las funciones del responsable de BIM del contrato (también llamado BIM Manager) serán, como mínimo, los siguientes:

- Desarrollar el PEB y asegurar su cumplimiento.
- Garantizar la aplicación y cumplimiento del EIR del contrato.
- Gestionar y mantener la creación de los contenidos BIM del contrato.
- Coordinar y dirigir las reuniones con los representantes de FGV.
- Definir el entorno tecnológico idóneo, incluyendo la prescripción de programa, maquinaria y red estructurada.
- Definir los procesos de coordinación, revisión de diseño, y detección de colisiones, elaborando los correspondientes informes de identificación y resolución de conflictos detectados.
- Garantizar la exportación y extracción de datos de los modelos actualizados, de acuerdo con los requisitos de cada contrato específico.
- Asegurar que las transferencias de información y los entregables se realizan en los formatos prescritos.

Estas responsabilidades podrán ser asumidas por el Autor del proyecto, directamente cuando acredite las competencias necesarias, o bien contando con el apoyo de un especialista en BIM. Se requiere formación/experiencia específica como “BIM Manager” y experiencia acorde al objeto del contrato.

Coordinador BIM de disciplinas: realizará las funciones de coordinación en todos los aspectos relacionados con el proceso de producción BIM del contrato. La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión adecuados a los objetivos y complejidad del contrato, y experiencia tanto en implantación como competencia demostrable en la coordinación de equipos en entornos colaborativos y en la utilización de las herramientas de soporte necesarias para ello. Las funciones del coordinador de BIM del contrato serán, como mínimo, los siguientes.

- Ejecutar las directrices del Responsable BIM.
- Garantizar el buen uso de la plataforma de repositorio de información (CDE).
- Garantizar que el entorno tecnológico (programas, maquinaria y red) esté implantado y en correcto uso.
- Garantizar el cumplimiento de usos marcados por el Responsable BIM.
- Coordinar el modelo federado de las distintas disciplinas.

Se requiere formación específica como “BIM Manager” y experiencia acorde al objeto del contrato.

Responsables de Modelo /disciplina: realizarán las funciones de coordinación y ejecución de modelos de su responsabilidad.

Las personas que realicen estos roles tendrán que tener experiencia para la correcta implementación en el objeto de su responsabilidad u oficio, y competencia en la coordinación de su equipo con el resto del equipo del proyecto o construcción o mantenimiento en un entorno de trabajo colaborativo. Las responsabilidades serán, como mínimo, las siguientes:

- Gestionar la generación del modelo relacionado con su disciplina técnica.
- Solucionar los problemas de su equipo relacionados con los aspectos BIM del contrato.
- Asesorar el equipo en el uso de las herramientas necesarias.
- Crear los contenidos específicos de la disciplina.
- Exportar el modelo de acuerdo con los requerimientos establecidos para su coordinación o integración con los de las otras disciplinas.
- Realizar el control de calidad y la resolución de las colisiones específicas de su responsabilidad.
- Elaborar los entregables propios de su disciplina de acuerdo con los formatos prescritos.

Estas responsabilidades serán asumidas por los responsables de disciplina directamente cuando acredite las competencias necesarias, o bien contando con el apoyo de un especialista en BIM.

15.2.2 En fase de construcción

Jefe de obra: con la titulación y experiencia adecuadas al objeto del contrato, deberá tener las competencias BIM necesarias en formación y capacitación para garantizar la integración de la metodología en el desarrollo de la obra. A parte de las funciones y responsabilidades de gestión de la obra, Jefe de Obra será el responsable de implementar y dotar los recursos necesarios y promover los procesos productivos y de coordinación interdisciplinar para ejecutar la obra haciendo pleno uso de la metodología en todas las dimensiones previstas en el contrato y de manera integrada. Se requiere formación específica en gestión de proyectos BIM y una mínima experiencia o respaldo por consultora especializada.

Responsable BIM Obra: realizará las funciones de interlocutor general frente a la dirección facultativa en todos los aspectos relacionados con el proceso BIM de la obra, siendo el responsable de las actividades basadas en el modelo de la correspondiente fase del contrato. La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión adecuados a los objetivos y complejidad del contrato, y experiencia tanto en implantación como competencia demostrable en los usos asociados a los objetivos propuestos y en la utilización de las herramientas de soporte. Las funciones del responsable de BIM de la obra serán, como mínimo, los siguientes:

- Desarrollar el PEB y asegurar su cumplimiento.
- Garantizar la aplicación y cumplimiento del EIR del contrato.
- Auditar el modelo de diseño y proponer su adaptación a la fase de construcción.
- Liderar el proceso de evolución del modelo de proyecto al modelo constructivo.
- Liderar el proceso de evolución del modelo hasta el “As Built”, garantizando la calidad tanto geométrica como de información de los elementos construidos.
- Promover y garantizar la “usabilidad” de los modelos para los objetivos y usos pretendidos.
- Definir el entorno tecnológico idóneo, incluyendo la prescripción de programa, maquinaria y red estructurada.
- Definir los procesos de coordinación, revisión de diseño, y detección de colisiones, elaborando los correspondientes informes de identificación y resolución de conflictos detectados.

- Garantizar la exportación y extracción de datos de los modelos actualizados, de acuerdo con los requisitos específicos de cada fase.
- Asegurar que las transferencias de información y los entregables se realizan en los formatos prescritos.

Estas responsabilidades podrán ser asumidas por el Jefe de obra, directamente cuando acredite las competencias y madurez necesarias, o bien contando con el apoyo de un especialista en BIM. Se requiere formación específica como “BIM Manager” y experiencia acorde al objeto del contrato.

Oficina Técnica BIM Obra: los responsables y modeladores de la oficina técnica BIM realizarán las funciones de coordinación y ejecución de modelos de su responsabilidad: constructivos y “As Built”.

Las personas que realicen estos roles tendrán que tener experiencia para la correcta implementación en el objeto de su responsabilidad u oficio, y competencia en la coordinación de su equipo con el resto del equipo del proyecto o construcción o mantenimiento en un entorno de trabajo colaborativo. Las responsabilidades serán, como mínimo, las siguientes:

- Gestionar la generación del modelo relacionado con su disciplina técnica.
- Ejecutar las directrices del Responsable BIM.
- Producir los modelos relativos a su fase.
- Solucionar los problemas de su equipo relacionados con los aspectos BIM del contrato.
- Asesorar el equipo en el uso de las herramientas necesarias.
- Crear los contenidos específicos de la disciplina.
- Exportar el modelo de acuerdo con los requerimientos establecidos para su coordinación o integración con los de las otras disciplinas.
- Realizar el control de calidad y la resolución de las colisiones específicas de su responsabilidad.
- Elaborar los entregables propios de su disciplina de acuerdo con los formatos prescritos.

15.2.3 En fase de Dirección Obra

Director de Obra: según la LCSP 9/2017 artículo 62: el Responsable del Contrato podrá delegar sus funciones en la dirección facultativa, en adelante Director de Obra, entre las que destacan, supervisar su ejecución y adoptar las decisiones y dictar las instrucciones necesarias con el fin de asegurar la correcta realización de la prestación pactada, dentro del ámbito de facultades que aquellos le atribuyan, expresadas en los artículos 237 a 246 de la misma ley.

Con la titulación y experiencia adecuadas al objeto del contrato, deberá tener las competencias necesarias en formación y capacitación para supervisar y controlar la aplicación de la metodología en el desarrollo de las Obras. A parte de las funciones y responsabilidades que le atribuye la legislación vigente, el Director de Obra será el responsable de las políticas de supervisión y control en los procesos constructivos y la coordinación para efectuar un desarrollo efectivo de los usos previstos. Se requiere formación general en gestión de proyectos BIM y una mínima experiencia o respaldo por consultora especializada.

Responsable BIM ATDO : realizará las funciones de coordinador general frente responsable de contrato de FGV en todos los aspectos relacionado con los procesos de la obra, siendo el responsable de las actividades basadas en el modelo de la correspondiente fase del contrato. La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión adecuados a los objetivos y complejidad del contrato, y experiencia tanto en implantación como competencia demostrable en los usos asociados a los objetivos propuestos y en la utilización de las herramientas de soporte. Las funciones del responsable BIM de la Dirección Facultativa serán, como mínimo, los siguientes:

- Desarrollar el PEB de la ATDO y asegurar su cumplimiento.
- Supervisar y aprobar el PEB del contratista.
- Garantizar la aplicación y cumplimiento del EIR del contrato de obras.
- Auditar el modelo de construcción y proponer y validar adaptaciones durante la fase de construcción en tres niveles: Auditoría BIM en 3 niveles:
 - Comprobación de la “constructibilidad”.
 - Calidad y trazabilidad de los modelos.
 - Salidas documentales de los modelos.
- Supervisar y validar el proceso de evolución del modelo de proyecto al modelo constructivo.
- Supervisar y validar el proceso de evolución del modelo hasta el “As Built”, garantizando la calidad tanto geométrica como de información de los elementos construidos.
- Supervisar y validar la “usabilidad” de los modelos para los objetivos y usos pretendidos.

- Evaluar y proponer el entorno tecnológico idóneo, incluyendo la prescripción de programa, maquinaria y red estructurada.
- Supervisar y validar los procesos de coordinación, revisión de diseño, y detección de colisiones, elaborando los correspondientes informes de identificación y resolución de conflictos detectados.
- Supervisar y validar la exportación y extracción de datos de los modelos actualizados, de acuerdo con los requisitos de cada fase.
- Supervisar y validar que las transferencias de información y los entregables se realizan en los formatos prescritos.

Estas responsabilidades podrán ser asumidas por el Director de las obras, directamente cuando acredite las competencias y madurez necesarias, o bien contando con el apoyo de un especialista en BIM. Se requiere formación específica como “BIM Manager” y experiencia acorde al objeto del contrato.

Oficina Técnica BIM ATDO: los responsables y modeladores de la oficina técnica BIM realizarán las funciones de soporte, auditoria, evaluación y ejecución de modelos en los modelos constructivos y “As Built”, propuestos por el contratista.

Las personas que realicen estos roles tendrán que tener experiencia para la correcta implementación de BIM en el objeto de su responsabilidad u oficio, y competencia en la coordinación de su equipo con el resto del equipo del proyecto o construcción o mantenimiento en un entorno de trabajo colaborativo. Las responsabilidades serán, como mínimo, las siguientes:

- Gestionar la generación del modelo relacionado con su disciplina técnica.
- Ejecutar las directrices del Responsable BIM.
- Producir los modelos relativos a su fase.
- Solucionar los problemas de su equipo relacionados con los aspectos BIM del contrato.
- Asesorar el equipo en el uso de las herramientas necesarias.
- Crear los contenidos específicos de la disciplina.
- Exportar el modelo de acuerdo con los requerimientos establecidos para su coordinación o integración con los de las otras disciplinas.
- Realizar el control de calidad y la resolución de las colisiones específicas de su responsabilidad.
- Elaborar los entregables propios de su disciplina de acuerdo con los formatos prescritos.

15.2.4 En fase de mantenimiento y explotación

Como pretensiones de FGV figura la utilización de los modelos generados durante las fases previas para el mantenimiento y explotación de los activos construidos. En este sentido se pretende extraer modelos de mantenimiento y explotación o “Asset Models”, específicos según los contratos a disponer para mantener los distintos sistemas e instalaciones. Para ello se prevén al menos dos figuras clave para gestionar este tipo de contratos, pero con la firme intención que los operarios dispongan de una herramienta y recursos basados en los modelos para optimizar esta fase tan importante.

Jefe de contrato: con la titulación y experiencia adecuadas al objeto del contrato, deberá tener las competencias BIM necesarias en formación y capacitación para garantizar la integración de la metodología en el desarrollo del contrato de mantenimiento. A parte de las funciones y responsabilidades de gestión del contrato, será el responsable de implementar y dotar los recursos necesarios y promover los procesos productivos y de coordinación interdisciplinar para el desarrollo del contrato haciendo pleno uso de la metodología en todas las dimensiones previstas en el EIR de manera integrada. Se requiere formación general en gestión de proyectos BIM o respaldo por consultora especializada.

Responsable BIM FM: realizará las funciones de interlocutor general frente al responsable de contrato de FGV en todos los aspectos relacionado con el proceso BIM del contrato, siendo el responsable de las actividades basadas en el modelo de la correspondiente fase del contrato. Este perfil puede ser interno o externo. La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión adecuados a los objetivos y complejidad del contrato, y experiencia tanto en implantación como competencia demostrable en los usos asociados a los objetivos propuestos y en la utilización de las herramientas de soporte. Las funciones del responsable de BIM del contrato (también llamado BIM Manager) serán, como mínimo, los siguientes:

- Desarrollar el PEB y asegurar su cumplimiento.
- Garantizar la aplicación y cumplimiento del EIR del contrato.
- Producir el modelo de mantenimiento a partir de la evolución del modelo “As Built” en su disciplina correspondiente.
- Gestionar y mantener la creación de los contenidos del contrato.
- Coordinar y dirigir las reuniones con los representantes de FGV.
- Definir el entorno tecnológico idóneo, incluyendo la prescripción de programa, maquinaria y red estructurada.
- Definir los procesos de coordinación, revisión de diseño, y detección de colisiones, elaborando los correspondientes informes de identificación y resolución de conflictos detectados.

- Garantizar la exportación y extracción de datos de los modelos actualizados, de acuerdo con los requisitos de cada contrato específico.
- Asegurar que las transferencias de información y los entregables se realizan en los formatos prescritos.

Estas responsabilidades podrán ser asumidas por el Jefe del contrato, directamente cuando acredite las competencias y madurez necesarias, o bien contando con el apoyo de un especialista en BIM. Se requiere formación específica como “BIM Manager” y experiencia acorde al objeto del contrato.

15.3

Solvencias BIM requeridas en licitaciones de FGV

El Responsable del Contrato designado por el órgano de contratación establecerá para cada fase y tipología de contrato las solvencias y requerimientos específicos para las empresas y los perfiles técnicos participantes y los plasmará en los pliegos administrativos correspondiente.

A nivel orientativo para las empresas se exigirá:

Experiencia Mínima: de al menos un contrato de características similares al objeto del mismo, acreditado mediante:

- Porfolio de contratos similares, en presentación PPT con contenidos adicionales.
- Certificados de buena ejecución.

Madurez BIM: el objetivo es que las empresas demuestren un mínimo de madurez, equivalente al nivel 2 correspondiente en las tablas medición del grado de madurez “Maturity Tool” (buildingSMART International 2019), en la que corroboren la implantación efectiva de los procedimientos basados en BIM para sus procesos productivos, acreditándolo mediante memoria justificativa y la redacción de un BMP o Plan de gestión BIM en la que desplieguen su estrategia para garantizar el uso de la metodología en su ámbito de aplicación. Esta madurez se evaluará a través de exposiciones orales, acreditaciones de organismos, etc. FGV será flexible en este punto, teniendo en cuenta la coyuntura de las empresas.

Perfiles técnicos: el propósito de FGV es que los perfiles técnicos de cualquier nivel tengan una transición y adaptación al uso de la metodología y a la adquisición de las competencias asociadas de manera normalizada, para que puedan cumplir con los requerimientos establecidos acordes a los objetivos y usos pretendidos en cada contrato. Para ello se exigirá que las competencias se adquieran mediante una formación mínima acorde a cada perfil, estructurada de manera progresiva y coherente para alcanzar un elevado nivel de los profesionales que trabajan en los contratos de FGV y una experiencia acorde a la tipología, volumen y complejidad del objeto del contrato. Para cada fase y perfil se exigirá al menos:

Fase	Perfil nivel 1	Perfil nivel 2	Perfil nivel 3	Perfil nivel 4
Redacción de proyectos.	Autor de Proyecto	Responsable BIM Proyecto	Coordinador BIM	Responsable de modelo/disciplina
Construcción	Jefe de Obra	Responsable BIM Obra	Oficina Técnica BIM Obra	-
Dirección de obra	Director de Obra	Responsable BIM DF	Oficina Técnica BIM D.F.	
Explotación y mantenimiento	Jefe de Contrato	Responsable BIM FM	-	-
Titulación	MECES 3	MECES 2 ó 3	Min FP	Min FP
Formación BIM	Gestión BIM	BIM Manager	BIM Tools	BIM Tools
Experiencia	1 contrato	1 contrato	1 contrato	1 contrato.

Tabla 25
Exigencias mínimas de perfiles técnicos para las licitaciones

Solvencias superiores podrán valorarse y puntuarse positivamente según los criterios de evaluación propuestos en el pliego administrativo.

De manera provisional y en aras de fomentar la concurrencia y participación de las empresas y la implantación de la metodología en el sector, se podrán alcanzar estas solvencias con la colaboración formal de ingenierías y despachos con solvencia equivalente especializada.

15.4

Organización y responsabilidades en función de los usos BIM

El Responsable del Contrato de FGV deberá velar porque se cumplan los Usos requeridos en el contratos y será responsable de la supervisión y control de la consecución de los objetivos y los usos asignados a cada rol, especialmente haciéndose cargo de los asignados a la DF (dirección facultativa) y prestando apoyo y asistencia los asignados a la propiedad/FGV. A continuación, se recogen unas pautas básicas sobre las capacidades requeridas de cada responsable según cada Uso:

Tabla 26
Organización en función
de Usos BIM

Nº	Usos BIM	Responsable	Capacidades requeridas
01	Modelado de condiciones existentes	Proyectista	Capacidad para crear y desarrollar un modelo digital del estado actual del objeto del proyecto partiendo de proyecto constructivo, datos taquimétricos, nube de puntos u otras fuentes de información.
		Contratista	Capacidad para crear y desarrollar un modelo digital del estado actual del objeto del proyecto partiendo de proyecto constructivo, datos taquimétricos, nube de puntos u otras fuentes de información.
		Dirección Facultativa	Capacidad para supervisar y validar la creación del modelo de condiciones existentes
02	Información centralizada	Proyectista	Capacidad para trabajar en un entorno digitalizado y centralizado en el que el intercambio de información se realice en la plataforma NextCloud de FGV. Capacidad para generar modelos de información ordenados y estructurados que tengan vinculación con documentación complementaria
		Contratista	Capacidad para trabajar en un entorno digitalizado y centralizado en el que el intercambio de información se realice en la plataforma NextCloud de FGV. Capacidad para generar modelos de información ordenados y estructurados que tengan vinculación con documentación complementaria
		Dirección Facultativa	Capacidad para trabajar en un entorno digitalizado y centralizado en el que el intercambio de información se realice en la plataforma NextCloud de FGV. Capacidad para controlar que se gestiona correctamente el espacio compartido. Capacidad para generar modelos de información ordenados y estructurados que tengan vinculación con documentación complementaria. Capacidad para supervisar y validar los modelos de información preparados por el contratista.
03	Diseño y Visualización 3D	Proyectista	Capacidad para crear y desarrollar un modelo digital del objeto del proyecto. Experiencia en diseño, construcción y mantenimiento de infraestructuras e instalaciones ferroviarias.
		Contratista	Capacidad para crear y desarrollar un modelo digital de la obra ejecutada (As Built). Experiencia en construcción y mantenimiento de infraestructuras e instalaciones ferroviarias.
		Dirección Facultativa	Capacidad para supervisar y validar la creación del modelo digital de la obra ejecutada (As Built). Experiencia en construcción y mantenimiento de infraestructuras e instalaciones ferroviarias.

N°	Usos BIM	Responsable	Capacidades requeridas
04	Coordinación 3D y Gestión de Colisiones	Proyectista	Capacidad para realizar la detección de interferencias a nivel macro mediante software específico y como soporte a la coordinación multidisciplinaria.
		Contratista	Capacidad para realizar la detección de interferencias a nivel micro mediante software específico y como soporte a la coordinación de interferencias entre elementos de diferentes suministradores / subcontratistas.
		Dirección Facultativa	Capacidad para colaborar en la toma de decisiones y gestión de cambios en el proceso de resolución de interferencias que afectan al diseño del proyecto.
05	Obtención de documentación 2D	Proyectista	Capacidad para realizar la obtención de planos desde los modelos.
		Contratista	Capacidad para realizar la obtención de planos desde los modelos.
		Dirección Facultativa	Capacidad para comprobar la trazabilidad de los planos obtenidos de los modelos.
06	Obtención de mediciones	Proyectista	Capacidad para asignar los códigos de unidad de obra del presupuesto a los objetos del modelo correspondiente. Capacidad para obtener mediciones de los modelos con mayor o menor nivel de detalle, según la fase del proyecto.
		Contratista	Capacidad para asignar los códigos de unidad de obra del presupuesto a los objetos del modelo correspondiente. Capacidad para obtener mediciones de los modelos.
		Dirección Facultativa	Capacidad para comprobar la trazabilidad de las mediciones obtenidas de los modelos.
07	Generación de Infografías y recorridos virtuales	Proyectista	Capacidad para obtener infografías y recorridos virtuales desde los modelos.
		Contratista	Capacidad para obtener infografías y recorridos virtuales desde los modelos.
		Dirección Facultativa	Capacidad para comprobar la trazabilidad de las infografías y recorridos virtuales obtenidos de los modelos.
08	Simulaciones Constructivas	Proyectista	Analizar y estimar tiempos de ejecución a nivel macro mediante modelos 4D.
		Contratista	Analizar procesos constructivos y estimar tiempos de ejecución mediante modelos 4D. Saber asignar tiempos, ligaduras de tiempos y holguras en planificaciones.
		Dirección Facultativa	Supervisar la correcta vinculación del programa de trabajos a los elementos de los modelos. Supervisar que no existen interferencias temporales o espaciales debido a las fases constructivas.
09	Seguimiento de Obra (Certificación digital)	Contratista	Correcta actualización de los modelos de seguimiento con el avance real de las obras. Experiencia en construcción de infraestructuras e instalaciones ferroviarias.
		Dirección Facultativa	Supervisar que tanto los modelos de seguimiento como las certificaciones son fiel reflejo de la realidad ejecutada en el mes correspondiente.

N°	Usos BIM	Responsable	Capacidades requeridas
10	Modelo de obra ejecutada (Modelo "As Built")	Contratista	Correcta actualización de los modelos de avance hasta reflejar el total de la realidad ejecutada. Experiencia en construcción de infraestructuras e instalaciones ferroviarias.
		Dirección Facultativa	Supervisar que el modelo "as-built" corresponde con la totalidad de la realidad ejecutada.
11	Mantenimiento de infraestructura	Proyectista	Generación de parámetros asociados al mantenimiento en las entidades, así como requerimientos de espacio y operación. Experiencia en construcción y mantenimiento de infraestructuras e instalaciones ferroviarias.
		Contratista	Definir y transmitir la información necesaria para la gestión de los activos, así como su clasificación y jerarquía. Experiencia en construcción y mantenimiento de infraestructuras e instalaciones ferroviarias. Preparar extracciones de información y listados según requerimientos de agentes implicados.
		Propiedad	Definir el conjunto de operaciones y actividades de mantenimiento. Aportar los parámetros, precios y ámbitos de control que necesita para la gestión.
12	Sostenibilidad	Proyectista	Analizar el entorno, métodos constructivos y soluciones para obtener la huella de carbono y minimizar el impacto ambiental de las soluciones propuestas.
		Contratista	Capacidad para implementar adecuadamente las soluciones de diseño con el mínimo impacto.
		Dirección Facultativa	Resolución para efectuar el seguimiento y control de las medidas diseñadas.
13	Gestión de los Riesgos según SGS de FGV	Proyectista	Experiencia en la gestión de riesgos.
		Contratista	Experiencia en la gestión de riesgos.
		Dirección Facultativa	Experiencia en la gestión de riesgos.
14	Inventariado digital	Proyectista	Capacidad para crear y estructurar un modelo digital. Experiencia en mantenimiento de infraestructuras e instalaciones ferroviarias.
		Contratista	Capacidad para completar un modelo digital con información propia de la operación y mantenimiento. Experiencia en mantenimiento de infraestructuras e instalaciones ferroviarias.
		Dirección Facultativa	Supervisar que todos los elementos que constituyen activos digitales de FGV son modelados y los sets de propiedades correctamente asignados. Experiencia en mantenimiento de infraestructuras e instalaciones ferroviarias.
15	Planificación de ocupaciones de espacio público y de afecciones a redes de servicios	Proyectista	Analizar procesos constructivos y ocupaciones de espacio público. Analizar afecciones a redes de servicios existentes y sus reposiciones.
		Contratista	Estimar y valorar y transmitir la importancia y trascendencia de las ocupaciones de espacio público, así como aportar alternativas. Describir y transmitir los medios y requerimientos de espacio para la construcción y el mantenimiento. Realizar las reposiciones de servicios afectados dentro del conjunto de las actividades y procesos de las obras.
		Dirección Facultativa	Supervisar la gestión de las ocupaciones y reposiciones de servicios.

Nº	Usos BIM	Responsable	Capacidades requeridas
16	Simulaciones y Análisis	Proyectista	Conocimiento técnico para realizar las simulaciones y para integrar los resultados en el proceso de diseño.
		Contratista	Conocimiento técnico para realizar las simulaciones y para integrar los resultados en el proceso de diseño y construcción.
		Dirección Facultativa	Capacidad para supervisar que se realizan las simulaciones adecuadas y que los resultados obtenidos de las mismas son coherentes desde el punto de vista técnico.
17	Telemando de instalaciones fijas	Contratista	Capacidad de incorporar la información necesaria a los modelos para el control y telemando de las instalaciones en fase de operación y mantenimiento. Experiencia en mantenimiento de infraestructuras e instalaciones ferroviarias.
		Dirección Facultativa	Supervisar que se incluyen los parámetros necesarios para el control y telemando de las instalaciones en fase de operación y mantenimiento. Experiencia en mantenimiento de infraestructuras e instalaciones ferroviarias.
18	Validación de Normativa	Proyectista	Conocimiento técnico para analizar los resultados de la validación de normativa mediante modelos.
		Contratista	Conocimiento técnico para analizar los resultados de la validación de normativa mediante modelos.
		Dirección Facultativa	Conocimiento técnico para analizar los resultados de la validación de normativa mediante modelos.
19	Gestión de Seguridad y Salud	Contratista	Conocimiento técnico acerca de la gestión de riesgos e implementación de medidas mitigadoras y preventivas.
		Dirección Facultativa	Supervisar la gestión realizada por el contratista de los riesgos y medidas mitigadoras y preventivas.
20	Control de Obra	Contratista	Capacidad de incorporar la información necesaria a los modelos para el control en obra. Experiencia en construcción de infraestructuras e instalaciones ferroviarias.
		Dirección Facultativa	Supervisar que se incluyen los parámetros necesarios para el control en obra. Experiencia en construcción de infraestructuras e instalaciones ferroviarias.

- 7 Principios contractuales
- 8 Objetivos
- 9 Usos BIM
- 10 Estructura de los modelos
- 11 Condiciones digitales de los modelos
- 12 Estándares digitales de FGV
- 13 Estrategia OpenBIM
- 14 Repositorio común de información (CDE)
- 15 Roles y responsables BIM de contratos
- **Entregables**
- 17 Software
- 18 Control de calidad

Epílogo

Bibliografía

Índice de contenidos

- 16.1 **Requerimientos generales de los entregables**
- 16.2 **Estrategia de entregables**
- 16.3 **Tipos de Entregables**
 - 16.3.1 **Entregables en formato abierto**
 - 16.3.2 **Entregables en formato nativo**
 - 16.3.3 **Uso de los diferentes formatos**
- 16.4 **Entregables BIM FGV**
 - 16.4.1 **Listado Entregables BIM FGV**
 - 16.4.2 **Descripción Entregables BIM FGV**
 - 16.4.2.1 **Lista de entregables**
 - 16.4.2.2 **Plan de Ejecución BIM**
 - 16.4.2.3 **Levantamiento de nubes de puntos**
 - 16.4.2.4 **Modelo de infraestructura existente**
 - 16.4.2.5 **Modelo de estudio de alternativas**
 - 16.4.2.6 **Modelos piloto de diseño**
 - 16.4.2.7 **Modelo de proyecto básico**
 - 16.4.2.8 **Modelos de avance de diseño**
 - 16.4.2.9 **Modelo de proyecto constructivo**
 - 16.4.2.10 **Alineación de trazado**
 - 16.4.2.11 **Planos 2D**
 - 16.4.2.12 **Justificación de mediciones**
 - 16.4.2.13 **Presupuesto de proyecto**
 - 16.4.2.14 **Autocontrol de calidad de modelos**
 - 16.4.2.15 **Registro digital de incidencias**
 - 16.4.2.16 **Plan de obra de proyecto**
 - 16.4.2.17 **Infografías**
 - 16.4.2.18 **Simulaciones (energéticas, de evacuación, realidad virtual...)**
 - 16.4.2.19 **Informe de modelos de Proyecto**
 - 16.4.2.20 **Modelo de inicio de obras**
 - 16.4.2.21 **Informe de modelos de inicio de obras**
 - 16.4.2.22 **Modelo de seguimiento de obras (certificación y planificación)**
 - 16.4.2.23 **Certificaciones de obra**
 - 16.4.2.24 **Plan de obra**
 - 16.4.2.25 **Informes de aprobación de modelo de seguimiento de obras**
 - 16.4.2.26 **Justificación de mediciones**
 - 16.4.2.27 **Modelo de registro de obra ejecutada**
 - 16.4.2.28 **Nube de puntos de registro de obra ejecutada**
 - 16.4.2.29 **Informes de aprobación de modelos de obra ejecutada**
 - 16.4.2.30 **Modelos de transferencia a mantenimiento**
 - 16.4.2.31 **Otros entregables**

16.1**Requerimientos generales de los entregables**

Todos los entregables deberán cumplir, entre otras que se dispongan, las siguientes consideraciones:

1. Cualquier entregable cumplirá las especificaciones establecidas en este Manual, EIR o normas que establezca FGV, así como los recogidos en el PEB del contrato.
2. Las relaciones contractuales de la Ley de Contratos del Estado se verán inalteradas por este conjunto de entregables.
3. Los entregables buscarán aportar trazabilidad, coherencia y eficiencia en la generación del conjunto de entregables de la fase del activo en cuestión gracias a la generación de modelos y la aplicación de usos y estándares de producción de información.
4. Al inicio del contrato, el responsable BIM externo con la aprobación del Responsable del Contrato de FGV proporcionará los diferentes tipos de entregables, especificando los modelos de referencia, el software a utilizar para generarlos, los formatos o plantilla de referencia y sus plazos.
5. Para cada uno de los entregables propuestos, el responsable BIM externo a través de su control de calidad realizará una autoevaluación de aseguramiento de calidad previa a su entrega.
6. Las entregas del modelo se producirán, como mínimo, al finalizar cada una de las sub-fases del contrato, es decir, anteproyecto, proyecto básico y proyecto ejecutivo en el caso de contratos de redacción de proyectos, y pre-construcción, construcción y recepción y puesta en marcha, en el caso de contratos de ejecución de obra.
7. Además, en el PEB del contrato se especificarán las metas de las entregas parciales que se deberán cumplir para garantizar la correcta aplicación de la metodología durante todo el desarrollo del contrato;
8. Se establecerá una matriz de responsabilidades, recogida en el PEB del contrato, donde cada responsable asumirá el compromiso de suministrar los diferentes datos de los modelos de información compartidos, en el formato y frecuencia establecida, y resolverá cualquier inconsistencia detectada en las tareas de coordinación, revisión y aprobación.
9. Todos los agentes del contrato deben comprometerse a utilizar la información compartida a través de modelos de información basados en objetos, y asumir las responsabilidades derivadas del uso de esta información.
10. El conjunto de los entregables se vehiculará de forma centralizada a través del Cloud de FGV, minimizando su intercambio a través de emails.
11. FGV tendrá la propiedad y los derechos exclusivos de todos los entregables del contrato y tendrá los derechos para usar el contenido, datos, dibujos, diseño, gráficos y texto contenidos en los entregables.

16.2

Estrategia de entregables

Al inicio del proyecto o contrato, el responsable de contrato de FGV establecerá los diferentes tipos de entregables que se generarán durante el desarrollo del mismo y la periodicidad con la que éstos ha de ser realizada.

Ésta deberá estar plasmada en el PEB del contrato.

Esta estrategia de entregas junto con el cronograma debe de contener como mínimo la siguiente información:

- Tipo de entrega: p. ej. entrega inicial, avance del proyecto, entrega final, etc.
- Fase: estas estarán definidas en el PEB del contrato.
- Denominación del documento de entrega.
- Fecha aproximada de entrega.
- Responsable de la entrega.
- Formato de entrega.
- Notas de entrega.

La lista de documentos entregables de cada fase (diseño, proyecto, construcción o mantenimiento) estará contenida en un fichero único a disposición de todos los equipos involucrados.

Este documento tiene el objetivo de servir como registro de la documentación. Se usará la plantilla de registro de listado de entregas suministrada en el [Apéndice 3.3 Plantilla de Registro](#) para resumir en ella el listado de documentos a entregar.

16.3

Tipos de entregables

Dentro de los entregables relacionados con la metodología, se distinguen dos tipologías de entregables en función de su naturaleza: los entregables en formato abierto y los entregables en formato nativo.

FGV requerirá las dos tipologías de entregables.

16.3.1

Entregables en formato abierto

En general, los entregables en formato abierto serán usados como radiografía de la información generada

Tipo de Entregables	Extensión	Tipo de formato	Uso
Modelo BIM	“.ifc”	abierto	Registro de trabajo realizado, extracción de información
Alineación	“.landxml” o “.ifc 4.1”	abierto	Registro de alineación ferroviaria
Presupuesto	“.bc3”	abierto	Documento Presupuesto
Planos	“.dxf”	abierto	Documento Planos
Varios	“.pdf”	abierto	Almacenamiento de documentos digitales
Matriz de interferencias	“.xml”	abierto	Matriz de interferencias digital realizada
Control de incidencias	“.bcf”	abierto	Registro digital de incidencias

Tabla 27
Formatos abiertos de entregables

16.3.2 Entregables en formato nativo

De forma complementaria FGV requerirá para el conjunto de los trabajos los formatos de trabajo nativos usados por consultoras y constructoras.

Mientras la interoperabilidad de la información entre plataforma de trabajo no esté completamente solucionada, se requerirán los formatos nativos de trabajo. Estos formatos serán de la tipología que sea siempre y cuando lo especificado en el apartado [17.1 Integración de software BIM](#) se cumpla.

16.3.3 Uso de los diferentes formatos

El uso de los formatos abiertos para extracción y supervisión de información entregada va alineado con la limitación de FGV a tener capacidad de disponer de licencias y conocimientos de la totalidad de herramientas BIM existente en el mercado.

Se define a continuación los usos más comunes para unas u otras funciones.

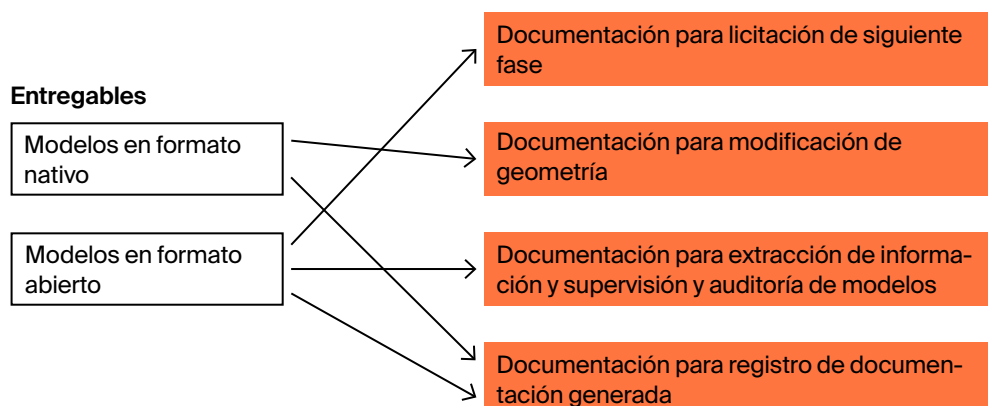


Figura 62
Uso de los formatos nativo y abierto

16.4

Entregables BIM FGV

16.4.1

Listado Entregables BIM FGV

Se definen a continuación el conjunto de entregables que formará parte de los contratos de FGV

Tipo de Entregable	Formato	Periodicidad	Tipo de contrato			
			Proyecto	Obra	ATDO	Proyecto y Obra
Lista de entregables	excel	Al comienzo de los trabajos	●	●	●	●
Plan de ejecución BIM	word	Al comienzo de los trabajos	●	●	●	●
Levantamiento de nubes de puntos	e57	Al comienzo de los trabajos	●	●		●
Modelo de infraestructura existente	lfc, nativo	Al comienzo de los trabajos	●	●		●
Modelo de estudio de alternativas	lfc, nativo	Con la entrega de estudio de alternativas	●			●
Modelo de proyecto básico	lfc, nativo	Con la entrega de estudio de alternativas	●			●
Modelos piloto de diseño	lfc, nativo	Al comienzo de los trabajos	●			●
Modelos de avance de diseño	lfc, nativo	Periódica a definir por responsable de contrato	●			●
Modelo de proyecto constructivo	lfc, nativo	A la entrega del proyecto	●			●
Alineación de trazado	Landxml, ifc4.1	A la entrega del proyecto	●	●		●
Justificación de mediciones	xls	A la entrega del proyecto	●			●
Presupuesto de proyecto	Bc3	A la entrega del proyecto	●			●
Planos 2D	cad	A la entrega del proyecto	●			●
Autocontrol de calidad de modelos	varios	A la entrega de modelos	●	●	●	●
Registro digital de incidencias	bcf	Periódica a definir por responsable de contrato	●	●	●	●
Plan de obra de proyecto	varios	A la entrega del proyecto	●			●
Infografías	varios	Periódica a definir por responsable de contrato	●	●	●	●
Simulaciones (energéticas, de evacuación, realidad virtual...)	varios	Periódica a definir por responsable de contrato	●	●		●
Informe de modelos BIM de Proyecto	varios	A la entrega del proyecto		●	●	●

Tipo de Entregable	Formato	Periodicidad	Tipo de contrato			
			Proyecto	Obra	ATDO	Proyecto y Obra
Modelo de inicio de obras	lfc, nativo	Al comienzo de las obras		●		●
Informe de modelos de inicio de obras	varios	A la entrega del modelo de inicio de obras			●	
Modelo de seguimiento de obras (certificación y planificación)	lfc, nativo	mensualmente		●	●	●
Certificaciones de obra	Bc3, xls	A la entrega del proyecto		●		●
Plan de obra	varios	mensualmente		●		●
Informes de aprobación de modelo de seguimiento de obras	varios	mensualmente			●	
Justificación de mediciones	xls	Al finalizar la obra		●		●
Modelo de registro de obra ejecutada	lfc, nativo	Al finalizar la obra		●		●
Nube de puntos de registro de obra ejecutada	e57	Al finalizar la obra		●		●
Informes de aprobación de modelos de obra ejecutada	varios	Al finalizar la obra			●	
Modelos de transferencia a mantenimiento	varios	Al finalizar la obra		●		●

16.4.2

Descripción Entregables BIM FGV

16.4.2.1 Lista de entregables

Documento Excel que servirá de registro vivo de los entregables que se vayan suministrando durante el avance de los trabajos detallando claramente la tipología de documento, su estado, su responsable.

Para esta lista, se tomará como referencia la plantilla incluida en el [Apéndice 3.3 Plantilla de Registro](#).

16.4.2.2 Plan de Ejecución BIM

El Plan de Ejecución BIM, en adelante PEB, es un documento elaborado por la empresa adjudicataria del contrato, en el que se recogen las estrategias, procesos, recursos, técnicas, herramientas, sistemas, etcétera, que son aplicados para asegurar el cumplimiento de los requisitos BIM solicitados por FGV en el Pliego de Licitación. El contenido del PEB variará según la fase del ciclo de vida del activo objeto de licitación. Es por ello que en su redacción se requiere de la participación de todos los agentes implicados en la fase o fases en las que vaya a aplicar dicho plan.

Tabla 28
Entregable según la fase
del ciclo de vida del activo

El objetivo del PEB es establecer un marco de funcionamiento para los diferentes procesos a desarrollar por los agentes implicados. Es una guía que establece las mejores prácticas que garantizan que los procedimientos se den de manera eficiente.

Se propone que el PEB, o parte de él (también conocido como Pre-BEP en el mundo anglosajón), forme parte de la oferta, adquiriendo el planteamiento BIM propuesto en dicha oferta un carácter contractual, especialmente cuando éste forme parte de los criterios evaluables de la oferta técnica, como es el caso en los contratos de FGV. Por tanto, las modificaciones al mismo durante la fase de ejecución del contrato, que pueden llegar a darse al tratarse de un documento vivo, deberán ser consensuadas entre los agentes implicados en el proceso, acordadas con FGV y aprobadas por este último previamente a publicar una actualización, en especial, aquellas que impliquen cambios en el alcance de los modelos y procesos BIM.

El PEB se presentará a FGV para su aprobación y validación en un plazo máximo de un mes tras la adjudicación del contrato y previo al inicio de los trabajos.

A la finalización del contrato, se entregará la última versión del PEB que recoja los cambios producidos durante el proceso. Este PEB servirá a modo de manual de uso de los modelos para los siguientes agentes intervinientes en el ciclo de vida. En este sentido, y además de entregarse a los 30 días del inicio del contrato, en los contratos de Diseño, el PEB se entregará también junto con el Proyecto Constructivo, sirviendo de manual de uso de los modelos para el Contratista. En los contratos de Obra, el PEB se entregará también junto con el libro del activo, sirviendo de manual de uso de los modelos para el agente encargado de la conservación y explotación del activo.

El contenido mínimo y el desarrollo del PEB se puede consultar en el [Apéndice 3.2 Plantilla PEB](#).

16.4.2.3 Levantamiento de nubes de puntos

Para las nubes de puntos, además del formato tradicional (CAD), se entregará la nube de puntos existente y final en formato *.e57 (geoposicionado/georreferenciado) que podrá ser usado por FGV para la comprobación de los modelos de topografía y/o infraestructura existente. Se presentará informe de ejecución de nube de puntos, incluyendo autor, proceso, instrumentación utilizada, programa de visualización.

Se respetarán las tolerancias de modelado desde nubes de puntos para cada tipología de elemento constructivo especificadas en el [Apéndice 5.1 Guía Técnica de Topografía y Cartografía](#), que será puesto a disposición del contratista adjudicatario, no siendo inferiores a 2,5 mm.

16.4.2.4 Modelo de infraestructura existente

Los modelos de infraestructuras existentes se entregarán tanto en formato openBIM (*.ifc) como en formato nativo en función del software utilizado.

Junto con la entrega de modelos es recomendable adjuntar información sobre la versión de nativo e IFC que se está entregando.

Muy importante es cerciorarse que el nivel de información de los elementos es el adecuado según el nivel de información requerido y que la exportación a IFC contiene la información y los sets de propiedades esperados según los niveles información (LOI) definidos en el apartado [10.5.3 Niveles de información \(LOI\)](#).

En el caso de modelos muy complicados o proyectos con un gran número de modelos, es recomendable la entrega de un libro de modelos en el que se dé una descripción de cada uno de los modelos junto con una guía para su uso.

16.4.2.5 Modelo de estudio de alternativas

Los modelos de estudio de alternativas se entregarán tanto en formato openBIM (*.ifc) como en formato nativo en función del software utilizado.

Se entregará el modelo federado de cada uno de los estudios de alternativas desarrollado en las condiciones definidas en el apartado [10.3.2 Modelos de estudio de alternativas](#).

16.4.2.6 Modelos piloto de diseño

Los modelos piloto de diseño se entregarán tanto en formato openBIM (*.ifc) como en formato nativo en función del software utilizado.

Estos modelos, que deberán cumplir los requerimientos establecidos para los modelos de proyecto constructivo, tienen como objetivo certificar la capacidad del equipo de proyecto de exportar modelos como lo requiere FGV desde fases tempranas. El responsable del contrato podrá, en base a la experiencia del equipo de proyecto, eximirles de este trabajo.

16.4.2.7 Modelo de proyecto básico

Los modelos de proyecto básico se entregarán tanto en formato openBIM (*.ifc) como en formato nativo en función del software utilizado.

16.4.2.8 Modelos de avance de diseño

Coincidiendo con cada hito de entrega parcial a FGV, se entregará una versión actualizada de los modelos en formato abierto (IFC 2x3) y en formato nativo con el nivel de información de los elementos adecuado según el nivel

de información requerido. En el caso de que el entregable esté definido por un solo modelo, no será necesario ningún tipo de federación.

Se entregará el modelo federado desarrollado en las condiciones definidas en el apartado [10.3.4 Modelo federado de avance de diseño](#).

16.4.2.9 Modelo de proyecto constructivo

A la finalización de los trabajos, y coincidiendo con la entrega de los documentos del Proyecto Constructivo, se entregarán los modelos en formato abierto (IFC2x3) con el nivel de información (geométrica, no gráfica y vinculada) de los elementos según el nivel requerido, y los modelos en formatos nativos individuales.

Se entregará el modelo federado desarrollado en las condiciones definidas en el apartado [10.3.5 Modelo de proyecto constructivo](#).

Estos modelos serán puestos a disposición de los contratistas en fase de licitación de las obras para su uso.

16.4.2.10 Alineación de trazado

Coincidiendo con la entrega del proyecto constructivo, se entregarán los modelos específicos de trazado, recogiendo las nuevas alineaciones proyectadas en formato abierto (IFC Alignment y Landxml), y los modelos en formatos nativos individuales.

16.4.2.11 Planos 2D

Los modelos han de ser el medio que da coherencia a la información contenida en el Documento Planos y en los planos de obra.

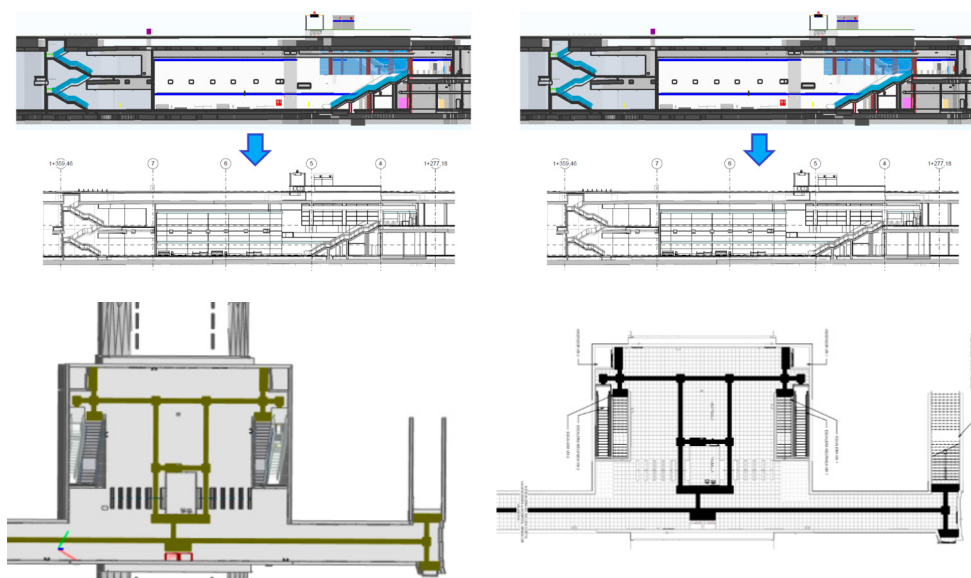


Figura 63
Ejemplos de planos
extraídos de los modelos

Quedarán detallados como parte del PEB todos aquellos elementos que, por razones justificadas de plazos y dedicación requeridos, no formen parte de los modelos. Estos serán debidamente justificados por el Proyectista/Contratista y aprobados por FGV.

Todos los planos que no provengan de los modelos tridimensionales de información deberán estar identificados debidamente por medio de una señal a pactar con FGV. En el caso de que el plano tenga información de distinta procedencia, se discriminará dentro del propio plano.

Se deberá suministrar a FGV los modelos nativos de trabajo, sin menos cabo de la entrega tradicional del paquete de planos en formato CAD y PDF.

El índice de planos deberá contener la siguiente información:

- Diferenciación entre planos provenientes de modelos tridimensionales de información, planos no provenientes de los modelos tridimensionales de información y planos con ambas procedencias.
- Modelo tridimensional nativo de información del que procede o al que queda vinculado.
- Código del plano conforme a codificación del PEB.

Se entregará una tabla en la que se detalle la procedencia de los planos con al menos las siguientes columnas:

- Columna 1: Nombre plano
- Columna 2: En BIM (X)
- Columna 3: A partir de BIM (X)
- Columna 4: Sin BIM (X)

16.4.2.12 Justificación de mediciones

La justificación de mediciones de proyecto se realizará cuando el proyecto ejecutivo ya se haya definido completamente.

Se entregará en un archivo en formato *.bc3 la justificación de las mediciones recogidas en el presupuesto. Se diferenciarán aquellas unidades de obra cuya medición provenga de los modelos digitales. Para ello, habrá sido preciso, en la fase de modelado, realizar la vinculación de elementos del modelo con unidades de obra correspondientes, mediante la inserción en el set de propiedades del código de medición. Este código aparecerá en la relación de unidades entregadas en el *.bc3 y servirá para identificar la correlación entre la medición de esas unidades y los elementos modelados correspondientes.

16.4.2.13 Presupuesto de proyecto

Los elementos de los modelos contendrán la información necesaria para garantizar la trazabilidad del desglose de las mediciones del presupuesto. Así pues:

- Las mediciones deberán proceder de los modelos tridimensionales de información y deberán estar justificadas de esta forma.
- Tendrá que venir claramente identificada la procedencia y vinculación de las mediciones con los modelos. Por ello, las unidades de obra llevarán los siguientes sufijos:
 - “_M”: cuando la relación con la medición del elemento sea directa (relación 1 a 1)
 - “_A”: cuando la relación con la medición del elemento sea auxiliar. Esto quiere decir que, mediante una fórmula de medición a definir en la justificación de mediciones, se puede garantizar la trazabilidad de las mediciones del elemento.
- Siempre que quede justificado (y aprobado por FGV), se aceptará que parte de las mediciones puedan proceder de la documentación de detalle no modelado en BIM. Esto quedará recogido expresamente en el PEB.
- Para todas las mediciones, se entregará una justificación de las mediciones incluidas en el presupuesto.
- El objetivo trazabilidad en porcentaje del Presupuesto de Ejecución Material (PEM) que se ha de obtener del modelo *.ifc no será en ningún caso inferior al 75 % entre mediciones directas y vinculadas.
- Tendrán que estar asignadas a elementos de los modelos al menos un 50% de las unidades de obra que aparecen en el presupuesto.

16.4.2.14 Autocontrol de calidad de modelos

La empresa adjudicataria del contrato, independientemente de la fase del ciclo de vida del activo, realizará auditorías de calidad de los modelos. Se usarán las plantillas del [Apéndice 3.4 Plantillas de Control Calidad](#) que se entregarán posteriormente a FGV para su chequeo y revisión.

16.4.2.15 Registro digital de incidencias

Se realizará un registro digital de las incidencias que se produzcan a lo largo del contrato, quedando documentadas digitalmente en el CDE, conforme al procedimiento acordado con FGV. Se usará para tal registro la plantilla de registro digital de incidencias del [Apéndice 3.4 Plantillas de Control Calidad](#).

La gestión de cambios en los modelos se realizará a través de la generación de archivos BCF (BIM Collaboration Format), que se registrarán de manera secuencial en el CDE permitiendo una total trazabilidad de los mismos.

16.4.2.16 Plan de obra de proyecto

Con la entrega del proyecto constructivo, el proyectista entregará también un plan de obra que estará debidamente relacionado con los modelos por medio de un parámetro común (parámetro de tarea).

16.4.2.17 Infografías

Se entregarán infografías y/o vídeos de recorridos virtuales de la infraestructura a construir en base a los modelos.

Éstas serán entregadas en formato “*.mp4” pero también en los formatos nativos de trabajo.

16.4.2.18 Simulaciones (energéticas, de evacuación, realidad virtual...)

Se entregarán vídeos, animaciones e informes animados. Éstas serán entregadas en formato “*.mp4” pero también en los formatos nativos de trabajo.

16.4.2.19 Informe de modelos de Proyecto

Al mes del comienzo de los trabajos, la empresa constructora (y la Asistencia Técnica) presentará un informe de revisión de modelos del proyecto constructivo donde se analizarán los modelos suministrados y se propondrán los ajustes necesarios para dar cumplimiento a los usos previstos en los requerimientos de la licitación.

Tomará como plantilla de partida lo contenido en el capítulo [18 Control de calidad](#) y en el [Apéndice 3.4 Plantillas de Control Calidad](#).

16.4.2.20 Modelo de inicio de obras

Modelo desarrollado por el contratista principal que, partiendo del modelo de proyecto, incorpora la información de más detalle facilitada por los oficios o subcontratistas, garantiza la coordinación de las diferentes disciplinas y establece las especificaciones para la fabricación de los componentes de la obra y su correcta puesta en obra.

Este modelo incluirá (si las hubiese) cualquier propuesta de mejora o modificación que haya pactado la constructora con FGV.

El modelo de inicio de obras se utiliza para la generación de la documentación de construcción, una vez revisado y aprobado por el responsable del contrato.

Se entregarán los modelos de inicio de obras en formato abierto (IFC2x3) con el nivel de información (geométrica, no gráfica y vinculada) de los elementos según el nivel requerido, y los modelos en formatos nativos individuales.

Se entregará el modelo en las condiciones definidas en el apartado [10.3.7 Modelo de inicio de obras](#).

16.4.2.21 Informe de modelos de inicio de obras

Cuando el contratista presente los modelos de inicio de obras, la asistencia técnica deberá emitir un informe favorable sobre estos modelos con el objetivo de validar los modelos suministrados.

16.4.2.22 Modelo de seguimiento de obras (certificación y planificación)

En aquellos casos en los que forme parte de los requerimientos del contrato hacer el seguimiento de obras (total o parcial) basada en los modelos, se desarrollarán una serie de modelos parciales que serán usados para ese fin.

Coincidiendo con cada hito de entrega parcial a FGV, se entregará una versión actualizada de los modelos en formato abierto (IFC 2x3) y en formato nativo con el nivel de información de los elementos adecuado según el nivel de información requerido. Se entregará también la planificación de obra actualizada según el avance del proceso constructivo.

Estos modelos estarán segmentados por mensualidades de certificación con el objetivo de servir de base para los informes de certificación mensual de obra.

Se entregará el modelo en las condiciones definidas en el apartado [10.3.8 Modelo de seguimiento de obra](#).

16.4.2.23 Certificaciones de obra

Se suministrarán periódicamente modelos que serán usados por la ATDO y por FGV para la verificación de la certificación propuesta por la empresa constructora. Estos modelos serán suministrados en formato abierto “*.ifc” y en base a ellos se realizará la propuesta de certificación de obra.

16.4.2.24 Plan de obra

Previo al inicio de las obras, la empresa adjudicataria presentará a FGV un plan de obra actualizado, recogiendo cuantos cambios se hayan propuesto previamente a la propiedad al inicio del contrato y recogidos también en los modelos de inicio de obras. El plan de obra se preparará para su vinculación con los diferentes elementos del modelo, de manera que se pueda tener un seguimiento de la planificación mediante modelos digitales.

Se entregará a FGV los archivos del programa de trabajo nativo (formato *.mpp, Excel o CSV) así como los modelos IFC de planificación. Dichos archivos se irán actualizando conforme avance la obra, suministrando los modelos actualizados a FGV.

16.4.2.25 Informes de aprobación de modelo de seguimiento de obras

Mensualmente, la ATDO, tras el análisis y comprobación de los modelos de seguimiento presentados por la constructora, emitirá un informe de aprobación de modelos presentados (para cumplir los usos requeridos) tomando como referencia la plantilla contenida en el [Apéndice 3.4 Plantillas de Control Calidad](#).

16.4.2.26 Justificación de mediciones

Al finalizar la obra, el contratista presentará una justificación de mediciones de liquidación de obra. Se entregará en un archivo en formato *.bc3 la justificación de las mediciones recogidas en el presupuesto.

16.4.2.27 Modelo de registro de obra ejecutada

A la finalización de los trabajos, y coincidiendo con la entrega de los documentos de Obra, se entregarán los modelos en formato abierto (IFC2x3) con el nivel de información (geométrica, no gráfica y vinculada) de los elementos según el nivel requerido, y los modelos en formatos nativos individuales. La información vinculada generada durante el proceso de producción estará correctamente asociada.

Se entregará el modelo en las condiciones definidas en el apartado [10.3.9 Modelo de registro de obra ejecutada](#).

16.4.2.28 Nube de puntos de registro de obra ejecutada

Además del formato tradicional (CAD), se entregará la nube de puntos final de la obra ejecutada en formato *.e57 (geoposicionado/georreferenciado) que podrá ser usado por FGV para la comprobación de la correcta ejecución de los trabajos.

Se respetarán las tolerancias de modelado desde nubes de puntos para cada tipología de elemento constructivo especificadas en el manual BIM de FGV que será puesto a disposición del contratista adjudicatario, no siendo inferiores a 2,5 mm.

16.4.2.29 Informes de aprobación de modelos de obra ejecutada

Tras el análisis y comprobación de la documentación entregada (nube de puntos estado final + modelos As-Built + justificación de mediciones de liquidación), la ATDO emitirá un informe de aprobación de todo ello tomando como referencia la plantilla contenida en el [Apéndice 3.4 Plantillas de Control Calidad](#).

16.4.2.30 Modelos de transferencia a mantenimiento

En el caso de que fuese requerido, es un modelo generado para la dirección de obra a partir del modelo de obra ejecutada que refleja las características específicas de los componentes, equipos y espacios de la obra ejecutada necesarios para el correcto mantenimiento y conservación del equipamiento, de acuerdo con los criterios fijados por el gestor del activo. Este modelo se utilizará para la puesta en marcha del equipamiento y su explotación y podrán ser gestionados en GIS u otras plataformas de gestión (GMAO).

Se entregará el modelo en las condiciones definidas en el apartado [10.3.10 Modelo para mantenimiento](#).

16.4.2.31 Otros entregables

16.4.2.31.1 Memoria y Anejos

La documentación descriptiva y de cálculo no debe cambiar debido a la aplicación de metodología BIM, sin embargo, es necesario mostrar la vinculación entre esta documentación y los modelos de información en los que queda definida la infraestructura (activo).

En el índice de documentación del proyecto deberán estar incluidos todos los entregables BIM requeridos.

En cada uno de los anejos a la Memoria deberá estar descrita la vinculación entre dicho anejo y los modelos de información en los que queda contemplada la información, de tal forma que haya una relación biunívoca entre la información de la memoria descriptiva, los cálculos realizados y los modelos generados.

En particular, los elementos constructivos deben estar nombrados de la misma forma en todos los documentos (memoria, anejos, planos, pliego y modelos) con el fin de garantizar una mayor trazabilidad y coherencia en la información generada.

16.4.2.31.2 Pliego de Prescripciones Técnicas

Los pliegos técnicos deberán seguir conteniendo la misma información. Sin embargo, se hará necesario que ésta coincida con la definida en los modelos.

Las condiciones de los materiales y por tanto su definición deberá coincidir con los códigos asociados a los elementos de los modelos. En la descripción de las unidades de obra quedará reflejado si está incluida en los modelos tridimensionales de información, y será obligatorio seguir la misma codificación de unidades en todos los documentos. Como regla de buen uso se propone que quede reflejado en el PPT si la medición procedente de los modelos digitales es extraíble (o no) de forma directa.

- 7 Principios contractuales
- 8 Objetivos
- 9 Usos BIM
- 10 Estructura de los modelos
- 11 Condiciones digitales de los modelos
- 12 Estándares digitales de FGV
- 13 Estrategia OpenBIM
- 14 Repositorio común de información (CDE)
- 15 Roles y responsables BIM de contratos
- 16 Entregables
- **Software**
- 18 Control de calidad

Epílogo

Bibliografía

Índice de contenidos

17.1 Integración de software BIM**17.2 Software requerido en función de los Usos****17.3 Mapa de software para empresas externas**

17.1

Integración de software BIM

Las empresas deberán optimizar y maximizar la interoperabilidad entre los softwares, integrando las soluciones de arquitectura, instalaciones y de obra civil, de manera que se gestione adecuadamente la capacidad de los softwares a intercambiar información paramétrica sin pérdida de esta parametrización propia del software de partida.

El correcto desarrollo de la metodología se respalda inexorablemente en el uso del software adecuado para la consecución de cada uno de los objetivos asociados a los usos, para ello, es necesario establecer requerimientos de uso de software para empresas externas a FGV como dotar a los responsables de contrato de herramientas informáticas adecuadas y acordes a los softwares de producción y a los entregables dispuestos según usos y disciplinas.

Cada software seleccionado deberá ser capaz de realizar/tratar/visualizar modelos 3D exhaustivos con los niveles de detalle requeridos por FGV teniendo en cuenta las particularidades de las obras objeto del presente proyecto.

En una misma fase, se podrán usar tantos softwares como sean necesarios por los procedimientos de trabajo de los participantes. Esto es posible y permisible siempre y cuando se respete los requerimientos siguientes relativos a los programas informáticos.

FGV promulga el sistema “Open BIM” y propone el uso y trabajo abierto con cualquier software que exista en el mercado que cumpla los requisitos necesarios para trabajar en entorno BIM.

Desde esta Guía se propone el uso y trabajo abierto con cualquier software que exista en el mercado que cumpla los requisitos necesarios para trabajar en entorno BIM.

El software/s seleccionado/s deberá ser capaz realizar modelos 3D exhaustivos con los niveles de detalle requeridos por FGV teniendo en cuenta las particularidades de las obras objeto del presente Manual.

En una misma fase, se podrán usar tantos softwares como sean necesarios por los procedimientos de trabajo de los participantes. Esto es posible y permisible siempre y cuando se respete los requerimientos siguientes relativos a los softwares.

Un software BIM es aquel que permite:

- La generación de modelos tridimensionales de soluciones proyectadas digitales en los que los diferentes elementos tienen propiedades que permiten diferenciarlos los unos de los otros.
- La exportación de información geo-posicionada (o en un sistema de coordenadas a convenir).
- La extracción de documentación (más o menos automática) como planos y mediciones asociados a los elementos modelados.
- La exportación de información a “*.ifc”, formato openBIM de referencia, visualizable con herramientas ajenas al software en cuestión (tanto gratuitas como de pago).
- Garantizar la exportación sin pérdida de los sets de propiedades requeridos por el cliente.

Se recoge a continuación a modo de referencia, las fichas de las aplicaciones consideradas OpenBIM por la buildingSMART Spanish Chapter.

<https://www.buildingsmart.es/recursos/fichas-aplicaciones-openbim/>

17.2

Software requerido en función de los Usos

A continuación, se recogen unos requerimientos mínimos sobre el software requerido según cada Uso:

Nº	Usos BIM	Software requerido
01	Modelado de condiciones existentes	Software de Sistema de Información Geográfico (SIG). Software de modelado 3D. Software de tratamiento de nubes de puntos.
02	Información centralizada	Software de repositorio de información (NextCloud).
03	Diseño y Visualización 3D	Software de modelado 3D. Software de visualización.
04	Coordinación 3D y Gestión de Colisiones	Software de modelado 3D. Software de revisión de modelos.
05	Obtención de documentación 2D	Software de modelado 3D. Software de visualización.
06	Obtención de mediciones	Software de estimación basado en modelos. Software de modelado 3D. Software de presupuestos. Software de revisión de modelos.
07	Generación de Infografías y recorridos virtuales	Software de renderización. Software de realidad virtual (VR) y realidad aumentada (AR).
08	Simulaciones Constructivas	Software de planificación. Software de modelado 3D. Software de modelado 4D.
09	Seguimiento de Obra (Certificación digital)	Software de revisión de modelos. Software de planificación. Software de modelado 4D.
10	Modelo de obra ejecutada (Modelo "As Built")	Software de modelado 3D.
11	Mantenimiento de infraestructura	Software de modelado 3D. Software de gestión de activos (GMAO/SAP).
12	Sostenibilidad	Software de modelado 3D. Software de visualización. Software de gestión de bases de datos.
13	Gestión de los Riesgos según SGS de FGV	Software de modelado 3D. Software de visualización. Software de simulación. Software de repositorio de información (NextCloud).
14	Inventariado digital	Software de modelado 3D. Software de tratamiento de nubes de puntos.
15	Planificación de ocupaciones de espacio público y de afecciones a redes de servicios	Software de modelado 3D. Software de revisión de modelos. Software de planificación. Software de Sistema de Información Geográfico (SIG).

Tabla 29
Software requerido
en función de Usos

N°	Usos BIM	Software requerido
16	Simulaciones y Análisis	Software de modelado 3D. Software de visualización. Software específico de simulación.
17	Telemando de instalaciones fijas	Aplicación de control en 3D.
18	Validación de Normativa	Software de modelado 3D. Software de visualización.
19	Gestión de Seguridad y Salud	Software de modelado 3D. Software de visualización.
20	Control de Obra	Software de gestión de bases de datos. Aplicación de control en 3D. Dispositivo portátil (Tablet o smartphone).

17.3

Mapa de software para empresas externas

El mapa de software pretende definir los programas informáticos que se pueden usar en las distintas tareas dentro del desarrollo de los modelos y de la información en general: modelado de las distintas disciplinas, realización de los usos asignados a las distintas fases del ciclo de vida del activo, verificación de dichos usos para aseguramiento del cumplimiento de los objetivos, etc.

Todas estas actividades se han de realizar utilizando programas específicos y seguramente de casas comerciales distintas, por ello, se recomienda la definición de un esquema que relacione los usos, disciplinas, tareas, etc., con los programas a emplear.

Los programas de cálculo específico de soluciones de ingeniería deberán aportar formatos y salidas de datos compatibles e integrables en los programas específicos.

Es importante dejar definido el mapa de software al comienzo de los trabajos de modelado para evitar en lo posible una mala interoperabilidad entre software de distintas casas comerciales, para ello FGV solicitará, a los consultores y licitadores, en su PEB precontractual, los mapas de software que pretenden usar para dar respuesta a los requerimientos del contrato y los plasmarán en el PEB de una manera similar al expresado en la siguiente figura:

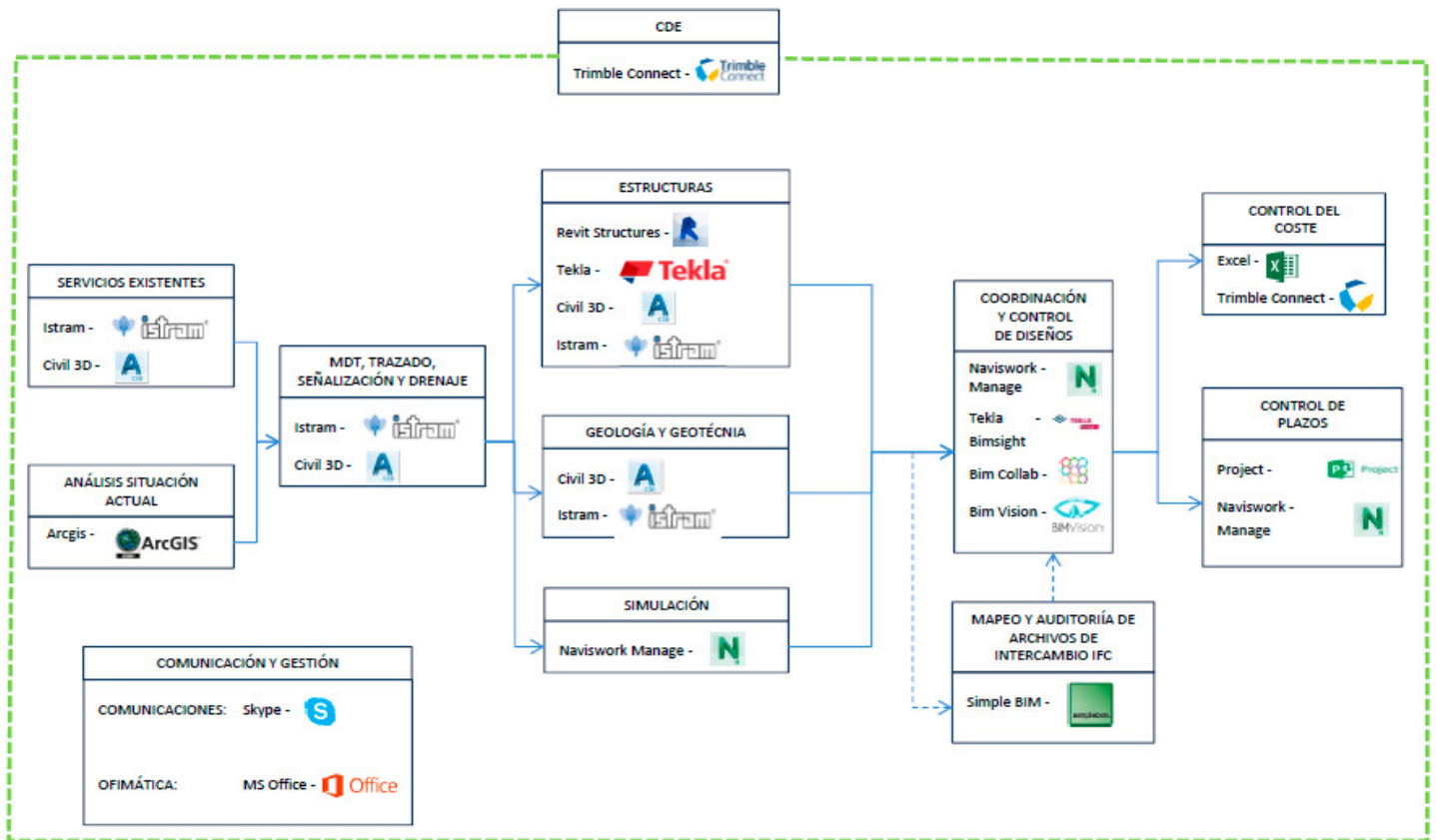


Figura 64
Ejemplo de Mapa
de software BIM

En cualquier caso, FGV solicitará tanto los formatos nativos de trabajo (formato propio del software en cuestión) como con los formatos “*.ifc”.

- 7 Principios contractuales
- 8 Objetivos
- 9 Usos BIM
- 10 Estructura de los modelos
- 11 Condiciones digitales de los modelos
- 12 Estándares digitales de FGV
- 13 Estrategia OpenBIM
- 14 Repositorio común de información (CDE)
- 15 Roles y responsables BIM de contratos
- 16 Entregables
- 15 Software
- **Control de calidad**

Epílogo

Bibliografía

Índice de contenidos

- 18.1 Estrategia en el control de calidad**
- 18.2 Control de los Proyectos**
 - 18.2.1 Grado de cumplimiento de requisitos generales**
 - 18.2.2 Auditoría de Modelos**
 - 18.2.3 Checklist de control de los proyectos**

Con la incorporación de la metodología a los procesos del ciclo de vida de las infraestructuras ferroviarias de FGV, los manuales de gestión actuales de FGV, que marcan las buenas prácticas de funcionamiento en proyectos y obras de FGV, se verán en mayor o menor medida afectados/actualizados por esta transición.

Con este manual se busca:

- Generar una sistemática de generación de proyectos basada en la experiencia adquirida en proyectos, obras y conservación de las líneas existente favoreciendo los procesos de seguimiento y revisión de FGV.
- Generar una sistemática de revisión de proyectos basada en la experiencia adquirida en proyectos, obras y conservación de las líneas existente.
- Que esta sistemática de revisión de proyectos permita evaluar de forma ágil y sencilla la calidad y el cumplimiento de los objetivos de FGV en los proyectos presentados por los consultores.
- Que se generen unos procedimientos de control de calidad integrales en FGV que estén basados en la estandarización y la centralización de información.
- Entre otros, se generarán plantillas de auditoría estandarizadas que podrán incorporarse como entregable exigible a las empresas que trabajen para FGV para:

- Estandarizar el contenido de los entregables de proyectos
- Estandarizar la supervisión de los entregables de proyecto, de los modelos (tanto a nivel geométrico como de datos asociados).
- Estandarizar el control de interferencias de proyectos a través de los modelos.
- Automatizar los puntos de chequeo y control de los modelos, de chequeo de sets de propiedades de modelos en función de las fases, de control de alineaciones de proyectos de trazado ferroviario, de respeto de normativas de evacuación, gestión RAMS, gálibos, etc.

Este plan de calidad integral busca identificar los diferentes procesos de la organización y la interacción entre los mismos, estableciendo la sistemática para la estructuración, la operación, el control de los procesos, definiendo la documentación soporte, tanto propia como de referencia, y todo ello asegurando las exigencias de las normas actuales.

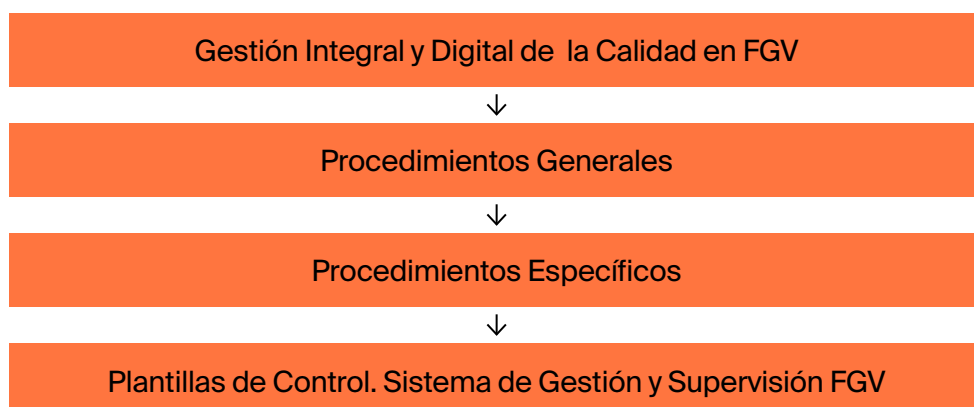


Figura 65
De la Gestión al Control
de Calidad de FGV

No se busca modificar el sistema de gestión y supervisión de FGV sino su adaptación y estandarización según sus requerimientos y necesidades actuales.

Es importante hacer hincapié, como se menciona posteriormente, que a este nuevo sistema de gestión se le tiene que dar un entorno digital que permita garantizar que estos procesos digitales se realicen en armonía con el entorno común de datos.

18.1 Estrategia en el control de calidad

El control de calidad y la estandarización del mismo es uno de los pilares de la metodología a nivel estratégico, de gestión y de producción.

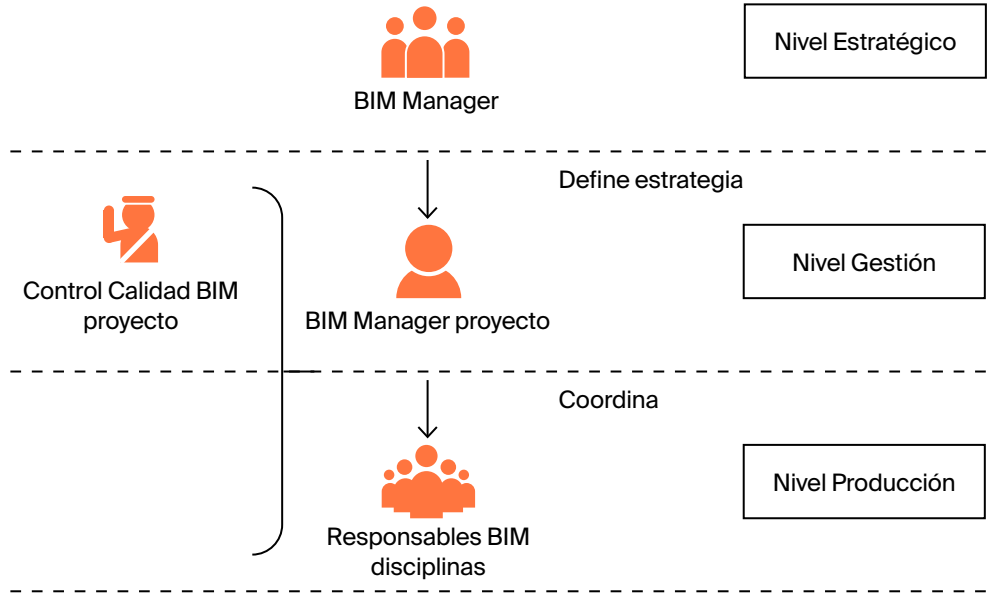


Figura 66 Control de Calidad a nivel estratégico, de gestión y de producción

La estrategia de control de calidad pasa por implantar un sistema de control a 3 niveles que asegure la correcta elaboración del trabajo encomendado, agilice el proceso de coordinación y revisión y garantice un mayor nivel de calidad.

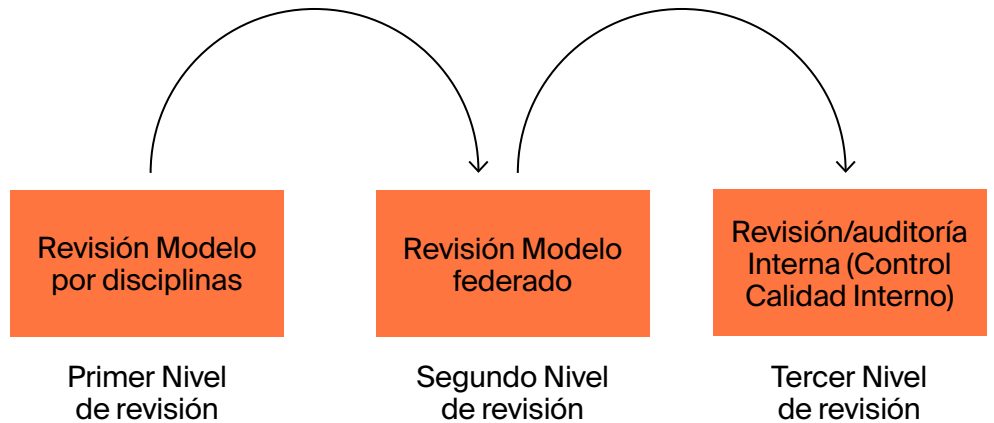


Figura 67 Niveles de revisión en el Control de Calidad

Este sistema jerarquizado en 3 etapas revisa y comprueba:

- Individualmente los modelos por el responsable de los equipos especialistas.
- Conjuntamente los modelos federados por el responsable BIM.
- Finalmente, por el responsable BIM y el equipo de control de calidad interno antes de la entrega.

Se establecerán en el EIR y en el PEB del contrato el desarrollo que corresponda de cada una de las estrategias propuestas a continuación:

1. Estrategia de control por FGV.
2. Estrategia de control por parte de empresas externas.

En el EIR se propondrá la estrategia de control por parte de FGV, así como las premisas a desarrollar en el PEB del contrato por parte de las empresas externas.

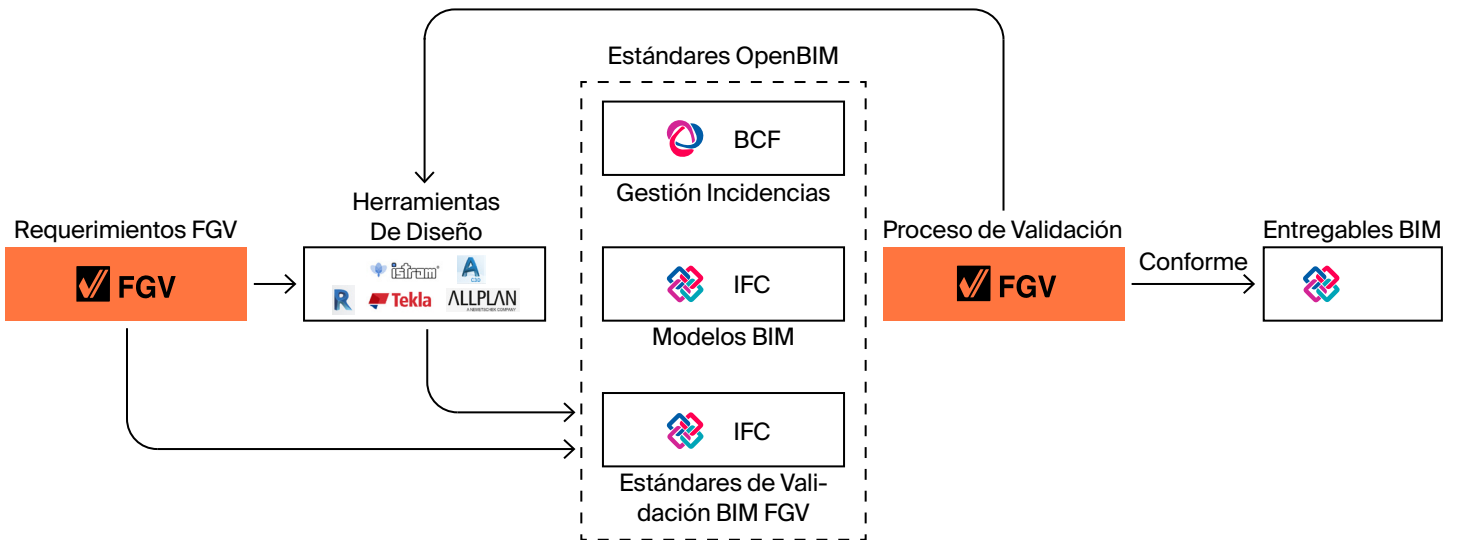
La estrategia de cumplimiento de la calidad pasa por establecer y chequear los controles establecidos que aseguren el correcto desarrollo del contrato. Estos controles irán orientados, entre otros, a verificar:

- Requerimientos de Usos aplicables (trazabilidad de mediciones, planos, modelo de registro As Built, etc.).
- Requerimientos generales de modelos asociados a la estructura de datos de los modelos.
- Grado de detalle gráfico de modelos LOD.
- Estandarización y adecuación de set de propiedades de los elementos.
- Grado de vinculación de los modelos con la documentación generada de obra.
- Coordinación de modelos.

En los procesos de revisión y trazabilidad del cambio basada en formatos abiertos toma un rol fundamental la gestión del cambio basada en los archivos “.bcf” (BIM CollaborationFormat). Son archivos abiertos que se asocian a los modelos abiertos en formato “.ifc” y que aportan:

- Vista digital asociada a la posición sobre la que se ha hecho el comentario.
- Identificación de la persona que realiza el comentario con prioridad y referencia al contexto asociado al comentario (descripción del comentario realizado).
- Archivo digital de registro del conjunto de comentarios sobre los modelos.

Figura 68
Proceso de validación de los modelos



18.2

Control de los Proyectos

18.2.1 Grado de cumplimiento de requisitos generales

Se deberá hacer una comparativa entre los requerimientos generales del PEB del proyecto y la información que se desprende del análisis exhaustivo de la documentación del mismo, en este caso los modelos tridimensionales de información de las distintas especialidades.

18.2.2 Auditoría de Modelos

A continuación, se incluye, sin estar limitado a ello, los campos que serán objeto de revisión, tanto en fase de proyecto como en fase de obra, y su periodicidad:

Tipo	Descripción	Periodicidad
Comprobaciones geométricas	Verificar la correcta coordinación y posición de los elementos de los modelos	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Verificar el grado de cumplimiento del nivel de detalle de los elementos requeridos (LOD)	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Verificar que los elementos que están en la lista de elementos modelables se han modelado	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Verificar que los modelos encajan con las nubes de puntos o campañas topográficas realizadas	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Detección de interferencias	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y cuando haya modificaciones de geometría
Comprobaciones relativas a los Usos principales	Trazabilidad de mediciones basada en "ifc" de los modelos	En entregas de proyecto
	Seguimiento y medición de certificaciones basada en "ifc" de los modelos	En modelos de seguimiento mensual
	Vinculación del plan de obra a los modelos	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Extracción de planos procedentes de los modelos (o coherencia total entre planos y modelos)	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento

Tabla 30
Campos a revisar en el control de calidad y su periodicidad

Tipo	Descripción	Periodicidad
Comprobaciones relativas a la estructura de los modelos "ifc"	Verificación de la correcta estructuración y agrupación de elementos en niveles dentro de la estructura de campos del "ifc".	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Comprobación y mapeo de las asignaciones de clase de IFC en elementos.	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Verificación de la correcta taxonomía y de los diferentes tipos de elementos, así como de sus nombres.	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Comprobación de la consistencia e integridad del modelo en formato interoperable IFC	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
Comprobaciones relativas a los datos asociados y vinculados a los elementos de los modelos en "ifc".	Comprobación de la asignación estructurada y exhaustiva de parámetros en línea con el set de propiedades de FGV.	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Comprobación de la correcta relación, designación y vinculación entre documentos del Entorno Común de Datos y los elementos de los modelos	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento

18.2.3 Checklist de control de los proyectos

Para cada proceso y contenido indicado en el apartado anterior se establecerán plantillas de control que permitan una guía de revisión, y un análisis de grado de usabilidad de los modelos frente a los usos del PEB del contrato.

Los checklist deben ser aprobados por el Responsable del Contrato de FGV y se tenderá en un futuro al establecimiento por la BMO de FGV de su estandarización.

Ver [Apéndice 3.4 Plantillas de Control Calidad](#) del Manual.

Epílogo

La metodología BIM está en el centro de la transformación digital del sector de la construcción y de la gestión de los activos construidos, que pretende ayudar a minimizar algunos de los problemas endémicos relacionados con la ejecución de proyectos de construcción en las últimas décadas, como los retrasos en la ejecución, el sobrecoste o el elevado número de residuos generados.

A estos problemas cabe añadir una serie de aspectos igualmente relevantes cuando estamos hablando de infraestructuras promovidas por las Administraciones Públicas, como son la transparencia hacia la ciudadanía y a los proveedores, la promoción de la competitividad o el uso responsable de los recursos públicos durante todo el ciclo de vida de los activos.

Estos motivos son los que han provocado que Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana, FGV, haya hecho una apuesta clara por implementar BIM, fruto de la cual nace este Manual, en el cual se refleja la amplia experiencia acumulada por FGV desde que, hace apenas dos años, licitara su primer proyecto con requisitos BIM.

El Manual BIM de FGV, establecen las bases para que, el personal propio de FGV y sus proveedores, puedan trabajar para alcanzar el objetivo de la digitalización de toda la red ferroviaria de FGV en 2025.

Entre los aspectos que considero cabe destacar del Manual BIM de FGV está el énfasis sobre que el uso de BIM y la generación de modelos como entregables digitales no es un fin en sí mismo, sino un medio para alcanzar los objetivos de calidad, sostenibilidad y eficiencia por parte FGV.

También queda patente en el Manual la apuesta de FGV por el OpenBIM, es decir, porque la digitalización de proyectos y activos sea en base a estándares abiertos, garantizando de este modo el acceso a la información a lo largo del tiempo, y evitando cualquier

discriminación hacia sus proveedores en función de las herramientas que utilicen.

Este alineamiento con la estandarización se basa además en el conocimiento real por parte de FGV del alcance de los estándares BIM nacionales e internacionales que hay en la actualidad, tanto en materia de procesos (ISO 19650) como de formatos (ISO 16739, IFC) o de comunicación de incidencias (BCF).

No me cabe duda de que este Manual se va a convertir en referente para otras Administraciones Públicas que están dando sus primeros pasos en la digitalización.

Sergio Muñoz
Secretario de buildingSMART Spain
y Presidente del Comité UNE CT41/SC13 sobre BIM

Bibliografía y referencias

- AEC (UK) BIM Protocol (2012). Implementing UK BIM Standards for the Architectural, Engineering and Construction Industry.
- Architectural, Engineering and Construction (AEC) Initiative (2015): BIM Technology Protocol. Practical implementation of BIM for the UK Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry. Version 2.1.1. The AEC Initiative. Disponible en línea en <https://aecuk.files.wordpress.com/2015/06/aecukbimtechnologyprotocol-v2-1-1-201506022.pdf>.
- BIMForum (2019): LOD Spec 2019 Part I. Level of Development Specification, Última comprobación el 08/01/2019.
- BS EN ISO 19650-1: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling -- Information management using building information modelling: Concepts and principles.
- BS EN ISO 19650-2: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling -- Information management using building information modelling: Delivery phase of the assets.
- Eadie, Robert; Browne, Mike; Odeyinka, Henry; McKeown, Clare; McNiff, Sean (2013): BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. En: Automation in Construction 36, pág. 145–151.
- Esarte Eserverri, A. (2017). EIR o Employer's Information Requirements. Available at: <https://www.espaciobim.com/eir-employers-information-requirements/> (accessed 10 January 2019).
- EUBIM Taskgroup (2015). Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo. Actuación estratégica en favor de la productividad del sector de la construcción: impulsar la creación de valor, la innovación y el crecimiento. 17.3215.37_BIMEU_Handbook_Brochure_FINAL.indd.
- Generalitat de Catalunya. Infraestructures.cat. Guia BIM. Gestió de Projectes i Obres. <https://infraestructures.gencat.cat>
- Generalitat de Catalunya. Infraestructures.cat. Manual BIM. Gestió de Projectes i Obres. <https://infraestructures.gencat.cat>

- Generalitat de Catalunya. Grupo de Coordinación de la Comisión Construïm el Futur del ITeC (2019). Libro blanco sobre la definición estratégica de implementación del BIM. https://itec.cat/docs/pdf/libro_blanco_bim.pdf
- Generalitat de Catalunya. Infraestructures.cat. Manual BIM. Gestió de Projectes i Obres. <https://infraestructures.gencat.cat>
- Guía de elaboración del Plan de Ejecución BIM del Ministerio de Fomento.
- Guía BIM de Puertos del Estado
- Guía BIM de la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife
- BuildingSMART International (2019): BIM Maturity Tool - buildingSMART. Disponible en línea en <https://www.buildingsmart.org/chapters/user-services/bim-maturity-tool/>, Última actualización el 09/01/2019, Última comprobación el 09/01/2019.
- PAS 1192-2:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling.
- PAS 1192-3:2014. Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling.
- PAS 1192-5:2015. Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management.
- Rail Baltica (2019): Building Information Management (BIM) Employer's Information Requirements. v2.1, Última comprobación el 08/05/2019.
- Sistema de Gestión Integrada de Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana.
- Sistema de Gestión de la Seguridad de Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana.
- U.S. Department of Veterans Affairs. Office of Design and Construction. 2017. VA BIM Standard BIM Manual V.2.2.

- U.S. Department of Veteran Affairs. Office of Construction and Facilities Management. 2010. The VA BIM Guide v1.0. <http://www.cfm.va.gov/til/bim/BIMGuide/lifecycle.htm>
- U.S. General Services Administration Public Buildings Service. Office of Design and Construction. 2011. GSA Building Information Modelling Guide Series: 08 – GSA BIM Guide for Facility Management. <http://www.gsa.gov/bim>
- British BIM standards: (BS 1192:2 2007 and BS 1192:2007 + A1:2015 Collaborative Production of Architectural, Engineering and Construction Information

