APÉNDICE 2.3  
MODELO DE REQUERIMIENTOS  
PARA PROYECTO Y OBRA

Anejo 2. Modelos de requerimientos de cliente

Apéndice 2.3. MODELO DE REQUERIMIENTOS PARA PROYECTO Y OBRA

Manual BIM de FGV

| VERSIÓN | FECHA | MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN |
| --- | --- | --- |
| 1.0 | 03/12/2020 | Publicación del Manual |
| 2.0 | 13/06/2022 | Revisión documento |



# ÍNDICE

[ÍNDICE 2](#_Toc105681096)

[0 INTRODUCCIÓN 4](#_Toc105681097)

[1 INFORMACIÓN GENERAL 5](#_Toc105681098)

[1.1 Introducción 5](#_Toc105681099)

[1.2 Información básica 6](#_Toc105681100)

[2 REQUISITOS ASOCIADOS A LA METODOLOGÍA BIM 6](#_Toc105681101)

[2.1 Requisitos generales 6](#_Toc105681102)

[2.1.1 Principio General 6](#_Toc105681103)

[2.1.2 Inclusión BIM en el proceso 6](#_Toc105681104)

[2.1.3 Propiedad del modelo 7](#_Toc105681105)

[2.1.4 Requisitos para los licitadores 7](#_Toc105681106)

[3 OBJETIVOS Y USOS BIM DEL MODELO DE INFORMACIÓN 8](#_Toc105681107)

[3.1 Objetivos BIM 8](#_Toc105681108)

[3.2 Usos BIM de aplicación 8](#_Toc105681109)

[3.3 Niveles de desarrollo de los modelos 8](#_Toc105681110)

[3.3.1 Niveles de desarrollo geométrico (LOD) 8](#_Toc105681111)

[3.3.2 Niveles de Información (LOI) 10](#_Toc105681112)

[3.4 Estructuración de datos 11](#_Toc105681113)

[3.4.1 División de modelos 11](#_Toc105681114)

[3.4.2 Clasificación de elementos constructivos 11](#_Toc105681115)

[4 DESARROLLO DEL PROYECTO Y LA OBRA 11](#_Toc105681116)

[4.1 Entorno de colaboración 11](#_Toc105681117)

[4.1.1 Entorno común de datos 11](#_Toc105681118)

[4.1.2 Gestión de archivos y carpetas 13](#_Toc105681119)

[4.1.2.1 Estructura de carpetas 13](#_Toc105681120)

[4.1.2.2 Nomenclatura de archivos 13](#_Toc105681121)

[4.1.3 Visualización e intercambio de información 13](#_Toc105681122)

[4.2 Calendario de reuniones 14](#_Toc105681123)

[4.3 Software 14](#_Toc105681124)

[4.4 Entregables 15](#_Toc105681125)

[4.4.1 Entregables de Proyecto Constructivo 15](#_Toc105681126)

[4.4.1.1 Memoria y Anejos 15](#_Toc105681127)

[4.4.1.2 Planos 15](#_Toc105681128)

[4.4.1.3 Presupuestos 16](#_Toc105681129)

[4.4.1.4 Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares 16](#_Toc105681130)

[4.4.2 Entregables BIM de Proyecto Constructivo y Obra 17](#_Toc105681131)

[4.4.2.1 Plan de Ejecución BIM. BEP 17](#_Toc105681132)

[4.4.2.2 Nube de puntos en formato E57 17](#_Toc105681133)

[4.4.2.3 Modelos de infraestructuras existentes. 18](#_Toc105681134)

[4.4.2.4 Modelos BIM 19](#_Toc105681135)

[4.4.2.4.1 Configuración de modelos nativos a inicio de proyecto 19](#_Toc105681136)

[4.4.2.4.2 Durante el proceso de diseño 19](#_Toc105681137)

[4.4.2.4.3 A finalización del diseño 19](#_Toc105681138)

[4.4.2.4.4 Durante el proceso de construcción. 19](#_Toc105681139)

[4.4.2.4.5 A finalización de las obras 20](#_Toc105681140)

[4.4.3 Entregables Adicionales al Proyecto Constructivo y Obra 20](#_Toc105681141)

[4.4.3.1 Cartografía Base 20](#_Toc105681142)

[4.4.3.2 Estudio Geológico-Geotécnico 20](#_Toc105681143)

[4.4.3.3 Estudio Hidrológico y Climatológico 21](#_Toc105681144)

[4.4.3.4 Estudio de cimentaciones, estructuras y servicios afectados 21](#_Toc105681145)

[4.4.3.5 Documentos de Exposición de las Alternativas Estudiadas, Evaluación de Impacto Ambiental, Análisis Multicriterio de Alternativas, Estudio Comparativo Completo y Selección de la Alternativa 21](#_Toc105681146)

[4.4.3.6 Estudio de Gálibos y alternativas de trazado. 22](#_Toc105681147)

[4.4.3.7 Cualquier otra separata que se requiriera por FGV para las gestiones que el Responsable del Contrato considere oportunas. 22](#_Toc105681148)

[4.4.3.8 Certificaciones de Obra 22](#_Toc105681149)

[4.4.3.9 Presupuestos 22](#_Toc105681150)

[5 EQUIPO TÉCNICO 23](#_Toc105681151)

[6 CONTROLES DE CALIDAD 24](#_Toc105681152)

[7 CONDICIONES MODELO BIM Y ENTREGABLES 25](#_Toc105681153)

# INTRODUCCIÓN

*El presente documento está dirigido a los técnicos de FGV que se vean en la necesidad de preparar unos requisitos BIM para un contrato del tipo “redacción de proyecto y ejecución de obras”. Será de aplicación en los casos de que el contrato conste solamente de proyecto constructivo, o en los que incluya también el proyecto básico. Si la situación es de sólo proyecto constructivo, en el documento será necesario eliminar las referencias a proyecto básico.*

*El técnico responsable de la redacción del pliego debe considerar que la estrategia BIM que se solicita al licitador debe abarcar ambas fases, la de proyecto y la de obra.*

*La redacción del presente documento se ha realizado de forma neutra, es decir, sin hacer referencia a ningún contrato en particular. Será tarea del técnico responsable particularizarlo al contrato al que haga referencia. A modo de guía o ayuda, se ha introducido lo siguiente en diversas partes del documento [A completar por el técnico responsable], y deberá ser sustituido por el técnico que prepare el pliego.*

*Asimismo, también se ha sombreado en color naranja aquellos apartados que deberán ser revisados por el Responsable de Contrato con objeto de particularizar el presente documento al contrato en cuestión (por ejemplo, particularizar los usos bim requeridos a un contrato).*

*El presente apartado ‘0. Introducción’ ha de ser eliminado y no incluirse en los requisitos BIM, pues se ha preparado a modo de instrucciones para el lector.*

*También deberán eliminarse los sombreados previamente a la publicación del documento.*

# INFORMACIÓN GENERAL

## Introducción

La metodología BIM consiste en la elaboración y desarrollo de unas bases de datos y de unos modelos de información coordinados y colaborativo con una orientación a mejorar la integración y la coherencia de la información durante la redacción de proyectos, la construcción de las obras y su posterior mantenimiento; es decir, durante todo el **ciclo de la vida del activ**o.

El presente anejo es el documento en el que Ferrocarriles de la Generalitat Valenciana, en adelante FGV, indica sus requerimientos en cuanto a los 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 de proyecto y seguimiento de la obra con la metodología BIM que se expresa en el PCTL, y que debe adscribirse completamente a lo indicado en el Manual BIM de FGV (<https://www.fgv.es/manual_bim/>).

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

El presente documento debe de servir de base para la confección del **BEP** (Plan de Ejecución BIM) **Pre-Contractual** por parte del Adjudicatario, que formará parte obligatoriamente de la documentación entregable en su oferta.

Una vez se firme el contrato, el adjudicatario deberá completar, desarrollar y particularizar BEP Pre-Contractual en consenso con FGV hasta convertirlo en el **BEP Post-Contractual**, en adelante BEP, que regirá la estrategia de intercambio de información para dar respuesta a los requerimientos e intereses de FGV expresados en el presente anejo.

El Desarrollo del Plan de Ejecución BIM será promovido por FGV y será sometido a una serie de sesiones de puesta en marcha, que como mínimo serán:

* Reunión análisis del BEP Pre-Contractual y necesidades particulares a incorporar.
* Aprobación y publicación de BEP de Proyecto y Obra por parte de FGV.
* Reunión de lanzamiento de Proyecto. Aprobación en acta de aceptación de BEP por todos los agentes involucrados en la matriz de responsabilidades.

La metodología BIM se continuará durante la fase de construcción de las obras por lo que el BEP ya deberá contemplar dicha fase.

## Información básica

|  |  |
| --- | --- |
| **Propietario del contrato de proyecto y obra** | FERROCARRILS DE LA GENERALITAT VALENCIANA |
| **Nombre del contrato de proyecto y obra** | [*A completar por el técnico responsable*] |
| **Dirección** | [*A completar por el técnico responsable*] |
| **Código de contrato de proyecto y obra** | [*A completar por el técnico responsable*] |
| **Descripción del contrato de proyecto y obra** | [*A completar por el técnico responsable*] |
| **Entregables de contrato de proyecto y obra** | [*A completar por el técnico responsable*] |

Tabla 1: Información básica del contrato

# REQUISITOS ASOCIADOS A LA METODOLOGÍA BIM

## Requisitos generales

### Principio General

Las condiciones particulares BIM no cambian ninguna relación contractual ni modifica las responsabilidades acordadas por las partes en el contrato.

El adjudicatario será responsable de los modelos digitales 3D de información y de la calidad de los mismos. Deberá responder por sus subcontratas y la calidad de la información que aporten. Adquiere por tanto el rol de “coordinador BIM” de proyecto con las empresas participantes. Será su responsabilidad implementar todos los procedimientos de aseguramiento de la calidad, tests y federación de los modelos previo a las entregas parciales y de hito.

El adjudicatario será responsable de incluir en los modelos de información toda aquella documentación requerida por el responsable del contrato.

### Inclusión BIM en el proceso

La inclusión de la metodología BIM 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 presente contrato. En todo caso se deberá justificar ante el Responsable del Contrato de FGV la trazabilidad de los entregables y si estos serán postprocesados con herramientas CAD o de edición de texto.

El adjudicatario será responsable de producir y configurar el modelo que sirva de punto de partida para cumplir los requerimientos del presente documento.

### 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.

Durante la obra, la Dirección de Obra será la responsable de velar por la idoneidad de los modelos generados.

El Adjudicatario tiene derecho de uso durante la redacción del proyecto y ejecución de las obras. Cualquier otro uso lucrativo, o no, de los modelos deberá ser autorizado previamente por FGV. Este derecho del Adjudicatario se extenderá a sus posibles subcontratas, en las mismas condiciones.

### Requisitos para los licitadores

Este documento contiene los requisitos de FGV para los licitadores en materia BIM.

Para una comprensión integral de la estrategia de FGV entorno a la metodología BIM, este documento ha de leerse conjuntamente con el resto de los documentos de la licitación, en especial las cláusulas administrativas.

Los licitadores presentarán un BEP Pre-Contractual incluyendo un planteamiento de cómo la empresa aplicará la metodología BIM en el proyecto y obra para dar respuesta a los objetivos y requerimientos BIM de FGV.

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

# OBJETIVOS Y USOS BIM DEL MODELO DE INFORMACIÓN

## Objetivos BIM

Los objetivos BIM son los establecidos en base a los objetivos generales FGV para la redacción de proyectos de construcción y ejecución de obras. Están alineados con la estrategia global de FGV de apostar por los procesos de estandarización y de digitalización de información.

Los objetivos generales y específicos aplicables a la fase de proyecto y obra se indican en el capítulo *8.3 Objetivos específicos* del Manual BIM de FGV.

## Usos BIM de aplicación

Los principales usos del modelo BIM asociados a los objetivos BIM establecidos para las fases de proyecto y obra se indican en el capítulo *9.3 Definición y descripción de Usos* del Manual BIM de FGV. Dichos usos están alineados con la propuesta de Usos BIM de la Guía de elaboración del Plan de Ejecución BIM del Ministerio de Fomento.

Los licitadores expondrán en el BEP Pre-Contractual de forma simple y clara la estrategia que será seguida durante la redacción de proyecto y ejecución de la obra para dar respuesta a cada uno de los Usos BIM requeridos por FGV.

La descripción de la estrategia de respuesta por parte del Adjudicatario para cada uno de los Usos BIM descritos anteriormente, servirá a FGV para evaluar la idoneidad del planteamiento propuesto para cumplir sus objetivos.

No se valorará positivamente la inclusión de usos adicionales no requeridos por FGV.

## Niveles de desarrollo de los modelos

### Niveles de desarrollo geométrico (LOD)

El nivel de información para todos los elementos proyectados en las distintas disciplinas seguirá lo especificado en la tabla a continuación de acuerdo con 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 a lo definido en el cuadro resumen incluido en este apartado.

Los elementos modelados se elaborarán según un Nivel de Desarrollo (Level of Development, LOD) acorde con el siguiente esquema.

| **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 5: Niveles de Desarrollo (LOD)

Los elementos modelados de cada disciplina y sub-disciplina se elaborarán según un Nivel de Desarrollo (Level of Development, LOD) acorde conlo indicado en la tabla 11 incluida en el capítulo *10.5.2 Niveles de desarrollo geométrico (LOD)* del Manual BIM de FGV.

Referir al *Apéndice 4.1 Listado de Elementos de los Modelos y FGV Class* del Manual BIM de FGV para la lista de elementos incluidos en cada disciplina y sub-disciplina.

Para cada fase de la redacción de proyecto y ejecución de la obra, el Adjudicatario presentará unos modelos con el nivel requerido en la tabla arriba referida.

Salvo que se considere esencial para la definición de la obra o la trazabilidad de las mediciones, no se modelarán los trabajos previos y demoliciones, desmontajes, medios auxiliares, protecciones, levantados y picados mecánicos o manuales, recibidos de mortero de cemento, ayudas de albañilería, mallas de poliéster, rellenos, mallas de fibra de vidrio, decapados y rozas, decapados, lijado y barnizados (las pinturas, tratamientos y protecciones irán asociados al tipo de material o acabado del elemento), excavaciones, ferralla, reparaciones con mortero, cables, líneas (aunque sí sus canalizaciones), sistema de sellado; circuitos (aunque sí sus registros), conductores, cableado y protecciones menores de 5cm de espesor.

El modelo sólo recoge la información del estado actual de los elementos existentes y visibles de las zonas en las que no se actúe, pero siempre acorde con la información obtenida de la nube de puntos, y la información del estado reformado procedente de la documentación de proyecto, actualizada según se vaya ejecutando en obra.

Los modelos de situación existente, en caso de que los haya, recogerán la información procedente de la nube de puntos más toda la información que se pueda recopilar de proyectos “as built” relacionados. Estos modelos recogerán todos los elementos que se vean afectados por la ejecución del proyecto.

El Contratista realizará y tratará su modelizado de la nube de puntos de lo existente y lo realmente ejecutado en el ámbito de las obras realizadas.

Quedarán detallados como parte del Plan de Ejecución BIM todos aquellos elementos que por razones justificadas de plazos y dedicación requeridos no formen parte de los modelos BIM. Éstos serán debidamente justificados por el Consultor y aprobados por FGV.

No se valorarán positivamente propuestas de nivel de detalle geométrico superiores a los requeridos por el cliente.

### Niveles de Información (LOI)

La información no gráfica de los elementos de los modelos (metadatos) estará estructurada en torno a una agrupación de propiedades (set de propiedades), aprobada por FGV.

Las propiedades y set de propiedades de los elementos que compondrán los diferentes modelos BIM, estarán organizados de forma homogénea, estandarizada. No se admitirán elementos en los modelos que no contengan la estructura de set de propiedades definida por FGV.

Estos grupos de parámetros o set de propiedades buscan garantizar:

* La capacidad de segregación selectiva de todos los elementos constitutivos de los modelos para los diferentes usos BIM requeridos.
* La trazabilidad de las mediciones provenientes de los elementos incluidos en los modelos.
* La vinculación con la aplicación SAP/R3.

Estos niveles y estructura organizativa de atributos entorno a sets de propiedades de FGV (PSET FGV) serán plenamente visibles y operables en formatos OpenBIM (IFC).

En la tabla 12 del capítulo 10.5.3 Niveles de información (LOI) del Manual BIM de FGV se indican los sets de propiedades que han de ser usados en función de la tipología de modelos. Referir al Apéndice 4.2 Set de Propiedades donde se pueden encontrar dichos sets de propiedades.

## Estructuración de datos

### División de modelos

La estructuración de modelos deberá seguir lo indicado en el capítulo *10.4 División de modelos BIM* del Manual BIM de FGV y deberá quedar reflejado en el BEP del contrato.

### Clasificación de elementos constructivos

Se definirá una estructura jerárquica que sirva para designar unívocamente cada uno de los elementos, de acuerdo con los sets de propiedades de FGV.

FGV ha desarrollado su propio sistema de clasificación “FGV\_CLASS”, incluido en el *Apéndice 4.1 Listado de Elementos de los Modelos y FGV Class* 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. En consonancia con la implantación BIM, esta clasificación será la que se adopte para la elaboración de los modelos.

# DESARROLLO DEL PROYECTO Y LA OBRA

## Entorno de colaboración

### Entorno común de datos

El objetivo del establecimiento de un entorno de común de datos es garantizar un intercambio constante de información entre todos los agentes (inclusive FGV) promoviendo el óptimo uso del trabajo con maquetas digitales durante la redacción de proyecto, sin menoscabo de toda la documentación técnica 2D, exportaciones de datos y toda la documentación de trabajo necesaria para acometer la redacción del proyecto y la ejecución de las obras.

Para ello, el entorno común de datos tiene que estar accesible y organizado y cumplir los siguientes requerimientos mínimos:

* Cumplir LOPD.
* Gestión de usuarios.
* Soporte documentos 2D y modelos 3D.
* Visor embebido para reuniones de seguimiento.
* Visualización de datos en front-end.
* Sistema de alarmas al equipo de Proyecto.
* Capacidad de versionado de archivos.
* Accesibilidad en diferentes tipos de periféricos.

El CDE generado costa de 3 niveles: Superservidor de FGV\_NextCloud\_plataforma CDE producción.

FGV proveerá un entorno de colaboración **NextCloud** en el que los agentes que intervienen podrán compartir e intercambiar información. La información se almacenará en una base de datos que se aloja en el servidor de FGV con dos interfaces una para agentes FGV y otra para agentes externos no FGV que garantice la seguridad de la Ley de Infraestructuras críticas.

Next Cloud de FGV será la única fuente de información válida y CDE oficial del contrato. No obstante, el contratista podrá proponer un CDE propio donde almacenará la información en curso, sin perder de vista que las entregas oficiales se realizarán en Next Cloud. La estrategia es que FGV pueda archivar al final del contrato de proyecto toda la información en su servidor.

A tal efecto, el licitador definirá en el BEP precontractual su propuesta de Entorno Común de Datos que será la única fuente de información válida y que se utilizará para recopilar, gestionar y difundir la documentación, los modelos y los datos no gráficos para el conjunto de los equipos involucrados.

El Adjudicatario definirá el tipo de plataforma que soportará este entorno común (nube, FTP, share point, etc.). Funcionará como repositorio único de información a lo largo de la redacción del proyecto y la ejecución de la obra y como mínimo aportará lo siguiente:

* Gestión y administración del Contenido
* Control de acceso
* Registro y trazabilidad de la actividad
* Control de versiones

Asimismo, también será responsable de asegurar el mantenimiento y la integridad del Entorno Común de Datos, y en particular del modelo, realizando las copias de seguridad con la periodicidad adecuada.

La información y los modelos, de forma general, se estructurará de manera que su flujo dentro del proceso de generación siga el esquema siguiente:

* **En proceso**: documentos de trabajo, por disciplina, no validados ni verificados en el conjunto del proyecto, tales como esquemas, conceptos en desarrollo, pre-dimensionamientos y modelados parciales.
* **Compartido**: datos verificados por el coordinador BIM y aptos para ser compartidos y validados por otros integrantes del equipo y FGV.
* **Publicado**: datos diseñados y preparados para la validación de FGV como entregables finales o parciales de documentación.
* **Archivado**: datos validados y verificados aptos para la revisión global del proyecto y requerimientos legales de verificación.

La custodia del entorno común de datos le corresponde al licitador, pudiendo elegir el entorno a usar que garantice los requerimientos de FGV en cuanto a seguridad cibernética. La aprobación final del entorno común de datos elegido será realizada por FGV y será acorde a la calificación de las líneas de FGV como infraestructuras críticas.

### Gestión de archivos y carpetas

Estructura de carpetas

La estructura de carpetas de FGV integra los entregables BIM obligados por contrato, así como los documentos del SGI y el SGS.

La estructura de carpetas del contrato deberá seguir lo indicado en el *Apéndice 3.1 Estándar de Codificación de Archivos y Carpetas* del Manual BIM de FGV.

Toda la información del contrato se almacenará dentro de la carpeta correspondiente del contrato ubicada en Next Cloud, siguiendo la estructura de subcarpetas indicada previamente.

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 BEP del contrato.

Nomenclatura de archivos

La nomenclatura de todos los archivos (no sólo los documento y modelos BIM) del contrato deberá seguir lo indicado en el *Apéndice 3.1 Estándar de Codificación de Archivos y Carpetas* del Manual BIM de FGV.

### Visualización e intercambio de información

Se usará durante todo el proceso de diseño una metodología basada en modelos abiertos de intercambio, priorizando el intercambio de información mediante archivos OpenBIM (\*.IFC) para el visualizado y seguimiento de los trabajos.

Estos modelos en formato abierto estarán subidos al entorno colaborativo para revisión y coordinación periódica de los trabajos mediante software de gestión y visualizado gratuitos.

Semanalmente el Adjudicatario suministrará una actualización de los modelos en formato abierto en el entorno común de datos que serán usados durante las reuniones periódicas de seguimiento del proyecto.

Se evitará en la medida de lo posible el intercambio de información mediante correo electrónico, o cualquier otro medio que no sea el repositorio común de información, y se valorará positivamente el intercambio de información compartiendo los archivos del repositorio común de datos mediante links a los archivos de datos y modelos.

El adjudicatario deberá realizar todas las pruebas y ajustes necesarios para que la estructura de información de los modelos nativos y su exportación a formatos abiertos OpenBIM cumpla con los requerimientos de FGV.

Durante la elaboración del BEP, el Adjudicatario preparará un modelo piloto con el set de propiedades requeridos y un test de carga en el CDE propuesto para aprobación de FGV.

## Calendario de reuniones

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

El adjudicatario propondrá un calendario de reuniones en el BEP que incluirá reuniones técnicas entorno a los modelos BIM, cada 15 - 25 días hábiles, dependiendo de la fase de avance del proyecto y de la obra. Este calendario deberá ser aprobado por el Responsable de Contrato, e incluirse en el BEP.

Es una prioridad de FGV, y así lo plasma en el presente pliego, 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 con FGV basadas en el uso de los modelos BIM. Será responsabilidad del BIM Manager y del Jefe de Proyecto / Obra potenciar el uso de los modelos BIM en dichas reuniones para explicar y transmitir a FGV el avance de diseño realizado desde la anterior reunión.

Como parte clave en la estrategia de coordinación BIM, el licitador justificará en el BEP Pre-Contractual su propuesta de integración de reuniones periódicas en el flujo de avance del diseño.

## Software

Los modelos BIM se realizarán con el software a elección del Licitador. Este software deberá ser capaz de capaz realizar modelos 3D exhaustivos teniendo en cuenta las particularidades de cada disciplina (Edificación, obra civil, trazado, etc.) y garantizar, sin pérdida de los Set de propiedades requeridos por FGV, el intercambio de información en formato IFC en su versión más actual.

El licitador propondrá un software de seguimiento de modelos de obra del tipo Forge de Autodesk® o similar.

El Licitador presentará como parte del BEP pre-contractual su propuesta de software para dar respuesta a cada uno de los Usos BIM requeridos por FGV. Se presentará un mapa de software indicando las salidas documentales a partir de ellos; Software 3d, 2d, de cálculo analítico, cálculo de trazados ferroviarios, etc…

## Entregables

Se recogen a continuación el conjunto de entregables del proyecto y obra y su vinculación con los modelos y entregables BIM.

### Entregables de Proyecto Constructivo

En el PCTL se define la documentación mínima a entregar para el proyecto básico y de construcción. A continuación, se describe la documentación BIM que debe ser incluida en éstos y la interrelación entre ambos formatos entregables.

Memoria y Anejos

Referir al apartado *16.4.2.31.1 Memoria y Anejos* del Manual BIM de FGV.

Planos

Los modelos BIM han de ser el medio que da coherencia a la información contenida en el documento Planos. Para ello, los planos deberán provenir del modelo tridimensional de información. Quedarán detallados como parte del Plan de Ejecución BIM todos aquellos elementos que, por razones justificadas de plazos y dedicación requeridos, no formen parte de los modelos BIM. Estos serán debidamente justificados por el Adjudicatario 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.

El Adjudicatario deberá suministrar a FGV los modelos nativos de trabajo que incluyan los planos del proyecto debidamente integrados y vinculados, sin menos cabo de la entrega tradicional del paquete de planos en formato CAD y PDF.

En el apartado *16.4.2.11 Planos 2D* del Manual BIM de FGV se indica que será necesario proporcionar una tabla en la que se indique la procedencia de los planos. En el apartado *4.1. Planos 2D* del *Apéndice 5.4 Guía Técnica de Gestión de Obras* se indica la codificación a incluir en el cajetín de los planos según su procedencia.

Presupuestos

En la definición de las unidades de obra (cuadros de precios) quedará reflejado si la unidad está incluida en los modelos tridimensionales de información, y será obligatorio seguir la misma codificación de unidades en todos los documentos (PPTP y presupuesto).

Las mediciones deberán proceder de los modelos tridimensionales de información y deberán estar justificadas de esta forma. Siempre que quede justificado por el adjudicatario (y aprobado por FGV) por alcance y plazo requerido, se aceptará que parte de las mediciones puedan proceder de la documentación de detalle no modelado en BIM.

Las mediciones extraídas de los modelos tridimensionales de información deberán representarán un mínimo del 75 % del valor del Presupuesto Ejecución Material. Además, todas las mediciones volumétricas deberán provenir de los modelos tridimensionales de información.

Para todas las mediciones, el Adjudicatario entregará una justificación de las mediciones incluidas en el presupuesto.

Finalmente, el Adjudicatario presentará en su propuesta de BEP Pre-Contractual su estrategia de seguimiento y justificación de las mediciones, tanto de las provenientes de los modelos de información como de los planos de detalles.

Referir al apartado *16.4.2.13 Presupuesto del Proyecto* del Manual BIM de FGV.

Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

Las condiciones de los materiales y por tanto su definición deberá coincidir con los códigos asociados a los elementos de los modelos BIM.

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.

Referir al apartado *16.4.2.31.2 Pliego de Prescripciones Técnicas* del Manual BIM de FGV.

### Entregables BIM de Proyecto Constructivo y Obra

Será de obligado cumplimiento enumerar dentro del BEP el listado de documentación BIM que debe ser entregada a FGV para la consecución del proyecto y la obra mediante tabla de hitos. Estos entregables BIM incluirán al menos:

* Plan de Ejecución BIM
* Modelos BIM de estudios de alternativas (en formatos nativos y de intercambio abierto)
* Modelos BIM de proyecto básico (en formatos nativos y de intercambio abierto)
* Modelos BIM piloto de diseño (en formatos nativos y de intercambio abierto)
* Modelos BIM de avance de diseño (en formatos nativos y de intercambio abierto)
* Modelos e información BIM de proyecto constructivo (en formatos nativos y de intercambio abierto)
* Alineación de trazado
* Modelos e información BIM de inicio de obras (en formatos nativos y de intercambio abierto)
* Modelos e información BIM de seguimiento de obras (en formatos nativos y de intercambio abierto)
* Modelos e información BIM de registro de obra ejecutada (en formatos nativos y de intercambio abierto)
* Modelos e información BIM de transferencia a mantenimiento (en formatos nativos y de intercambio abierto)

Referir al apartado *16.4 Entregables BIM de FGV* del Manual BIM de FGV donde se encuentra el listado completo de entregables BIM.

Plan de Ejecución BIM. BEP

A los 30 días de la firma del contrato, se entregará el BEP para aprobación de FGV. Este BEP estará compuesto, como mínimo, y seguirá el guion de capítulos y contenido detallado en el *Apéndice 3.2 Plantilla PEB* del Manual BIM de FGV.

Nube de puntos en formato E57

Además del formato tradicional (CAD), se entregará la nube de puntos en formato \*.e57 y/o \*.rcp (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 manual BIM de FGV.

Se cumplirá lo indicado en *Apéndice 5.1 Guía Técnica de Topografía y Cartografía* del Manual BIM de FGV acerca de levantamiento de nubes de puntos y su georreferenciación.

Modelos de infraestructuras existentes.

Atendiendo a las siguientes definiciones:

* Modelo EBIM (Existing Building Information Modelling) modelo BIM de las condiciones existentes de un proyecto y obra. La precisión y densidad de la misma no podrá ser superior a 3cm.
* Modelo HBIM (Heritage Building Information Modelling) modelo BIM de un edificio con valor o protección patrimonial. Podría tratarse de un Bien de Interés Cultural (BIC), bien de relevancia local (BRL), u otros niveles de protección como por ejemplo sitios históricos, edificaciones catalogadas, o con protección ambiental. La precisión y densidad de la misma no podrá ser superior a 2cm
* LOD= Lod+Loi, nivel de desarrollo.
* Lod (Leve lof detail o Nivel de detalle gráfico)
* Loi (Leve lof Information o Nivel de información)
* As-is, término usado en entornos de ingeniería BIM para representar la situación actual del edificio o infraestructura, sin cambios ni mejoras.

A partir de las nubes de puntos y contrastado con la información CAD o 2D disponible, se realizará el modelado BIM de condiciones existentes (modelo EBIM) con una definición general de LOD 400 o As-is según los LOD establecidos para cada disciplina según el uso de los modelos.

Los edificios que tengan valor patrimonial serán modelados con un Lod (Leve lof detail o Nivel de detalle gráfico) más alto para poder documentar gráficamente el bien patrimonial. Asimismo, se dotará de un Loi (Leve lof Information o Nivel de información) superior a aquellos edificios que tengan algún grado de protección patrimonial, incluyendo parámetros de información que documenten histórica y culturalmente dicha infraestructura patrimonial. Esto supondrá la generación de un modelo HBIM (Heritage Building Information Modelling).

Los modelos contendrán un Loi acorde a los usos pretendidos para los modelos, pero en cualquier caso incluirán el PSET FGV y un PSET AS-IS con los parámetros de caracterización de la instalación, dimensiones, materiales, etc. que se definan previamente con FGV.

Téngase en cuenta que existen instalaciones ferroviarias como pudiera ser la superestructura, bordes de andén y elementos cerca de gálibo, línea aérea, etc. en las que la precisión indicada para la nube de puntos es insuficiente por el adjudicatario deberá indicar en su oferta la estrategia a seguir para garantizar esta precisión en los modelos, la cual suele ser requerida en precisión milimétrica.

Referir al *Apéndice 5.2 Guía Técnica de Modelos de Estado Actual* del Manual BIM de FGV donde se indican las condiciones que deben cumplir los modelos de infraestructura existente.

Modelos BIM

Configuración de modelos nativos a inicio de proyecto

Para asegurar un correcto funcionamiento y coordinación de los modelos tridimensionales, será necesario definir los siguientes parámetros:

* Sistema de Coordenadas: ETRS89. Todos los modelos deberán estar geo-referenciados en el sistema de coordenadas, según el *Apéndice 5.1 Guía Técnica de Topografía y Cartografía* del Manual BIM de FGV.
* Unidades: La unidad geométrica de los modelos será el metro.
* División de modelos: Según el capítulo *10.4 División de modelos BIM* del Manual BIM de FGV.
* Configuración de plantillas: Se deberán generar las plantillas de acuerdo con los requisitos del proyecto definidos en el presente documento. Deberán estar descritas en el BEP.

Durante el proceso de diseño

Coincidiendo con cada hito de entrega parcial a FGV, se entregará una versión actualizada de los modelos BIM 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.

A finalización del diseño

A la finalización de los trabajos, y coincidiendo con la entrega de los documentos del Proyecto Constructivo, se entregarán los modelos BIM 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.

Durante el proceso de construcción.

Coincidiendo con cada hito de entrega parcial a FGV, se entregará una versión actualizada de los modelos BIM de avance 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. El Adjudicatario proveerá una plataforma de visualización y seguimiento del tipo Forge o similar.

A finalización de las obras

A los dos meses de la fecha del acta de final de obra se entregará un modelo federado en formato abierto (IFC 2x3) con el nivel de información (geométrica, no gráfica y vinculada) de los elementos según el nivel de información requerido y los modelos en formatos nativos individuales. La información vinculada generada en obra requerida estará correctamente asociada.

Además, se presentarán los planos as-built extraídos del modelo, a definir por la Dirección Facultativa.

Finalmente, se presentará un Manual del modelo BIM que contendrá la información actualizada del plan de ejecución BIM y que servirá de documento de ayuda a la propiedad en fase de operación y mantenimiento.

### Entregables Adicionales al Proyecto Constructivo y Obra

Cartografía Base

Además del formato tradicional (CAD), se entregará a FGV el modelo nativo y modelo exportado a IFC garantizando el traspaso de información en la exportación entre modelo nativo y archivo IFC.

El modelo deberá contener los sets de propiedades definidos por FGV para los alcances requeridos, siguiendo lo definido en el apartadoNiveles de Información (LOI).

Estudio Geológico-Geotécnico

Al Estudio Geológico Geotécnico en formato tradicional (doc, Excel, pdf, CAD), se deberá adjuntar el modelo nativo y su exportación a IFC (u otro formato de intercambio abierto a proponer) que contenga la siguiente información, como mínimo:

* Posición (geoposicionado) e identificación de todos los ensayos de campo realizados (sondeos, catas, …).
* Vinculación a información asociada de resultados de dichos ensayos de campo.
* Estratigrafía definida por el estudio. Identificando los distintos estratos conforme al informe.
* Vinculación a la caracterización de los estratos.

El modelo deberá contener los sets de propiedades definidos por FGV para los alcances requeridos, siguiendo lo definido en el apartadoNiveles de Información (LOI).

Estudio Hidrológico y Climatológico

Al Estudio Hidrológico y Climatológico en formato tradicional (doc, Excel, pdf, CAD), se deberá adjuntar el modelo nativo y su exportación a IFC (u otro formato de intercambio abierto a proponer) con la siguiente información, como mínimo:

* Cuenca inundable para los distintos periodos de retorno.

Estudio de cimentaciones, estructuras y servicios afectados

Al Estudio de Cimentaciones, Estructuras y Servicios Afectados en formato tradicional (doc, Excel, pdf, CAD), se deberá adjuntar el modelo nativo y su exportación a IFC (u otro formato de intercambio abierto a proponer) con la siguiente información, como mínimo:

* Definición geométrica de cimentaciones y estructuras afectadas por el proyecto.
* Estudio y clasificación de patologías estructurales.
* Definición de materiales de cimentaciones y estructuras afectadas por el proyecto.
* Definición de características mecánicas de cimentaciones y estructuras afectadas por el proyecto.
* En caso de existir, vinculación a planos de armado existentes de cimentaciones y estructuras afectadas por el proyecto.

El modelo deberá contener los sets de propiedades definidos por FGV para los alcances requeridos, siguiendo lo definido en el apartadoNiveles de Información (LOI).

Documentos de Exposición de las Alternativas Estudiadas, Evaluación de Impacto Ambiental, Análisis Multicriterio de Alternativas, Estudio Comparativo Completo y Selección de la Alternativa

Será de aplicación todo lo descrito en el punto “Entregables de Proyecto Constructivo”, con el nivel de detalle requerido.

El nivel de desarrollo de los modelos será el marcado para el “Estudio de Alternativas”.

El Adjudicatario presentará como parte del BEP Pre-Contractual la propuesta de integración de los modelos BIM en el proceso de estudio y selección de alternativas que incluya si lo considera oportuno la preparación de información audiovisual.

Estudio de Gálibos y alternativas de trazado.

Se realizará por parte del adjudicatario un estudio de Gálibos y alternativas de trazado a partir de las secciones obtenidas mediante la nube de puntos, con una precisión no menor a más menos 2 cm, tomando en cuenta el gálibo uniforme libre de obstáculos obtenido a partir de la envolvente del tren.

Se realizarán alternativas de trazado ferroviario para optimizar las condiciones de circulación de los trenes en cuanto a velocidad, seguridad, confort y mantenibilidad, en cumplimiento con la normativa FGV en cuanto a parámetros geométricos de vía que FGV pondrá a disposición de los licitadores.

Los trazados se realizarán con software específico de cálculo de trazado ferroviario. La envolvente de gálibos se modelará a modo de extrusión a partir del trazado de diseño y ejecutará un test de colisiones con el modelo de condiciones existentes para comprobar su idoneidad.

Cualquier otra separata que se requiriera por FGV para las gestiones que el Responsable del Contrato considere oportunas.

Se pactará con el Responsable de Contrato el alcance y número de documentos a realizar tanto tradicionales como BIM y su interrelación.

Certificaciones de Obra

En la definición de las unidades de obra (cuadros de precios) quedará reflejado si la unidad está incluida en los modelos tridimensionales de información, y será obligatorio seguir la misma codificación de unidades en todos los documentos de certificación de obras y para el presupuesto de liquidación.

Las mediciones deberán proceder de los modelos tridimensionales de información y deberán estar justificadas de esta forma. Siempre que quede justificado por el Adjudicatario (y aprobado por FGV) por alcance y plazo requerido, se aceptará que parte de las mediciones puedan proceder de la documentación de detalle no modelado en BIM.

El Adjudicatario presentará en su propuesta de BEP Pre-Contractual su estrategia de seguimiento y justificación de las mediciones, tanto de las provenientes de los modelos de información como de los planos de detalles.

Presupuestos

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

* Los modelos de cada disciplina permitirán la obtención de las mediciones correspondientes.
* Todas las mediciones volumétricas deberán provenir de los modelos tridimensionales de información.
* Las mediciones deberán proceder de los modelos tridimensionales de información y deberán estar justificadas de esta forma.
* Siempre que quede justificado por el contratista (y aprobado por FGV), se aceptará que parte de las mediciones puedan proceder de la documentación de detalle no modelado en BIM.
* Para todas las mediciones, el Contratista entregará una justificación de las mediciones incluidas en el presupuesto.
* Finalmente, el Contratista presentará en su propuesta de BEP pre-contractual su estrategia de seguimiento y justificación de las mediciones, tanto de las provenientes de los modelos de información como de los planos de detalles.
* Los licitadores presentarán en su propuesta la estrategia de gestión y modelado para alcanzar el objetivo trazabilidad en porcentaje de las mediciones de obra que van a obtener del modelo \*IFC , no siendo inferior al 75% de las mediciones del PEM entre mediciones directas y vinculadas.

Referir al apartado *16.4.2.13 Presupuesto del Proyecto* del Manual BIM de FGV.

# EQUIPO TÉCNICO

El licitador explicará en su propuesta de BEP Pre-Contractual el equipo BIM que pondrá a disposición y su organización para dar respuesta a los requerimientos BIM de FGV.

A equipo técnico se le podrá exigir experiencia al respecto de las siguientes maneras:

* Experiencia mínima demostrable en puesto similar. El número de años de experiencia será función del criterio del seleccionador.
* Certificados de buena ejecución tanto personales como de empresa de contratos similares, ya sean terminados ya sean en activo. El número y tipo de certificados será función del criterio del seleccionador.
* Titulación en Máster BIM demostrable. A criterio del seleccionador.

El equipo técnico de ejecución BIM del contrato deberá adaptarse al volumen de la producción, y contendrá como mínimo:

* **Responsable BIM (BIM Manager)**
* **Coordinador BIM**
* **Responsable BIM de disciplina**
* **Control de calidad BIM:** Responsable, no perteneciente al equipo de producción del contrato, de velar porque se cumplan los estándares fijados para el contrato. Su misión principal será la revisión interna de la documentación del contrato antes de ponerlo a disposición de FGV.

La persona designada para cada puesto tendrá los conocimientos técnicos y de gestión, y la experiencia demostrable y adecuada a los objetivos y complejidad del contrato. En los capítulos *15.2.1 En fase de redacción de proyecto* y *15.2.2 En fase de construcción* del Manual BIM de FGV se incluyen las atribuciones de cada uno de los roles.

Todos los puestos definidos anteriormente están enfocados a la organización responsable del desarrollo del contrato. El equipo técnico junto con su capacitación mínima, puesto en el organigrama y funciones debe estar descrito en el BEP.

En cuanto a la experiencia mínima requerida para cada puesto, referir a la tabla 25 del capítulo *15.2 Solvencias BIM requeridas en licitaciones de FGV* del Manual BIM de FGV

# CONTROLES DE CALIDAD

El licitador definirá en el BEP Pre-Contractual, el procedimiento a seguir y los entregables para cumplir los requisitos BIM establecidos y la integridad de la información contenida en los modelos, y asegurará el seguimiento a lo largo de la producción, poniendo especial cuidado en los siguientes aspectos:

* Trazabilidad
* Codificación de los elementos.
* Organización y documentación asociada.
* Introducción progresiva de datos en el modelo.

Este procedimiento será supervisado por FGV durante la producción mediante el calendario de reuniones.

El licitador explicará la estrategia de calidad propuesta en su BEP Pre-Contractual, incluyendo los procedimientos y controles que incorporará al proceso para garantizar la calidad de la información producida.

Estos controles incluirán, entre otros las siguientes tipologías de comprobaciones:

* Comprobaciones geométricas.
* Controles de interferencias.
* Trazabilidad de mediciones.
* Comprobaciones normativas.
* Comprobaciones de información no gráfica.
* Comprobaciones de información vinculada.

Para más información acerca del contenido del Control de Calidad, deberá consultarse el apartado 18 Control de Calidad y el *Apéndice 3.4 Plantillas de Control Calidad* del Manual BIM de FGV.

# CONDICIONES MODELO BIM Y ENTREGABLES

No se tramitarán las certificaciones correspondientes a los avances de obra si el adjudicatario no cumple con los requerimientos de entrega periódica de modelos BIM \*IFC.

Los modelos de certificación en \*IFC deberán reflejar al menos el 75% del valor de las unidades de obra ejecutadas bien mediante representación directa, si la unidad está asociada a un objeto, o indirecta mediante el modelado indirecto o asociado de las mismas.

Cada entrega de modelo de avance mensual para certificación deberá llevar la información estructurada para permitir a la DO certificar en base a los modelos el avance mensual realizado. El licitador en su BEP presentará su propuesta para el contenido y formato de estos modelos de seguimiento. Los modelos de seguimiento y certificación se presentarán mediante una plataforma del tipo “autodesk forge” o similar.

Cada entrega de modelo de avance mensual para certificación deberá llevar obligatoriamente un informe de auto-control de calidad por parte del responsable de control de calidad BIM. El licitador en su BEP presentará su mejor propuesta para el contenido y formato de este informe.