Anejo 5. Guías técnicas de trabajo

Apéndice 5.4. GUÍA TÉCNICA

DE GESTIÓN DE OBRAS

Manual BIM de FGV

| VERSIÓN | FECHA | MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN |
| --- | --- | --- |
| 1.0 | 03/12/2020 | Publicación del Manual |
| 2.0 | 27/04/2021 | Incorporación codificación planos según procedencia modelos |
| 3.0 | 28/06/2021 | Gestión proyectos liquidación, modificados y complementarios |
| 4.0 | 13/06/2022 | Incorporación del capítulo 5.3.7 ‘Procedimiento para completar los datos de proyecto y la estructura del IFC de un modelo en formato abierto’. |





w

# ÍNDICE

[ÍNDICE 2](#_Toc105687633)

[1 Antecedentes 3](#_Toc105687634)

[2 Prioridades 3](#_Toc105687635)

[3 Acciones basadas en los modelos BIM 4](#_Toc105687636)

[3.1 Consideraciones Generales 4](#_Toc105687637)

[3.2 Nubes de puntos 4](#_Toc105687638)

[3.3 Modelos de estado actual 4](#_Toc105687639)

[3.4 Modelos de Inicio de Obras 4](#_Toc105687640)

[3.5 Plan de Ejecución BIM 5](#_Toc105687641)

[3.6 Modelos de seguimiento de obras 6](#_Toc105687642)

[3.7 Modelos As Built 7](#_Toc105687643)

[3.8 Gestión proyectos liquidación, modificados y complementarios 7](#_Toc105687644)

[4 Entregables a FGV 8](#_Toc105687645)

[4.1 Planos 2D 10](#_Toc105687646)

[5 Estrategias de información 11](#_Toc105687647)

[5.1 Entorno común de datos 11](#_Toc105687648)

[5.2 Sistema de carpetas y de archivos 11](#_Toc105687649)

[5.3 Estrategia de los modelos BIM 12](#_Toc105687650)

[5.3.1 División por disciplinas 12](#_Toc105687651)

[5.3.2 Elementos a modelar 13](#_Toc105687652)

[5.3.3 Usos BIM aplicables 13](#_Toc105687653)

[5.3.4 Niveles de desarrollo (LOD) 19](#_Toc105687654)

[5.3.5 Set de propiedades FGV 19](#_Toc105687655)

[5.3.6 Controles de calidad 20](#_Toc105687656)

[5.3.7 Procedimiento para completar los datos de proyecto y la estructura del IFC de un modelo en formato abierto 21](#_Toc105687657)

[6 Gestión de dudas e incidencias 23](#_Toc105687658)

# Antecedentes

Este documento busca marcar unas pautas generales para los responsables de contrato de FGV de cómo plantear los requerimientos BIM para las diferentes obras que están en marcha y de cómo involucrar en esta gestión y supervisión de los modelos BIM de forma homogénea, estandarizada y activa a las diferentes Asistencias Técnicas y a las Direcciones de Obra.

Con carácter general, esta guía no sustituye lo contenido en los pliegos técnicos y administrativos de las obras. Complementa y detalla algunas de las acciones a llevar a cabo.

Este breve documento será de aplicación hasta la publicación oficial del Manual BIM de FGV, previsto para finales de julio 2020.

# Prioridades

De forma prioritaria, los técnicos de FGV tienen que garantizar los siguientes objetivos. Todos ellos son importantes y requeridos como obligatorios dentro del marco contractual de los pliegos de obra.

* Registro digital centralizado y ordenado de la información que se produce en las diferentes obras entorno al FGV Cloud. Todas las obras deberán recoger la información en el NextCloud y respetar el sistema de archivos y carpetas instaurado.
* Garantizar que el contratista realiza la labor de producción de los modelos BIM de forma continuada previa a la construcción y que la Asistencia Técnica a la Dirección de Obra (AT-DO) realiza la verificación y supervisión de que éstos cumplen con las exigencias de FGV.
* Garantizar la máxima trazabilidad en cuanto a Mediciones y documentación 2D a partir de los modelos.
* Garantizar que la Asistencia Técnica a la Dirección de Obra (AT-DO) tiene un rol activo en la supervisión y aprobación de modelos y entregables preparados por el contratista.
* Garantizar que contratista y ATDO presentan en tiempo y forma el conjunto de los entregables que les corresponden (ver apartado 3.8 Gestión proyectos liquidación, modificados y complementarios)
* Garantizar durante las obras que los modelos van registrando el avance de las mismas y que representan geométricamente la solución construida.
* Dar el mejor cumplimiento de los usos previstos por FGV para los modelos.

# Acciones basadas en los modelos BIM

## Consideraciones Generales

Se distinguen dos situaciones diferentes principales a la hora de afrontar la gestión de obras BIM de FGV.

Por una parte, aquellas obras para las que haya unos modelos BIM de proyecto como información de partida de las obras.

Po otra, aquellas obras para las que no haya unos modelos BIM de proyecto como información de partida y esté dentro de los requisitos de la constructora “levantar” esos modelos BIM al comienzo de los trabajos.

La principal diferencia entre el primer caso y el segundo es que para el segundo (obra sin modelos BIM transferidos de proyecto), se añade un paso adicional previo a los trabajos, el levantamiento de modelos BIM de proyecto para tener el modelo de inicio de obras.

## Nubes de puntos

Referir al **Apéndice 5.1 Guía Técnica de Topografía y Cartografía**.

## Modelos de estado actual

Referir al **Apéndice 5.2 Guía Técnica de Modelos de Estado Actual**.

## Modelos de Inicio de Obras

Se buscará usar los modelos BIM de proyecto como punto de partida para hacerlos “propios” durante la obra. Estos modelos BIM 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

Como mencionado anteriormente, formará parte estos trabajos el “levantamiento” de los modelos de proyecto para aquellas obras que no tengan un modelo de proyecto transferido.

La empresa constructora deberá realizar los modelos BIM 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 BIM 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.

Si al comienzo de los trabajos se detecta que esto último puede ocurrir, el responsable del contrato de FGV deberá acordar (con el apoyo de la ATDO y de la Oficina de Gestión BIM de FGV) con la constructora entregas parciales de los modelos de las zonas que van a ejecutarse en primera instancia.

La Asistencia Técnica a la Dirección de Obra (AT-DO) deberá emitir un informe al comienzo de los trabajos verificando que los modelos de inicio de obras presentados cumplen con los requisitos de FGV.

## Plan de Ejecución BIM

Al comienzo de los trabajos el contratista deberá presentar un plan de ejecución BIM. Este plan de ejecución BIM podrá usar como referencia el de obras anteriores de FGV pero deberá garantizar de forma prioritaria los siguientes puntos:

* Listar unidades de obra que se van a certificar digitalmente en base a los modelos BIM y la forma con la que se medirán.
* Definir el % de trazabilidad del presupuesto (% PEM) trazable desde los modelos BIM. Este % no deberá en ningún caso ser inferior al 75%.
* Estrategia de vinculación (periodicidad y forma) de información generada durante la obra a los modelos BIM
* Definir de forma específica y clara los controles de calidad que se harán de forma periódica a los modelos como parte del plan de aseguramiento de la calidad de FGV.
* Definir claramente la estrategia y la metodología para satisfacer cada uno de los usos previstos por FGV en sus EIR.

El Plan de Ejecución BIM deberá ser único y deberá recoger el conjunto de los trabajos de la constructora, la ATDO y FGV.

## Modelos de seguimiento de 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 BIM 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 BIM 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.

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 NextCloud 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 BIM 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 BIM 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 BIM tienen el conjunto de set de propiedades de FGV y que éstos están rellenos correctamente por la constructora.
* Que la documentación generada durante la obra está correctamente vinculada a los elementos de los modelos BIM

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 FGV para su aprobación.

## Modelos As Built

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, … estos trabajos se benefician 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 que presente una nube de puntos final de los trabajos que permitan, superponiéndola a los modelos BIM suministrados, verificar que representan la realidad ejecutada.
* Que se garantiza que todos los elementos de los modelos BIM 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 BIM 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 archivado 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.

## Gestión proyectos liquidación, modificados y complementarios

Se han establecido nuevos códigos de fase para los proyectos modificados, complementarios y de liquidación. Estos códigos se especifican en los documentos “Apéndice 3.1 Estándar de Codificación de Archivos y Carpetas” y “Apéndice 4.2 Set de Propiedades”. Son los siguientes:

|  |  |
| --- | --- |
| Construcción | CO |
| Proyecto modificado | COPM |
| Proyecto complementario | COPC |
| Proyecto de liquidación | COPL |
| As-Built | COAB |

Tabla 1: Nuevos códigos de fase

El criterio establecido para indicar qué elementos deben llevar en el parámetro ‘01\_02\_FASE’ el código relativo a proyectos modificados, se indica a continuación:

* Nuevas unidades obra
* Unidades obra que cambian
* Incrementos importantes de medición ocasionados por la modificación

# Entregables a FGV

Se listan a continuación el listado de entregables que tiene que requerir el Responsable del contrato de FGV para las diferentes obras.

Es crucial que al comienzo de los trabajos la ATDO prepare un listado y periodicidad de los entregables que será supervisado periódicamente por el Responsable del Contrato de FGV.

| Tipo de Entregable | Tipo | Periodicidad | Tipo de contrato | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Obra sin proyecto transferido en BIM | Obra con proyecto transferido en BIM | ATDO (para ambos casos) |
| Lista de entregables | excel | Al comienzo de los trabajos | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |
| Plan de ejecución BIM | word | Al comienzo de los trabajos | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |
| Levantamiento de nubes de puntos | e57 | Al comienzo de los trabajos | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |  |
| Modelo de infraestructura existente | Ifc, nativo | Al comienzo de los trabajos | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |  |
| Modelos piloto de diseño | Ifc, nativo | Al comienzo de los trabajos | Marca de insignia1 |  |  |
| Modelo de proyecto constructivo | Ifc, nativo | Al comienzo de los trabajos | Marca de insignia1 |  |  |
| Informe de levantamiento de modelos BIM basado en proyecto “tradicional” | varios | Al comienzo de los trabajos | Marca de insignia1 |  |  |
| Alineación de trazado | Landxml, ifc4.1 | A la entrega del proyecto | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |  |
| Justificación de mediciones | xls | A la entrega del proyecto | Marca de insignia1 |  |  |
| Planos 2D | cad | A la entrega del proyecto | Marca de insignia1 |  |  |
| Autocontrol de calidad de modelos | varios | A la entrega de modelos | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |
| Registro digital de incidencias | bcf | Periódica a definir por responsable de contrato | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |
| Infografías | varios | Periódica a definir por responsable de contrato | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |
| Simulaciones (energéticas, de evacuación, realidad virtual…) | varios | Periódica a definir por responsable de contrato | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |  |
| Informe de modelos BIM de Proyecto | varios | A la entrega del proyecto |  | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |
| Modelo de inicio de obras | Ifc, nativo | Al comienzo de las obras | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |  |
| Informe de modelos de inicio de obras | varios | A la entrega del modelo de inicio de obras |  |  | Marca de insignia1 |
| Modelo de seguimiento de obras (certificación y planificación | Ifc, nativo | mensualmente | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |
| Certificaciones de obra | Bc3, xls | A la entrega del proyecto | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |  |
| Plan de obra | varios | mensualmente | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |  |
| Informes de aprobación de modelo de seguimiento de obras | varios | mensualmente |  |  | Marca de insignia1 |
| Justificación de mediciones | xls | Al finalizar la obra | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |  |
| Modelo de registro de obra ejecutada | Ifc, nativo | Al finalizar la obra | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |  |
| Nube de puntos de registro de obra ejecutada | e57 | Al finalizar la obra | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |  |
| Informes de aprobación de modelos de obra ejecutada | varios | Al finalizar la obra |  |  | Marca de insignia1 |
| Modelos de transferencia a mantenimiento | varios | Al finalizar la obra | Marca de insignia1 | Marca de insignia1 |  |

Tabla 2: Entregables BIM de obra

## Planos 2D

En el apartado **16.4.2.11 Planos 2D** del Manual se indica que será necesario proporcionar una tabla en la que se indique la procedencia de los planos.

Además de ello, se deberá incluir en el cajetín de los planos la siguiente codificación que indique dicha procedencia:

* ‘EB’: Indica “En BIM”
* ‘MX’: Indica “A partir de BIM”
* ‘SB’: Indica “Sin BIM”

# Estrategias de información

Se describen a continuación las características principales de la estrategia de información que han de seguir los modelos BIM preparados.

## Entorno común de datos

El conjunto de las obras 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.

Las asistencias técnicas a la dirección de obra serán las 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.

## Sistema de carpetas y de archivos

El conjunto de las obras deberá gestionarse de forma homogénea por lo que es clave que se utilicen la nomenclatura de archivos y el sistema de carpetas de FGV, incluido en el **Apéndice 3.1 Estándar de Codificación de Archivos y Carpetas**. Toda la información generada durante la obra (BIM o no BIM) será archivada de esta forma.

Las diferentes empresas serán responsables del correcto uso de la nomenclatura de archivos y estructura de carpetas y de colocar correctamente la documentación que es objeto de su responsabilidad en el entorno del Next Cloud.

Las asistencias técnicas a la dirección de obra serán las responsables de velar de que se realiza correctamente y de notificar a los responsables de FGV en caso de observar incidencias.

No se deberán aceptar propuesta de estructura de carpetas y de nomenclaturas de archivos diferentes a las propuestas por FGV.

Si se detectan mejoras que puedan ser de interés para el conjunto de los contratos, éstas deberán ser notificadas a la oficina de gestión BIM de FGV para su consideración.

## Estrategia de los modelos BIM

### División por disciplinas

Se deberán usar la siguiente agrupación y nomenclatura de disciplinas en los modelos.

| 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 3: Agrupación disciplinas de modelos.

Para aquellos casos en los que se empiece con proyecto en BIM transferido de la fase anterior, quedará a elección del Responsable del Contrato el uso de la clasificación de disciplinas heredada de proyecto o la nueva propuesta contenida en el manual BIM. Hacer el paso de una clasificación de disciplinas a la nueva es un paso que exige una labor de reparametrización leve.

**La oficina de gestión BIM de FGV recomienda que se acometa este trabajo para garantizar la uniformidad de la estrategia dentro de FGV.**

### Elementos a modelar

En el **Apéndice 4.1. Listado de Elementos de los Modelos y FGV Class** del Manual están listados los elementos que han de formar parte de los modelos BIM, sin menoscabo de aquellos otros que en el transcurso del contrato sea necesario añadir, en cuyo caso se deberá notificar a la oficina de gestión BIM de FGV para su consideración.

### Usos BIM aplicables

Para cada obra se dará respuesta a los Usos BIM requeridos en el pliego de contrato.

Se recogen a continuación:

| USO BIM | OBJETIVO ESPERADO | DISEÑO | CONSTRUCCIÓN | OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 01. Modelado de condiciones existentes | 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. | 🗸 | 🗸 | 🗸 |
| 02. Información centralizada | 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. | 🗸 | 🗸 | 🗸 |
| 03. Diseño y Visualización 3D | 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.). | 🗸 | 🗸 | 🗸 |
| 04. Coordinación 3D y Gestión de Colisiones | 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. | 🗸 | 🗸 |  |
| 05. Obtención de documentación 2D | 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.  (\*) 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. | 🗸 | 🗸 | 🗸 |
| 06. Obtención de mediciones | 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. | 🗸 | 🗸 |  |
| 07. Generación de Infografías y recorridos virtuales | 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. | 🗸 | 🗸 | 🗸 |
| 08. Simulaciones Constructivas | 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. | 🗸 | 🗸 |  |
| 09. Seguimiento de Obra (Certificación digital) | 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. |  | 🗸 |  |
| 10. Modelo de obra ejecutada (Modelo “As Built”) | 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. |  | 🗸 | 🗸 |
| 11. Mantenimiento de Infraestructura | 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 la 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. |  | 🗸 | 🗸 |
| 12. Sostenibilidad | 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. | 🗸 | 🗸 |  |
| 13. Gestión de los Riesgos según SGS de FGV | 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. | 🗸 | 🗸 | 🗸 |
| 14. Inventariado digital | 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). |  | 🗸 | 🗸 |
| 15. Planificación de ocupaciones de espacio público y de afecciones a redes de servicios | 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). | 🗸 | 🗸 |  |
| 16. Simulaciones y Análisis | 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. | 🗸 | 🗸 | 🗸 |
| 17. Telemando de instalaciones fijas | 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. |  |  | 🗸 |
| 18. Validación de Normativa | 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). | 🗸 | 🗸 |  |
| 19. Gestión de Seguridad y Salud | 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 |  | 🗸 |  |
| 20. Control de Obra | 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. |  | 🗸 |  |

Tabla 4: Usos BIM y objetivo esperado de cada uno y fases del ciclo de vida de aplicación

### Niveles de desarrollo (LOD)

Se recoge a continuación la tabla de niveles de desarrollo que será aplicable al conjunto de los elementos que componen los modelos BIM.

| Tipo de Entregable | Realidad | LOD General requerido | |
| --- | --- | --- | --- |
| Obra sin proyecto transferido en BIM | Obra con proyecto transferido en BIM |
| Modelo de infraestructura existente | Ejecutada | 300/500 | 300/500 |
| Modelo de proyecto constructivo | Proyectada | - | 300 |
| Modelo de inicio de obras | Proyectada | 300 | 300 |
| Modelo de seguimiento de obras (certificación y planificación | Ejecutada | 300/500 | 300/500 |
| Modelo de registro de obra ejecutada | Ejecutada | 300/500 | 300/500 |
| Modelos de transferencia a mantenimiento | Ejecutada | 300/500 | 300/500 |

Tabla 5: LOD requerido

### Set de propiedades FGV

Se deberá hacer referencia al set de propiedades que será asignado al conjunto de los elementos que forman parte de los modelos BIM.

Este set de propiedades está contenido en el documento **Apéndice 4.2 Set de Propiedades**.

Para aquellos casos en los que se empiece con proyecto en BIM transferido de la fase anterior, quedará a elección del Responsable del Contrato el uso del set de propiedades heredada de proyecto o la nueva propuesta contenida en el manual BIM. Hacer el paso al nuevo set de propiedades es un paso que exige una labor de reparametrización leve.

**La oficina de gestión BIM de FGV recomienda que se acometa este trabajo para garantizar la uniformidad de la estrategia dentro de FGV**.

### Controles de calidad

Los controles de calidad deberán ser realizados por medio de informes de la ATDO para la aprobación/rechazo de los modelos suministrados.

Estos informes deberán (sin estar limitado a ello) los siguientes campos:

| 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 BIM 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 BIM principales | Trazabilidad de mediciones basada en “ifc” de los modelos BIM | En entregas de proyecto |
| Seguimiento y medición de certificaciones basada en “ifc” de los modelos BIM | En modelos de seguimiento mensual |
| Vinculación del plan de obra a los modelos BIM | 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 BIM (o coherencia total entre planos y modelos BIM) | En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento |
| 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 BIM 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 BIM | En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento |

Tabla 6: Campos a revisar en el control de calidad y su periodicidad

### Procedimiento para completar los datos de proyecto y la estructura del IFC de un modelo en formato abierto

Con objeto de estandarizar y uniformizar todos los modelos de FGV, en el presente apartado se indica cómo nombrar a las entidades de la estructura y cómo completar los datos de proyecto de un modelo IFC.

Estructura IFC

Interfaz de usuario gráfica

Descripción generada automáticamente con confianza media

|  |  |
| --- | --- |
| **Proyecto** (IfcProject) | * Código proyecto (*ej: 19-026-L4*) |
| **Sitio** (IfcSite) | * Línea/s de metro o tram (*ej: VALENCIA LINEA 2; VALENCIA LINEAS 2 Y 5; ALICANTE LINEA 9*) |
| **Edificio** (IfcBuilding) | * Nombre del apeadero (*ej: APEADERO LA VALLESA*) * Nombre de la estación (*ej: ESTACION RUZAFA*) * Si es tramo de vía, indicar tramo entre estaciones por ejemplo e intervalo de ppkk (*ej: TRAMO ISLETA A CAMPELLO (PK 5+387 A 13+566)*) * Complejo (*ej: COMPLEJO NAZARET*) * Línea de catenaria (*ej: CATENARIA TRAYECTO PATRAIX-HOSPITAL VÍA A; CATENARIA ESTACIÓN ALBERIC*) * Línea de energía (ej: *LÍNEA 20KV MORERES-TALLER*) * Subestación (*ej: S/E MASÍES*) * Oficinas * Caseta de enclavamiento * Etc. |
| **Nivel del edificio** (IfcBuildingStorey) \* | Niveles: Organización por niveles con sentido, por ejemplo (xxx: CIMENTACION, TOPOGRAFIA, VIA, ANDÉN, CALZADA, ESTACIÓN, CUBIERTA, ETC.)  Z\_Replanteo\_0  N1\_xxx  N2\_xxx  N3\_xxx |

*(\*) Para modelos de Civil 3D puede ser que no se consiga*

Datos de proyecto

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación, Correo electrónico

Descripción generada automáticamente

|  |  |
| --- | --- |
| FileName | Nombre del archivo del modelo |
| Guid | Automático |
| IfcEntity | IfcProject |
| LongName | Nombre proyecto u obra (*Ej: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS PUNTOS DE CRUCE EN EL APEADERO COL·LEGI EL VEDAT DE LA LÍNEA 1 Y EN EL APEADERO LA VALLESA DE LA LÍNEA 2 DE METROVALENCIA*) |
| Name | Código expediente. (*Ej: 19-026-L4*) |
| Phase | Código fase, siguiendo codificación FGV. (*Ej: EX; PC; CO; etc.*) |

# Gestión de dudas e incidencias

Se recomienda, en caso de que el Responsable del Contrato de FGV tenga dudas de cómo proceder, se ponga en contacto para solicitar el apoyo de la oficina de gestión BIM de FGV (o a través del correo [bmo\_fgv@gva.es](mailto:bmo_fgv@gva.es)).

Las propuestas, cambios o alternativas a los requerimientos establecidos en los EIR, deberán analizarse y consensuarse con la Oficina de Gestión BIM en aras de una implantación efectiva, homogénea y estandarizada basada en una mejora continua ordenada.