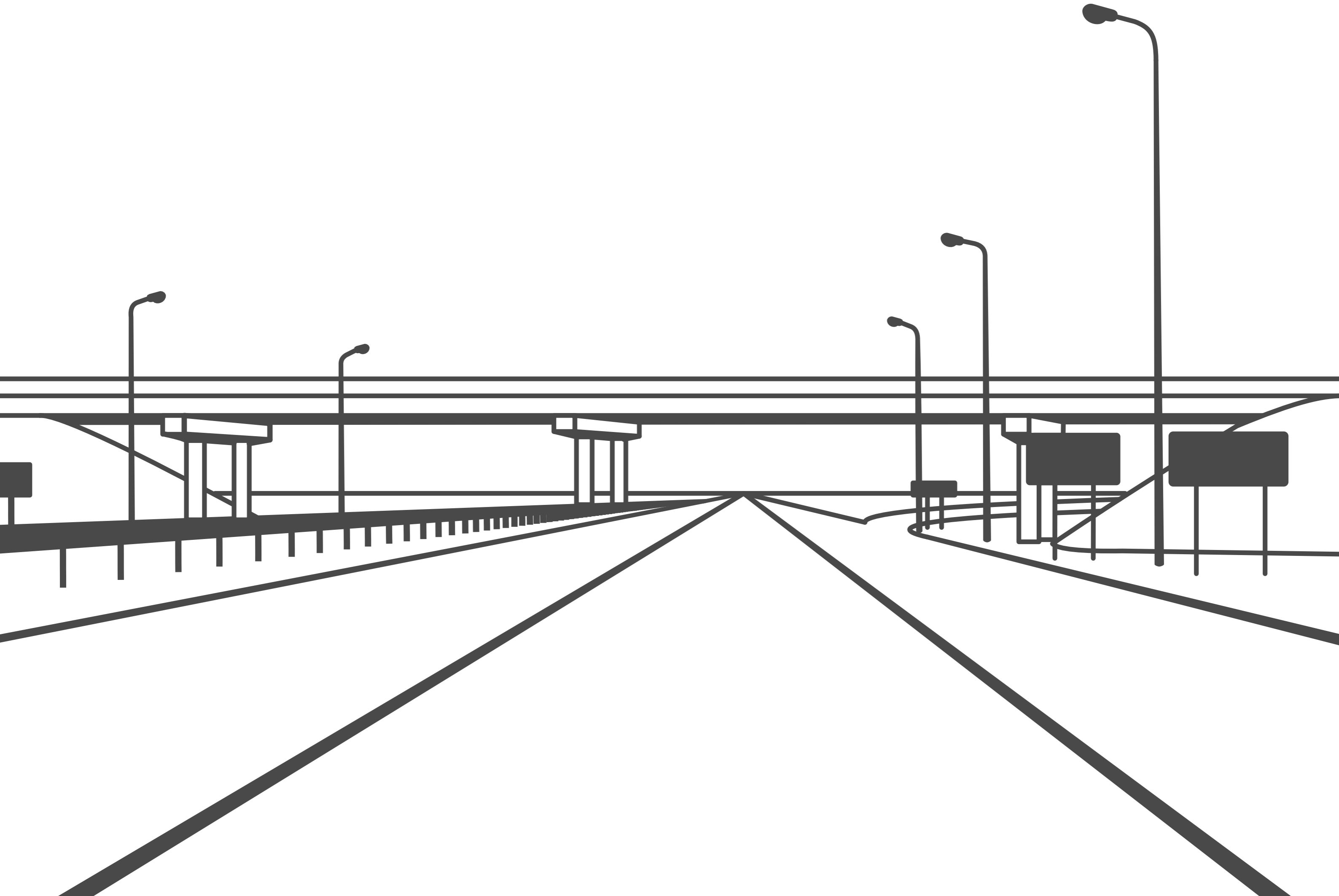


# GUÍA BIM

De la dirección general de movilidad  
e infraestructuras viarias



# GUÍA BIM

De la dirección general de movilidad  
e infraestructuras viarias



# PRESENTACIÓN

Consejera de Movilidad, Transporte y Vivienda  
**Dña. LEIRE IGLESIAS SANTIAGO**

La metodología BIM (Building Information Modeling) que comenzó como una herramienta de gran utilidad para las fases de diseño y construcción dentro del sector de la edificación es ya una realidad extendida a todos los ámbitos de la ingeniería civil, por lo que dispone de una mayor potencialidad en su capacidad de gestionar activos. De esta forma no solo es útil para la fase de diseño sino también para etapas más tempranas como la de planificación y, obviamente, para momentos posteriores como los de explotación y construcción.

El método de trabajo BIM integra a todos los agentes que intervienen en el proceso de edificación y establece un flujo de comunicación trasversal entre ellos. Así se genera un modelo virtual que aglutina toda la información relacionada con infraestructuras como las carreteras durante su ciclo de vida: concepción inicial, construcción y vida útil.

La Junta de Extremadura cuenta con una red de carreteras de 3.738 kilómetros de longitud, de los que 153 corresponden a vías con doble calzada. Esta red teje una malla que, con su apoyo en otras redes como la estatal o la de ámbito local, permite la movilidad y la accesibilidad en el territorio extremeño, necesaria para el desarrollo económico y social de nuestra comunidad autónoma.

De esta forma es prioritario consolidar y mantener la red autonómica en las mejores condiciones de seguridad y confort posibles. Con este objetivo principal, queremos aprovechar el uso de la metodología BIM como herramienta de enorme potencialidad para la consecución de este importante fin.

Esta guía nace con el objetivo de introducir y asentar estos procedimientos en los proyectos que se desarrollen dentro de nuestras carreteras. Ha de entenderse como un primer documento que sirva de referencia para implementar requisitos BIM en todas sus fases, ya que se trata de la primera guía desarrollada en el ámbito de aplicación de una red viaria.

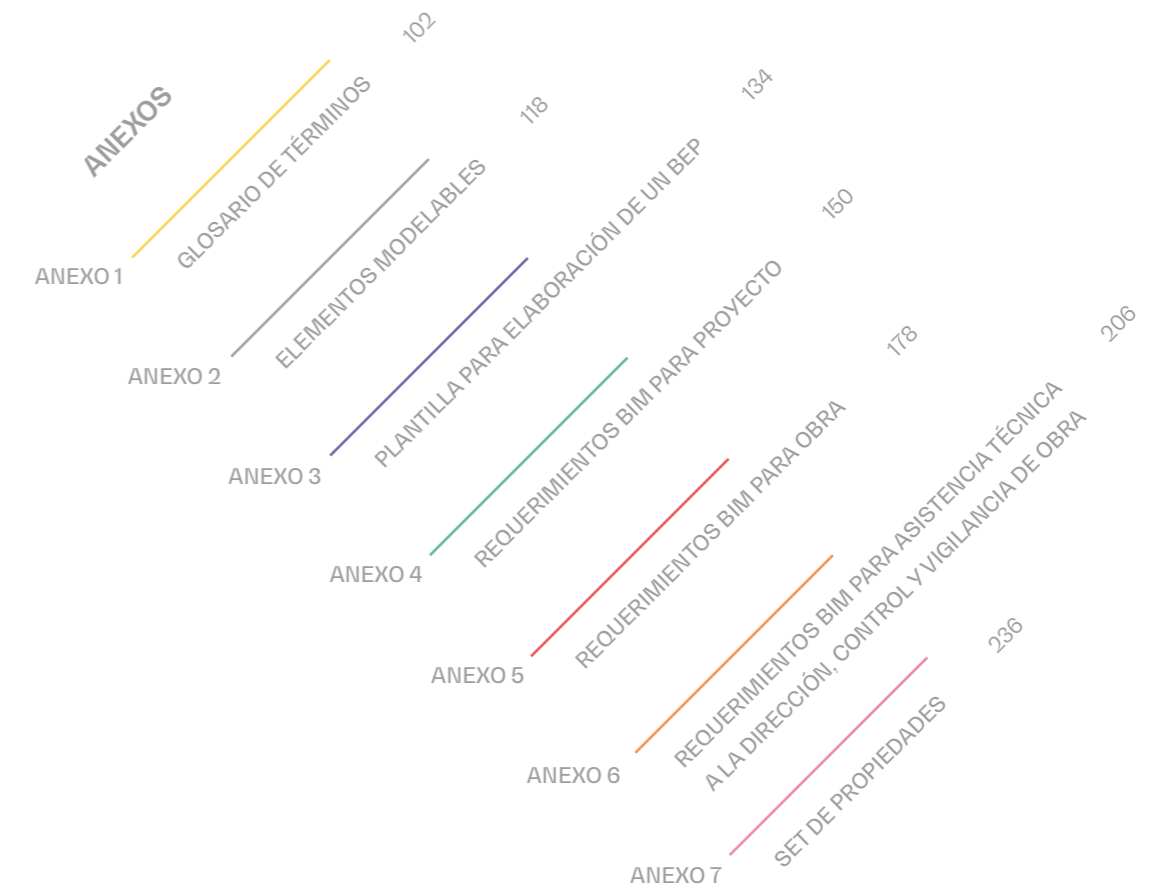
Confiamos en que este documento sea útil y de fácil interpretación tanto para el personal dependiente de la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias como para el resto de agentes cuya actividad profesional está ligada al ámbito del sector de la planificación, diseño, construcción, conservación y explotación de redes de carreteras.

# ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
1.1.	CONTEXTO	13
1.2.	PROPÓSITO Y FINALIDAD DEL USO DE LA GUÍA	13
1.3.	CONSIDERACIONES Y ASPECTOS GENERALES	14
1.4.	COMPOSICIÓN DE LA GUÍA	15
1.5.	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA	15
<b>2.</b>	<b>APLICACIÓN DE LA GUÍA</b>	<b>18</b>
2.1.	OBJETIVO DE LA GUÍA	19
2.2.	ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA GUÍA	20
2.3.	OFICINA VIRTUAL DE GESTIÓN BIM	20
2.4.	PROCESOS DE ACTUALIZACIÓN DE LA GUÍA	21
2.5.	RELACIONES CONTRACTUALES ENTRE LOS AGENTES	21
2.6.	INTEGRACIÓN CON OTRAS GUÍAS BIM	22
<b>3.</b>	<b>ESTRATEGIA DIGITAL DE IMPLEMENTACIÓN BIM EN LA DG</b>	<b>24</b>
3.1.	FILOSOFÍA DE IMPLANTACIÓN BIM EN LA DG	25
3.2.	NIVEL DE MADURACIÓN BIM A ALCANZAR TRAS LA IMPLEMENTACIÓN	25
<b>4.</b>	<b>OBJETIVOS BIM</b>	<b>28</b>
4.1.	OBJETIVOS GENERALES BIM	29
4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
4.3.	ESTRATEGIA SEGÚN EL CICLO DE VIDA DEL ACTIVO DE INFRAESTRUCTURA VIARIA	32
4.4.	ESTRATEGIA SEGÚN LA FASE DEL CONTRATO DEL ACTIVO DE INFRAESTRUCTURA VIARIA	33
4.4.1.	EIR (Requerimientos de información relativos a una contratación)	34
4.4.2.	Contenido de los EIR	35
4.4.3.	PRE-BEP (Plan de ejecución BIM precontractual)	38
4.4.4.	BEP: Plan de ejecución BIM	38
4.5.	USOS BIM	39
4.5.1.	Usos BIM de la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias	41
4.5.2.	Seguimiento de los usos	42

<b>5.</b>	<b>ROLES Y EQUIPO DE TRABAJO</b>	<b>44</b>
5.1.	NUEVOS ROLES Y FUNCIONES DENTRO DEL SISTEMA DE LA DG	45
5.1.1.	Descripción de roles y funciones por perfiles dentro de la DG	46
5.2.	NUEVAS EXIGENCIAS CONTRACTUALES A TERCEROS	48
5.2.1.	Responsable BIM del contrato o BIM Manager	48
5.2.2.	Coordinador BIM	49
5.2.3.	Responsables BIM de modelos parciales	50
<b>6.</b>	<b>REQUERIMIENTOS DE LOS MODELOS</b>	<b>52</b>
6.1.	ESTRUCTURA DE LOS MODELOS BIM	53
6.1.1.	Tipología de modelos BIM	53
6.1.2.	División de modelo BIM	56
6.2.	ESTRUCTURA DE MODELOS BIM PARA LA DIRECCIÓN GENERAL DE MOVILIDAD E INFRAESTRUCTURAS VIARIAS	57
6.2.1.	Agrupación por niveles	57
6.2.2.	Agrupación por tipología de proyectos	58
6.2.3.	Agrupación por tramos	59
6.2.4.	Agrupación por disciplinas	60
6.3.	ELEMENTOS DE LOS MODELOS BIM	61
6.4.	NIVELES DE DESARROLLO DE LOS MODELOS	61
6.4.1.	Niveles de desarrollo geométrico (LOD)	62
6.4.2.	Niveles de información (LOI)	65
6.4.3.	Niveles de información vinculada	66
6.5.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS	67
6.6.	PRESUPUESTOS BASADOS EN MODELOS BIM	68
<b>7.</b>	<b>ENTORNO DE COLABORACIÓN</b>	<b>72</b>
7.1.	REPOSITORIO COMÚN DE INFORMACIÓN	73
7.1.1.	Definición de un CDE	73
7.1.2.	Requerimientos de un CDE	73
7.1.3.	Normativa aplicable para la generación y gestión de un CDE.	74
7.1.4.	Áreas de trabajo de un CDE	75
7.1.5.	Evolución de la información entre áreas de trabajo	76
7.1.6.	CDE para la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias	77
7.2.	CONVENIO DE CARPETAS Y CODIFICACIÓN DE ARCHIVOS	78
7.2.1.	Estructuración del directorio de carpetas de la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias	78
7.2.2.	Codificación de archivos	80
7.3.	VISUALIZACIÓN E INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN	81
7.4.	CALENDARIO DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN	81

<b>8.</b>	<b>SOFTWARES Y ENTREGABLES</b>	<b>82</b>
8.1.	SOFTWARE BIM	83
8.1.1.	Formatos de intercambio	83
8.1.2.	Tipología de softwares BIM	84
8.2.	ENTREGABLES	86
8.2.1.	Proyecto	86
8.2.2.	Obra	90
8.2.3.	Adicionales	91
8.2.4.	Plan de ejecución BIM	92
8.2.5.	Modelos BIM	92
<b>9.</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD Y REVISIÓN DE MODELOS</b>	<b>96</b>
9.1.	ESTRATEGIA EN EL CONTROL DE CALIDAD	97
9.2.	CONTROL DE MODELOS	99
9.2.1.	Cumplimiento de requisitos generales	99
9.2.2.	Auditoría de Modelos	99
9.2.3.	Checklist de control de modelos	101



# 1

# INTRODUCCIÓN

## 1.1. Contexto

La presente Guía tiene por objeto servir de apoyo a la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias de la Junta de Extremadura en el desarrollo de sus contratos utilizando la metodología BIM, tanto en la redacción de los documentos técnicos, como en las posteriores fases de ejecución de obras y de explotación de los activos generados.

El modelado de información de la construcción (BIM) es un conjunto de tecnologías, procesos y políticas que permiten a las partes interesadas que intervienen en un proceso constructivo, diseñar, construir y operar un activo, de forma colaborativa, en un espacio virtual, precisando su gestión y ejecución real.

En los últimos años, las experiencias realizadas por diferentes organizaciones en el mundo han demostrado que la utilización de la metodología BIM, entendido como la aplicación de nuevos procesos y tecnologías, está dando mejores resultados que los modelos tradicionales de gestión de contratos, si bien requiere una implementación escalonada.

Gracias a esta metodología, la información generada durante todo el ciclo de vida del activo es más coherente, coordinada y fiable, y permite a todos los agentes que intervienen en el proceso ser más eficientes en el diseño, ejecución y explotación de soluciones más funcionales, sostenibles y optimizadas desde el punto de vista económico.

Como resultado de la implementación, la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias pretende dar a sus infraestructuras una mejor calidad, incluyendo la información generada durante el proceso constructivo de forma estructurada y precisa, con el formato adecuado para ser utilizada en la toma de decisiones a lo largo de todo el proceso con mayores garantías. Así mismo, esta información se podrá usar en la fase de conservación y explotación, reduciendo los costes de gestión de información redundante y/o inadecuada.

Se asume el potencial del BIM de manera amplia, en cuanto a los beneficios que pueden suponer en la gestión integral del ciclo de vida del activo independientemente de su naturaleza y fase, pudiendo adoptarla en cualquiera de sus estados de avance, en consonancia con los objetivos perseguidos y los usos pretendidos, con su aplicación ordenada y coherente.

## 1.2. Propósito y finalidad del uso de la Guía

La presente Guía tiene como propósito ser una referencia práctica que permita a los diferentes agentes de la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias de la Junta de Extremadura afrontar con garantías todos aquellos procesos asociados a la planificación, proyecto, construcción y explotación de infraestructuras viarias mediante el uso de la metodología BIM de manera integrada, estandarizada y homogénea acorde a la estrategia de implantación adoptada por la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias de la Junta de Extremadura.

La filosofía con la que se ha redactado la Guía ha sido la de tratar de recoger un conjunto lo más amplio posible de situaciones que se puedan encontrar los gestores de los contratos de la Direc-

ción General de Movilidad e Infraestructuras Viarias de la Junta de Extremadura, de tal manera que puedan particularizar el contenido de los documentos de esta Guía a los casos concretos de aplicación, sin más que eliminar aquellos aspectos que, por las características específicas del contrato de que se trate, no sean de aplicación. Esta capacidad de particularización resulta un elemento especialmente relevante en determinados puntos de la Guía, tales como la definición de usos BIM, parámetros exigibles a los proyectos BIM, etc., y singularmente en el momento de la redacción de los pliegos para la redacción de proyectos, ejecución de obras y conservación de carreteras, para los cuales los **Anexos 4, 5 y 6** recogen modelos generales que ayudan en este sentido a los distintos departamentos que conforman la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias, sin perjuicio de los requerimientos específicos que pueda solicitar la Dirección General según la normativa vigente en La Ley de Contratos del Sector Público y normativa estatal y/o autonómica aplicable a los diferentes ámbitos de actuación.

La presente Guía se ha redactado durante una etapa en la que el grado de maduración de la metodología BIM en la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias es todavía incipiente. El propósito de la Guía es facilitar al equipo técnico y Responsables de la Dirección General, unas directrices abiertas que permitan asegurar la consistencia de los procesos desarrollados en un entorno colaborativo, basados en modelos de información tridimensionales, constituidos por objetos, y que serán utilizados por los diferentes agentes que intervienen en cada uno de los diversos tipos y fases de los contratos gestionados por Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias de la Junta de Extremadura.

En definitiva, con esta Guía BIM se pretende dar las líneas de trabajo y procedimientos generales a aplicar en la gestión del ciclo de vida de los activos administrados por Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias, fijando unas pautas para utilización de la metodología BIM como un canal de traspaso de información y comunicación entre los agentes que intervienen durante todo el ciclo de vida del activo.

Es intención de la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias, mantener esta Guía como un elemento vivo de gestión, alimentando la misma con las experiencias y aportaciones que le lleguen de las diferentes secciones que componen la Dirección General, quedando por tanto abierta la posibilidad de nuevas versiones gestionadas a través de la Oficina de Gestión BIM (OGB) puesta en marcha para esta Guía.

### 1.3. Consideraciones y aspectos generales

Para facilitar la redacción de la presente Guía BIM, a partir de este momento se hará mención a la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias de la Junta de Extremadura mediante la siguiente abreviatura “**DG**”.

Para facilitar la lectura y comprensión de esta Guía, se aporta un glosario general con palabras y acrónimos utilizados en la metodología BIM recogido en el Apéndice 1 del presente documento. A continuación se indican algunos de los términos más utilizados y que más se repiten a lo largo de esta Guía:

- **EIR** = Requerimientos de información BIM relativos a una contratación (ISO 19650)
- **preBEP** = Respuesta vinculante al EIR por parte del concurrente a una contratación.
- **BEP** = Plan de ejecución BIM de un contrato.
- **LOD** = Level of detail. Nivel de detalle.
- **LOI** = Level of information. Nivel de información.
- **IFC** = Industry Foundation Classes. Formato de fichero abierto y estándar para el intercambio de información y la interoperabilidad de modelos BIM.

En cuanto a la aplicación de la Guía BIM, se trata de un conjunto de recomendaciones de buena práctica para la gestión de los contratos de la DG, y no una normativa de obligado cumplimiento al no tener dicho tratamiento.

La Guía no pretende reemplazar a otras Guías o Manuales BIM de referencia autonómica o estatal en el ámbito de la infraestructura para la movilidad, sino apoyar y difundir la aplicación de la metodología BIM a este ámbito del sector de la construcción.

### 1.4. Composición de la Guía

La Guía BIM de la DG queda estructurada de la siguiente manera:

- Una primera parte introductoria con definiciones, propósitos, y objetivos de la implementación BIM en la DG.
- Una parte central con el desarrollo de la metodología: estrategia digital, objetivos y usos BIM, requerimientos de los modelos, roles y equipos, entornos de colaboración, softwares, entregables y control de calidad.
- Una parte final compuesta por Anexos a la Guía con el desarrollo de un glosario, un listado de elementos modelables, requerimientos para contratos de proyecto y obra, Guía para la realización de un BEP y tabla con el set de propiedades aplicable a los modelos de la DG.

### 1.5. Documentación de referencia

La documentación y bibliografía utilizada como referencia para la redacción de la presente Guía consta de:

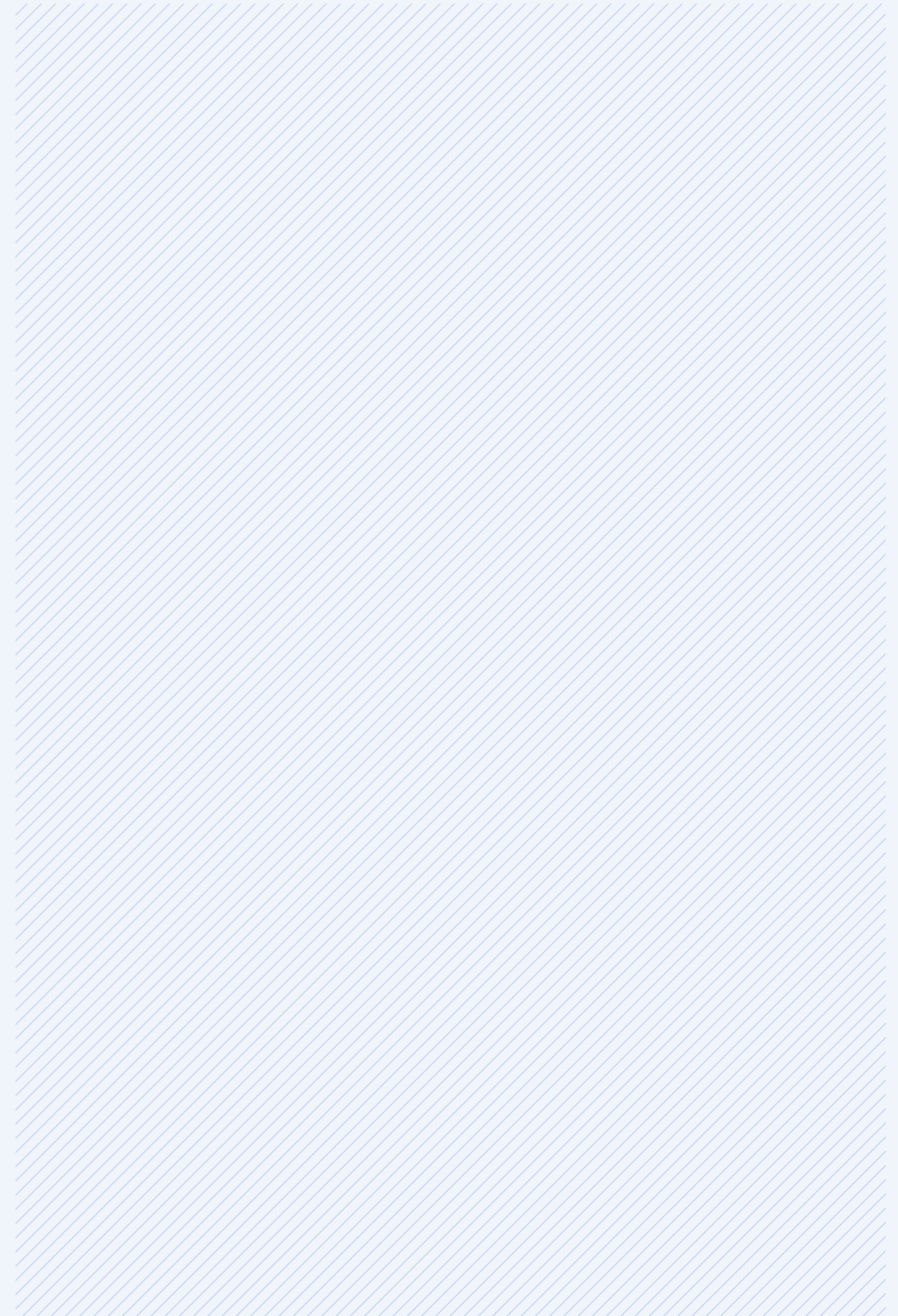
- **ISO 19650-1:** Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM. Gestión de la información al utilizar BIM.  

PARTE 1: Principios y Conceptos
- **ISO 19650-2:** Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM. Gestión de la información al utilizar BIM.



PARTE 2: Fase de desarrollo de los activos.

- **Guía BIM del Sistema Portuario de Titularidad Estatal.** Puertos del Estado. Ministerio de Fomento.
- **Manual BIM.** Ferrocarrils de la Generalitat Valenciana. FGV.
- **Guía para la elaboración del plan de Ejecución BIM.** Guía Transversal. ESBIM. Implantación en España. Ministerio de Fomento.
- **Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo.** EUBIM. TASKGROUP.
- **Discipline model specifications v1.0 BIMINFRA.DK**
- **PAS 1192.** British Standard Institution.



# 2

## APLICACIÓN DE LA GUÍA

### 2.1. Objetivo de la Guía

La filosofía de esta Guía es sencilla. Busca a través de la digitalización y de la integración tecnológica generar procesos innovadores que permita a la DG formar parte activa del cambio manteniendo siempre el mayor nivel de control y aumentando la calidad de los proyectos de construcción, su ejecución y su posterior conservación y explotación. La apuesta de esta Guía pasa por priorizar el intercambio de información estándar y abierta entre los agentes que intervienen en los diferentes procesos del ciclo de vida del activo. Por ello, es primordial entender esta Guía como una estrategia que busca:

- Apoyarse en el impulso que la digitalización está aportando al sector de las infraestructuras para promover un sistema más transparente, coherente y trazable en la gestión de proyectos en la DG.
- Entender y potenciar la metodología BIM para favorecer y mejorar la colaboración no sólo entre los agentes que participan en una fase específica, sino entre las diferentes fases que componen el ciclo de vida de las infraestructuras viarias de la DG.
- Plantear el avance y madurez BIM desde la perspectiva de la gestión de información y no desde la perspectiva de manejo de herramientas informáticas, entendiendo que ésta es la prioridad de un “gestor de infraestructura pública”.
- Potenciar de forma gradual y paulatina la integración de la digitalización en los equipos de trabajo de la DG, priorizando el conocimiento técnico de los profesionales y acercando la tecnología a los trabajos de revisión, auditoría y aprobación de información relativa a los proyectos.
- Priorizar el uso de recursos existentes en la DG desde el punto de vista del software y recursos humanos, favoreciendo la capacitación de personal técnico interno.
- Lograr una mayor replicabilidad en los procesos de supervisión incorporando lecciones aprendidas de proyectos y obras anteriores que favorezcan y garanticen una mayor calidad.
- Garantizar un planteamiento integral de estrategia BIM entorno a la gestión e intercambio de información, aplicable a la obra civil carretera.
- Garantizar la no alineación e imparcialidad de la estrategia propuesta frente a cualquier casa de software, potenciando los intereses de la DG y promoviendo el intercambio de información bajo estándares abiertos.
- Garantizar que la propuesta de maduración y avance es homogénea y completamente alineada con la estrategia que está siguiendo en el avance del estado del arte BIM en el sector de las infraestructuras civiles.
- Potenciar una estrategia basada en el intercambio de información entre las fases que busque garantizar una óptima, centralizada y personalizada transferencia de información de los activos construidos a la gestión de su conservación y explotación.

## 2.2. Ámbito de aplicación de la Guía

Esta Guía BIM podrá ser de aplicación para cualquier contrato de redacción de proyecto, de asistencia técnica, de construcción, de conservación y explotación de nueva infraestructura, rehabilitación de infraestructura o mejora de equipamientos en todas sus fases de desarrollo, en función de los requerimientos que se establezcan desde la DG. Las directrices recogidas en la Guía BIM afectan a todas las actividades basadas en modelos BIM de las diferentes fases del proceso constructivo de un activo.

Su alcance incluye la fase de creación del modelo BIM base de la información estructurada sobre el que poder realizarse los procesos de análisis necesarios para detallar y visualizar la solución proyectada, continua con la utilización del modelo para adaptarlo a las necesidades de la fase de construcción y finaliza en el establecimiento de los modelos de información que se tendrán que utilizar como referencia para la explotación y conservación del activo objeto del contrato. Este proceso se conoce como maduración de modelos conforme al ciclo de vida de un activo de infraestructuras.

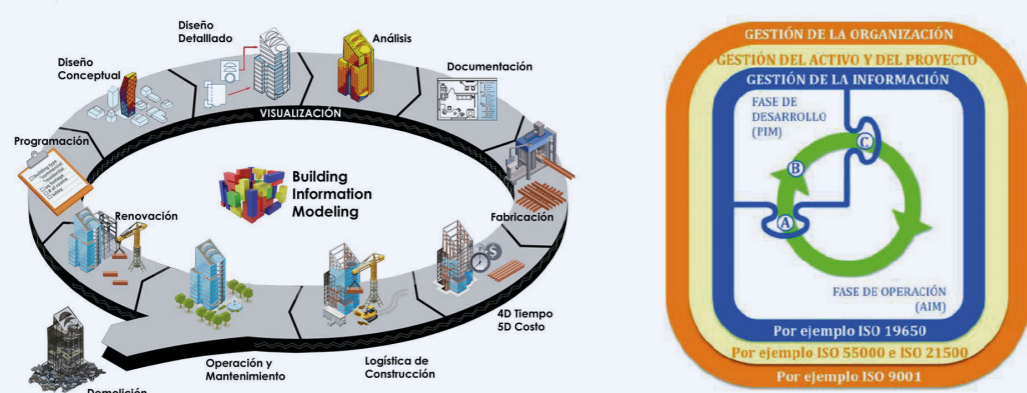


Imagen 1 Ciclo de vida de los proyectos, según ISO 19650-2:2020.

## 2.3. Oficina virtual de gestión BIM

Para potenciar los beneficios del proceso de implementación BIM, la DG ha constituido un Grupo de Trabajo con representantes de las diferentes secciones que conforman el servicio de Proyectos y Construcción de Carreteras. El propósito es facilitar la adaptación de la metodología BIM al tipo de contratos que maneja la totalidad de la DG. La oficina virtual de gestión BIM, denominada con las siglas **OGB**, tiene por objetivo mantener en el tiempo la labor realizada por el grupo de trabajo de elaboración de esta Guía, y se reunirá periódicamente con el fin de pivotar la estrategia de implementación BIM. Esta oficina virtual de gestión BIM nace con los siguientes **objetivos**:

- Tratar estratégicamente la aplicación de la metodología BIM.

- Promover el uso de esta Guía BIM.
- Promover la redacción de nuevos procedimientos BIM.
- Actualizar y coordinar revisiones de la presente Guía BIM.
- Liderar estandarizaciones de procesos comunes en la DG
- Liderar la estrategia de información compartida por la DG.
- Promover la formación BIM del personal de la DG.
- Generar periódicamente informes del Estado del Arte BIM en la DG.
- Promover nuevas iniciativas BIM que favorezcan la integración de la cultura BIM.
- Asistir a las jornadas, cursos o exposiciones BIM que aseguren estar a la vanguardia del Estado del Arte BIM. Mantener la Guía BIM e impulsar su aplicación en los contratos.
- Coordinar los cambios de tecnologías, priorizando los formatos abiertos (openfile).

## 2.4. Procesos de actualización de la Guía

La OGB de la DG será la responsable de promover el uso de esta Guía en los trabajos con requerimientos BIM y será la encargada de actualizar y coordinar revisiones de este documento.

Se realizarán actualizaciones de la presente Guía con las experiencias y proyectos que se vayan desarrollando, teniendo en cuenta además que el software y metodología en infraestructuras viarias está en pleno proceso de mejora y actualización y será responsabilidad de esta Guía su difusión y aplicación.

Este documento se irá complementando con:

- Posibles casos de éxito en la aplicación de esta Guía sobre contratos de diseño, obra y conservación y explotación de la infraestructura en propiedad de la DG.
- Procedimientos de estandarización.
- Guías de utilización de software de aplicación para los técnicos de la DG.
- Referencias a la lectura de nuevas publicaciones que fomenten la metodología BIM.
- Todo documento que aporte difusión y ayuda en la aplicación e implementación de la metodología BIM en la DG.

## 2.5. Relaciones contractuales entre los agentes

Las condiciones particulares y planteamientos BIM descritos en esta Guía no cambian ninguna relación contractual ni modifica las responsabilidades acordadas por las partes en los contratos y

derivadas de la Ley de Contratos del Sector Público. En ninguna medida la información contenida en esta Guía sustituye los entregables y relaciones contractuales entre los agentes participantes en el ciclo de vida de los proyectos. Ha de leerse y entenderse como una hoja de ruta complementaria que busca aportar e incorporar el uso de maquetas digitales para favorecer y mejorar la toma de decisiones en cualquier fase del proceso.

Las responsabilidades asociadas a cada uno de los agentes durante el ciclo de vida de los activos de infraestructuras viarias no se modifican por esta Guía. La incorporación de la metodología BIM como parte del proceso de generación, supervisión y aprobación de información busca facilitar y favorecer las diferentes labores que, tanto el equipo técnico de la DG como equipos externos a ella, llevan a cabo.

Los mismos responsables que rigen la generación de información de proyectos y obras actualmente (planos, presupuestos, certificaciones, as built, etc.) y que forman las diferentes secciones de la DG, llevarán a cabo y serán responsables de la gestión de los modelos BIM.

Las posibles incoherencias o indefiniciones que hubiera entre los modelos BIM y la documentación de proyectos y obras serán tratadas según la Ley de Contratos y el pliego de cláusulas administrativas que rija en el contrato.

## 2.6. Integración con otras Guías BIM

Esta Guía está elaborada con la intención de alinearse con las misiones principales que se están difundiendo desde las siguientes organizaciones:

**esBIM.** Organización fundada desde Administración Estatal y el Grupo Fomento, abierta a todos los agentes implicados en el sector de la construcción, cuya **misión principal es la implantación del BIM en España.**

**BuildingSmart Spain,** asociación sin ánimo de lucro cuyo **principal objetivo es fomentar** la eficacia en el sector de la construcción a través del **uso de estándares abiertos** de interoperabilidad sobre BIM.

Será labor de la oficina de gestión BIM seguir en la búsqueda de otras organizaciones, principalmente de la administración pública, que apadrinen filosofías de trabajo afines a la DG para alinearse con sus procedimientos.

# 3

## ESTRATEGIA DIGITAL DE IMPLEMENTACIÓN BIM EN LA DG

### 3.1. Filosofía de implantación BIM en la DG

La DG aborda el proceso de implantación de la metodología BIM desde un punto de vista práctico, priorizando la gestión eficiente de los recursos disponibles y teniendo en cuenta la escasa madurez de la organización para afrontar el proceso.

En este sentido, la estrategia de implantación se basa en un proceso expansivo de dentro hacia afuera, tomando como ejes centrales la formación y capacitación interna, las experiencias piloto y el acompañamiento y asesoramiento externo de especialistas.

La **estrategia digital** de la DG se fundamenta en 5 pilares, alineados con los principios fundamentales de la implementación y uso de la metodología BIM.



Imagen 2: Pilares de la estrategia de implementación BIM en la DG.

### 3.2. Nivel de maduración BIM a alcanzar tras la implementación

En línea con los procesos de implementación BIM similares que están realizando organizaciones equivalentes a nivel nacional e internacional, se marca como objetivo de este proceso llegar a un nivel 2 de madurez del gráfico BEW-RICHARDS.

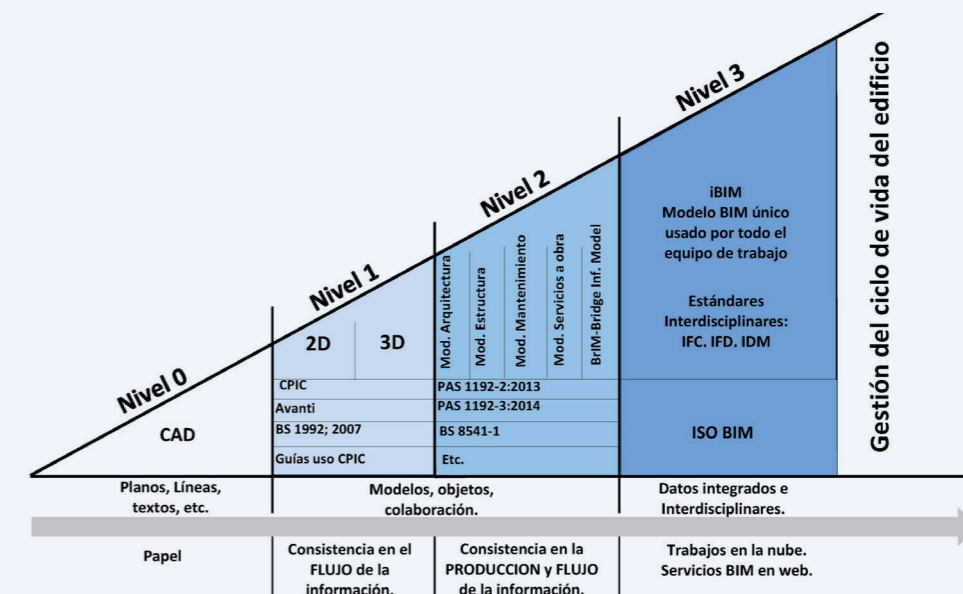


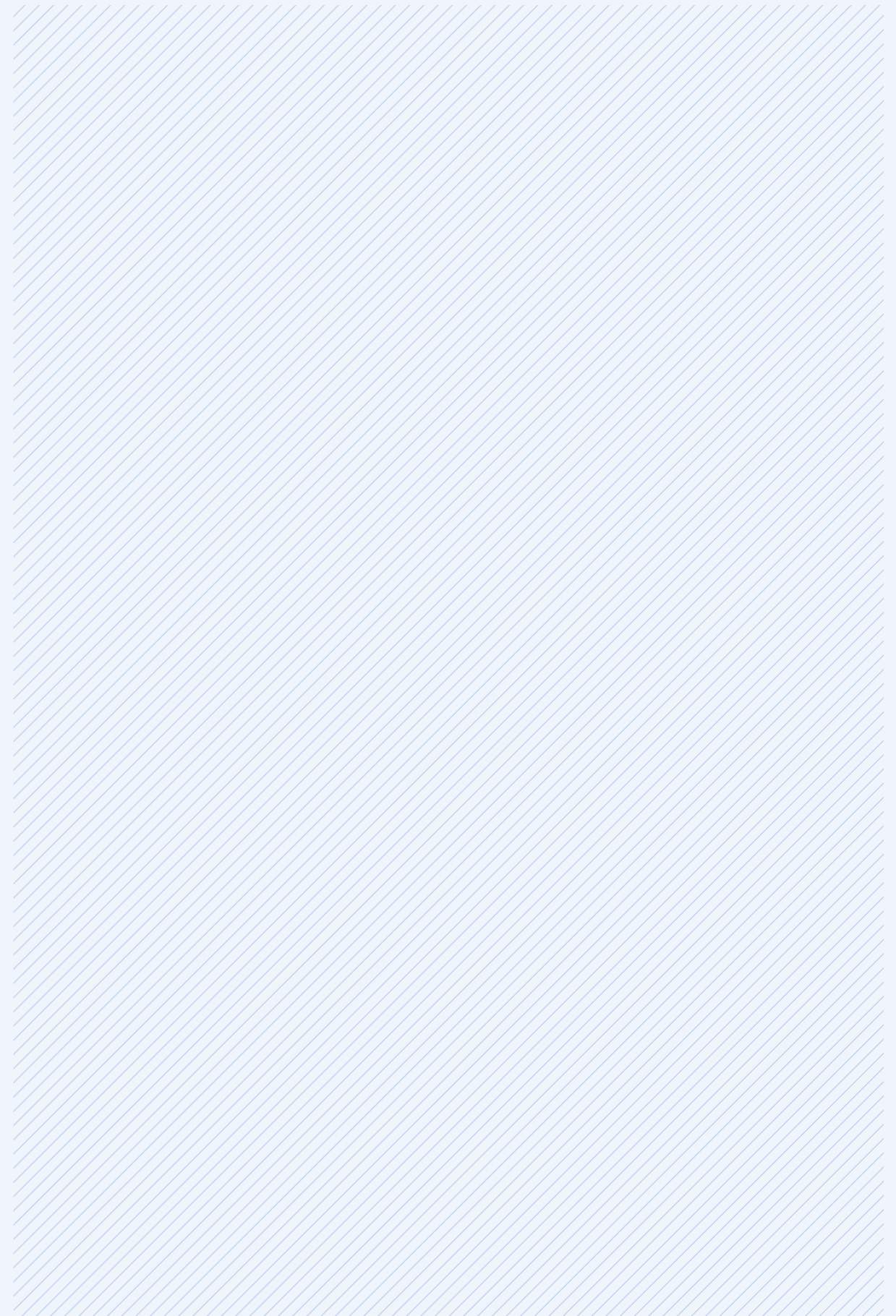
Imagen 3: Gráfico Bew-Richards

El grado de madurez 2 queda definido en la **ISO 19650-1: Apartado 4: Información del activo y del proyecto, perspectivas y trabajo colaborativo; Sub-apartado 4.2. Gestión de la información según la serie de Normas ISO 19650.**

Se considera que se ha alcanzado una madurez BIM nivel 2 cuando la base del proceso es el trabajo colaborativo. Todas las partes tienen la capacidad de trabajar en un entorno tridimensional de modelos de información que no son necesariamente integrados en un único modelo, sino que se integran en un entorno común, llamado modelo federado. La colaboración viene en la forma de cómo se intercambia la información entre las diferentes partes, y es el aspecto crucial de este nivel. La información de diseño se comparte a través de un formato de archivo común y abierto, que permite que cualquier organización pueda combinar esos datos con los suyos para crear un modelo BIM federado y llevar a cabo verificaciones en él.

Este es el método de trabajo y nivel de madurez que se ha establecido como un objetivo mínimo por parte del gobierno del Reino Unido para todo el trabajo en el sector público a partir de 2016. Además, es de esperar que, con el avance en el grado de madurez de las organizaciones, los roles BIM específicos que se describen en esta Guía dejen de existir como tal, y queden integrados de nuevo en los roles generales de Responsable, Coordinador o Director de Proyecto a medida que vaya avanzando la gestión en entornos digitales.

**Esta Guía es el resultado de un proceso de implementación BIM en la DG que busca aumentar de una forma homogénea y estandarizada el nivel de gestión digital de las mismas.**



# 4

# OBJETIVOS BIM

## 4.1. Objetivos Generales BIM

La presente Guía pretende garantizar una serie de objetivos generales descritos a continuación.

Objetivo general	Descripción
Proporcionar soporte en la toma de decisiones.	Generar información y visualización de las distintas problemáticas para facilitar la toma de decisiones en fase de diseño y en fase de construcción.
Centralización de la información de los activos de las DG.	Almacenamiento digital de toda la información útil y necesaria para la DG respecto a sus activos de infraestructura, en un entorno común, coherente y estructurado.
Facilitar la interpretación y comunicación del proceso constructivo.	Generar y entregar la información de calidad que facilite la interpretación de las soluciones previstas en el proceso constructivo y su comunicación a los usuarios finales (técnicos, proveedores, gestores, propietarios y ciudadanía).
Garantizar la coordinación entre disciplinas del proceso constructivo.	Asegurar la compatibilidad entre las soluciones de diferentes disciplinas durante todas las fases del proceso constructivo.
Mejorar la monitorización del avance del proceso constructivo.	Seguimiento de la evolución de las soluciones propuestas en base a información fiable y de calidad, registrando la toma de decisiones.
Controlar el presupuesto durante todas las fases del activo de la DG.	Disponer de mediciones fiables de los capítulos más críticos para cualquier fase del ciclo de vida del activo empleando modelos a tal efecto.
Definir procesos constructivos fiables minimizando las desviaciones	Aumentar la fiabilidad de los programas de obra, asegurando la coordinación entre fases y equipos.
Mejorar la gestión de cambios durante el proceso constructivo	Evaluar los cambios sobre información fiable y de calidad y registrar la toma de decisiones.
Facilitar la gestión de la infraestructura acabada	Disponer de una copia digital del activo construido con toda la información necesaria para la gestión de la infraestructura.
Apoyar la transferencia de información desde diseño y obra a las fases de conservación y explotación.	Asegurar la entrega de información cierta y de calidad de la obra acabada (As Built). Apoyar la transferencia de información desde la fase de obra a fase de operación, conservación y explotación, asegurando la entrega de una fuente de información única, fiable y coherente a la siguiente fase de ciclo de vida del activo.
Facilitar la gestión de conservación y explotación	Tener una copia digital del activo construido con la información ordenada según necesidades con un modelo de conservación y explotación BIM.

## 4.2. Objetivos Específicos

Se desglosan en la siguiente tabla los objetivos específicos indicando la fase del ciclo de vida del activo donde han de tener aplicabilidad.

Objetivo general	Objetivos específicos	Redacción proyectos	Ejecución obra	Explotación
proporcionar soporte en la toma de decisiones	Mayor conocimiento de las propuestas de solución.	X	X	X
	Mejora de la capacidad de reacción ante imprevistos.	X	X	X
	Mejora de comunicación entre agentes implicados.	X	X	X
Centralización de la información de los activos de la DG.	Mejora en la calidad de los procesos evitando duplicidad de información.	X	X	X
	Reducción de sobrecostes en obra debido a la utilización de información actualizada.		X	
	Reducción de sobrecoste en proyecto ocasionados por búsquedas infructuosas.	X		
Facilitar la interpretación y comunicación del proceso constructivo	Mejor análisis de cumplimiento de requerimientos.	X	X	
	Ciclos de aprobación externos más rápidos (trámites).	X	X	
	Visualización de las prescripciones del proyecto.	X	X	
Garantizar la coordinación entre disciplinas del proceso constructivo	Definición detallada de las soluciones multidisciplinares.	X	X	
	Colaboración entre propiedad/equipos de diseño/constructores.	X	X	
	Coordinación entre disciplinas/subcontratistas.	X	X	
	Anticipación en la detección de problemas de coordinación en obra.	X	X	

Mejorar la monitorización del avance del proceso constructivo	Reducción de errores y omisiones en documentos de construcción.		X
	Monitorización del estado de avance		X
	Mejorar el control de las actividades de lista de repasos, de defectos y entregables.		X
Controlar el presupuesto durante todas las fases del activo de la DG.	Optimización de la gestión de recursos.	X	X
	Extracción de cantidades fiables del modelo.	X	X
	Comprobar de forma rápida y eficiente los costes de unidades del proyecto y compararlos con los de obra.		X
	Mejorar el control de costes.		X
	Predictibilidad de las estimaciones económicas.	X	X
Definir procesos constructivos fiables minimizando las desviaciones	Facilitar la evaluación de procesos de construcción.	X	X
	Reducción de la duración global del proyecto.	X	X
	Optimización del emplazamiento y la logística de la obra.	X	X
	Disponer de planos de producción fiables detallados por disciplina/subcontratista.	X	X
	Reducción de la duración de los flujos de trabajo.		X
	Incremento de la productividad personal.		X
	Mejorar los procesos de suministro de materiales críticos.		X
Mejorar la gestión de cambios durante el proceso constructivo	Trazabilidad de las decisiones de cambio.	X	X
	Evaluación eficiente del impacto económico de las alternativas.	X	



Facilitar la gestión de la infraestructura acabada	Elaborar documentos de obra ejecutada con la información más fiable y precisa.		X	X
	Facilitar la transferencia de datos de explotación y conservación.		X	X
Apoyar la transferencia de información desde diseño y obra a las fases de conservación y explotación	Conectar los equipos de diseño, obra y conservación y explotación mediante la utilización de modelos BIM.	X	X	X
	Generar información precisa acordada previamente entre los equipos para la gestión, la conservación y la explotación.	X	X	X
Facilitar la gestión de conservación y explotación	Facilitar la gestión del activo durante la conservación y explotación apoyándose en el modelo BIM.		X	X

### 4.3. Estrategia según el ciclo de vida del activo de infraestructura viaria

La gestión de un activo de infraestructura viaria es compleja, e involucra a una gran variedad de agentes durante el ciclo de vida integral.

Para todos estos agentes durante las diferentes fases, el empleo de la metodología BIM tendrá un impacto que repercutirá principalmente en la gestión de la información y en su intercambio con otros agentes y con otras fases.

El rol de la DG en el correcto monitoreo de la información a lo largo del ciclo de vida integral del activo es primordial al tratarse del único agente que interviene en todas las fases del ciclo de vida. Por ello, es importante que en las diferentes sedes territoriales (Mérida, Cáceres y Badajoz) y a su vez en las distintas secciones que las componen, se incorporen estos procedimientos de gestión digital de información en su “modus operandi” de forma paulatina.

Familiarizarse con el trabajo en entornos tridimensionales de información debe ser una prioridad y estar enmarcada en los objetivos estratégicos de los próximos años. Pero lo que es realmente vital es entender que la estrategia de requerimientos BIM para los contratos tiene que buscar no sólo incidir en cada fase específica del contrato en cuestión, sino adecuar y preparar la información para las fases posteriores.

Los requerimientos BIM asociados a un proyecto constructivo no sólo deben redundar en un mayor control y seguimiento del proyecto, sino que también deben buscar que:

- La información contenida en los modelos sea coherente, ordenada y secuencial favoreciendo las evaluaciones técnicas y económicas de las constructoras.
- Aportar valor añadido al control de las direcciones de obra.
- Iniciar la labor de transferencia de información a la fase de conservación y explotación.

### 4.4. Estrategia según la fase del contrato del activo de infraestructura viaria

Para un mejor entendimiento de la idiosincrasia de la DG y sus demarcaciones, se aporta a continuación, una tabla de procesos con el funcionamiento general.

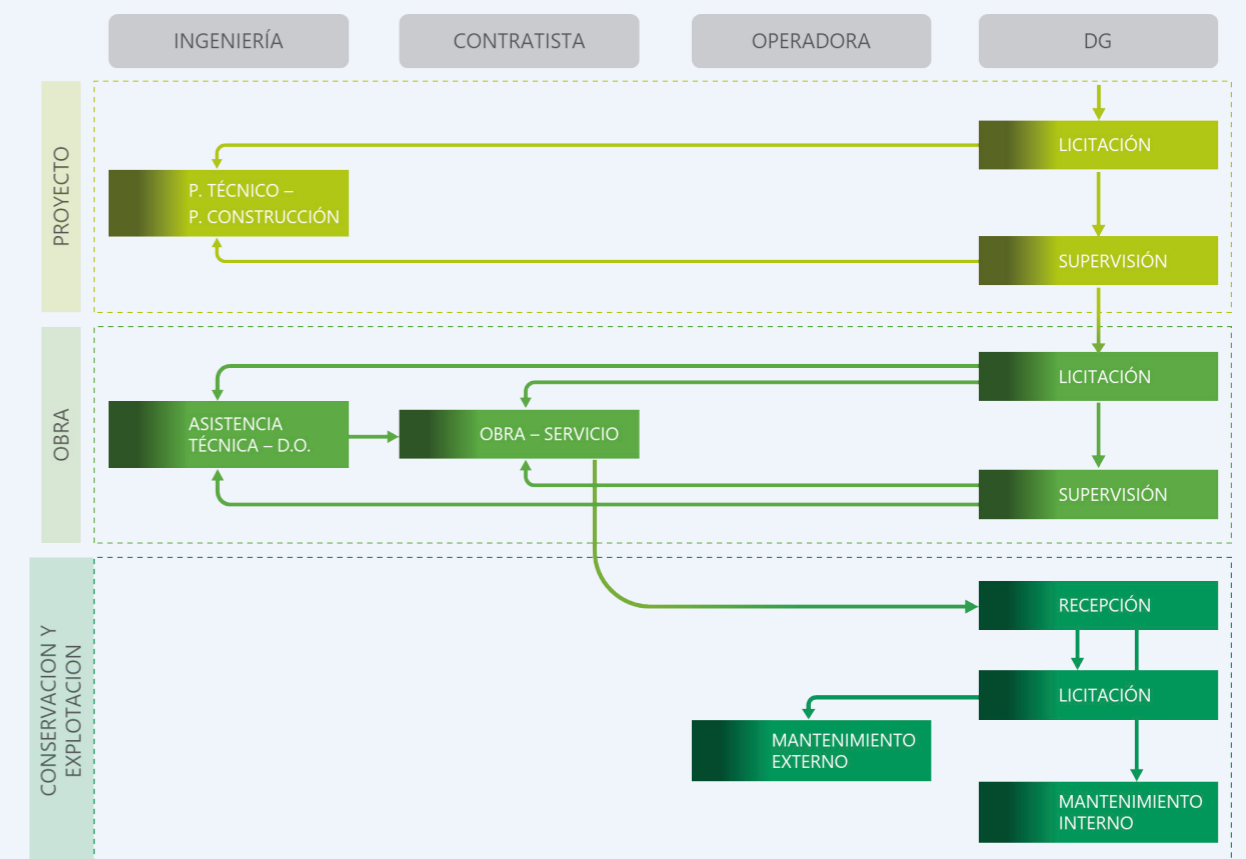


Imagen 4: Esquema de funcionamiento de la DG

La gestión BIM de proyectos y obras basada en modelos encaja perfectamente con la metodología contractual predominante en el sistema público estatal y autonómico, que es el empleado en la DG.

La gestión de las diferentes fases de la infraestructura viaria (diseño, construcción, conservación/ explotación) de forma contractualmente independiente no supone un gran inconveniente para la aplicación del BIM. Para todas estas fases la incorporación de la metodología BIM es equivalente

(aunque los objetivos para unas y otras sean diferentes). Desde el punto de vista del contrato, hay tres procesos bien diferenciados para todas estas fases: proceso de licitación, oferta a la licitación y ejecución del contrato. La incorporación del lenguaje BIM en estos procesos se resume en 3 conceptos nuevos:

- **Proceso de licitación ► EIR (Requerimientos de información relativos a una contratación)**
- **Oferta a la licitación ► PRE-BEP (Plan de ejecución BIM precontractual)**
- **Ejecución del Contrato ► BEP (Plan de ejecución BIM)**

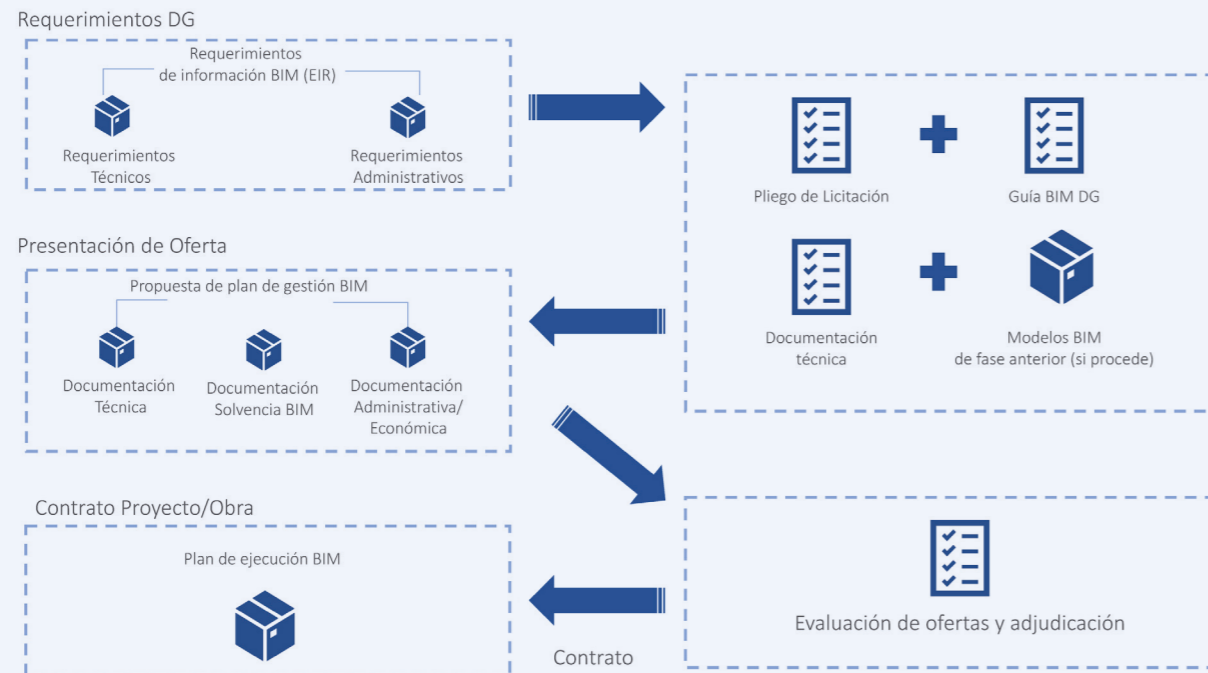


Imagen 5: Esquema de flujo de requerimientos BIM

#### 4.4.1 EIR (REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN RELATIVOS A UNA CONTRATACIÓN)

Del término inglés Employer Information Requirements, el EIR fija las necesidades del sistema BIM para conseguir los objetivos del contrato, en cualquiera de las fases del ciclo del activo de infraestructuras viarias. Exige en un proceso de licitación los estándares de trabajo, niveles de detalle, entregables, etc relacionados con BIM exigidos por el cliente.

Son las bases contractuales asociadas a la metodología BIM que fijará la DG para sus pliegos. Estas bases contractuales vendrán incorporadas como parte del pliego administrativo asociadas a nuevos requerimientos de solvencia técnica de los equipos y profesionales participantes e incorporados al pliego técnico como un nuevo anejo asociado a los requerimientos BIM del contrato. Serán un cómputo de cláusulas y limitaciones a incorporar a los pliegos de licitación que permitan garantizar que los objetivos de la DG se cumplen.

La metodología y la gestión de proyectos y obras basada en modelos debe enmarcarse de una manera natural en el sistema de contratación pública que rige la contratación en la DG, contemplando la gestión de las diferentes fases del activo (diseño, construcción, conservación/ explotación) y sus contratos asociados de forma contractualmente independiente. Para todas estas fases la incorporación de la metodología BIM es equivalente (aunque los objetivos para unas y otras sean diferentes).

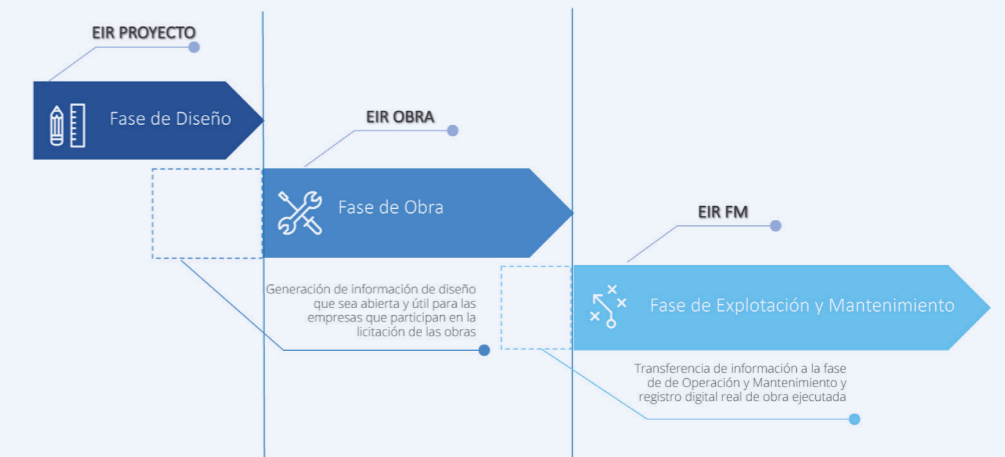


Imagen 6: Requerimientos según fase del ciclo de vida

Se debe valorar en función de la madurez BIM de la organización el nivel de requisitos exigidos en los pliegos, de tal forma, que lo más razonable sería ir incrementando los requisitos BIM según vaya aumentando el nivel de madurez de los equipos técnicos de supervisión y dirección de proyectos y obras.

#### 4.4.2 CONTENIDO DE LOS EIR

Esta Guía tiene por objetivo facilitar a la DG y sus colaboradores la incorporación de los requerimientos BIM a los contratos facilitando la capacidad de ésta para ajustar y confeccionar unos requerimientos BIM asociados a los mismos, según la fase del ciclo de vida del activo.

De manera generalizada los requerimientos de cliente se suelen agrupar de la siguiente manera:



Imagen 7: Requerimientos del Cliente.

- **Requisitos comerciales:** Hacen referencia a la sincronización de datos, la presentación de resultados y una evaluación de la competencia.
- **Requisitos técnicos:** Pueden incluir aspectos tales como plataformas de software, el formato de intercambio de datos, los niveles de detalle y formación que puedan necesitar.
- **Requisitos de gestión:** Pueden incluir las funciones y responsabilidades de los interesados, la seguridad, los procesos de colaboración y estrategias de entrega, coordinación y Clash-Detection, Requisitos del sistema IT, plan de cumplimiento, etc.

A modo de tabla de contenidos, se incluyen a continuación los capítulos y prioridades que tendrán los diferentes tipos de requisitos a incorporar en los pliegos en función de las fases y la referencia a los capítulos de esta Guía BIM. Con esto, la DG podrá elegir y confeccionar soluciones particularizadas a sus necesidades según la fase del ciclo de vida del activo en la que se esté realizando la licitación.

<b>Fase:</b>	P = Proyecto	O = Obra	C = Conservación y Explotación
<b>Prioridad:</b>	A = Alta	M = Media	B = Baja

Tipo de requisito de pliego	Descripción de requisito a ser incluido en pliego	Referencia en Guía BIM	Prioridad por fases		
			P	O	C
1 <b>Requisitos Generales</b>	Establecimiento de condiciones sobre propiedad, autoría y procedimientos relacionados con la inclusión de la metodología BIM en el proyecto	4	M	M	M
2 <b>Objetivos BIM</b>	Establecimiento de los objetivos perseguidos por la DG a la hora de incorporar requerimientos BIM en los pliegos	4	A	A	A
3 <b>Usos BIM</b>	Establecimiento de los Usos BIM requeridos	4	A	A	A
4 <b>Niveles de información geométrica</b>	Establecimiento de requerimientos de desarrollo geométrico de los modelos que deberán ser suministrados a la DG	6	A	A	A
5 <b>Niveles de información no gráfica</b>	Establecimiento de requerimientos de estructuración de información no gráfica de los modelos que deberán ser suministrados a la DG	6	A	A	A

6 <b>Niveles de información vinculada</b>	Establecimiento de requerimientos de vinculación de información complementaria no tridimensional generada y que deberá ser vinculada de forma estandarizada y centralizada a los modelos suministrados a la DG	6	B	B	B
7 <b>División de los modelos por disciplinas</b>	Establecimiento de requerimientos de división de los modelos por disciplinas para que cumplan con la estructura de información requerida por la DG	6	A	A	A
8 <b>Sistema de clasificación de los elementos constructivos</b>	Asignación de un código a cada elemento en base a un sistema reconocido de clasificación de elementos que permita hacer un uso selectivo y segregado de los elementos en función de su tipología	6	A	A	A
9 <b>Entorno común de datos</b>	Establecimiento de los CDE's centralizando la información para que los agentes intervinientes compartan de forma selectiva la información generada durante la fase en la que se encuentra el activo	7	A	A	A
10 <b>Nomenclatura de archivos</b>	Asignación de una nomenclatura estandarizada y común de archivos para todos los agentes intervinientes con el fin de garantizar una mayor uniformidad de la información generada	7	A	A	A
11 <b>Intercambio de información</b>	Requerimientos asociados al intercambio constante de información entre los agentes en forma y tiempo adecuado a la DG priorizando el uso de formatos abiertos de intercambio (OpenBIM)	7	M	M	M
12 <b>Calendario de reuniones</b>	Establecimiento de calendario de reuniones entre los agentes para promover el intercambio periódico de información	7	M	M	M
13 <b>Software requerido</b>	Exigencia relativa al uso de software que permita la generación de información en formatos abiertos de intercambio (OpenBIM)	8	A	A	A

14	<b>Entregables BIM</b>	Exigencia relativa a la preparación y entrega de información por parte del licitador incluyendo entregables como el plan de ejecución BIM, modelos de disciplinas, modelos de coordinación	8	A	A	A
15	<b>Equipo técnico requerido</b>	Equipo requerido que ha de ser puesto a disposición del proyecto o de la obra para garantizar que se cumplen los objetivos buscados por la DG	5	M	M	B
16	<b>Controles de Calidad</b>	Niveles de control que el licitador tiene que llevar a cabo durante el proceso de producción de información para garantizar el máximo nivel de usabilidad de la información producida y minimizar los errores e inconsistencias en los modelos suministrados	9	A	A	A

#### 4.4.3 PRE-BEP (PLAN DE EJECUCIÓN BIM PRECONTRACTUAL)

Es la respuesta por parte del licitador a los requerimientos BIM dentro de la oferta. Las consignas expresadas en el EIR deben servir de base para la confección del BEP precontractual, que formará parte de la documentación entregable en la oferta del Licitador.

Consiste en un documento perteneciente a la documentación técnica donde se desarrolla conceptualmente lo que posteriormente, si es adjudicatario, dejará plasmado en su Plan de ejecución BIM del contrato. El Plan de ejecución BIM precontractual no se solicita en la totalidad de los contratos BIM. Dicho esto, desde esta Guía se recomienda su incorporación porque asienta las bases y muestra la estrategia de la gestión de información que el licitador va a desarrollar durante el contrato.

#### 4.4.4 BEP: PLAN DE EJECUCIÓN BIM

Cuando el licitador es adjudicatario del contrato, tendrá la obligación contractual de presentar para aprobación por parte del Responsable de la DG que gestione el contrato, el Plan de ejecución BIM. Este documento marca de forma clara, directa y unívoca la estrategia de gestión de información durante los trabajos.

Es un documento donde se definen las bases, reglas y normas de un contrato que se va a desarrollar mediante metodología BIM.

La incorporación del Plan de ejecución BIM en los contratos tiene por objetivo dotar al contrato de una mayor solidez de procesos y de coordinación ya que detalla los procedimientos, protocolos, estrategias de intercambio específicas que se van a seguir durante el contrato.

Debe ser un documento aprobado por todas las partes, ya que tiene carácter contractual desde el momento que es exigido por el pliego. Con él debería definirse como mínimo:

- Objetivos y usos BIM.
- Niveles de desarrollo y de información.
- Estrategia de modelos BIM.
- Sistema de clasificación de elementos.
- Roles y equipos de trabajo.
- Mapas de software.
- Repositorio común de información.
- Control de calidad.
- Entregables.

En el “Anexo 3. Plantilla para elaboración de un BEP” se incluye una plantilla para confeccionar un Plan de ejecución BIM tipo en cualquiera de las fases del activo viario.

Otra posible referencia nacional muy útil para la realización de un BEP es la “Guía para la Elaboración del Plan de Ejecución BIM” dentro de las Guías Transversales de la esBIM.

A nivel internacional siempre se puede buscar la referencia de las Guías de la ciudad de Singapur, de la Universidad de Pennsylvania o del gobierno de Hong Kong.

### 4.5. Usos BIM

Un uso BIM se define como una actividad basada en un modelo BIM, entre todas aquellas que son necesarias para la ejecución completa de un contrato, que añade valor añadido al desarrollo de este, y permite conseguir alguno de los objetivos previamente establecidos.

En unas ocasiones se hace necesario la aplicación de varios Usos BIM para la consecución de un mismo objetivo y en otras un solo Uso BIM ayuda a la consecución de varios objetivos.

Estos Usos BIM acotan y delimitan el alcance de los trabajos que las organizaciones han de realizar como parte de su contrato. La DG debe exigir, como parte de los EIR, a los adjudicatarios una explicación clara y concisa de la estrategia que se seguirá durante el desarrollo del contrato para garantizar el cumplimiento y seguimiento de cada uno de los usos requeridos y que deberán plasmar en el Plan de Ejecución BIM (BEP) según los requerimientos de licitación expresados en el Pliego de Cláusulas Administrativas y en la presente Guía.

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

La diferencia entre un objetivo BIM y un Uso BIM es que el Uso BIM es medible.

Esta Guía establece una serie de Usos BIM principales vinculados a los objetivos BIM descritos anteriormente, que están a su vez alineados con la propuesta de Usos BIM de la **Guía BIM de Puertos del Estado** y de la **Guía de elaboración del Plan de Ejecución BIM** de esBIM, ambas dentro del marco del Ministerio de Fomento.

De esta manera, los USOS BIM se clasificarán para alcanzar la consecución de los objetivos (generales y específicos) descritos en **los apartados 4.1 y 4.2 de la presente Guía**.

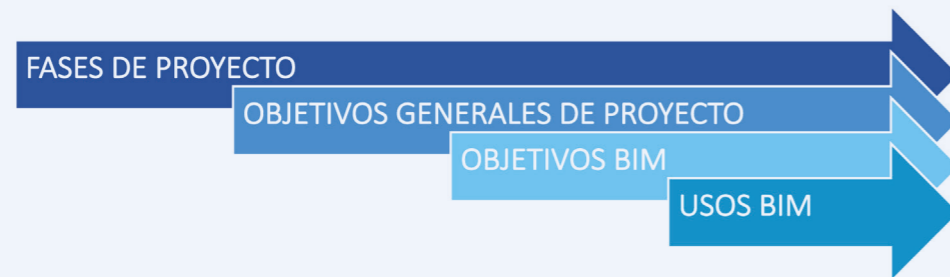


Imagen 8: Proceso simplificado para clasificar objetivos y usos

Fuente: Guía para la elaboración de un PEB (Comisión ESBIM)

En función de la fase del ciclo de vida del activo, se incorporarán total o parcialmente los usos BIM aquí descritos o incluso añadir otros usos BIM particularizados y adicionales que puedan considerarse relevantes para la óptima gestión del activo de infraestructuras.

Estos Usos BIM son susceptibles de verse actualizados e incrementados en futuras versiones de este documento como resultado de:

- Futuros avances digitales en el sector de la construcción en general.
- Futuros avances en el sector de las infraestructuras viarias en particular.
- Futuros avances en la madurez BIM de la DG.

Es importante recalcar que los Usos BIM exigidos por la DG en sus requerimientos BIM (EIR) serán de obligado cumplimiento por parte de los adjudicatarios del objeto del contrato y por ello deberán ser transpuestos íntegramente en el Plan de Ejecución BIM desarrollado por el adjudicatario y aprobado por la DG.

Además, en especial en estas fases tempranas de madurez BIM, es recomendable exigir como parte de los requerimientos BIM de los adjudicatarios una explicación clara y concisa de la estrategia que se seguirá durante el desarrollo del contrato para garantizar el cumplimiento y seguimiento de cada uno de los usos requeridos.

A continuación, se recoge la definición de los usos BIM a implantar en las diferentes fases de un activo para conseguir los objetivos establecidos en cada contrato.

#### 4.5.1 USOS BIM DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MOVILIDAD E INFRAESTRUCTURAS VIARIAS

Nº Uso BIM	Uso BIM	Objetivo esperado	Fases de ciclo de vida de un activo		
			Proyecto	Obra	Explotación
1	<b>Información centralizada</b>	Usar los modelos BIM como fuente única, estandarizada y centralizada de la información producida durante el proyecto y la obra, para su almacenamiento entorno al "As Built" digital y para una mayor coherencia y uniformidad en la transferencia de información de la fase de obra a la fase de operación y explotación.	✓	✓	✓
2	<b>Diseño y Visualización. Dimensión 3D</b>	Usar los modelos BIM para favorecer la visualización del avance de los trabajos permitiendo una mejor comprensión de los procesos y una más fácil anticipación en la toma de decisiones. Esto permite también favorecer el sistema de producción de información de la obra.	✓	✓	✓
3	<b>Coordinación. Dimensión 3D.</b>	Mejorar la coordinación de los proyectos y obras integrando el uso de los modelos BIM en los procesos de coordinación y avance de la obra.	✓	✓	✓
4	<b>Obtención de documentación. Dimensión 2D</b>	Obtener la documentación 2D a partir de los modelos BIM. Centralizar la producción de información 2D durante el avance de los proyectos y obras en los modelos BIM. Esto permite un mayor grado de coherencia en la información usada durante los procesos.	✓	✓	✓
5	<b>Obtención de mediciones. Dimensión 5D.</b>	Usar modelos BIM con información clasificada y estandarizada permite garantizar un mayor grado de trazabilidad para las partidas que componen el presupuesto de los proyectos y las obras	✓	✓	✓
6	<b>Generación de Infografías y recorridos virtuales</b>	Uso del modelo para comunicar información visual espacial y funcional a través de renderizados, infografías y recorridos virtuales para uso y promoción de los trabajos realizados.	✓	✓	
7	<b>Simulaciones Constructivas. Dimensión 4D</b>	Uso de los modelos BIM para realizar simulaciones constructivas de la obra previas a la ejecución que permitan un mejor entendimiento y comunicación con el cliente	✓	✓	

8	<b>Seguimiento de Obra (Producción y Certificación)</b>	Los modelos BIM se usarán para 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 de DG.	✓	
9	<b>Modelo de final de obra (Modelo "As Built")</b>	Los modelos BIM serán una representación digital del activo construido que servirá como fuente centralizada de información (informes, controles de calidad, incidencias, fotografías...) producida durante la obra para ser transferida a DG (libro electrónico de la obra).	✓	✓
10	<b>Explotación de Infraestructura Dimensión 7D.</b>	La información contenida en los modelos "As Built" será la base para la transmisión de información para la explotación de la infraestructura (modelos 3D + datos).	✓	✓
11	<b>Inventariado</b>	Uso del modelo para hacer un inventariado digital de los activos construidos.	✓	✓
12	<b>Medio Ambiente</b>	Uso del modelo como soporte del cálculo del impacto ambiental de la construcción del activo	✓	✓

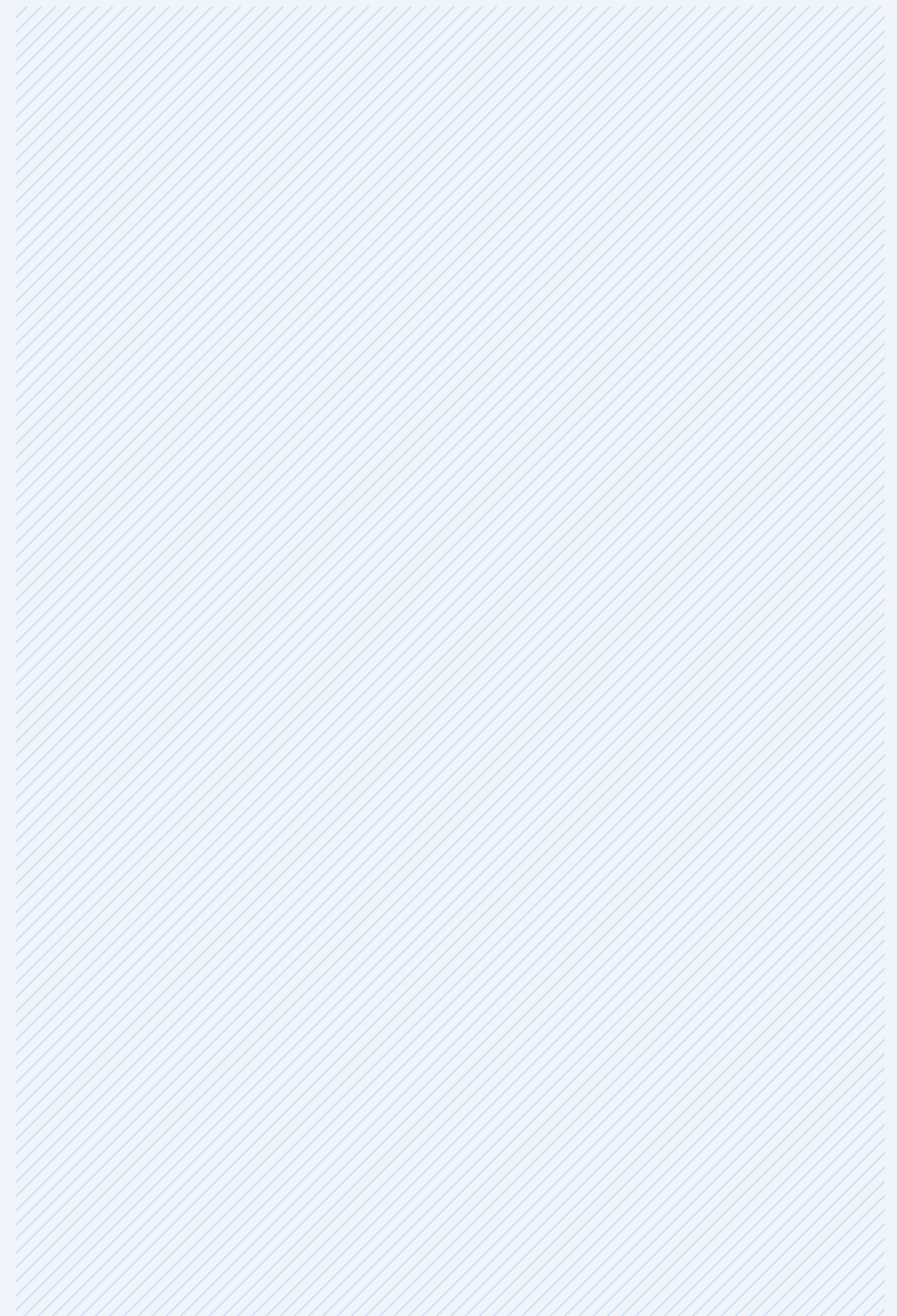
La descripción detallada y los procedimientos de trabajo a desarrollar en cada uno de los Usos BIM descritos anteriormente pueden ser consultados en la **Guía BIM de Puertos del Estado** y la **Guía de elaboración del Plan de Ejecución BIM de esBIM**, ambas dentro del marco de trabajo del **Ministerio de Fomento**.

#### 4.5.2 SEGUIMIENTO DE LOS USOS

Los Responsables de cada contrato de la DG seleccionarán aquellos usos de la tabla anterior que sean de aplicación al pliego que se encuentren redactando.

Una vez iniciados los trabajos, el Responsable del contrato de la DG revisará en el BEP la correcta descripción de los procedimientos de trabajo para la aplicación de los Usos BIM exigidos.

Con una periodicidad razonable en función de cada Uso BIM, se realizarán por parte del Responsable del Contrato y su equipo de trabajo el seguimiento de su aplicación y se comprobará la trazabilidad de los entregables.



# 5

## ROLES Y EQUIPO DE TRABAJO

### 5.1. Nuevos roles y funciones dentro del sistema de la DG

Con la incorporación de la metodología BIM en el ciclo de vida de la gestión de infraestructuras de la DG, los técnicos participantes tienen que incrementar su capacidad de trabajo en entornos digitales.

Alineados con los nuevos requerimientos de trabajo en entornos BIM, los técnicos de la DG tendrán que ser capaces de desarrollar sus funciones actuales bajo metodología BIM. Si las funciones que desempeñan son de supervisión y aprobación de proyectos y/o obras, deberán poder desarrollar estas funciones con la misma profesionalidad y garantías trabajando en el entorno BIM.

Los trabajos de supervisión técnica de proyectos y obras no son nuevos, pero sí son nuevas las siguientes tareas:

- Preparación de requerimientos BIM en contratos
- Evaluación y valoración de ofertas con requerimientos BIM
- Aprobación de plan de ejecución BIM de contrato
- Supervisión de proyectos y obras basadas en modelos BIM
- Aprobación de modelos BIM

De forma gradual, los técnicos deberán desarrollar e incorporar estas capacidades para seguir aportando valor en el proceso técnico de revisión y supervisión de proyectos y obras. Además, en línea con la integralidad de los procesos, los diferentes departamentos de la DG buscarán un entorno común de trabajo en el que los intereses y necesidades de los diferentes departamentos (proyectos, obras, conservación, sistemas, gis, etc.) sean representados.

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

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

Los roles se agrupan en cuatro grandes bloques vinculados a:

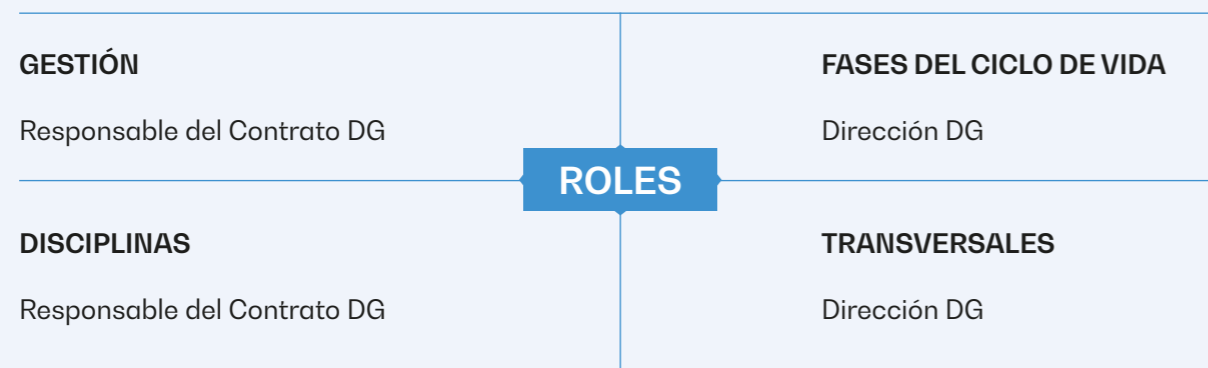


Imagen 9: Bloques de roles

Los diferentes equipos técnicos que componen la DG, en el ejercicio de sus competencias desempeñan el papel de Responsable Contrato en una o varias de las modalidades según la tipología de contrato que están gestionando:

- Contratos de servicios de consultoría para la redacción de proyectos.
- Contratos de obras de construcción.
- Contratos de servicios de ingeniería, asistencia técnica a la dirección control y vigilancia de obra.
- Contratos de servicios de conservación y explotación.

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

### 5.1.1 DESCRIPCIÓN DE ROLES Y FUNCIONES POR PERFILES DENTRO DE LA DG

#### DIRECCIÓN

La DG deberá disponer de un/a Director/a de BIM, integrado en la OGB de la DG, con las siguientes funciones a nivel de organización:

- Establecer la implementación del BIM en el ámbito estratégico, vinculándola con el modelo de negocio de la organización y con el funcionamiento interno de ésta.
- Dirigir las tareas de investigación y planificación de futuras implementaciones.
- Buscar soluciones tecnológicas para implementar nuevos usos del BIM.
- Dirigir estudios de viabilidad para validar futuras implementaciones.

- Redactar el Plan estratégico de implementación del BIM en una organización.
- Madurar la cultura digital de la organización

Este/a Director/a de BIM será necesario hasta que la DG alcance un grado de madurez medio.

#### RESPONSABLE DE CONTRATO DE LA DG

Tras la incorporación de la metodología BIM en el ciclo de vida de la gestión de infraestructura viaria, el equipo técnico responsable de contrato tiene que incrementar su capacidad de trabajo en entornos digitales. Alineados con los nuevos requerimientos de trabajo en entornos BIM, tendrán que ser capaces de desarrollar sus funciones actuales en la medida de la actualización que suponga para ellas el trabajo en BIM en cada fase con la misma profesionalidad y garantías.

La figura del Responsable del Contrato de la DG se refiere a la persona que hace el seguimiento y control técnico del contrato. En general sería para el caso de las obras el Director de Obra y para el caso de contratos de servicios el Director del Contrato.

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

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

En cada fase del ciclo de vida del activo, deberá responsabilizarse de:

#### A. En fase de redacción de proyectos:

- Asegurar la coherencia de los modelos con los objetivos del contrato, estándares y tolerancias.
- Ajustar los LOD a las necesidades de la DG.
- Garantizar la preparación de los modelos en cuanto a sets de propiedades y nivel de información.



- Supervisar la trazabilidad de los modelos en cuanto a mediciones, presupuestos y documentación gráfica extraída de los modelos.

#### **B. En fase de Obra:**

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

#### **C. En fase de Conservación y Explotación:**

- Garantizar que los modelos proporcionan la información necesaria para los usos de conservación y explotación.
- Asegurar la correcta transferencia de información del activo construido “As Built” a los procesos posteriores.

## 5.2. Nuevas exigencias contractuales a terceros

Los roles y responsabilidades BIM del equipo externo a la DG involucrado en los contratos, a cualquier nivel (estratégico, de gestión y producción), variará en función de las condiciones específicas del activo a desarrollar (tipo de activo, contrato, fase a desarrollar...).

La DG debe asegurar que el equipo elegido para el desarrollo de un contrato tiene los roles necesarios para la correcta realización de los trabajos. Esto se podrá llevar a cabo mediante su correcto requerimiento en los pliegos de condiciones de la oferta.

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

Se debe hacer notar que los roles que a continuación se definen no tienen porque ser necesarios en todos los contratos, así como que una persona puede ser capaz de desarrollar varios roles en un mismo contrato dependiendo de su capacidad y de la magnitud y dificultad de los trabajos.

En cualquier caso, los roles y responsabilidades BIM asociados a la consecución de un contrato son los siguientes:

### 5.2.1 RESPONSABLE BIM DEL CONTRATO O BIM MANAGER

El Responsable BIM del contrato por parte del contratista realizará las funciones de interlocutor general frente a los representantes de la DG en todos los aspectos relacionados con el proceso

BIM del contrato, siendo el responsable de las actividades basadas en el modelo BIM de la correspondiente fase del contrato.

La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión adecuados a los objetivos y complejidad del contrato, y experiencia tanto en implantación BIM como competencia demostrable en los usos BIM asociados a los objetivos propuestos y en la utilización de las herramientas BIM de soporte.

Las funciones del Responsable BIM del contrato (también llamado BIM Manager) serán, como mínimo, los siguientes:

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

### 5.2.2 COORDINADOR BIM

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

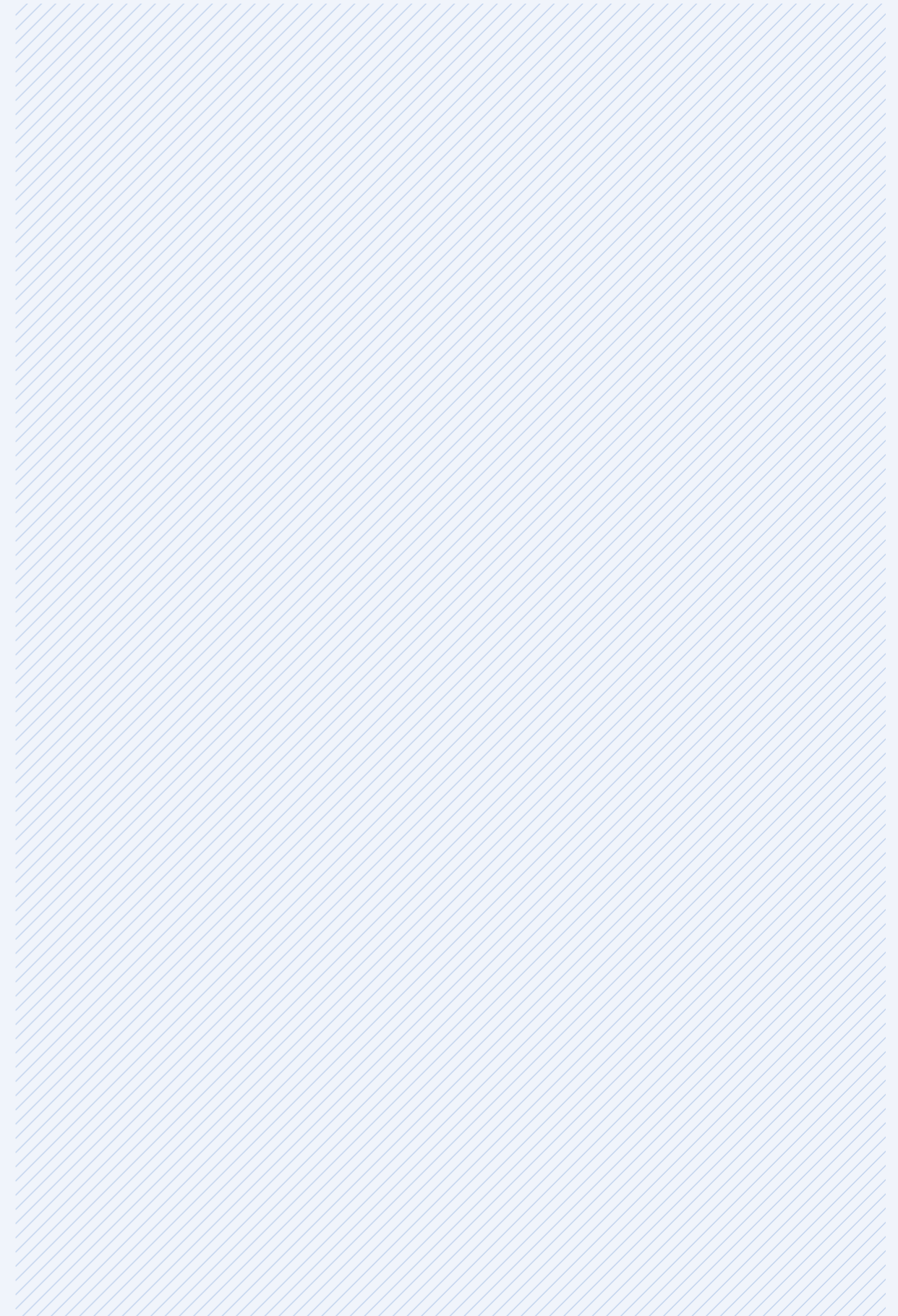
- Ejecutar las directrices del Responsable BIM.
- Garantizar el buen uso de la plataforma de repositorio de información (CDE).
- Garantizar que el entorno tecnológico (programas, maquinaria y red) esté implantado y en correcto uso.
- Garantizar el cumplimiento de Usos BIM marcados por el Responsable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

### 5.2.3 RESPONSABLES BIM DE MODELOS PARCIALES

Los Responsables BIM de especialidad realizarán las funciones de coordinación y ejecución de modelos BIM de su responsabilidad.

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

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



# 6

## REQUERIMIENTOS DE LOS MODELOS

### 6.1. Estructura de los modelos BIM

#### 6.1.1 TIPOLOGÍA DE MODELOS BIM

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

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

Cada elemento que está contenido en un modelo BIM, tiene una estructura de parámetros personalizada que permite agruparlos y filtrarlos de forma particular.

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

##### 6.1.1.A. MODELOS DE AVANCE DE PROYECTO

Particiones de modelos que se realizan durante el proceso de avance del proyecto. Son modelos que pueden estar segmentados por disciplinas, por zonas, por empresa, por responsabilidad...

Estos modelos se generan de forma independiente, pero tienen que estar liderados y coordinados de forma integral para que compartan un idioma común de datos y de posicionamiento geométrico.

Serán puestos de forma periódica a disposición del equipo de coordinación para hacer un seguimiento de avance por iteraciones sucesivas del encaje de los diferentes modelos.

En función de la dimensión del proyecto, del número de equipos involucrados, del alcance del trabajo, se realizarán uno, varios o decenas de modelos parciales de proyecto.

Por ello, es muy importante estandarizar los protocolos de revisión y supervisión de los modelos y que el Responsable (o los Responsables) de los modelos parciales auditen la calidad de estos antes de ponerlos a disposición del equipo de coordinación.

##### 6.1.1.B. MODELO DE COORDINACIÓN/FEDERADO

Modelo de coordinación que resulta de la integración en un visor o gestor de modelos BIM de los diferentes modelos que componen la integralidad de la solución proyectada.

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

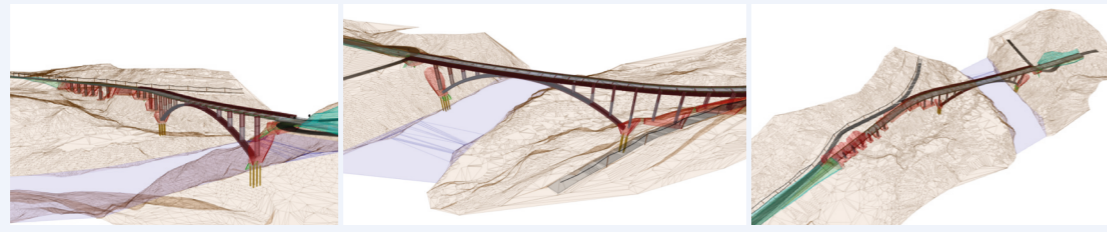


Imagen 10: Vistas del modelo federado del Puente de Alcántara

Para un proyecto estándar, el modelo federado podrá estar formado por la unión de más de 10 modelos independientes.

#### 6.1.1. C. MODELO DE PROYECTO CONSTRUCTIVO

Modelo de la solución definitiva del proyecto (modelo federado), controlado por el coordinador BIM del contrato. Es el resultado de la combinación o federación de los diferentes modelos parciales. Este modelo se utilizará para la verificación de la coherencia de este con los entregables finales (planos y presupuesto principalmente).

Una vez aprobado, será archivado juntamente con el resto de información de proyecto, como el registro del proyecto constructivo.

Este modelo de proyecto constructivo será suministrado a las empresas licitadoras para facilitar su evaluación técnica y económica con objeto de acceder al contrato de construcción.

#### 6.1.1. D. MODELO DE INICIO DE OBRAS

Para aquellos casos en los que forme parte de los requerimientos del contrato de construcción hacer el seguimiento de obras basada en los modelos BIM o generar modelo “As Built” digital.

Se desarrollará un modelo a partir del de proyecto. Incorporará la información de más detalle facilitada por los oficios o subcontratistas, garantizando la coordinación de las diferentes disciplinas, estableciendo las especificaciones para la fabricación de los componentes de la obra y su correcta construcción.

Estos modelos de inicio de obra serán gestionados íntegramente por la Dirección de Obra (a través de una Asistencia Técnica si es requerido) o desarrollado por el contratista principal. En este segundo escenario, la Dirección de Obra tendrá que garantizar el control y la supervisión de los trabajos en los modelos realizados por el contratista.

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

El modelo de inicio de obras se utiliza para comenzar con la generación de la documentación de construcción, una vez revisado y aprobado por el Responsable del Contrato.

#### 6.1.1. E. MODELO DE SEGUIMIENTO DE OBRAS

Modelos normalmente basados en los de inicio de obra. También pueden ser hechos en particular para desarrollar alguna zona o proceso en detalle de las obras cuando los requerimientos de seguimiento de obra bajo metodología BIM sean sólo parciales.

Son modelos cuya función principal es la actualización de la información durante el proceso de avance de la obra para cubrir el uso o usos para el que fueron generados.

Al ser modelos cuyo objetivo específico es el seguimiento de los trabajos de obra, es posible que no requieran la incorporación de la totalidad de la estructura de datos e información de la obra sino sólo la estrictamente necesaria para cumplir el objeto del modelo.

En el caso de que dentro de los requerimientos esté la generación de modelo As Built, sí que los modelos de seguimiento de obra deberán contener todos los datos y atributos necesarios para su generación y deberán ser debidamente incorporados durante el avance de las obras.

Estos modelos de seguimiento de obras serán gestionados íntegramente por la Dirección de Obra (a través de una Asistencia Técnica si es requerido) o desarrollado por el contratista principal. En este segundo escenario, la Dirección de Obra tendrá garantizado el control y la supervisión de los trabajos en los modelos realizados por el contratista.

#### 6.1.1. F. MODELO DE OBRA EJECUTADA

Modelo final desarrollado por la Dirección de Obra, con el soporte del contratista, que contempla la actualización del modelo de construcción mediante la introducción de la información requerida por la propiedad, tanto de las características de los componentes de la obra ejecutada como la gestión de su fabricación, ejecución y /o puesta en obra.

Estos modelos de obra ejecutada serán gestionados íntegramente por la Dirección de Obra (a través de una Asistencia Técnica si es requerido) o desarrollado por el contratista principal. En este segundo escenario, la Dirección de Obra tendrá que garantizar el control y la supervisión de los trabajos en los modelos realizados por el contratista.

#### 6.1.1. G. MODELO PARA LA CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN

Modelo generado para las secciones de conservación y explotación a partir del modelo de obra ejecutada que refleja las características específicas de los componentes, equipos y espacios de la obra ejecutada necesarios para el correcto mantenimiento y conservación del equipamiento, de acuerdo con los criterios fijados por el gestor del activo. Este modelo

se utilizará para la puesta en marcha del equipamiento y su conservación y explotación. Debería estar coordinado con el modelo de construcción para garantizar que una vez ejecutado, mantenimiento del visto bueno cumpliéndose sus requisitos mínimos de explotación.

Este modelo puede estar desarrollado o incorporado sobre la plataforma GIS o el gestor de archivos de la DG.

## 6.1.2 DIVISIÓN DE MODELO BIM

Los modelos BIM que componen un proyecto o una obra pueden no ser únicos. El proyecto/obra puede estar compuesto de una serie de modelos que estén divididos en particiones intencionadas para una más ágil gestión de la información.

Esta partición podrá venir en respuesta a:

- Modelos generados por diferentes Responsables o departamentos que participen en el proyecto/obra. Este caso puede ser por ejemplo modelos de movimientos de tierras realizados por el departamento de obra civil y modelos de pavimentación y urbanización realizados por el departamento de urbanización de una misma organización.
- Particiones de los modelos que se realicen para la ágil gestión de la información evitando archivos de trabajos pesados y poco operables. Se recomienda hacer particiones de archivos cuando éstos superen los 200 Mb.
- Modelos generados por software diferentes. Puede ser el caso que, por practicidad, parte de la infraestructura viaria se realice con un software y parte con otro.
- Modelos particionados por zonas de actuación en aquellos proyectos en los que la envergadura de la actuación requiera una zonificación particular.

Esta división de modelos será gestionada en función del alcance y escala del proyecto/obra y será aprobada en cualquier caso por el Responsable del Proyecto/Obra.

La organización de los modelos permitirá una segregación de los elementos por agrupaciones personalizadas para desarrollar las funciones oportunas.

## 6.2. Estructura de modelos BIM para la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias

### 6.2.1 AGRUPACIÓN POR NIVELES

La estructuración de los modelos BIM vinculados a los contratos de la DG seguirán el siguiente esquema de desarrollo, y siempre, tras aprobación del Responsable del Proyecto/Obra de la DG:

- 1) Primer nivel. Agrupación por tipología de proyecto.
- 2) Segundo nivel. Agrupación por tramos.
- 3) Tercer nivel. Agrupación por disciplina.

El objetivo de estos niveles no es otro que poder agrupar elementos de forma homogénea no sólo en un proyecto en cuestión, sino en el conjunto de proyectos de la DG.

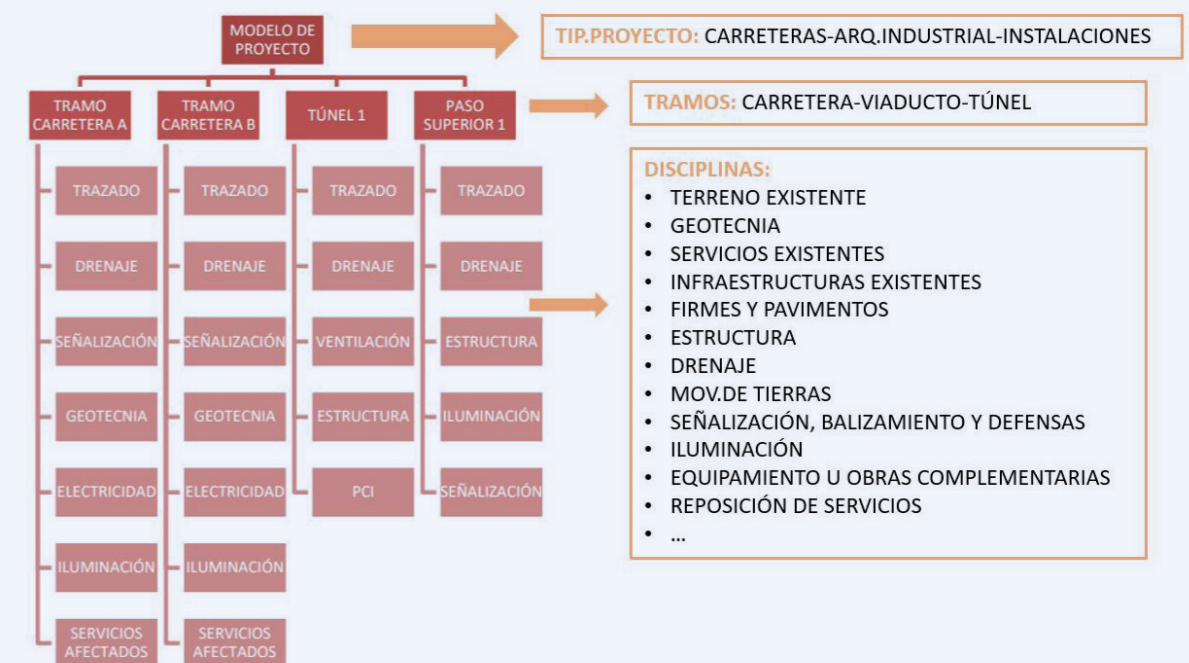


Imagen 11: Ejemplo de división de modelos según la Guía para la elaboración de un BEP de la esBIM

Como puede observarse en la imagen anterior, tras la estructuración por tipología de proyecto, la estructuración por tramos y disciplinas conlleva una estructura matricial de los modelos de la DG, de tal forma que según el gráfico hay división de tramos por columnas y división de disciplinas por filas.

Esto nos puede llevar a que en un contrato haya un solo tramo dividido en varias disciplinas (contrato tamaño pequeño con un solo tramo de carretera) o a un contrato con varios tramos de carretera, pero con solo una disciplina (caracterización geotécnica de un tramo largo de carretera).

En caso de ser necesario, y para proyectos que se salgan de la aplicación directa de esta estructuración, se podrán añadir otros campos de estructuración de modelos, siempre bajo aprobación expresa de la DG.

A continuación, se procede a la descripción de los tres niveles de estructuración de modelos.

## 6.2.2 AGRUPACIÓN POR TIPOLOGÍA DE PROYECTOS

El objetivo de la agrupación por tipología de proyecto es el de dar un primer nivel de estructuración global a los elementos contenidos en los modelos, y al propio modelo, como entidad conjunta.

Las tipologías de proyecto para la DG serán:

- **Carreteras**, como tipología principal y vertebral de todos los contratos de las DG.
- **Arquitectura Industrial**, como tipología secundaria asociada a proyectos de carreteras. Por ejemplo, una nave de mantenimiento.
- **Instalaciones**, como tipología secundaria asociada a proyectos de carreteras. Por ejemplo, una red de telecomunicaciones para paneles informativos.



Imagen 12: Ilustración del proyecto piloto Puente de Alcántara. Ejemplo de señalización.

La presente Guía se particularizará para la tipología de proyecto de **carreteras**, sin perjuicio de los otros dos tipos de tipología que ocasionalmente puedan desarrollarse por necesidades concretas y poco corrientes.

Es de esperar que con el aumento del nivel de madurez BIM de la DG se puedan ir sacando revisiones de esta Guía BIM, siendo una posible actualización el entrar con más detalle en las dos tipologías secundarias o incluso en el incremento de las tipologías en caso de hacerse necesario.

## 6.2.3 AGRUPACIÓN POR TRAMOS

El objetivo de la agrupación por tramos, ya dentro de la tipología de proyecto de carreteras, es el de conseguir dividir el total del desarrollo de un trazado en varios tramos para facilitar las labores de modelado, coordinación, seguimiento y aplicación de Usos BIM.

Este es un segundo nivel de aplicación de estructuración de modelos.

La subdivisión de tramos deberá aplicarse cuando el tamaño de los modelos a realizar supere un tamaño que haga que estos no sean manejables, o cuando queramos tener una división conceptual de los mismos.

La división de tramos podrá hacerse teniendo en cuenta los cambios de tipología de la carretera:

- Tramos de carretera **sobre terraplén y desmonte**.
- Tramos de carretera **sobre estructura**.
- Tramos de carretera **en túnel**.

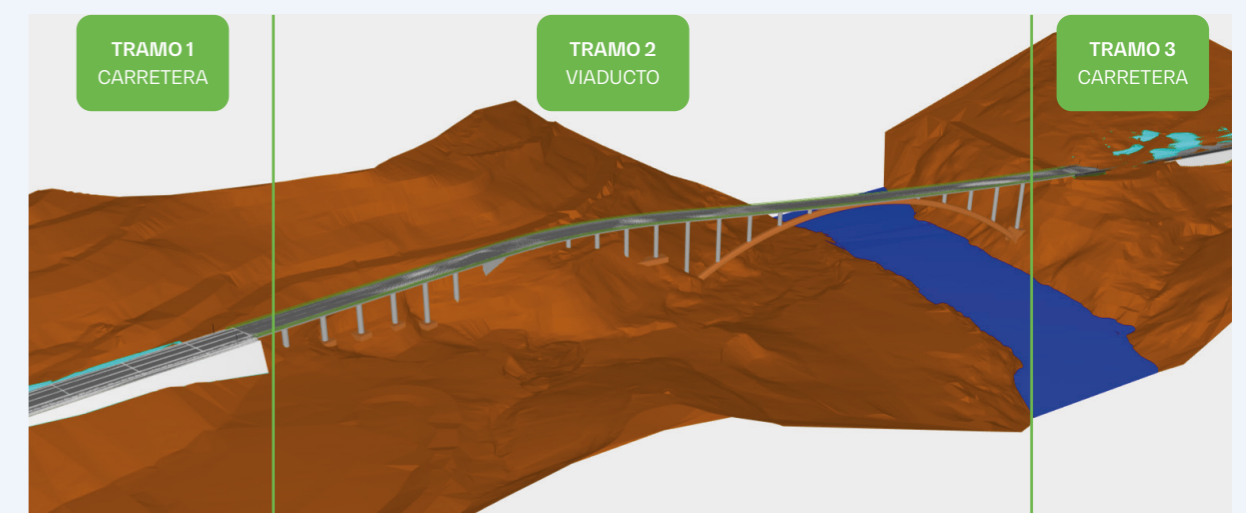


Imagen 13: Ilustración del proyecto piloto Puente de Alcántara. Ejemplo de división por tramos de carretera.

En caso de proyectos de menor entidad, también podría ser de aplicación la división de tramos por tipo de vial:

- Tramos de **carretera troncales**.
- Tramos de **conexiones y accesos**.
- Tramos de **glorietas**.

## 6.2.4 AGRUPACIÓN POR DISCIPLINAS

El objetivo de la agrupación por disciplinas es que ya dentro de una tipología de proyecto de carreteras, y en todos los tramos que comprendan dicho proyecto, todos los elementos de una misma disciplina están almacenados y nombrados de la misma manera, y en modelos caracterizados de la misma forma.

A continuación, se listan las disciplinas que se tendrán en cuenta a la hora de segmentar los modelos para la DG:

AGRUPACIÓN POR DISCIPLINA (TIPOLOGÍA DE PROYECTO: CARRETERAS)	
<b>MODELOS DE PARTIDA</b>	
Terreno existente	Servicios existentes
<b>MODELOS DE DISEÑO</b>	
Reposición de servicios	Firmes y pavimentos
Estructura	Drenaje
Movimiento de tierras	Señalización, balizamiento y defensas
Equipamiento u obras complementarias	Otros

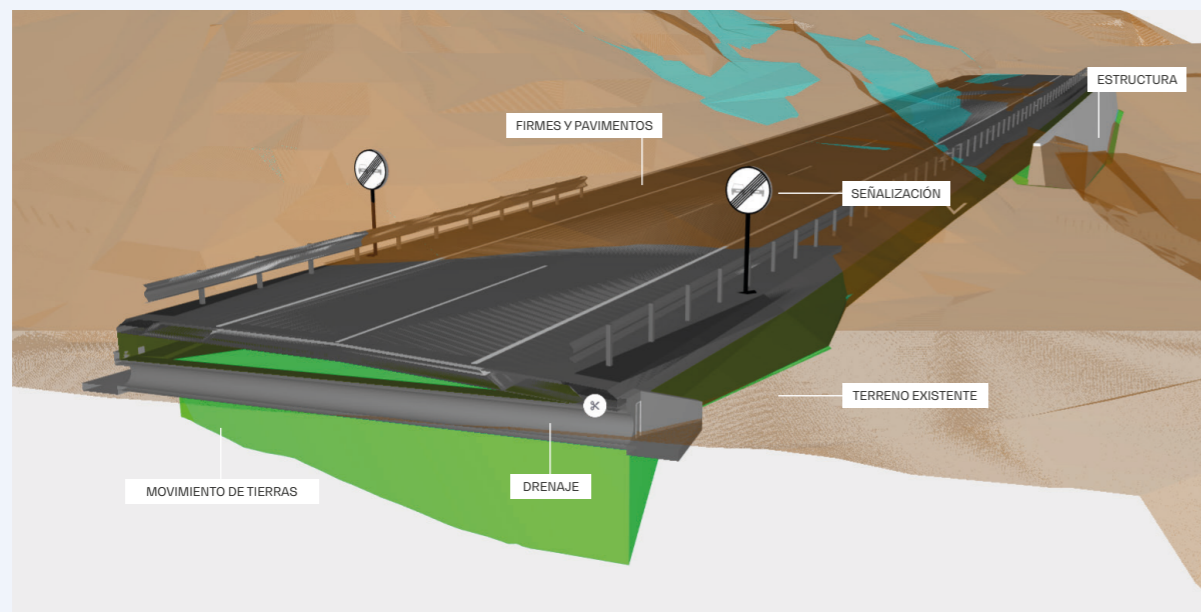


Imagen 14: Ilustración del proyecto piloto Puente de Alcántara. Ejemplo de división por disciplinas.

Al igual que ya se mencionó en el capítulo de agrupación por tipología de proyectos, esta Guía siempre quedará abierta a actualizaciones, en este caso, debidas a la posible inclusión de más disciplinas no tenidas en cuenta en esta primera versión, o la subdivisión de las disciplinas en sub-disciplinas en caso de ser necesario.

## 6.3. Elementos de los modelos BIM

Los elementos que forman parte de los modelos BIM deberán ser claramente identificados y definidos como parte de los requerimientos BIM de las licitaciones de la DG. En función de los objetivos perseguidos por la DG y la madurez BIM del entorno, se priorizará la inclusión de unos u otros elementos.

Como procedimiento general, el conjunto de elementos tendrá la categorización y división de tipología de proyecto, tramificación y disciplinas descrito anteriormente.

Mediante esta categorización de los elementos, podremos por ejemplo agrupar el conjunto de los elementos pertenecientes al drenaje de carreteras o a los servicios existentes de un tramo de una carretera.

Se presenta una lista de elementos modelables en el “Anexo 2. Elementos modelables”.

	<b>1 IDENTIFICACION</b>	
	01_01_PROYECTO	SER0719012
	01_02_FASE	PC
	01_03_DISCIPLINA	FYP
	01_04_ELEMENTO	Capa de rodadura
	01_05_CLASIFICACION	70,3
	01_06_NOMBRE	AC22 SURF S
	01_07_MATERIAL	Mezcla bituminosa en caliente

Imagen 15: Ejemplo de elemento y codificación del set de propiedades

## 6.4. Niveles de desarrollo de los modelos

Los niveles de desarrollo determinan el grado de madurez geométrica y de información asociada que contienen los modelos.

Este grado de madurez puede ser global para el conjunto de elementos que componen los modelos o particular para elementos o para agrupaciones de elementos.

Según la convención anglosajona, se denomina LOMD (level of model definition) a la suma del nivel de desarrollo geométrico y de información de los elementos.

**LOMD = LOD + LOI**

Donde:

- El desarrollo de su geometría viene marcado por el nivel de detalle gráfico LOD (level of detail).
- El desarrollo de la información asociada viene dado por el nivel de información LOI (level of information).

### 6.4.1 NIVELES DE DESARROLLO GEOMÉTRICO (LOD)

El nivel de desarrollo geométrico, LOD, define hasta cuanto detalle gráfico debe contener un elemento. Hoy en día, existen varios estándares que definen estos niveles, tanto nacionales como internacionales. Ninguno de ellos cubre la totalidad de elementos del sector, pero sí dan una descripción suficientemente detallada como para poderla extrapolar a cualquier elemento.

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

REALIDAD	LOD	DEFINICIÓN
Proyectada	LOD 100	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.
Proyectada	LOD 200	Genérico: Un modelo genérico suficientemente modelado para identificar el tipo y los componentes. Las dimensiones de los elementos serán aproximadas.
Proyectada	LOD 300	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.
Proyectada	LOD 350	Específico con detalles de fabricación: Un objeto específico a un LOD300 con ciertos detalles especiales de fabricación sin ser suficientes como para fabricar el elemento completamente.
Proyectada	LOD 400	Para fabricación: Un objeto suficientemente detallado, preciso y concreto que incluye todos los subcomponentes necesarios para permitir su fabricación y puesta en obra.
Ejecutada	LOD 500	Modelo "AsBuilt". Un modelo que representa la forma ejecutada real del elemento en base a datos obtenidos de campo. En función del nivel de desarrollo de origen de la realidad proyectada, este modelo contendrá más o menos nivel de desarrollo geométrico.

Esta tabla anterior es una simplificación de los niveles de desarrollo incluidos en el último estándar publicado de "Level of Development Specifications" del BIM Forum Specs. Abril 2019, referencia a nivel mundial y que es la referencia propuesta de niveles de desarrollo de los elementos. Esta referencia actualiza el estándar todos los años.

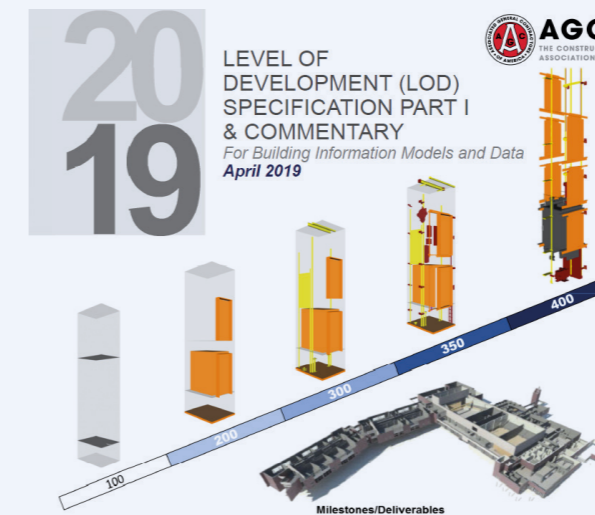


Imagen 16: Ilustración de la portada de especificaciones de LOD de BIM Forum.

A modo de ejemplo, se incluyen a continuación los diferentes LOD asociados a un ejemplo de muro y su cimentación.

100	See <a href="#">A10</a>	
200	See <a href="#">A10</a> <i>Image Notes:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Generic wall foundation is modeled.</i></li> <li>• <i>Site is generically modeled from geotechnical information in geotechnical report.</i></li> </ul>	 <i>1 A1010.10-LOD-200 Wall Foundation</i>
300	<i>Element modeling to include:</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Overall size and geometry of the foundation element</li> <li>2) Sloping surfaces.</li> <li>3) External dimensions of the members</li> <li>4) Geotechnical bearing strata elevation is modeled from geotechnical report.</li> <li>5) Area of bearing influence – modeled or accommodated by model checking software</li> </ol> <i>Image Notes:</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>6) <i>Wall foundation sizes are accurately modeled with footings where applicable.</i></li> <li>7) <i>Bearing elevation is modeled from the geotechnical report.</i></li> <li>8) <i>Geotechnical regions are shown for context and not required to be modeled as part of this element at this LOD.</i></li> <li>9) <i>See slab on grade for related conditions at this LOD.</i></li> </ol>	 <i>2 A1010.10-LOD-300 Wall Foundation</i>



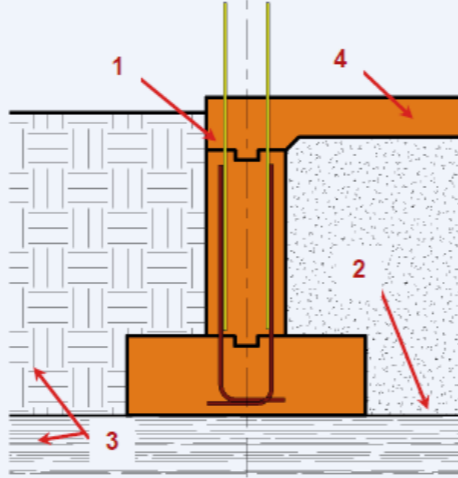
<p>350</p>	<p>Element modeling to include:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Location of sleeve penetrations</li> <li>2) Pour joints</li> <li>3) Chamfer</li> <li>4) Moisture retarder</li> <li>5) Dowels</li> <li>6) All exposed embeds or reinforcement such as lintels</li> <li>7) Expansion joints</li> <li>8) Geotechnical Bearing Strata is modeled from geotechnical report estimates.</li> </ol> <p><i>Image Notes:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9) Grade beam sizes are modeled with interfaces to other systems such as but not limited to slab turn downs, key-ways between concrete pours, construction joints and reinforcing dowels into adjacent pours.</li> <li>10) Bearing elevation is modeled from the geotechnical report with the addition on interface elements such as void boxes where applicable.</li> <li>11) Geotechnical regions are shown for context and not required to be modeled as part of this element at this LOD.</li> <li>12) See slab on grade for related conditions at this LOD.</li> </ol>	 <p>3 A1010.10-LOD-350 Wall Foundations (Shallow Foundations)</p>
<p>400</p>	<p>Element modeling to include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rebar including hooks and lap splices</li> <li>• Dowels</li> <li>• Coursing for unit masonry defined</li> <li>• Waterproofing</li> </ul>	

Imagen 17: Ilustraciones ejemplo de nivel de LOD según BIM Forum.

Como referencia específica para infraestructura lineal, y como complemento a las especificaciones de BIM Forum, se tomará la Guía danesa InfraBIM para los elementos constructivos específicos de una carretera que no queden especificados.

A modo de ejemplo, se incluye a continuación los diferentes LOD asociados a un ejemplo de carretera.

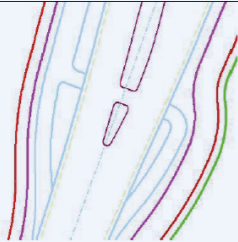
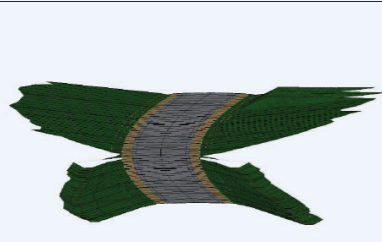
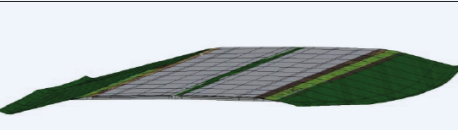
LOG 100	LOG 200	LOG 300
 <p>2D model of the corridor. All necessary road elements to be provided as 2D lines.</p>	 <p>3D model of the standard layout for the road corridor without greater adjustments.</p>	 <p>3D model of the road corridor including signatures, curbs, paving, all layers of substructure and connections to exiting terrain. The corridor must be designed with superelevation and detailed design for ditches. Intersecting roads must be modelled in the same detail as the designed road. At Intersections it must be cut, so that the designed road and the intersecting road fits together in terms of both lines and surfaces.</p>

Imagen 18: Ilustraciones ejemplo de nivel de LOG según InfraBIM.

NIVEL DE DESARROLLO	DESCRIPCIÓN
LOG 100 (LOD100)	Modelo 2D de la carretera.
LOG 200 (LOD200)	Modelos 3D de la carretera simplificado
LOG 300 (LOD300)	Modelo 3D de la carretera incluido capas de firme, bases, sub bases, bordillos, aceras, ...

## 6.4.2 NIVELES DE INFORMACIÓN (LOI)

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

Estos niveles y estructura organizativa de atributos entorno a set de propiedades de la DG serán plenamente visibles y operables en formatos OpenBIM (IFC).

Esta información no gráfica de los elementos de los modelos (metadatos), estará estructurada en torno a una agrupación de propiedades (properties set) que buscarán garantizar:

- La capacidad de segregación selectiva de todos los elementos constitutivos de los modelos para los diferentes usos BIM requeridos.
- La correcta ejecución de todos los requerimientos incluidos en el contrato a nivel de información no gráfica.
- La trazabilidad de las mediciones provenientes de los elementos incluidos en los modelos.
- La estrategia de centralización integral de los proyectos basada en los modelos BIM.
- La óptima y automatizada transmisión de información de los modelos As Built para la gestión de su explotación.

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

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

A cada conjunto de propiedades (atributos) que se asigna a los elementos de un modelo se le llama set de propiedades.

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

Los sets de propiedades deberán ser requeridos en el pliego de la oferta y será de obligado cumplimiento su incorporación a los modelos.

Se definen en detalle en el **Anexo 7 “set de propiedades”**.

Cuando se comiencen los trabajos de un contrato bajo metodología BIM es muy recomendable que se haga una prueba piloto en los modelos principales para ratificar que se añade el set de propiedades, que se rellena de forma correcta en el modelo nativo y que la exportación a IFC contiene toda la información necesaria del mismo.

El set de propiedades propuesto en esta Guía es susceptible de ser actualizado para una mejor adaptación al uso que se le deba dar, e incluso, es susceptible de ser aumentado con atributos específicos para algún contrato en concreto, siempre bajo aprobación del Responsable de DG de dicho contrato.

	<b>1 IDENTIFICACION</b> 01_01_PROYECTO SER0719012 01_02_FASE PC 01_03_DISCIPLINA EST 01_04_ELEMENTO Zapata 01_05_CLASIFICACION 20.10.10.20 01_07_MATERIAL HA-45
	<b>2 PROYECTO</b> 02_01_CAPITULO 5 02_02_SUBCAPITULO 5.1 02_03_LONGITUD 2 m 02_04_AREA 90 m2 02_05_VOLUMEN 50 m3 02_06_PESO 120 000 kg
Elemento zapata	PSET de proyecto según Anexo 7 relativo al elemento

Imagen 19: Ejemplo de elemento y codificación del set de propiedades

### 6.4.3 NIVELES DE INFORMACIÓN VINCULADA

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

En la actualidad existen una gran variedad de plataformas digitales que permiten realizar esta vinculación, pero no cumplen la premisa de trabajar con archivos de formato abierto (openBIM) ni que la vinculación sea neutra, es decir, que no dependa del software con el que se haya realizado esta vinculación.

Mientras esta limitación no permita que la información vinculada sea abierta y trazable y haya una solución integral, la propuesta que recoge esta Guía se basa en la vinculación de información a los modelos basada en “urls” incorporadas a los sets de propiedades que dirijan a la información vinculada contenida en el repositorio centralizado de información.

## 6.5. Sistema de Clasificación de elementos

El sistema de clasificación de elementos es una parte fundamental de la estrategia de gestión de la información dentro de los modelos tridimensionales de información.

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

La codificación de los elementos de un modelo se realiza mediante la asignación de un código alfanumérico introducido en uno de los atributos del set de propiedades en base a una clasificación predeterminada. En concreto, en el caso del set de propiedades de la DG en el atributo “CLASIFICACION”, perteneciente al grupo “IDENTIFICACION”.

Una vez implantado y estandarizado, se podrá tratar datos por medio de los modelos tridimensionales de información de distintos proyectos, unificando la codificación de elementos, su revisión, y la generación de listados vinculados a elementos.

En la actualidad existen diferentes sistemas de clasificación de elementos en el sector. Suelen estar asociados a organizaciones de estandarización, o a instituciones públicas o privadas con ánimo de divulgación.

Los ejemplos más importantes son: uniclass 2015, omniclass, uniformat, masterformat, y guBIM-Class.

La DG se anexionará a la clasificación más extendida en España:

- Estandar **GuBIMclass**, <https://gubimclass.org/es/clasificacion/>

## CLASIFICACIÓN

Mostrar  registros Buscar:

Código	Descripción
40.20.20.20	Pavimentos
70.30	Firmes y pavimentos
70.30.20	Pavimentos peatonales
70.30.30	Pavimentos para tráfico rodado

Imagen 20: Ilustración del buscador de código de la guBIMclass.

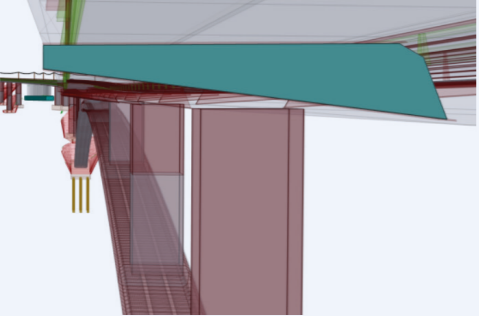
	<b>01_IDENTIFICACION</b>	
	01_01_PROYECTO	SER0719012
	01_02_FASE	PC
	01_03_DISCIPLINA	EST
	01_04_ELEMENTO	Viga
	01_05_CLASIFICACION	20.20.20
	01_07_MATERIAL	S355J2W
Elemento viga	Clasificación del elemento s/la GuBIMClass en el PSET del modelo	

Imagen 21: Ejemplo de elemento y codificación del set de propiedades

## 6.6. Presupuestos basados en modelos BIM

Los modelos BIM al tratarse de una fuente de almacenamiento de datos vinculados a los elementos que componen un proyecto, se convierten en una herramienta fundamental para la revisión de presupuestos.

Asignando la codificación de la base de precios a utilizar a los elementos del modelo se consigue generar una relación biunívoca entre precios y elementos. Al ser los elementos medibles mediante las herramientas de los visualizadores de modelos en IFC, se puede obtener las cantidades asociadas a cada precio de forma sencilla.

A continuación, se adjunta la parte del set de propiedades de la DG necesario para poder hacer un correcto seguimiento del presupuesto de un proyecto mediante modelos BIM.

2_PROYECTO			
02_01_CAPITULO	TEXTO	Capítulo del presupuesto de la unidad de obra a la que hace referencia el elemento.	
02_02_SUBCAPITULO	TEXTO	Subcapítulo del presupuesto de la unidad de obra a la que hace referencia el elemento	
02_03_LONGITUD	TEXTO	Valor de la medición del elemento	
02_04_AREA	TEXTO	Valor de la medición del elemento	
02_05_VOLUMEN	TEXTO	Valor de la medición del elemento	
02_06_PESO	TEXTO	Valor de la medición del elemento	
02_07_UD OBRA	TEXTO	Código de la unidad de obra a la que hace referencia el elemento	

### Longitud, área, volumen y peso

Estos cuatro códigos serán los que aportarán las cantidades de mediciones de cada binomio elemento – precio.

Se quiere poner énfasis en que para cada elemento será necesario tener introducidos solo los valores que sean necesario para su medición, y que estos valores han debido ser obtenidos de los modelos.

### Capítulo y subcapítulo

Estos dos atributos tendrán que estar siempre rellenos en función del esquema del presupuesto del proyecto.

Siguiendo el esquema, cada elemento de los modelos BIM pertenecerá a un capítulo y subcapítulo, esta pertenencia será reproducida en los modelos mediante la introducción de ambos códigos del esquema del presupuesto en ambos atributos del set de propiedades.

### Unidad de obra

A cada elemento de los modelos BIM se le asignará la codificación de la base de precios correspondiente a la medición que representa. En el atributo de “CODIGO” se introducirá dicho código.

En caso de que el elemento represente más de un código de medición se deberán pactar con el director del contrato de la DG como proceder, ya sea eligiendo la unidad más representativa o creando más atributos de unidad de obra.

En la actualidad, la última Base de precios para ejecución de obras que tiene la Junta de Extremadura es del año 2012. Dicha base es muy completa a efectos de materiales maquinaria y tipologías constructiva, si bien al ser de 2012 los precios se encuentran algo desactualizados. Aunque en la redacción de proyectos para la DG, suele ser de referencia obligada mediante la actualización de sus precios, en esta Guía, se plantea la utilización de la Base de Precios del Ministerio de Fomento, la cual se encuentra más actualizada, además de ser más específica de carreteras. Esto último será decisión del Director del contrato de la DG.

En cualquier caso, esta Guía propone incluir en cada uno de los elementos a emplear en los modelos, el parámetro numérico del tipo “542.0010”, dentro del set de propiedades que haga referencia al código del elemento o unidad de obra recogido en la base de precios del Ministerio de Fomento.

Dentro del proceso de evolución continua de esta Guía, si se actualizase la base de precios de la Junta de Extremadura, o se decidiera emplear otra base de precios alternativa, esta propiedad seguiría siendo válida, ya que en general la mayoría de bases de precios referencian los elementos o unidades de obra mediante códigos numéricos o alfanuméricos.

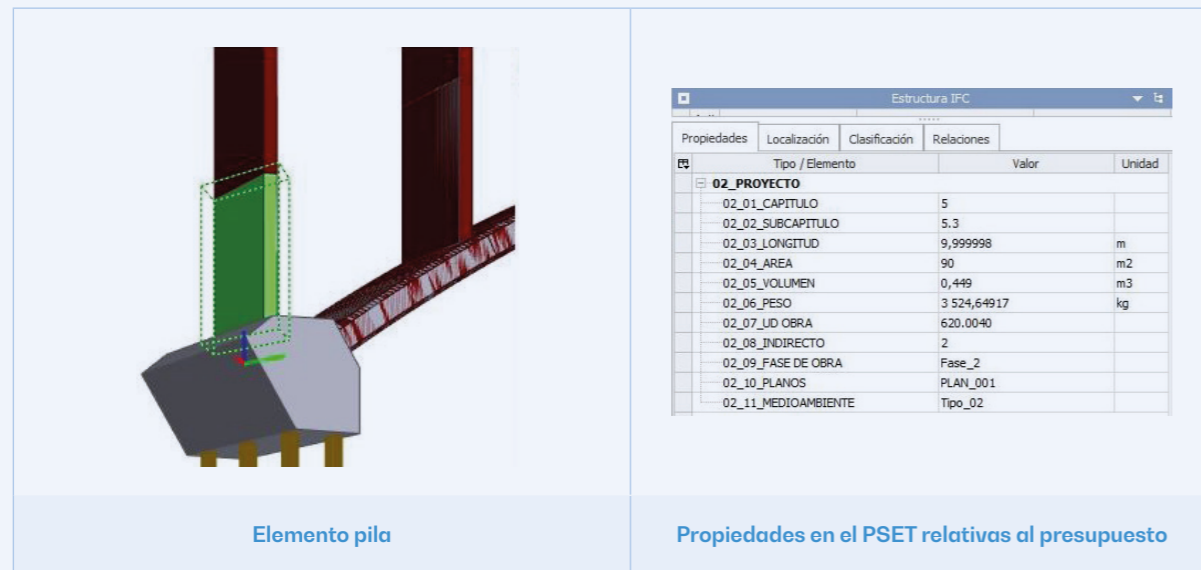
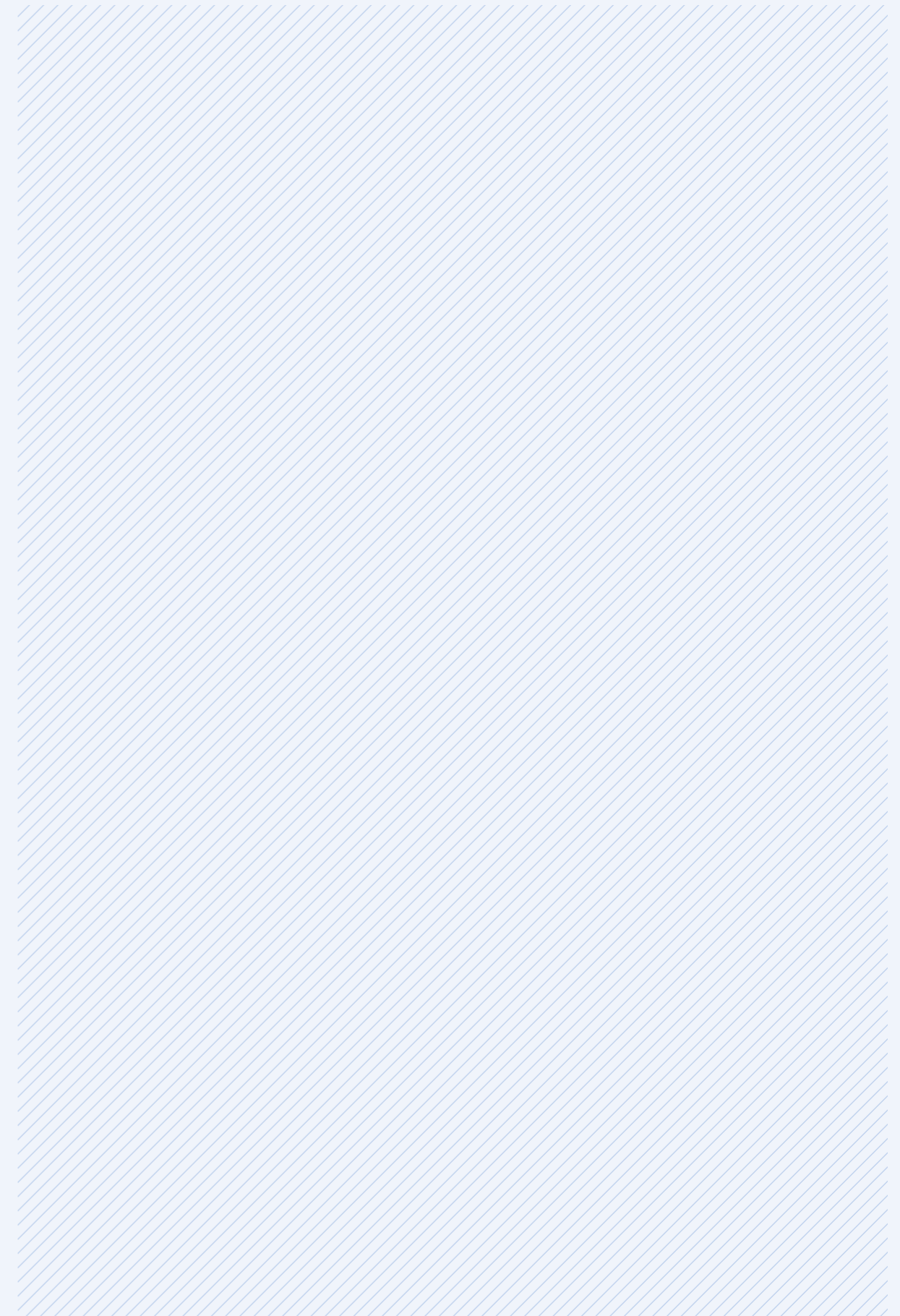


Imagen 22: Ejemplo de elemento y codificación del set de propiedades





## ENTORNO DE COLABORACIÓN

### 7.1. Repositorio común de información

#### 7.1.1 DEFINICIÓN DE UN CDE

Para el desarrollo de cualquier contrato bajo metodología BIM se tiene que definir un marco de trabajo específico que tiene que cumplir una serie de requerimientos sobre el tratamiento de la información, la relación entre sus agentes y el entorno tecnológico a implementar, esto es, un CDE (common data environment).

Dentro de la ISO 19650 – 1:2019, normativa de referencia para la implantación de la metodología BIM, se define entorno común de datos como *“la fuente de información acordada para cualquier proyecto o activo, para recopilar, gestionar, y difundir cada contenedor de información a través de un proceso gestionado”*.

#### 7.1.2 REQUERIMIENTOS DE UN CDE

A continuación, se definen los requerimientos mínimos a cumplir en un CDE desde un punto de vista conceptual.

- Debe ser un entorno común, donde alojar y compartir información digital del contrato de forma estructurada.
- Debe posibilitar la gestión de archivos en formatos abiertos, garantizando la interoperabilidad entre los diferentes actores que participen en los contratos.
- Debe estar organizado respecto a un convenio de carpetas, codificación de archivos y protocolos de intercambio de información prefijado, normalmente en el BEP del contrato o en el plan de calidad de la organización.
- Debe permitir el acceso selectivo de participantes a la información, generando protocolos de accesibilidad por niveles de responsabilidad.
- Debe estar gestionado por uno o varios Responsables (BIM mánager, BIM coordinator, o DATA mánager, en función del tamaño del contrato), que velará por su correcto funcionamiento, la seguridad y calidad de la información almacenada.

No confundir estos requerimientos mínimos con capacidades de los CDE’s de las distintas marcas comerciales, como pueden ser:

- Visualizadores de modelos IFC o formato nativo incorporados.
- Tratamiento de edición de archivos automatizada.
- Tratamiento de cambio de estado de archivos automatizada.
- Incorporación de metadatos a los archivos.
- Avisos automáticos de cambios de estado de la documentación incluida en el CDE por usuario.

- Digestión de avisos de cambios por usuario.
- Etc ...

### 7.1.3 NORMATIVA APLICABLE PARA LA GENERACIÓN Y GESTIÓN DE UN CDE.

La ISO 19650 (heredado del estándar británico PAS 1192-2:2013) define el flujo de trabajo a seguir con la información dentro de un repositorio común de información o CDE:

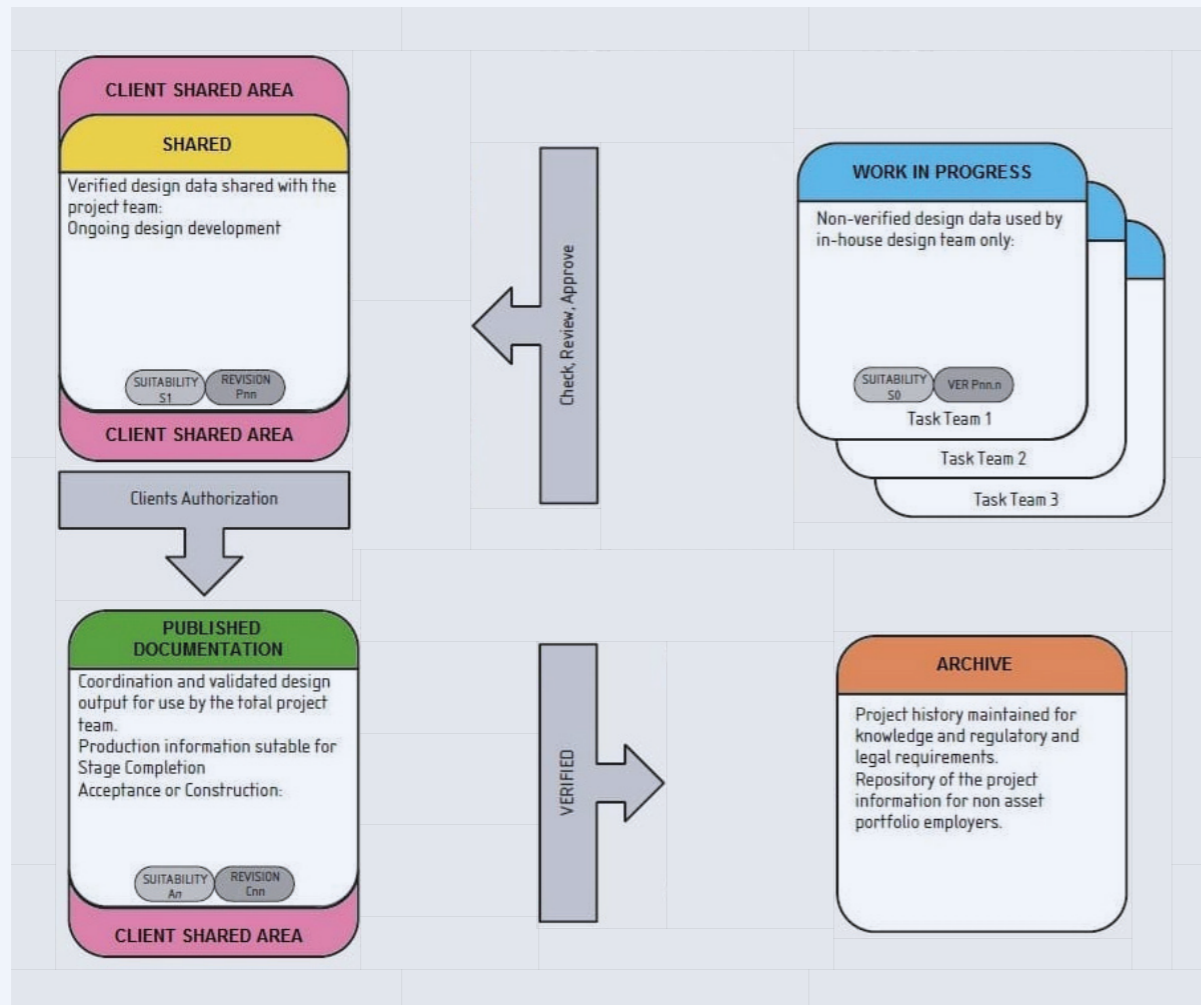


Imagen 23 Flujo de información dentro de un CDE definida en PAS 1192-2:2013

Este flujo de información hace necesario la creación de áreas de trabajo dentro del repositorio de información y que, dependiendo del grado de sofisticación de la herramienta comercial, la complejidad del contrato y la formación de los equipos, se puede realizar de dos maneras:

- Materializando el flujo de trabajo mediante carpetas físicas dentro del CDE nombradas a tal efecto. De aplicación para cualquier CDE existente.
- Materializando el flujo de trabajo mediante estados de los archivos que se gestionan desde el CDE. De aplicación para CDE con capacidad de generación de estados.

### 7.1.4 ÁREAS DE TRABAJO DE UN CDE

Las áreas del entorno de trabajo colaborativo en detalle son las siguientes:

#### — Trabajo en proceso o work in progress

Áreas de trabajo privadas y compartimentadas, con acceso restringido al equipo responsable de su desarrollo, en los que se genera información no validada. La documentación generada a partir de los modelos BIM, así como estos, serán de uso interno.

Una vez que la información contenida en estas áreas tiene suficiente madurez, y quedan aprobadas por el Responsable del área de trabajo, se podrá subir al siguiente estado de “compartida”.

#### — Compartida o shared

El área de trabajo controlado por el Responsable BIM de la fase del contrato en cuestión, con acceso limitado a aquellos agentes implicados que tengan alguna responsabilidad en el proceso de coordinación y validación del modelo del proyecto, construcción o conservación y explotación.

La documentación generada a partir de los modelos BIM de esta área será de uso compartido para la toma de decisiones. Es el área donde se producen la mayor parte de los procesos de coordinación durante el proceso.

Los procesos de toma de decisiones y coordinación que se realizan en esta área conllevan que el flujo de información retroceda en caso de necesidad de rediseño a “trabajo en proceso”, o avance en caso de aprobación a “publicada” para la generación de entregables del contrato.

#### — Publicada o published

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

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

#### — Archivado o archive

Área de gestión de documentación controlada por el Responsable del cliente en la que se almacenan los modelos BIM entregados al finalizar los contratos. El acceso a esta área de gestión estará restringido a las diferentes secciones que integran la DG.

## 7.1.5 EVOLUCIÓN DE LA INFORMACIÓN ENTRE ÁREAS DE TRABAJO

El flujo de evolución de la información entre áreas de trabajo (WIP-SHARE-PUBLISHED-ARCHIVE) seguirá el flujo de madurez de la información producida.

La transición de la información entre estas cuatro áreas responde a la evolución de tres procesos: aprobado, autorizado y verificado.

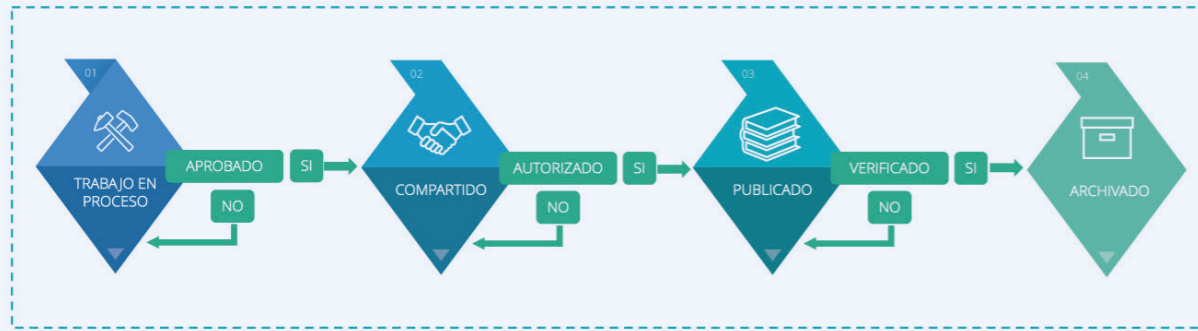


Imagen24: Propuesta de entorno de colaboración

### — Aprobado

Consiste en pasar los modelos de información de la carpeta de “en proceso” a la carpeta “compartido”.

Esto se realiza cuando los modelos o la información tengan la madurez suficiente como para poder ser compartidos con otras disciplinas e integrados en el modelo federado.

Para que un modelo sea aprobado, tiene que haber pasado el nivel de control de calidad realizado por el Responsable BIM de ese modelo.

En la generalidad de los trabajos realizados o contratados por la DG, este primer salto de “en proceso” a “compartido” será responsabilidad del ente que este ejecutando los trabajos del contrato, ya que será responsabilidad suya la utilización de información validada para la coordinación.

### — Autorizado

Consiste en pasar los modelos o la información de la carpeta de “compartido” a la carpeta “publicado”.

Para que un modelo sea autorizado, tiene que haber pasado el nivel de control de calidad realizado por la persona **Responsable BIM** del contrato por parte del ente que este ejecutando los trabajos.

Una vez que la información se encuentra en la fase “publicada” es cuando los Responsables del Contrato de la DG deben verificar la información.

### — Verificado

Consiste en pasar los modelos o la información de la carpeta de “publicado” a la carpeta “archivado”.

Esto se realiza cuando los modelos hayan sido aprobados por la DG y puedan ser archivados para su almacenamiento como modelos de registro.

*NOTA: Se quiere hacer notar que, aunque la forma en la que debe desarrollarse el flujo de información es absolutamente clara, se pueden hacer algunos matices que pueden ayudar al correcto desarrollo de los contratos. Una buena relación cliente-contratista puede llevar a que se comparta desde edades tempranas del contrato información para poder monitorizar el avance de los trabajos, de tal forma, que en la fase de “compartido”, la DG ya pueda observar el estado de los trabajos para impedir descoordinaciones, diseños con criterios de partida no incluidos, o diseños que no satisfagan futuras necesidades como por ejemplo de explotación y conservación.*

*Esperar a llegar a la parte del flujo en el que pasamos a publicado puede acarrearos retrasos derivados de rehacer trabajos que podían haber sido señalados en la fase de “compartido”. Esto ahonda en la metodología BIM y el trabajo colaborativo cliente-contratista.*

## 7.1.6 CDE PARA LA DIRECCIÓN GENERAL DE MOVILIDAD E INFRAESTRUCTURAS VIARIAS

Con carácter general, y siguiendo la evolución lógica en el nivel de madurez de la DG, se realizará el almacenaje y control del flujo de la información mediante la aplicación de un repositorio común de información.

**La DG se autoimpondrá el uso de CDE, y exigirá su uso a todos los contratistas, de tal forma que la información se depositará, coordinará, publicará y archivará en el CDE de la DG.**

En todo momento el flujo de información será controlado, gestionado y coordinado por la DG, de tal forma que toda información contenida en el CDE quedará bajo su responsabilidad.

De esta forma, el flujo de información queda de la siguiente manera:

- **WIP**, alojado en la plataforma de la **DG**, con acceso de “solo lectura” a los miembros de la **DG involucrados para conocimiento del avance de los trabajos y acceso con permiso de edición a los contratistas.**
- **SHARE**, alojado en la plataforma de la **DG**, con acceso de “solo lectura” a los miembros de la **DG involucrados para labores de supervisión de trabajos, y acceso con permiso de edición a los contratistas.**
- **PUBLISH**, alojado en plataforma de la **DG**, con acceso “libre” para los miembros de las **DG involucrados para labores de supervisión y aprobación de trabajos, y con acceso de “solo lectura” y “carga de información” del Responsable del Contrato por parte del contratista.**
- **ARCHIVE**, alojado en plataforma de la **DG**, con acceso exclusivo de personal acreditado mediante niveles de uso de la **DG para labores de archivo de la información de los distintos contratos.**

A la fecha de la publicación de esta Guía BIM, la DG decide la aplicación del siguiente CDE con las siguientes finalidades:

- **Sharepoint** de Microsoft. CDE a utilizar durante el desarrollo de los contratos. Las comunicaciones se canalizarán a través de la funcionalidad **Teams**.

Para poder desarrollar este procedimiento de trabajo colaborativo con los contratistas, los CDE's de estos deberán cumplir como mínimo con las siguientes funcionalidades:

- Cumplir LOPD.
- Gestión de usuarios (accesos restringidos).
- Soporte documentos 2D y modelos 3D.
- Visor embebido para reuniones de seguimiento.
- Visualización de datos en el interfaz.
- Sistema de alarmas al equipo del contrato.
- Capacidad de versionado de archivos.
- Accesibilidad en periféricos (móvil y Tablet).

## 7.2. Convenio de carpetas y codificación de archivos

### 7.2.1 ESTRUCTURACIÓN DEL DIRECTORIO DE CARPETAS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MOVILIDAD E INFRAESTRUCTURAS VIARIAS

A continuación, se adjunta una imagen con el árbol de carpetas a definir para cada contrato de la DG:

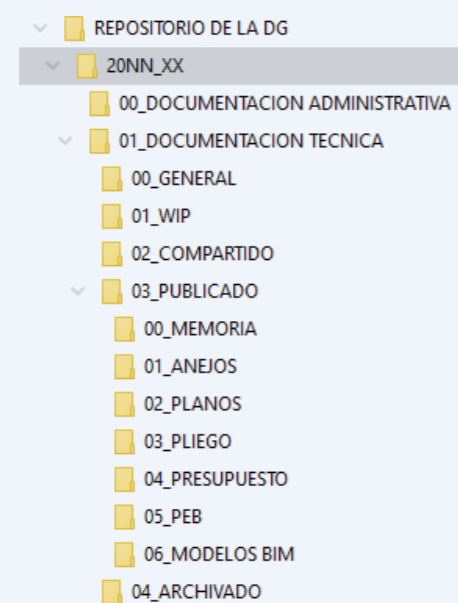


Imagen 25: Propuesta de árbol de carpetas

#### 7.2.1. A PRIMER NIVEL (20NN\_XX)

Es la carpeta raíz del contrato, se deberá indicar el año de generación del expediente y el código de expediente del servicio.

En caso de existir fases en el contrato se podría generar los subniveles correspondientes.

#### 7.2.1. B SEGUNDO NIVEL

Este nivel se crea para diferenciar la documentación administrativa de la documentación técnica.

- 00\_DOCUMENTACION ADMINISTRATIVA
- 01\_DOCUMENTACION TECNICA

#### 7.2.1. C TERCER NIVEL

Este tercer nivel se crea para diferenciar el estado de la información siguiendo los estándares de la ISO19650 referente al estado de la misma (flujo de información).

- General (estándares, Guía BIM pliego, información partida de la DG...)
- Trabajo en progreso
- Compartido
- Publicado
- Archivado

#### 7.2.1. D CUARTO NIVEL

**El cuarto nivel diferencia el tipo de documentación técnica que se haya desarrollado durante el transcurso del contrato, como suele ser habitual:**

- Memoria
- Anejos
- Planos
- Pliego
- Presupuesto
- Plan de ejecución BIM
- Modelos BIM



## 7.2.2 CODIFICACIÓN DE ARCHIVOS

### 7.2.2 A ARCHIVOS GENERALES

AÑO\_XX\_VVV\_ED.extension

- AÑO: Año con dos dígitos, ejemplo 19 (2019).
- XX: Se corresponde con el código de contrato con los dígitos necesarios.
- VVV: Nombre amigable del documento, como por ejemplo “memoria”, “pliegos”, etc.
- ED: Edición numérica del documento.

### 7.2.2 B MODELOS BIM

AÑO\_XX\_ZZ\_YY\_VVV\_ED.extension

- AÑO: Año con dos dígitos, ejemplo 19 (2019).
- XX: Se corresponde con el código de contrato con los dígitos necesarios.
- ZZ: Fase de proyecto
- YY: Especialidad
- VVV: Nombre amigable del documento, como por ejemplo “memoria”, “pliegos”, etc.
- ED: Edición numérica del documento.

### 7.2.2 C PLANOS

AÑO\_XX\_PLXX\_VVV\_ED.extension

- AÑO: Año con dos dígitos, ejemplo 19 (2019).
- XX: Se corresponde con el número de contrato con los dígitos necesarios.
- PLXX: Codificación del plano.
- VVV: Nombre amigable del documento, como por ejemplo “emplazamiento”, “alzado”, etc.
- ED: Edición numérica del documento.

Tanto para los modelos BIM como para los planos, se valorará al comienzo de los trabajos por parte del responsable de la DG la utilización del código de edición numérica “ED”. Se hace notar que el uso de edición puede ser perjudicial a la hora de usar referencias externas y vínculos entre distintos archivos, ya que el cambio de nombre de archivo puede conllevar la pérdida de referencias.

## 7.3. Visualización e intercambio de información

Se usará durante todas las fases del ciclo de vida, una metodología basada en modelos abiertos, priorizando el intercambio de información mediante archivos OpenBIM (\*.IFC) para el visualizado y seguimiento de los trabajos.

Estos modelos en formato abierto estarán compartidos en los entornos colaborativos (CDE) para la revisión y coordinación periódica de los trabajos mediante software de gestión y visualizado gratuitos.

Se busca con ello la incorporación paulatina de la metodología BIM en el proceso de supervisión de información por parte de todas las secciones que conforman la DG.



Imagen 26: Intercambio de información formato Open BIM entre los diferentes agentes que intervienen a lo largo del CV del activo.

## 7.4. Calendario de intercambio de información

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

Se busca con ello conectar lo más posible los procesos técnicos (de proyectos y obras) y los modelos BIM, potenciando que se gestionen de una forma integral en los contratos.

La DG definirá la periodicidad de las reuniones y procesos de intercambio en función de sus intereses y de sus medios. Se recomienda como punto de partida un intercambio periódico de modelos BIM dos veces al mes. Estos modelos serán preparados por los contratistas y compartidos con la DG a través de la plataforma de colaboración (CDE).

Es vital dar el salto a un entorno realmente colaborativo entre cliente y contratista, en el que los modelos BIM hagan de punto de encuentro entre las partes para un avance continuado y progresivo de los trabajos mediante una supervisión continuada en el tiempo por parte de los técnicos de la DG con la ayuda de los CDE's planteados.

# 8

# SOFTWARES Y ENTREGABLES

## 8.1. Software BIM

### 8.1.1 FORMATOS DE INTERCAMBIO

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

El software/s seleccionado/s deberá ser capaz realizar modelos 3D exhaustivos con los niveles de detalle requeridos por la DG teniendo en cuenta las particularidades de las obras de cada contrato.

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

Un software BIM es aquel que permite:

- La generación de modelos tridimensionales de información de las soluciones proyectadas.
- La exportación de información geo-posicionada (o en un sistema de coordenadas a convenir).
- La extracción de documentación, como planos y mediciones, asociados a los elementos modelados.
- La exportación de información a “.ifc”, formato openBIM de referencia, visualizable con herramientas ajenas al software en cuestión (tanto gratuitas como de pago).
- La exportación sin pérdida de los sets de propiedades requeridos por el cliente.

El formato de intercambio neutro (que no pertenece a ninguna casa comercial) que está promoviéndose a nivel internacional es el “.ifc” (industryFoundationClass). Su versión más actual es la versión 4 (que incluye información sobre la alineación de los elementos lineales) aunque su versión 2x3 continúa siendo muy utilizada.

En fechas de redacción de esta Guía, la interoperabilidad entre los softwares (y en especial) para aquellos softwares de obra civil no está completamente solucionada ni garantizada.

Al hablar de interoperabilidad se refiere a la capacidad de los softwares a intercambiar información paramétrica sin pérdida de esta parametrización propia del software de partida.

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

- La generación de modelos tridimensionales de soluciones proyectadas en el software que pueden ser integrados como referencia en otros softwares.
- La exportación de información geo-posicionada.
- La capacidad de extracción de documentación (más o menos automática) como planos y mediciones asociados a los elementos modelados.

- La generación de modelos visualizables con herramientas ajenas al software en cuestión (tanto gratuitas como de pago).
- La generación de modelos de información con los sets de propiedades requeridos.

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

## 8.1.2 TIPOLOGÍA DE SOFTWARES BIM

### 8.1.2 A. SOFTWARE DE DISEÑO

Debido a que el número de programas de diseño con modelado BIM es muy amplio, a continuación, se expone un listado de los más utilizados en España.

Desde esta Guía no se pretende clasificar o apuntar a un software en concreto, sino a dar un listado de los empleados actualmente de forma generalizada y no exhaustiva.

Dividiendo por especialidades, un desglose de software de diseño puede ser:

- Topografía: Civil3D, Istram, MDT, etc.
- Movimientos de tierras: Civil3D, Istram, MDT, etc.
- Geotecnia y tratamientos del terreno: GINT (Bentley), modulo geotecnia Civil3D, etc.
- Estructuras y super-estructuras: Revit, Tekla structures, Allplan, etc.
- Arquitectura: Revit, Allplan, ArchiCad, etc.
- Instalaciones: Revit-MEP, Civil3D, CYPE, etc.
- Pavimentos: Revit, Civil3D, OpenRoads Designer, PowerCivil, etc.
- Drenaje: Civil3D, Istram, PowerCivil, etc.
- Servicios afectados: Civil3D, PowerCivil, Revit, etc.
- Trazado: Civil, Istram, OpenRoad Designer, etc.

### 8.1.2 B. SOFTWARE DE AUDITORÍA DE MODELOS

A continuación, se adjunta un listado con algunos de los programas de visualización y revisión de modelos más conocidos. Su función fundamental es la visualización 3D de los modelos BIM, así como la visualización de la información no gráfica. En la mayoría de los casos conllevan la posibilidad de generar informes de revisión mediante bcf's, y generación de clash detections, etc.

En algunos casos permiten la exportación de datos en formato xls para el tratamiento de la información.

- Naviswork.
- BIM Vision.
- Simple BIM.
- Solibri.
- UsBIM
- Trimble Connect

### 8.1.2 C. MAPA DE SOFTWARE

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

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

Es importante dejar definido el mapa de software al comienzo de los trabajos de modelado para evitar en lo posible una mala interoperabilidad entre software de distintas casas comerciales.

La DG solicitará a los consultores y licitadores los mapas de software que pretendan usar para dar respuesta a los requerimientos del contrato.

En cualquier caso, la DG solicitará los formatos nativos de trabajo (formato propio del software en cuestión) de forma conjunta con los formatos “.ifc.”

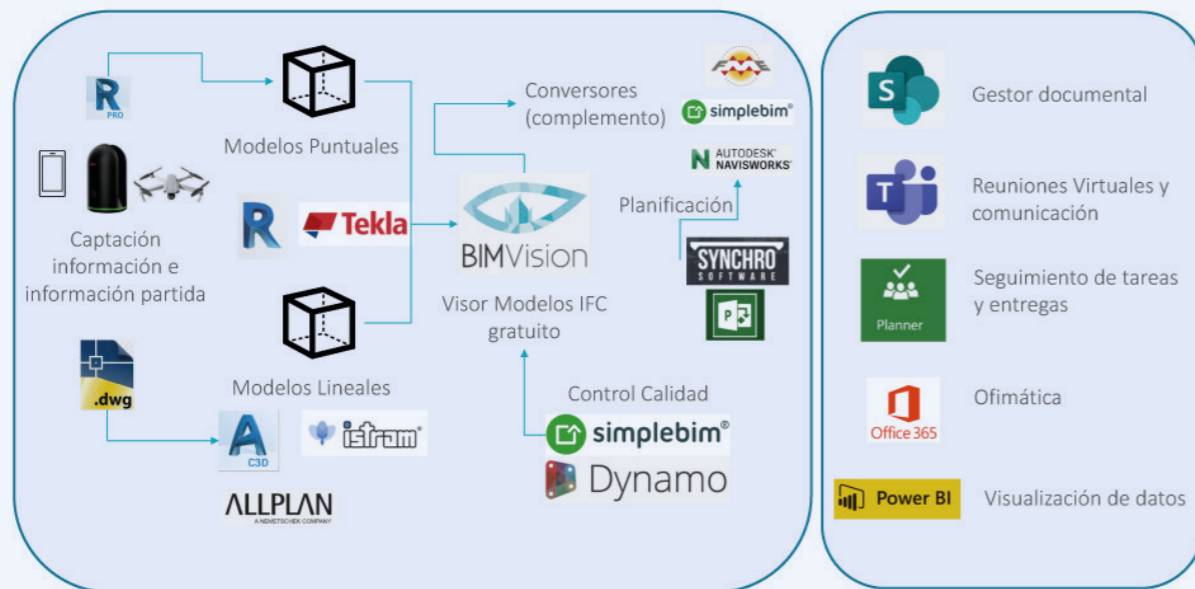


Imagen 27: Ejemplo de mapa software

## 8.2. Entregables

Con respecto a los entregables habituales de un contrato en cualquiera de las fases del ciclo de vida de un activo no debe haber cambio alguno. Los entregables tradicionales siguen siendo contractuales y lo que puede cambiar es la forma de obtenerlos, así como su revisión y aprobación, donde gracias a la metodología BIM, a la generación de modelos y la aplicación de usos y estándares conseguiremos la optimización de recursos, la minimización de errores, y la trazabilidad y coherencia entre los distintos documentos.

A continuación, se recogen el conjunto de entregables que pueden darse en un contrato con activos de infraestructuras y su vinculación con los modelos y entregables BIM.

### 8.2.1 PROYECTO

#### 8.2.1. A. MEMORIA Y ANEJOS

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

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

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

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

A continuación, se detallan una lista de entregables de proyecto con su codificación.

#### MEMORIA

- MD.- MEMORIA DESCRIPTIVA

#### ANEJOS

- ANT.- Antecedentes
- CYT.- Cartografía y topografía
- GYP.- Geología y procedencia de materiales
- SIS.- Efectos sísmicos
- CEH.- Climatología e hidrología
- TRF.- Estudio de tráfico
- GTC.- Estudio geotécnico
- TRG.- Trazado geométrico
- MVT.- Movimiento de tierras
- FYP.- Firmes y pavimentos
- DRE.- Drenaje
- EST.- Estructuras
- SPT.- Soluciones propuestas al tráfico
- SBD.- Señalización, balizamiento y defensas
- OEP.- Ordenación ecológica, estética y paisajística
- OBC.- Obras complementarias
- REP.- Replanteo
- COO.- Coordinación con otros organismos
- EEL.- Expropiaciones e indemnizaciones
- REP.- Reposición de servicios
- PDO.- Plan de obras
- CSC.- Clasificación del contratista
- JUP.- Justificación de precios
- PIN.- Presupuesto de inversión
- FRP.- Fórmula de revisión de precios
- VDE.- Valoración de ensayos
- ODA.- Ordenación de accesos
- ESV.- Seguridad vial
- GER.- Gestión de residuos

### 8.2.1. B. PLANOS3

Los planos seguirán siendo el medio contractual primordial para el traslado de la información de construcción, pero quedarán vinculados por la trazabilidad que supone que sean obtenidos de los modelos BIM.

Estos modelos serán el medio que da coherencia a la información contenida en el documento Planos. Para ello, los planos deberán estar generados a través de vistas y secciones de los modelos.

Se permitirá, sin embargo, que, por razones justificadas de plazos y dedicación requeridos, ciertos planos de detalle no formen parte de los modelos BIM. Éstos serán debidamente justificados por el Consultor y aprobados por la DG.

Se solicitarán 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.

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

El índice de planos del proyecto deberá contener la siguiente información:

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

A continuación, se detalla un listado de tipos de planos con su codificación:

- SIT 01.- Situación e índice
- PDC 02.- Plano de conjunto
- PGN 03.- Planta general
- PTR 04.- Planta de trazado y replanteo
- PFT 05.- Perfiles longitudinales
- DFG 06.- Definición geométrica (detalles)
- STP 07.- Secciones tipo
- PTV 08.- Perfiles transversales
- DRE 09.- Drenaje
- EST 10.- Estructuras
- SBD 11.- Señalización, balizamiento y defensas.

- RDS 12.- Reposición de servicios
- OEP 13.- Ordenación ecológica, estética y paisajística
- OOC 14.- Obras complementarias

### 8.2.1. C. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

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

Una regla de buen uso será que quede reflejado en el PPT si las unidades de obra están incluidas en los modelos BIM y si la medición es extraíble (o no) de forma directa de las mediciones sobre el modelo BIM.

### 8.2.1. D. PRESUPUESTO

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

Estos modelos serán el medio que da coherencia, transparencia y trazabilidad a la información contenida en el documento Presupuesto. Para ello, una parte fundamental de las mediciones debe provenir del modelo tridimensional de información, tal y como queda definido en el Uso BIM “mediciones”.

Es recomendable que todas las unidades de obra principales (aquellas que tengan un peso económico importante) sean trazables desde los modelos BIM.

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).

Al igual que sucede con el documento planos, siempre que quede justificado por el consultor (y aprobado por la DG) por alcance y plazo requerido, se aceptará que parte de las mediciones puedan proceder de la documentación de detalle no modelado en BIM.

Para todas las mediciones, se deberá solicitar una justificación de las mediciones incluidas en el presupuesto separando y justificando debidamente los siguientes grupos de tipologías de mediciones:

- Aquellas mediciones cuyo valor se extrae de forma directa de los modelos BIM
- Aquellas mediciones para las cuales el valor de la medición de los elementos de los modelos BIM es una medición auxiliar que permite mediante fórmulas (justificadas) obtener la medición de la unidad de obra en cuestión
- Aquellas mediciones cuyo valor no está extraído de los modelos BIM.

En función de los objetivos perseguidos por la DG en los contratos, se podrán incorporar una serie de condiciones a la extracción de mediciones basadas en los modelos. Éstas podrán ser:

- Todas las unidades de obra tendrán claramente identificados la procedencia de la medición (directa del modelo BIM, auxiliar del modelo BIM, ajena al modelo BIM).
- Las mediciones extraídas de los modelos BIM representarán un mínimo del [60 %] del valor de la inversión.
- Todas las unidades de obra que representen más de un [5%] del valor de la inversión deberán provenir de los modelos BIM.
- Todas las unidades volumétricas provendrán de los modelos BIM.

\*[ ] = valor recomendable con carácter general, pero particularizable por proyecto.

## 8.2.2 OBRA

### 8.2.2.A. PLANOS DE OBRA EJECUTADA

Los planos de obra ejecutada seguirán la misma filosofía que el documento “planos” explicado en el apartado 8.2.1.B.

### 8.2.2.B. CERTIFICACIONES DE OBRA

El seguimiento y los entregables de las certificaciones de obra seguirán la misma filosofía que la estrategia definida por la DG en el PPTP y tendrán como soporte los modelos BIM en el caso que la DG lo requiera.

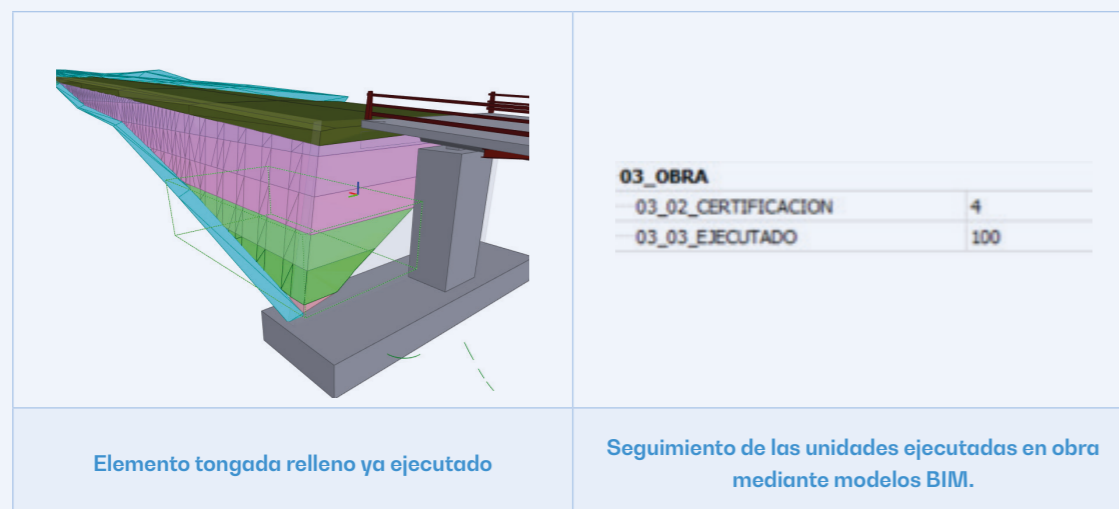


Imagen 28: Ejemplo de elemento y codificación del set de propiedades

### 8.2.2.C. DOCUMENTACIÓN PRODUCIDA DURANTE LAS OBRAS

La documentación producida durante las obras se generará de forma estandarizada y ordenada siguiendo unos criterios de almacenamiento y nomenclatura comunes en la obra, pero también en el conjunto de obras llevadas a cabo en la DG.

Los modelos BIM servirán de archivo centralizador de toda esta documentación por medio de vínculos en los sets de propiedades a la ubicación de esta información en el CDE de la DG.

## 8.2.3 ADICIONALES

### 8.2.3.A. CARTOGRAFÍA BASE

Además del formato tradicional (CAD), se entregará 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 la DG para los alcances requeridos, siguiendo lo definido en el pliego BIM correspondiente.

### 8.2.3.B. MODELOS DE SERVICIOS EXISTENTES.

Se realizará a partir de las nubes de puntos y contrastado con la información CAD o 2d disponible, se realizará el modelado de la infraestructura existente en aquellos proyectos en los que parte de la infraestructura ya esté ejecutada y se utilice parte de ella para mejorarla, ampliarla o como punto de conexión.

El modelo deberá contener los sets de propiedades definidos por la DG para los alcances requeridos, siguiendo lo definido en el pliego BIM correspondiente.

### 8.2.3.C. ESTUDIO GEOLÓGICO

Al Estudio Geológico Geotécnico en formato tradicional (doc, Excel, pdf, CAD), se deberá adjuntar el modelo nativo y su exportación a .ifc que contenga la siguiente información, como mínimo:

- Posición (geoposicionado) e identificación de todos los ensayos de campo realizados (sondeos, catas, etc.).
- Vinculación a información asociada de resultados de dichos ensayos de campo.
- El modelo deberá contener los sets de propiedades definidos por la DG para los alcances requeridos, siguiendo lo definido en el pliego BIM correspondiente.

## 8.2.4 PLAN DE EJECUCIÓN BIM

El Plan de Ejecución BIM debe ser entregado al comienzo del contrato ya que supone el “libro de instrucciones” del contrato con respecto a la aplicación de metodología BIM.

Normalmente se marca un hito razonable a comienzo del trabajo para su entrega que suele ser de aproximadamente [1 mes] desde la firma del contrato.

[ ] = valor recomendable con carácter general, pero particularizable por proyecto.

El contenido mínimo y el desarrollo de un BEP se puede consultar en el Anexo 3.

## 8.2.5 MODELOS BIM

Como ya se ha explicado anteriormente, los modelos BIM se entregarán tanto en formato open-BIM (.ifc) como en formato nativo en función del software utilizado.

Para entregas parciales de los modelos, la DG definirá el formato elegido de intercambio, usando por defecto el formato “.ifc”.

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

Muy importante es cerciorarse que el nivel de información de los elementos es el adecuado según el nivel de información requerido y que la exportación a IFC contiene la información y los sets de propiedades esperados.

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

### 8.2.5. A. DURANTE EL PROCESO DE DISEÑO

Coincidiendo con cada hito de entrega parcial a la DG, 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.

### 8.2.5. B. A LA 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.

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

### 8.2.5. C. MODELOS A INICIO DE OBRAS

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

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

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

### 8.2.5. D. MODELO DE SEGUIMIENTO DE OBRAS

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

Coincidiendo con cada hito de entrega parcial a la DG, 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.

Serán modelos parciales cuyo objetivo específico será el seguimiento de los trabajos por lo que es posible que no requieran la incorporación de la totalidad de la estructura de datos e información de la obra sino sólo la estrictamente necesaria para cumplir el objeto del modelo.

### 8.2.5. E. MODELO DE OBRA EJECUTADA (“AS BUILT”)

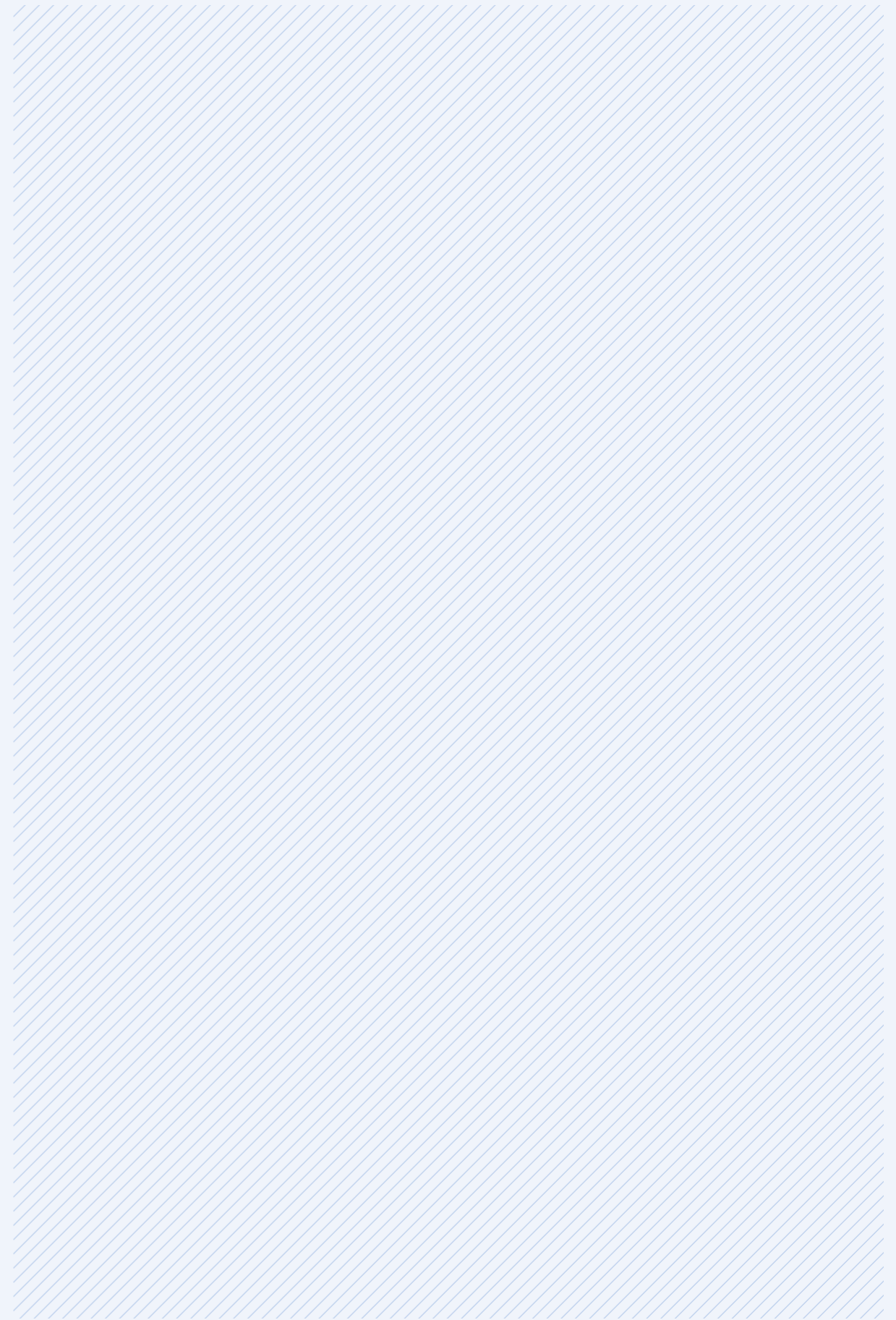
Modelo final desarrollado por la Dirección de Obra, con el soporte del contratista, que contempla la actualización del modelo de construcción mediante la introducción de la información requerida por la DG, tanto de las características de los componentes de la obra ejecutada como la gestión de su fabricación, ejecución y/o puesta en obra.

A la finalización de los trabajos, y coincidiendo con la entrega de los documentos de Obra, 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.

### 8.2.5. F. MODELO PARA LA CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN

En el caso de que fuese requerido, es un modelo generado para la Dirección de Obra a partir del modelo de obra ejecutada que refleja las características específicas de los componentes, equipos y espacios de la obra ejecutada necesarios para el correcto manteni-

miento y conservación del equipamiento, de acuerdo con los criterios fijados por el gestor del activo. Este modelo se utilizará para la puesta en marcha del equipamiento y su explotación y podrán ser gestionados en GIS u otras plataformas de gestión (GMAO).





# 9

## CONTROL DE CALIDAD Y REVISIÓN DE MODELOS

La correcta revisión y auditoría de modelos dentro del flujo de trabajo BIM es una pieza clave y que merece especial mención. Es imprescindible entender que cuando se introducen nuevas formas de trabajo, se tienen que aplicar nuevas formas de revisión y control de calidad específicas.

La estrategia de cumplimiento de la calidad pasa por una serie de controles que aseguren la correcta elaboración del trabajo, agilice el proceso de coordinación y revisión y garantice un mayor nivel de calidad.

La DG deberá incorporar en su plan de aseguramiento de la calidad una metodología de los controles de calidad a realizar sobre los modelos.

Esta serie de controles irían orientados a verificar:

- Requerimientos generales asociados a la estructura de datos de los modelos BIM.
- Requerimientos a la correcta aplicación de los Usos BIM.
- Requerimientos respecto al grado de detalle gráfico de modelos, aplicación de LOD correcto.
- Requerimientos respecto a la estandarización y adecuación de set de propiedades de los elementos.
- Requerimientos de coordinación y vinculación de los modelos BIM con la documentación generada.
- Requerimientos de coordinación entre modelos de distintas disciplinas.

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

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

### 9.1. Estrategia en el control de calidad

El **control de calidad** y la estandarización de este, es uno de los pilares de la metodología BIM a nivel estratégico, de gestión y de producción.

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

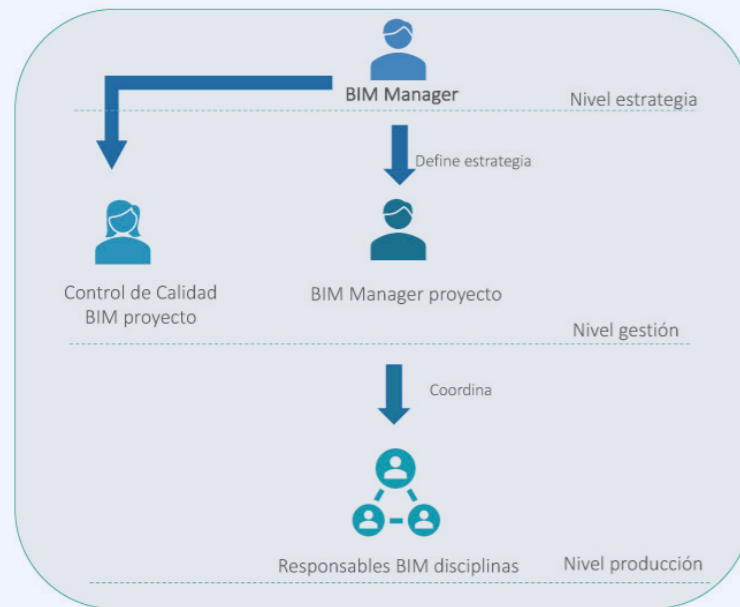


Imagen 28: Control de Calidad a nivel estratégico, de gestión y de producción

En el caso de la DG, los dos primeros niveles serán de su directa competencia. A nivel estratégico para poder marcar las líneas de trabajo al respecto, e implantarlas en la DG, y a nivel de gestión, llevada a cabo por los diferentes directores de contratos y sus equipos de revisión.

El nivel de producción quedará en la competencia de las empresas consultoras y constructoras que desarrollan los contratos, que deberán dar fe de la realización de los trabajos de control de calidad internos sobre sus modelos.



Imagen 29: Etapas de revisión en el Control de Calidad

El sistema de revisión deberá estar jerarquizado en 3 etapas, de lo individual a lo general:

- Individualmente los modelos por el Responsable de los equipos especialistas.
- Conjuntamente los modelos federados por el Responsable BIM.
- Finalmente, por el Responsable BIM y el equipo de control de calidad.

Este sistema de revisión deberá estar doblado de tal forma que exista, tanto en la DG como en la organización del redactor o contratista de los trabajos, y que el contratista lo haga antes de la entrega de modelos a la DG, y posteriormente en la DG deberá aparecer la figura del equipo

de control de calidad y supervisión de modelos que certifique la idoneidad de los modelos de igual forma.

Para ello, en el EIR del pliego se propondrá la estrategia de control por parte de DG, descrito en la propia Guía, así como los requerimientos para completar el control de calidad en el PEB del contrato por parte de las empresas externas, encargadas finalmente de detallar el procedimiento interno de control de calidad del proyecto junto con los Responsables del proyecto de la DG. De la misma manera el pre-BEP de la oferta deberá contener una propuesta de control de calidad del licitador valorable para la adjudicación del contrato.

## 9.2. Control de modelos

### 9.2.1 CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS GENERALES

Se deberá hacer un estudio sobre el cumplimiento de los requerimientos generales del PEB del proyecto y la información que se desprende del análisis exhaustivo de los modelos tridimensionales de información de las distintas especialidades.

Serán requerimientos generales aquellos relativos a:

- Tamaño
- Codificación de archivos
- Ubicación de archivos
- División de modelos
- Tipos de modelos
- Posicionamiento
- Formatos

### 9.2.2 AUDITORÍA DE MODELOS

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

TIPO	DESCRIPCIÓN	PERIODICIDAD
<b>Comprobaciones geométricas de los modelos</b>	Verificar la correcta coordinación y posición de los elementos de los modelos	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Verificar el grado de cumplimiento del nivel de detalle de los elementos requeridos (LOD)	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Verificar que los elementos que están en la lista de elementos modelables se han modelado	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Verificar que los modelos encajan con las nubes de puntos o campañas topográficas realizadas	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Detección de interferencias	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y cuando haya modificaciones de geometría
<b>Comprobaciones de los usos BIM</b>	Trazabilidad de mediciones	En entregas de proyecto
	Seguimiento y medición de certificaciones basada en "ifc" de los modelos	En modelos de seguimiento mensual de obras
	Vinculación del plan de obra a los modelos	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Extracción de planos procedentes de los modelos (o coherencia total entre planos y modelos)	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
<b>Comprobaciones de información de los modelos</b>	Verificación de la codificación de los elementos	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Comprobación de la interoperabilidad del modelo IFC	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Comprobación de la asignación de parámetros con el set de propiedades de DG	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento
	Comprobación de la vinculación entre documentos del Entorno Común de Datos y los elementos de los modelos	En entregas (de proyecto, de inicio de obras y de proyecto de obra ejecutada) y en los modelos de seguimiento

Tabla 30: Campos a revisar y su periodicidad

### 9.2.3 CHECKLIST DE CONTROL DE MODELOS

Una gran ayuda para llevar a cabo cada proceso indicado en el apartado anterior, es la creación y utilización de plantillas de control que permitan una guía de revisión, y un análisis de grado de usabilidad de los modelos frente a los usos del PEB del contrato.

Estas plantillas, los checklist, antes de ser utilizadas deberían ser aprobadas por el Responsable del Contrato.

Una vez utilizadas, y garantizada su utilidad, se debería proceder a su estandarización para su utilización generalizada en otros contratos. De esta forma se procedería a generar una biblioteca de checklist de utilización en la revisión estandarizada de modelos.

# Anexo 1

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

El presente documento es una ayuda para entender la terminología usada en la Guía BIM así como la literatura BIM.

En dicha terminología existe una gran profusión de acrónimos y de expresiones en inglés. Se mantienen los términos en inglés que se usan de forma casi exclusiva en ese idioma y se utiliza tanto la expresión en inglés como en castellano cuando el uso de ambas es común.

**NUM. 2E Index:** Índice objetivo compuesto por tiempo, coste y evaluación sostenible obtenido mediante procesos de simulación de un prototipo virtual que determina su EcoEficiencia.

**3D:** Representación geométrica detallada de cada parte y la totalidad de una Infraestructura, dentro de un medio de información integrada.

**3D Scanning:** Levantamiento o toma de datos de un objeto o lugar realizado con un escáner láser, habitualmente en nube de puntos para generar posteriormente un modelo BIM.

**4D:** Dimensión que implica el uso de los modelos con el fin de permitir todas las actividades y procesos de gestión del tiempo (planificación, estimación y control de tiempos).

**5D:** Dimensión que implica el uso de los modelos con el fin de permitir todas las actividades y procesos de gestión del coste (estimación de costes, determinación del presupuesto, control de costes).

**6D:** Dimensión que implica el uso de los modelos con el fin de realizar análisis energéticos y de sostenibilidad.

**7D:** Dimensión que implica el uso de los modelos con el fin de realizar las actividades y procesos de mantenimiento y operaciones durante todo el ciclo de vida de la infraestructura.

**A AEC (Architecture, Engineering and Construction):** Acrónimo anglosajón para referirse a profesionales y empresas relacionados con la industria de la arquitectura, ingeniería, y construcción.

**AECO (Architecture, Engineering, Construction and Operation):** Extensión del acrónimo anterior que incluye los profesionales y empresas relacionados con las operaciones y mantenimiento de edificios e infraestructuras.

**Agente interesado (también interviniente):** Persona, conjunto de personas o entidades que intervienen o tienen intereses en cualquier parte de un proceso de construcción.

**Agile o ágil, metodología:** Método de gestión de proyectos basado en el desarrollo iterativo e incremental, donde los requisitos y soluciones evolucionan con el tiempo según la necesidad del proyecto. El trabajo es realizado mediante la colaboración de equipos auto-organizados y multidisciplinarios, inmersos en un proceso compartido de toma de decisiones a corto plazo.

**AIA (American Institute of Architects)** Asociación de arquitectos de los Estados Unidos. Entre sus aportaciones a BIM, han desarrollado un protocolo BIM que establece una serie de estándares que forman parte de la documentación de los contratos.

**AIM (AssetInformationModel):** Modelo de información del Activo, según ISO 19650, (documentación, modelo gráfico y datos no gráficos) que apoya en el mantenimiento, la gestión y la operación de un activo a lo largo de su ciclo de vida. Se utiliza como un repositorio para toda la información sobre el activo, como un medio para acceder y enlazar con otros sistemas y como un medio para recibir y centralizar información de todos los intervinientes a lo largo de las etapas del proyecto.

**AIR (Requisitos de Información del Activo)** Según la ISO 19650, los AIR establecen los aspectos de gestión, comerciales y técnicos de la producción de información de los activos. Los aspectos de gestión y comerciales deberían incluir el estándar de información, así como los métodos y procedimientos de producción que implementará el equipo de desarrollo.

Los aspectos técnicos de los AIR especifican la información detallada necesaria para dar respuesta a los OIR relacionados con los activos. Estos requisitos deberían expresarse de tal manera que puedan incorporarse en las contrataciones para dar soporte a la toma de decisiones de la organización sobre la gestión de activos.

**Alcance (scope)** Definición del resultado, producto o servicio objeto del proyecto. En BIM, la definición del alcance nos indicará el grado de desarrollo del modelo.

**As-Built, modelo:** Modelo que recoge todas las modificaciones sufridas por los proyectos en el proceso de construcción, de manera que se pueda obtener un modelo BIM fiel a la realidad construida.

**Aseguramiento de la calidad (QA, qualityassurance):** Conjunto de medidas y actuaciones que se aplican a un proceso para comprobar la fiabilidad y corrección de su resultado.

**Authoring Software:** Aplicaciones informáticas que permiten crear modelos 3D enriquecidos con datos de su conjunto y de sus diferentes partes y que son empleadas para construir el modelo BIM original. Usualmente se conocen como plataformas de modelado.

**B Benchmarking:** Proceso por el cual se obtiene información útil que ayuda a una organización a mejorar sus procesos. Su objetivo es conseguir la máxima eficacia en el ejercicio de aprender de los mejores, ayudando a la organización a moverse desde donde está hacia dónde quiere llegar.

**BCF (BIM CollaborationFormat):** Es un formato de archivo abierto que permite la adición de comentarios, capturas de pantalla y otra información en el archivo IFC de un modelo BIM con el fin de favorecer la comunicación y coordinación de las diferentes partes que intervienen en un proyecto desarrollado bajo metodología BIM.

**BEP (BIM Execution Plan) o BPEP (BIM Project Execution Plan):** Documento que define de forma global los detalles de implementación de la metodología BIM a través de todas las fases de un proyecto, definiendo entre otros aspectos, el alcance de la implementación, los procesos y tareas BIM, intercambios de información, infraestructura necesaria, roles y responsabilidades y usos del modelo.

**BIM (BuildingInformationModeling):** Es una metodología de trabajo para gestionar de forma integral proyectos de construcción durante todo el ciclo de vida del mismo, a partir de modelos virtuales relacionados con bases de datos.

**Big Data:** Concepto que hace referencia al almacenamiento de grandes cantidades de datos y a los procedimientos usados para encontrar patrones repetitivos dentro de esos datos.

**BIM, Big:** Procesos y metodología BIM implementados en grandes compañías.

**BIM, Coordinador:** Perfil que coordina las tareas, obligaciones y responsabilidades que cada parte tiene en el proyecto BIM, además de los plazos de entrega. También hace de nexo entre los jefes de equipo de las distintas disciplinas, coordinando y supervisando los modelos del proyecto.

**BIM, Friendly:** Aquellos procesos o herramientas que sin desarrollarse por completo bajo la metodología BIM sí permiten cierta participación en procesos o interoperabilidad con herramientas BIM.

**BIM, Little:** Procesos y metodología BIM implementados en pequeñas compañías.

**BIM, Lonely:** Utilización de herramientas BIM por los agentes intervinientes en un proyecto sin que exista interoperabilidad e intercambio de información entre los mismos.

**BIM Manager:** Perfil que se encarga de garantizar que la información generada bajo metodología BIM fluya correctamente, que los procesos se lleven a cabo correctamente, y que se cumplan las especificaciones requeridas por el cliente, es el gestor de la creación de la base de datos del proyecto.

**BIM, Modelador:** Perfil cuya función es el modelado de los elementos BIM de manera que representen fielmente el proyecto o edificio, tanto gráfica como constructivamente, de acuerdo a los criterios de diseño y de generación de documentos fijados para el proyecto.

**BIM, Nivel de madurez (BIM MaturityLevel):** Indicador, normalmente una tabla estática o interactiva, que evalúa el nivel de conocimientos y prácticas BIM de una organización o equipo de proyecto.

**BIM, Objetivos:** Objetivos marcados para definir el valor potencial del empleo de BIM para un Proyecto o para los miembros de un equipo de proyecto. Los objetivos BIM ayudan a definir cómo y por qué aplicaremos BIM en un proyecto o lo implementaremos en una organización.

**BIM, Open:** Propuesta global para fomentar la colaboración en el diseño, ejecución y mantenimiento de edificios, basada en estándares y flujos de trabajo abiertos.

**BIM, Perfil o rol:** Papel desempeñado por un individuo dentro de una organización (o una organización dentro de un equipo de proyecto) que implica la generación, modificación o administración de modelos BIM.

**BIM, Requerimientos:** Término genérico que se refiere a todos los requisitos y pre-requisitos que deben cumplir los modelos BIM, según lo exigen los clientes, las autoridades reguladoras o partes similares.

**BIM, Super Objetos:** Objetos BIM paramétricos que pueden ser programados con numerosas variaciones en su interior.

**BIM, Usos:** Método de aplicación del BIM durante el ciclo de vida de un activo para alcanzar uno o más objetivos específicos.

**BREEAM, Certificación:** Método de evaluación y certificación de la sostenibilidad de la edificación que gestiona el BuildingResearchEstablishment (BRE), organización orientada a la investigación en el sector de la edificación en el mundo.

**BSSCH (buildingSMART Spanish Chapter):** Capítulo español de la [buildingSMART](#).

**buildingSMART:** Asociación internacional sin ánimo de lucro que pretende mejorar la eficacia en el sector de la construcción a través del uso de estándares abiertos de interoperabilidad sobre BIM y de modelos de negocio orientados a la colaboración para alcanzar nuevos niveles en reducción de costes y plazos de ejecución.

**C Calidad:** Medida del cumplimiento de los requerimientos exigidos a un producto, conforme a estándares mensurables y verificables.

**Categoría (de objeto):** Clasificación o agrupación de objetos dentro de un modelo BIM en función de su tipología constructiva o finalidad.

**Categoría de anotación o referencia:** Categoría que engloba objetos que no forman parte real del edificio o infraestructura pero que sirven para su definición, por ejemplo cotas, niveles, ejes o áreas.

**Categorías de modelo:** Categoría que engloba objetos reales del modelo del edificio, que forman parte de su geometría, por ejemplo: muros, cubiertas, suelos, puertas o ventanas.

**CDE, Entorno Común de Datos (Common Data Environment):** Repositorio central digital donde es alojada toda la información referente a un proyecto.

**Ciclo de vida:** Concepto que remite a la aparición, desarrollo y finalización de la funcionalidad de un determinado elemento, proyecto, edificio u obra.

**COBie (Construction Operations Building Information Exchange):** Estándar internacional para el intercambio de información sobre datos de la construcción enfocado desde el punto de vista de la metodología BIM. La representación más común es una hoja de cálculo desarrollada progresivamente a lo largo del proceso de construcción. Subconjunto o vista (MVD) del esquema de IFC.

**Construcción 4.0:** Transformación y evolución de la industria de la construcción apoyados en tecnologías emergentes y que a través de las personas modifican los modelos de negocio establecidos, basándose en la interoperabilidad de medios humanos y materiales, la virtualización de los procesos, la descentralización de la toma de decisiones, el intercambio de información en tiempo real y con una orientación de servicio al cliente.

**Control de calidad:** Actividades, herramientas y técnicas utilizadas para verificar si se cumplen los requisitos de calidad de un producto o servicio.

**Clasificación, sistemas de:** Distribución de clases y categorías para la industria de la construcción abarcando elementos, espacios, disciplinas y materiales entre otros (Uniclass, Uniformat, Omniclass, son algunos de los estándares internacionales de clasificación más comunes).

**Clash Detection:** Ver Detección de colisiones.

**D Data Conundrum:** Problemática a la hora de imponer estándares en culturas distintas con circunstancias particulares en cada una de ellas.

**DB (Design-Build):** Modo de gestión de las contrataciones de un proyecto de construcción en el que el cliente establece un contrato único para el diseño y la construcción del proyecto.

**DBB (Design-Bid-Build):** Modo de gestión de las contrataciones de un proyecto de construcción en el que el cliente establece contratos separados para el diseño y la construcción del proyecto.

**Detección de colisiones:** Procedimiento que consiste en localizar las interferencias que se producen entre los objetos de un modelo o al federar los modelos de varias disciplinas en un único modelo.

**Disciplina:** Cada una de las grandes materias en las que se pueden agrupar los objetos que forman parte de un modelo BIM en orden a su función principal. Las disciplinas más generales son: arquitectura, estructura y MEP.

**E EcoEficiencia:** Distribución de bienes con precios competitivos y servicios que satisfagan las necesidades humanas y brinden calidad de vida a la vez que reduzcan progresivamente los impactos medioambientales de bienes y la intensidad de recursos consumidos durante el ciclo de vida completo, llevando todo esto a un nivel al menos en línea con la capacidad de carga de la Tierra.

**EDT (Estructura de Desglose de los Trabajos):** Estructura jerárquica, usualmente en forma de árbol, que desglosa los trabajos a ser ejecutados para cumplir los objetivos de un proyecto y crear los entregables requeridos, destinada a organizar y definir el alcance total del mismo. Dentro de la industria de la construcción especifica las actividades y tareas necesarias para diseñar y / o construir un proyecto y que resulta de esa tarea.

**EIR (Requisitos de Intercambio de Información):** Según la ISO 19650, los EIR describen los aspectos de gestión, comerciales y técnicos de la producción de información del proyecto. Los aspectos de gestión y comerciales deberían incluir el estándar de información y los métodos y procedimientos de producción que implementará el equipo de desarrollo.

Los aspectos técnicos de los EIR deberían especificar la información detallada necesaria para cumplir los PIR. Estos requisitos deberían definirse de tal manera que puedan incorporarse en las contrataciones relacionadas con el proyecto.

**Ejemplar:** Cada uno de los objetos concretos que pueden formar parte de un modelo BIM.

**Entregable:** Cualquier producto, resultado o capacidad únicos y verificables para realizar un servicio que debe crearse para completar un proceso, fase o proyecto.

**Espacio:** Área o volumen abierto o cerrado, delimitado por cualquier elemento.

**Especificación:** Documento que especifique de manera completa, precisa y verificable los requisitos, el diseño, el comportamiento u otras características de un sistema, componente, producto, resultado o servicio y, a menudo, los procedimientos para determinar si se han cumplido estas disposiciones.

**Estado de mediciones:** Conjunto de las mediciones de todas las unidades de obra que integran un Proyecto.

**Estándar:** Documento establecido por consenso y aprobado por un órgano reconocido que prevé, para uso común y repetido, reglas, directrices o características para las actividades o sus resultados, dirigido a lograr el grado óptimo de orden en un contexto dado.

**Extracción:** Obtención de datos de un modelo.

**Extracción de mediciones:** Obtención de las mediciones de un modelo.

**F Familia:** Grupo de objetos pertenecientes a una misma categoría que contiene unas reglas paramétricas de generación para obtener modelos geométricos análogos.

**Federado, modelo:** Modelo BIM que enlaza, no genera, modelos de diferentes disciplinas. El modelo federado no crea una base de datos con los datos de los modelos individuales, a diferencia de un modelo integrado.

**Flujo de Trabajo:** Estudio de los aspectos operacionales de una actividad de trabajo: cómo se estructuran las tareas, cómo se realizan, cuál es su orden correlativo, cómo se sincronizan, cómo fluya la información que soporta las tareas y cómo se le hace seguimiento al cumplimiento de las tareas. Una aplicación de flujos de trabajo automatiza la secuencia de acciones, actividades o tareas utilizadas para la ejecución del proceso, incluyendo el seguimiento del estado de cada una de sus etapas y la aportación de las herramientas necesarias para gestionarlo. Concepto fundamental en la creación de modelos BIM y la interoperabilidad entre las distintas herramientas que trabajan en entornos BIM.

**FM (Facility Management):** Conjunto de servicios y actividades interdisciplinarios que se desarrollan durante la fase de operaciones para gestionar y asegurar el mejor funcionamiento de un inmueble o infraestructura mediante la integración de personas, espacios, procesos, tecnologías e instalaciones propias de los inmuebles, como por ejemplo el mantenimiento o la gestión de espacios.

**G gbXML:** Formato utilizado para facilitar la transferencia de propiedades de un modelo BIM a aplicaciones de cálculos energéticos.

**GIS (Geographical Information System):**

Un sistema de información geográfica (SIG, conocido como GIS por las siglas de su nombre en inglés) es un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes que permiten

la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial.

Es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada.

**GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador):** Sistema informático que gestiona las actividades de mantenimiento de un inmueble o infraestructura.

**GUID (Global Unique Identifier):** Ver Identificador Global Único.

**Green Building Council:** Es una asociación sin ánimo de lucro que reúne a representantes de todos los agentes del sector de la edificación con el fin de impulsar la transformación del sector hacia la sostenibilidad, promoviendo aquellas iniciativas que proporcionen al sector metodologías y herramientas actualizadas y homologables internacionalmente que permitan de forma objetiva la evaluación y certificación de la sostenibilidad de los edificios

**H HVAC (Heating, ventilating and air conditioning):** Por extensión, acrónimo que alude a todo lo referido a las instalaciones de climatización de los edificios.

**I IAI (International Alliance for Interoperability):** Organización predecesora de la [buildingSMART](#).

**IDM (Information Delivery Manual):** Estándar referente a los procesos que especifica cuando se requiere determinado tipo de información durante el ciclo de vida de un inmueble o infraestructura y quién debe entregar dicha información. En desarrollo por la [buildingSMART](#).

**IFC (Industry Foundation Classes):** Formato de fichero estándar elaborado por la [buildingSMART](#) para facilitar el intercambio de información y la interoperabilidad entre aplicaciones informáticas en un flujo de trabajo BIM. Publicado como estándar ISO 16739.

**IFD (Information Framework Dictionary):** Base que permite la comunicación entre bases de datos de construcción y modelos BIM. En desarrollo por la [buildingSMART](#). Renombrado por la [buildingSMART](#) como bSDD en su [buildingSMART Data Dictionary](#). Publicado como estándar ISO 12006-3

**Ingeniería concurrente:** La ingeniería concurrente es un esfuerzo sistemático para un diseño integrado, concurrente del producto y de su correspondiente proceso de fabricación y servicio. Pretende que los encargados del desarrollo desde un principio, tengan en cuenta todos los elementos del ciclo de vida del producto, desde el diseño conceptual hasta su disponibilidad, incluyendo calidad, costo y necesidad de los usuarios.

**Integrado, Modelo:** Modelo BIM que enlaza modelos de diferentes disciplinas generando un modelo federado con una base de datos única con los datos de los modelos individuales.

**Internet de las cosas:** Es un concepto que se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos con internet.

**Interoperabilidad:** Capacidad de diversos sistemas (y organizaciones) para trabajar juntos de un modo fluido sin problemas de pérdida de datos e información. La interoperabilidad puede referirse a sistemas, procesos, formatos de archivos, etc.

**IPD (Integrated Project Delivery):** Es una relación contractual con un enfoque equitativo en la distribución de riesgos y beneficios entre los principales participantes de un proyecto. Se basa en el riesgo y recompensa compartidas, la participación temprana de todos los intervinientes en un proyecto y las comunicaciones abiertas entre los mismos. Implica el uso de tecnología apropiada como puede ser la metodología BIM.

**IWMS (Integrated Workplace Management System):** Sistema de gestión integrada del espacio de trabajo por medio de una plataforma de gestión empresarial que permite planificar, diseñar, gestionar, explotar y eliminar los activos ubicados en los espacios de una organización. Permite optimizar el uso de los recursos del entorno de trabajo incluyendo la gestión del catálogo de activos inmobiliarios, infraestructuras e instalaciones.

**K KPI (Key Performance Indicator):** Indicadores de rendimiento que ayudan a las organizaciones a entender como se está realizando el trabajo en relación con sus metas y objetivos.

**L LastPlanner:** Sistema de control que mejora sustancialmente el cumplimiento de actividades y la correcta utilización de recursos de los proyectos de construcción. Su principio básico se basa en aumentar el cumplimiento de las actividades de construcción mediante la disminución de la incertidumbre asociada a la planificación creando planificaciones intermedias y semanales, enmarcadas dentro de la programación inicial o plan maestro del proyecto, analizando las restricciones que impiden el normal desarrollo de las actividades.

**Lean Construction:** Método de gestión de la construcción, una estrategia de gestión de proyectos y una teoría de la producción centrada en la minimización de los residuos en materiales, tiempo y esfuerzo y maximización de valor con la mejora continua a lo largo de las fases de diseño y construcción de un proyecto.

**LEED (Leadership in Energy & Environmental Design):** Sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el United States Green Building Council, organismo con capítulos en diferentes países.

**LOD (Level of Detail):** Evolución lineal de cantidad y riqueza de información de un proceso constructivo.

**LOD (Level of Development):** Define el nivel de desarrollo o madurez de información que posee un elemento del modelo BIM, y éste es la parte de un componente, sistema constructivo o montaje del edificio. La AIA ha desarrollado una clasificación numeral (LOD 100, 200, 300, 350, 400 y 500)

**LOI (Level of Information):** Según la ISO 19650, es el nivel de información necesaria no modelada que tiene un objeto BIM. El LOI pueden ser tablas, especificaciones e información paramétrica.



**LOMD (Level of Model Definition):** Según la convención británica, baremo del nivel de definición del modelo. LOMD = LOD + LOI.

**M MEP (Mechanical, electrical and plumbing):** Por extensión, acrónimo referido a las instalaciones de los edificios o infraestructuras.

**MET (Model Element Table):** Tabla utilizada para identificar a la parte responsable de generar y administrar los modelos BIM y a qué nivel de desarrollo. La MET normalmente incluye una lista de componentes de modelo en el eje vertical y los hitos del proyecto (o fases del ciclo de vida del proyecto) en el eje horizontal.

**Modelado BIM:** Acción de construir o generar un modelo tridimensional virtual de un edificio o infraestructura, añadiendo al modelo información más allá de la geométrica con el fin de facilitar su uso en las diferentes fases del ciclo de vida del proyecto y el edificio o infraestructura.

**Modelo BIM:** Modelo tridimensional virtual de un edificio o infraestructura, añadiendo al modelo información más allá de la geométrica con el fin de facilitar su uso en las diferentes fases del ciclo de vida del proyecto y el edificio o infraestructura.

**MVD (Model View Definition):** Estándar que especifica la metodología para el intercambio de datos, contenidos en archivos IFC, entre los diferentes programas y agentes durante el ciclo de vida de la construcción. En desarrollo por la [buildingSMART](#).

**N Nativo, Formato:** Formato original de los ficheros de trabajo de una determinada aplicación informática y que no suelen servir de modo directo para intercambiar información con aplicaciones distintas.

**Nivel de desarrollo:** Ver LOD.

**Nube de puntos:** Resultado de una toma de datos de un edificio u objeto por escáner laser, consistente en un conjunto de puntos en el espacio que reflejan su superficie.

**O OIR (Requisitos de Información de la Organización)** Según la ISO19650, los OIR describen la información necesaria para responder a los objetivos estratégicos de alto nivel de la parte contratante. Estos requisitos pueden surgir de una serie de factores, incluyendo:

- operación estratégica empresarial;
- gestión de activos estratégica;
- planificación de cartera;
- obligaciones regulatorias; o
- desarrollo de políticas.

**Operaciones, Fase de:** Es la última fase del ciclo de vida de un edificio o infraestructura e incluye todas las actividades posteriores a la construcción y puesta en marcha del edificio.

**P Paramétrico, Modelo:** Término que se refiere a modelos 3D en los que los objetos / elementos pueden ser manipulados utilizando parámetros explícitos, reglas o restricciones.

**Parámetro:** Variable que permite controlar propiedades o dimensiones de objetos.

**Parámetro de ejemplar:** Variable que actúa sobre un objeto concreto independientemente del resto.

**Parámetro de tipo:** Variable que actúa sobre todos los objetos de un mismo tipo que existen en el modelo.

**PAS 1192 (Publicly Available Specifications):** Especificación publicada por el CIC (Construction Industry Council) cuya función principal es servir como marco de apoyo a los objetivos de BIM en el Reino Unido. Especifica los requisitos para alcanzar los estándares de BIM y establece las bases para la colaboración en proyectos BIM habilitado, incluidas las normas de información disponibles y los procesos de intercambio de datos.

**Passivhaus:** Estándar de construcción de edificios energéticamente eficientes, con un elevado confort interior y económicamente asequibles, promovido por el Passivhaus Institute de Alemania, entidad con proyección internacional de que emite la certificación del mismo nombre.

**PIM (Product Information Management):** Gestión de datos utilizado para centralizar, organizar, clasificar, sincronizar y enriquecer la información relativa a los productos de acuerdo a las reglas de negocio, las estrategias de marketing y ventas. Centraliza la información relativa a productos para alimentar de manera consistente y precisa a los múltiples canales de venta, con la información más actualizada.

**PIM (Modelo de información del proyecto):** Según la ISO19650, Modelo de información del proyecto, que da soporte al desarrollo del proyecto y contribuye al AIM para facilitar las actividades de gestión de activos. El PIM también debería almacenarse con fines de archivo a largo plazo y auditoría.

**(PIR) Requisitos de Información del Proyecto:** Según la ISO19650, los PIR describen la información necesaria para lograr, o para informar, los objetivos estratégicos de la parte contratante, en relación con un proyecto en particular. Los PIR se identifican tanto en el proceso de gestión del proyecto como en el proceso de gestión de activos.

**Plan de implantación BIM:** Plan estratégico para la implantación de BIM en una empresa u organización.

**Planificación de la Construcción:** Actividades y documentación que planifica en el tiempo la ejecución de las distintas partes de la obra. En un modelo BIM es posible asignar un parámetro a cada elemento u objeto del mismo, de forma que es posible simular el estado de la obra en un momento dado si se ha seguido lo planificado.

**PMI (Project Management Institute):** Organización mundial cuyo objetivo principal es establecer los estándares del Project Management, mediante la organización de programas educativos, y administrar de forma global el proceso de certificación de los profesionales.

**Procedimiento:** Conjunto documentado de tareas que se desarrollan en un determinado orden y de una determinada forma, susceptible de ser repetido múltiples veces para obtener resultados similares.

**Project Management:** Aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para realizar las actividades necesarias para cumplir con los requisitos de un proyecto.

**Proyecto:** Esfuerzo temporal planificado que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. En el caso de la industria de la construcción el resultado será un edificio, una obra de infraestructura, etc.

**Q QA (Quality Assurance):** Ver Aseguramiento de la calidad.

**QC (Quality Control):** Ver Control de Calidad.

**QTO (Quantity Take-Off):** Ver Extracción de Mediciones.

**Quantities, Bill of:** Ver Estado de Mediciones

**R Realidad Aumentada:** Visión de un entorno físico del mundo real, a través de un dispositivo tecnológico por el cual los elementos físicos tangibles se combinan con elementos virtuales, logrando de esta manera crear una realidad mixta en tiempo real.

**Restricción:** En un modelo BIM, limitación y bloqueo sobre un objeto, habitualmente sobre sus dimensiones o su posición relativa respecto a otro objeto.

**Retorno de la inversión:** Razón financiera que compara el beneficio o la utilidad obtenida en relación a la inversión realizada. En relación a BIM se utiliza para analizar los beneficios financieros de la implantación de la metodología BIM en una organización.

**Retrabajo:** Esfuerzo adicional necesario para la corrección de una inconformidad en algún producto.

**RFI (Request for Information):** Proceso por el cual un participante en el proyecto (por ejemplo, un contratista) envía una comunicación a otro participante para confirmar la interpretación de lo documentado o para aclarar lo especificado en un modelo.

**ROI (Return on Investment):** Ver Retorno de la inversión.

**S SaaS (Software as a Service):** Modelo de licencias y entrega de software en el que una herramienta de software no está instalada en la computadora de cada usuario, sino que se hospeda centralmente (en la nube) y se proporciona a los usuarios por suscripción.

**Scope:** Ver Alcance.

**Scrum:** Marco de referencia que define un conjunto de prácticas y roles, y que puede tomarse como punto de partida para definir el proceso de desarrollo que se ejecutará durante un proyecto. Se caracteriza por adoptar una estrategia de desarrollo incremental, en lugar de la planificación y ejecución completa del producto, basar la calidad del resultado en el conocimiento de las personas en equipos auto organizados y en el solapamiento de las diferentes fases del desarrollo, en lugar de realizar una tras otra en un ciclo secuencial o en cascada.

**SIG (Sistema de Información Geográfica):** Sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada.

**Simulación:** Proceso de diseñar un modelo virtual de un objeto o sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender y predecir el comportamiento del sistema u objeto, o evaluar nuevas estrategias -dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos - para el funcionamiento del mismo.

**Smart City:** Visión/solución tecnológica dentro de un entorno urbano para conectar múltiples sistemas de información y comunicación para administrar los activos construidos de una ciudad. Una visión/solución Smart City depende de la recopilación de datos a través de sensores y sistemas de monitoreo, y tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los residentes mediante la integración de diversos tipos de servicios y activos.

**Social BIM:** Término utilizado para describir las prácticas de una organización, equipo de proyecto o todo el mercado, donde se generan modelos multidisciplinares BIM o los modelos BIM se intercambian de forma colaborativa entre los participantes del proyecto.

**Stakeholder:** Ver Agente interesado.

**T Take-Off:** Ver Extracción

**Taxonomía:** Clasificación multinivel (jerarquía, árbol, etc.) introducida para organizar y nombrar conceptos de acuerdo a una estructura clara, por ejemplo los objetos de un modelo BIM.

**TIC:** Tecnologías de información y comunicación.

**Tipo de objeto:** Subconjunto de objetos de un modelo BIM pertenecientes a una misma familia y que comparten parámetros.

**U uBIM:** Iniciativa promovida por la [buildingSMART](#) en España para elaborar unas guías para facilitar la implantación y uso del BIM en España.

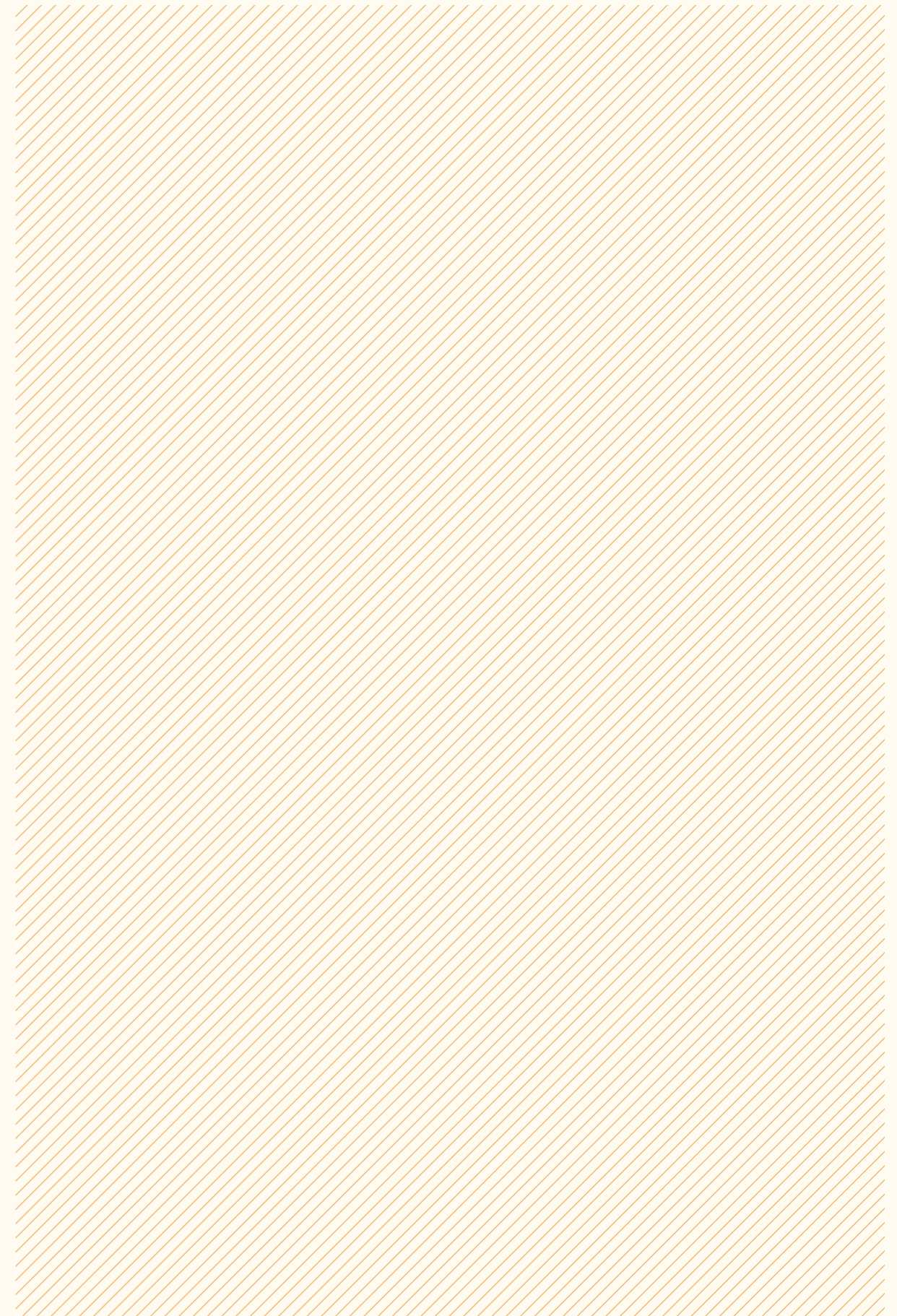
**V Valuestreammapping:** Herramienta visual que permite identificar todas las actividades en la planificación y la fabricación de un producto, con el fin de encontrar oportunidades de mejora que tengan un impacto sobre toda la cadena y no en procesos aislados.

**VBE (Virtual BuildingEnvironment):** Aplicación a un entorno construido y natural, de formas integradas de representación del mundo físico en un formato digital con el objetivo de desarrollar un mundo virtual que refleje suficientemente el mundo real formando la base de las Smartcities, facilitar el diseño eficiente de las infraestructuras y el mantenimiento programado, y crear una nueva base para el crecimiento económico y el bienestar social a través del análisis basado en la evidencia. Los modelos BIM de los edificios e infraestructuras serían parte de este entorno virtual o se irían incorporando al mismo.

**VDC (Virtual Design and Construction):** Gestión de modelos integrados multidisciplinares de ejecución de proyectos de construcción, incluyendo el modelo BIM del activo, los procesos de trabajo y la organización del equipo de diseño, construcción y operaciones, con el fin de alcanzar los objetivos del proyecto.

**VDC (Virtual Design and Construction):** Gestión de modelos integrados multidisciplinares de ejecución de proyectos de construcción, incluyendo el modelo BIM del activo, los procesos de trabajo y la organización del equipo de diseño, construcción y operaciones, con el fin de alcanzar los objetivos del proyecto.

**W WBS (Works Breakdown Structure):** Ver EDT.



# Anexo 2

# ELEMENTOS MODELABLES

CODIGO DISCIPLINA	DISCIPLINA	SUBDISCIPLINA	ELEMENTO
CYT	TERRENO EXISTENTE		
CYT			Mapas existentes
CYT			Subsuelo existente
CYT			Terreno natural
ANT	SERVICIOS EXISTENTES		
ANT			Infraestructuras existentes
ANT			Servicios existentes
MVT	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
MVT		Trabajos Iniciales	
MVT			Despeje y desbroce
MVT			Retirada de tierra vegetal
MVT		Excavaciones	
MVT			Desmonte
MVT			Excavación
MVT			Zona de préstamo / cantera
MVT		Rellenos	
MVT			Geotextil
MVT			Relleno
MVT			Terraplén
MVT		Tratamientos del terreno	
MVT			Anclaje
MVT			Columna de grava
MVT			Jet-grouting
MVT			Micropilote
MVT			Estabilizaciones de suelos

PYT	FIRMES Y PAVIMENTOS		
PYT		Firmes**	
PYT			Arcén
PYT			Base
PYT			Berma
PYT			Capa de base
PYT			Capa de rodadura
PYT			Capa intermedia
PYT			Explanada
PYT			Geotextil
PYT			Junta de dilatación
PYT			Mediana
PYT			Riego
PYT			Subbase
PYT		Pavimentos	
PYT			Acera
PYT			Baldosa
PYT			Bordillo
PYT			Losa
SBD	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS		
SBD		Señalización Vertical	
SBD			Banderola*
SBD			Cartel/Flecha*
SBD			Cimentación señal
SBD			Panel
SBD			Panel de señalización variable*
SBD			Pórtico*

SBD			Semáforo*
SBD			Señal*
SBD			Soporte
SBD		Señalización Horizontal	
SBD			Cebreado
SBD			Flecha
SBD			Inscripción
SBD			Marca longitudinal*
SBD			Marca transversal*
SBD			Otras marcas viales
SBD		Balizamiento	
SBD			Baliza
SBD			Baliza luminosa*
SBD			Barrera
SBD			Captafaro
SBD			Hito de arista
SBD			Hito de vértice*
SBD			Hito kilométrico
SBD			Hito miriamétrico
SBD			Jalón de nieve
SBD			Manga de viento
SBD			Panel direccional*
SBD			Poste
SBD		Defensas	
SBD			Amortiguador de impacto*
SBD			Barrera de hormigón*

SBD			Barrera metálica*
SBD			Barrera de seguridad
SBD			Bionda
SBD			Lecho de frenado*
SBD			Paso de mediana*
SBD			Pretil*
SBD			Sistema protección motociclistas*
DRE	<b>DRENAJE</b>		
DRE		Drenaje Longitudinal	
DRE			Acequia
DRE			Arenero
DRE			Bajante*
DRE			Canaleta
DRE			Canalización
DRE			Caz*
DRE			Colector longitudinal*
DRE			Cuenca de captación
DRE			Cuneta revestida*
DRE			Cuneta sin revestir*
DRE			Encauzamiento
DRE			Geotextil
DRE			Manto drenante
DRE			Material filtrante
DRE			Rigola
DRE			Tubo
DRE			Tubo dren

DRE			Zanja drenante
DRE			Arqueta*
DRE		Drenaje Transversal	
DRE			Colector transversal
DRE			Embocadura obra drenaje transversal
DRE			Hormigón de limpieza
DRE			Marco
DRE			Obra de drenaje transversal
DRE			Rejilla
DRE			Badenes
DRE			Arqueta*
DRE			Geotextil
DRE			Material filtrante
DRE			Tubo dren
DRE		Drenaje Puntual	
DRE			Alcantarilla
DRE			Arqueta
DRE			Arqueta sumidero
DRE			Balsa de retención
DRE			Bomba
DRE			Conexión de desagüe
DRE			Drenaje subterráneo*
DRE			Imbornal
DRE			Pozo
DRE			Reja
DRE			Sumidero/imbornal*

EST	ESTRUCTURAS		
EST		Obras de Fábrica	
EST			Cajón
EST			Encofrado alzado curvo
EST			Encofrado alzado recto
EST			Pasarela
EST			Paso de fauna*
EST			Paso inferior
EST			Paso superior
EST			Pérgola
EST		Muros	
EST			Muro/Defensa de escollera*
EST			Muro/Defensa de gaviones*
EST			Muro de fábrica*
EST			Muro de hormigón in situ*
EST			Muro prefabricado con elementos de hormigón*
EST			Muro vegetado*
EST		Puentes y Viaductos**	
EST			Aparato de apoyo*
EST			Barandilla*
EST			Dintel
EST			Encofrado estribo
EST			Encofrado pilas
EST			Encofrado tablero
EST			Estribo
EST			Fuste

EST			Impermeabilización
EST			Imposta
EST			Junta de dilatación*
EST			Losa de tablero
EST			Losa de transición
EST			Pila
EST			Prelosa
EST			Tablero
EST			Tímpano de unión
EST			Viga
EST			Tesado
EST		Cimentaciones	
EST			Anclaje
EST			Encofrado cimentación
EST			Encepado
EST			Hormigón ciclópeo
EST			Hormigón de limpieza
EST			Losa de cimentación
EST			Micropilote
EST			Mortero de nivelación
EST			Pantalla
EST			Pates
EST			Pilote
EST			Descabezado de Pilote/Micropilote
EST			Pozo de cimentación
EST			Zapata

EST			Viga de atado
EST		Sostenimientos	
EST			Anclaje
EST			Encachado
EST			Escollera
EST			Gaviones
EST			Hormigón proyectado
EST			Mallas y redes de cables*
EST			Pantalla dinámica*
EST			Pantalla estática*
EST			Revestimiento de talud*
EST			Tablestaca
EST			Tierra armada
EST		Túneles	
EST			Avance
EST			Bóveda
EST			Bulón
EST			Cercha
EST			Chapa nervada o troquelada
EST			Contrabóveda
EST			Destroza
EST			Dovela
EST			Emboquille
EST			Galería de conexión
EST			Galería de emergencia
EST			Geotextil

EST			Hastial
EST			Hormigón proyectado
EST			Impermeabilización
EST			Inyecciones
EST			Jet-grouting
EST			Losa
EST			Mallazo
EST			Micropilote
EST			Nicho
EST			Pasamanos
EST			Revestimiento
EST			Sostenimiento
EST			Zapata y muro de arranque
OBC		<b>EQUIPAMIENTO U OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>	
OBC		Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión	
OBC			Acometida
OBC			Alumbrado general
OBC			Alumbrado de emergencia
OBC			Armario
OBC			Arqueta
OBC			Báculo*
OBC			Cable
OBC			Canalización
OBC			Conector
OBC			Cuadro de mando y control*
OBC			Línea o instalación eléctrica



OBC			Luminaria*
OBC			Panel solar*
OBC			Poste
OBC			Tapa
OBC			Torre
OBC			Transformador*
OBC			Tubo
OBC			Zanja
OBC		Instalaciones de Comunicaciones	
OBC			Acometida
OBC			Altavoz
OBC			Armario
OBC			Arqueta*
OBC			Bandeja
OBC			Bastidor
OBC			Cable
OBC			Cable fibra óptica*
OBC			Cámara de video*
OBC			Canalización*
OBC			CCTV
OBC			Conector
OBC			Cuadro de mando y control
OBC			Poste SOS
OBC			Rack
OBC			Switch
OBC			Tapa

OBC			Teléfono
OBC			Tubo
OBC			Zanja
OBC		Instalaciones de Seguridad Civil	
OBC			Acometida
OBC			Armario
OBC			Arqueta*
OBC			BIE
OBC			Bomba
OBC			Canalización*
OBC			Circuito de agua a presión
OBC			Codo
OBC			Cuadro de mando y control
OBC			Depósito
OBC			Detector
OBC			Difusor
OBC			Extintor
OBC			Fibroláser
OBC			Grupo de presión
OBC			Grupo Electrónico
OBC			Instrumento de medida y control de flujo
OBC			Llave de corte
OBC			Regulador
OBC			Rociador
OBC			Salida de emergencia
OBC			Sensor

OBC			Señalética de emergencia
OBC			Sirena
OBC			Tubería
OBC			Tubo
OBC			Válvula
OBC		Soluciones al Tráfico	
OBC			Desvíos provisionales
OBC		Ventilación túnel	
OBC			Armario
OBC			Codo
OBC			Compuerta
OBC			Conducto
OBC			Cuadro de mando y control
OBC			Detector
OBC			Instrumento de medida y control de flujo
OBC			Inversor
OBC			Motor
OBC			Rejilla
OBC			Silenciador
OBC			Tubería
OBC			Válvula
OBC			Ventilador
OBC		Otros	
OBC			Acceso*
OBC			Control automático de gálibo*
OBC			Edificio Centro de conservación

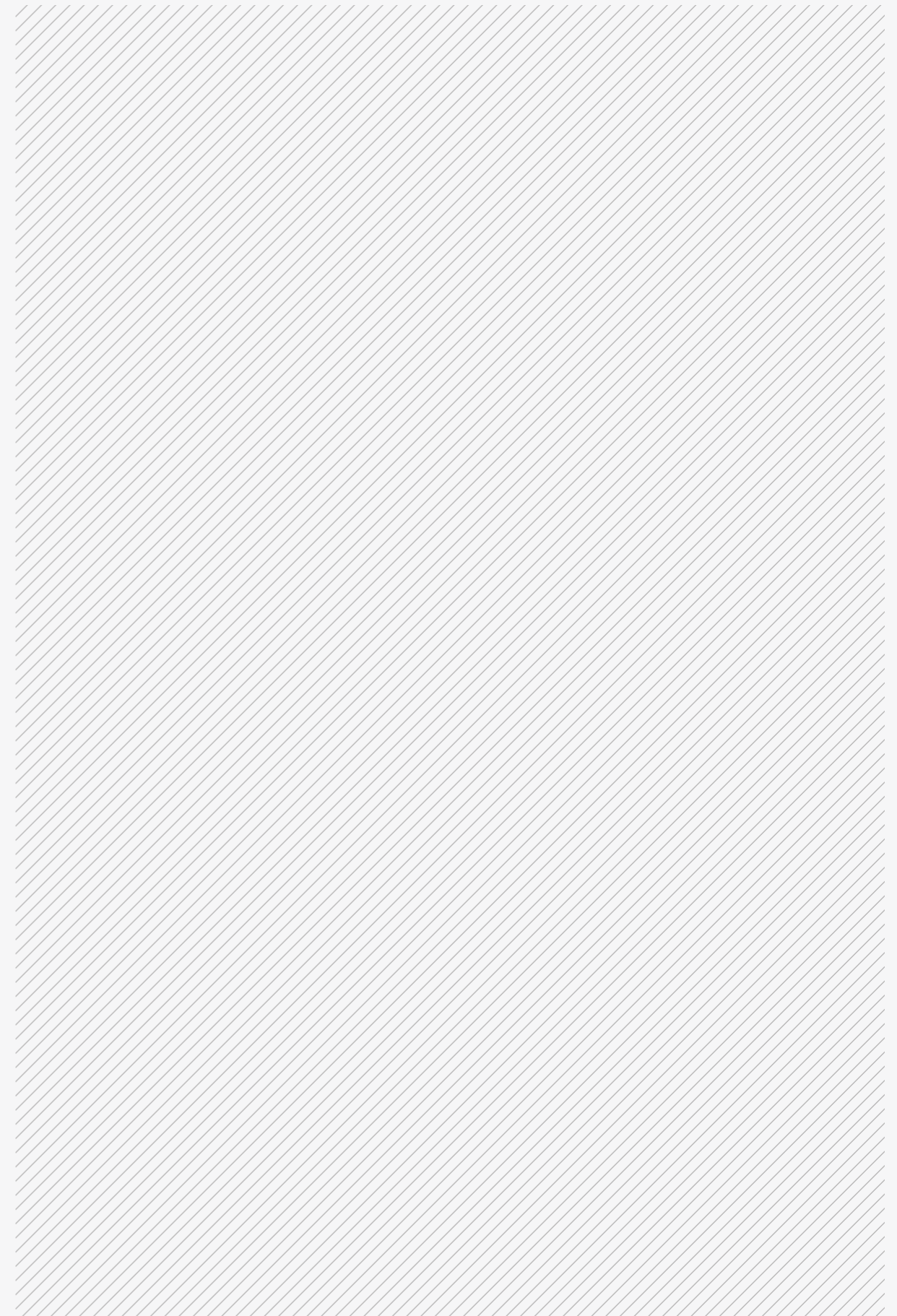
OBC			Edificio Centro de control de túnel
OBC			Espira
OBC			Estación de aforo y ETD*
OBC			Estación meteorológica*
OBC			Pantalla acústica
OBC			Prisma
OBC			Señal luminosa*
OBC			Sensor de calzada*
OBC			Sistema de alarma*
OBC			Sistema de detección*
OBC			Subestación
OBC		Cerramiento	
OBC			Cerramiento
OBC			Valla de cerramiento*
REP		REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	
REP			Armario
REP			Arqueta*
REP			Banda de señalización
REP			Cable
REP			Canalización*
REP			Codo
REP			Colector
REP			Poste
REP			Pozo
REP			Tapa
REP			Torre

REP			Tubo
REP			Válvula
REP			Zanja

\* Elementos que deberán ser modelados y llevar el Set de Propiedades de Conservación y Mantenimiento siempre y cuando el alcance del proceso de modelado contemple el Uso BIM 10 de la DG “Explotación de la infraestructura”.

\*\* Aplicable a la subdisciplina Firmes y subdisciplina Puentes y Viaductos.

Cuando el alcance del proceso de modelado contemple el Uso BIM 10 de la DG “Explotación de la infraestructura” se deberá incluir, en el elemento principal de la subdisciplina firmes y/o puentes y pontones el Set de Propiedades de Conservación y Mantenimiento. En el BEP de contrato se especificará en qué elemento se aplicará el Set de Propiedades de CYE.



# Anexo 3

## PLANTILLA PARA LA ELABORACIÓN DE UN BÉP

### ÍNDICE

<b>0. INTRODUCCIÓN</b>	<b>136</b>	<b>5. COLABORACIÓN</b>	<b>142</b>
<b>1. EL PLAN DE EJECUCIÓN BIM</b>	<b>136</b>	5.1. NOMENCLATURA DE ARCHIVOS	142
1.1. OBJETIVO	136	5.1.1. Nomenclatura de modelos BIM	142
1.2. ALCANCE	136	5.1.2. Resto de documentos	142
1.3. DEFINICIONES	136	<b>5.2. CDE: ENTORNO COMÚN DE DATOS</b>	<b>142</b>
1.4. DATOS DEL PROYECTO	136	5.2.1. Estrategia de colaboración	142
1.5. AGENTES QUE INTERVIENEN EN EL CONTRATO	137	5.2.2. Estrategia de reportes	142
1.6. HITOS DEL CONTRATO	137	<b>6. ENTREGABLES</b>	<b>143</b>
1.7. CALENDARIO DE REUNIONES	138	6.1. LISTADO DE ENTREGABLES	143
1.8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	138	<b>7. RECURSOS</b>	<b>144</b>
1.9. HISTÓRICO DE REVISIONES	138	7.1. RECURSOS HUMANOS	144
<b>2. OBJETIVOS BIM</b>	<b>139</b>	7.1.1. Equipo	144
2.1. OBJETIVOS BIM DEL CLIENTE	139	7.1.2. Roles y responsabilidades	144
2.2. REQUERIMIENTOS BIM DEL CLIENTE	139	7.1.3. Organigrama del equipo de trabajo	144
<b>3. USOS DEL MODELO</b>	<b>139</b>	7.2. RECURSOS MATERIALES	145
3.1. USOS PREVISTOS	139	7.2.1. Software	145
3.2. ESTRATEGIA DE RESPUESTA PARA CADA USO BIM	140	7.2.2. Mapa de software	145
3.3. USOS EXCLUÍDOS	140	<b>8. CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>146</b>
<b>4. ORGANIZACIÓN DEL MODELO</b>	<b>141</b>	8.1. REVISIÓN DE MODELOS	146
4.1. ORIGEN DE COORDENADAS	141	8.2. MATRIZ DE INTERFERENCIAS	147
4.2. ESTRUCTURA DE MODELOS	141	<b>9. PROCESOS BIM</b>	<b>148</b>
4.3. ELEMENTOS MODELABLES Y NO MODELABLES	141	9.1. PROCESOS DE COMUNICACIÓN CON LA DG	148
4.4. NIVELES DE INFORMACIÓN	141	9.2. PROCESO DE GENERACIÓN DE MODELOS BIM Y DERIVADOS	148
4.4.1. Nivel de desarrollo geométrico	141	9.3. PROCESO DE COORDINACIÓN DE MODELOS BIM	148
4.4.2. Nivel de información no gráfica.	142	9.4. OTROS PROCESOS SEGÚN LOS USOS BIM ESPECIFICADOS	148
4.4.3. Sistema de clasificación	142	9.5. PROCESO DE ENTREGA A LA DG	148
		<b>10. ANEJOS</b>	<b>149</b>

## 0. Introducción

En el presente anexo se marcan las pautas a seguir para la generación de un plan de ejecución BIM (BEP). Dichas pautas y reglas están basadas en la “Guía para la elaboración del Plan de Ejecución BIM” de esBIM.

Un plan de Ejecución BIM (BEP) debería seguir un guión similar al contenido del presente documento con las variaciones oportunas en variaciones oportunas del mismo según la fase del ciclo de vida del activo que se esté licitando.

Debe tenerse en cuenta que se ha creado una única plantilla para el BEP, pero que ésta será empleada por distintos tipos de entidades:

- Consultor para redacción de proyecto
- Contratista para ejecución de obra
- Consultor para asistencia técnica a la dirección, control y vigilancia de obra
- Contratista para la conservación y explotación de una carretera

Es por ello que el BEP del redactor de proyecto o del contratista deberá ir orientado a explicar “cómo se van a hacer las cosas”, y el de la asistencia técnica a la dirección, control y vigilancia de obra, a explicar “cómo se va a supervisar”.

El presente capítulo ‘0. Introducción’ deberá ser eliminado del BEP, ya que solamente se ha creado a modo informativo.

## 1. El plan de ejecución BIM

### 1.1 OBJETIVO

Se indicarán el objetivo y los motivos de la redacción del presente Plan de ejecución BIM.

### 1.2 ALCANCE

Se indicará el alcance del Plan en el contexto del Ciclo de vida del activo en el que se enmarque la redacción del BEP.

### 1.3 DEFINICIONES

Se incluirán las definiciones más relevantes (tanto relacionadas con la metodología BIM como otras) necesarias para la correcta comprensión del documento.

### 1.4 DATOS DEL PROYECTO

Se describirán claramente los datos principales del proyecto así como cualquier otro aspecto que se considere relevante para su inclusión en los modelos BIM o entregables derivados de éstos. La información mínima contendrá:

DATO	DESCRIPCIÓN
Cliente	DG de la Junta de Extremadura
Nombre del proyecto	“Proyecto Piloto del Plan de Implementación BIM de la DG”
Código de proyecto asignado	20_SER0719012
Ubicación	Alcántara
Tipo de contrato	Servicio
Fecha de comienzo	01-01-2020
Fecha final	01-10-2020
Otros Proyecto relevantes s/	

Tabla 1: Datos identificación de proyecto

## 1.5 AGENTES QUE INTERVIENEN EN EL CONTRATO

Se presentará una tabla que recoja la totalidad de las organizaciones que intervienen en el contrato, junto con la persona de contacto que las representa.

La tabla estará compuesta por la DG con su representante (director del contrato), y dependiendo del tipo de contrato: ingeniería, constructora, subcontratista, supervisor, asesor, especialista... todos ellos junto con el contacto, que debe ser el Responsable del Contrato de cada organización.

En el caso de que en el momento de generar el BEP no estén claros todos los miembros del equipo que deben aparecer en el organigrama, se dejará en genérico y se actualizará el organigrama en el momento del nombramiento de personal.

## 1.6 HITOS DEL CONTRATO

Se detallarán los principales hitos del contrato, recogiendo los mismos en una tabla similar a la que se presenta:

FASE	FECHA INICIO	FECHA FIN	AGENTES INVOLUCRADOS
PROYECTO BASICO	01-01-19	01-06-19	"INPROESA"
PROYECTO CONSTRUCTIVO	01-01-20	01-10-20	"UTE INPROESA-INGREEN"

Tabla 2: Principales hitos de contrato

## 1.7 CALENDARIO DE REUNIONES

Se indicará la periodicidad mínima de reuniones técnicas BIM que se esperan celebrar a lo largo del contrato.

TIPO DE REUNIÓN	ETAPA	FRECUENCIA	PARTICIPANTES	LOCALIZACIÓN
BIM	TODAS	SEMANAL	RESPONSABLES BIM	TEAMS

Tabla 3: Organización de Reuniones

## 1.8 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Se indicarán los documentos y Guías de referencia utilizadas para la elaboración del Plan de Ejecución BIM.

## 1.9 HISTÓRICO DE REVISIONES

Se indicarán las versiones del documento compartidas y los motivos de cambios relativos a la versión anterior. Se especificará el proceso de aprobación de cambios y su incorporación a la última versión publicada del Plan de Ejecución BIM.

VERSIÓN	FECHA	RESPONSABLE	MOTIVO DE LA MODIFICACIÓN
1.0	01-09-19	"DG"	Publicación Primera versión
2.0	01-12-19	"DG"	Modificación de alcance modelos BIM

Tabla 4: Histórico de revisiones BEP

## 2. Objetivos BIM

### 2.1 OBJETIVOS BIM DEL CLIENTE

Se incluirán los objetivos BIM establecidos por la DG para la fase de ciclo de vida a la que hace referencia el BEP (proyecto/obra/explotación). Este apartado se detalla en el capítulo 4.- **Objetivos** de la presente Guía.

Se recogerán los objetivos del cliente relacionados con los Usos BIM que les correspondan.

OBJETIVO	USO BIM ASOCIADO	PRIORIDAD
FACILITAR LA COLABORACIÓN	INFORMACION CENTRALIZADA	ALTA
MEJORAR LA COHERENCIA ENTRE ESPECIALIDADES	COORDINACION 3D	ALTA

Tabla 5: Objetivos BIM de contrato

### 2.2 REQUERIMIENTOS BIM DEL CLIENTE

Se incluirá una listado con los requerimientos BIM del cliente recogidos en el EIR de la licitación.

## 3. Usos del modelo

### 3.1 USOS PREVISTOS

En función de los objetivos BIM a cumplir se deben elegir los Usos BIM a utilizar para llevarlos a cabo. Se deberá incluir una tabla que relacione los usos, sus descripciones específicas, los objetivos que cumplen y su importancia y las fases en las que serán aplicados. Si el contrato cubre varias fases del ciclo de vida del activo, deberá reflejarse en la tabla o matriz presentada.

Este apartado se detalla en el apartado 4.5.- **Usos BIM** de la presente Guía.

Se muestra una propuesta de presentación. Es responsabilidad del equipo de gestión BIM adaptar esta plantilla.

Nº	Nombre uso	Objetivo Esperado	Proyecto Básico		Proyecto Constructivo	
			¿Aplica?	Importancia	¿Aplica?	Importancia
#1	Información centralizada		Si	Alta	Si	Alta
#2	Coordinación 3d		Si	Si	Si	Alta

Tabla 6: Usos BIM propuestos

### 3.2 ESTRATEGIA DE RESPUESTA PARA CADA USO BIM

Se describirán los procesos necesarios para acometer el desarrollo de cada uso BIM propuesto. Se realizarán diagramas de flujo que expliquen:

- Procesos de generación de modelos BIM y derivados.
- Procesos de verificación y coordinación de modelos BIM.
- Procesos de gestión de cambios en el modelo BIM.
- Procesos de intercambio de información.
- Procesos de entrega a cliente.
- Otros que se consideren relevantes según el contrato.

Se presentará una tabla que recoja las responsabilidades requeridas para cada agente interviniendo en el contrato.

NÚMERO	USO BIM	RESPONSABLE	EMPRESA
#1	INFORMACIÓN CENTRALIZADA	DG	DG
		Contratista	Inproesa
#2	COORDINACIÓN 3D	Contratista	Inproesa

Tabla 7: Organización en función de Usos BIM

### 3.3 USOS EXCLUÍDOS

Se especificarán los Usos BIM excluidos así como cualquier aspecto relevante que quede fuera del alcance del contrato.

## 4. Organización del modelo

### 4.1 ORIGEN DE COORDENADAS

Se publica el sistema de coordenadas, tanto globales como locales del proyecto. Para el sistema de referencia global se define el elipsoide de referencia y el tipo de proyección. Por ejemplo, [ETRS89], [UTM29] o [UTM30] como norma general para España y en particular para Extremadura. El sistema de referencia local se define en las coordenadas globales, un punto de referencia o replanteo dentro del proyecto que facilite tanto la coordinación de modelos como su uso en obra.

### 4.2 ESTRUCTURA DE MODELOS

Se indicarán los modelos que se realizarán, según lo indicado en el capítulo 6.1- **Estructura de Modelos BIM** de la presente Guía.

El objetivo fundamental será una estructuración tal que facilite el intercambio de información entre los agentes implicados.

Se describirán las configuraciones previstas de los archivos de modelos de: parámetros, importaciones y exportaciones a otros formatos como IFC, CAD, etc.

Se definirán los niveles y ejes de referencia, plantillas, tamaño máximo de modelos etc.

### 4.3 ELEMENTOS MODELABLES Y NO MODELABLES

Se definirán los elementos modelables y no modelables de acuerdo a lo indicado en el “Anexo 2. Elementos Modelables” de la presente Guía.

Siguiendo lo indicado en el punto “4.4.3.- Sistema de clasificación”, esta tabla se completará con la codificación del sistema de clasificación.

### 4.4 NIVELES DE INFORMACIÓN

#### 4.4.1. NIVEL DE DESARROLLO GEOMÉTRICO

Queda definido a través del LOD. Se adjuntará un tabla con el LOD de cada disciplina y subdisciplina, haciendo referencia a la fase del ciclo del vida del activo de contrato. Los LOD se definirán según lo solicitado en el EIR del contrato.

Elementos según Disciplina	· PROYECTO BÁSICO ·			· PROYECTO CONSTRUCTIVO ·		
	Equipo de Trabajo	Nivel de información		Equipo de Trabajo	Nivel de información	
		Geométrico			Geométrico	
Firmes y Pavimentos	Inproesa	200		Inproesa Ingreen	300	

Tabla 8: Desarrollo de modelo

#### 4.4.2. NIVEL DE INFORMACIÓN NO GRÁFICA.

Queda definido a través del LOI. El nivel de información asociada a cada elemento dependerá del LOD adoptados y del set de propiedades que sea necesario rellenar. Los LOI se definirán según lo solicitado en el EIR del contrato.

#### 4.4.3. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN

Se incluirá una tabla con los elementos modelables y su codificación según el sistema de clasificación de elementos indicado en el apartado “6.5- Clasificación de elementos” de la presente Guía.

## 5. Colaboración

### 5.1 NOMENCLATURA DE ARCHIVOS

#### 5.1.1. NOMENCLATURA DE MODELOS BIM

La codificación de modelos a utilizar dentro del CDE seguirá los estándares definidos en el apartado 7.2.1.A - **Codificación de archivos** de la presente Guía.

#### 5.1.2. RESTO DE DOCUMENTOS

La codificación de archivos a utilizar dentro del CDE seguirá los estándares definidos en el apartado 7.2.1.A.- **Codificación de archivos** de la presente Guía.

### 5.2 CDE: ENTORNO COMÚN DE DATOS

Este apartado se detalla en el capítulo 7.- **Entorno de Colaboración** de la presente Guía.

#### 5.2.1. ESTRATEGIA DE COLABORACIÓN

Se adaptará el flujo de trabajo establecido en la Guía a los requerimientos del contrato.

Se describirá la estrategia de colaboración entre agentes en las siguientes líneas:

- Trabajo colaborativo entre agentes que desarrollan un mismo entregable.
- Intercambio de información entre agentes.
- Incorporación de cambios al modelo según órdenes de cambio aprobadas.
- Entrega a cliente de modelos BIM y derivados de modelos BIM.

#### 5.2.2. ESTRATEGIA DE REPORTES

Se realizará un seguimiento de los informes generados durante el contrato. Se indicarán siguiendo un registro similar a la siguiente tabla:

Tipo de informe	Objetivo	Canal	Idioma	Frecuencia	Responsable del informe	Receptor del informe
Seguimiento de los trabajos		Email	castellano	mensual	BIM Manager	Director del Proyecto
Verificación de Entregables	Documentar los resultados de la verificación de entregables BIM	Entorno Común de Datos	castellano	quincenal	Equipo de Verificación	BIM Manager
Otros				Bajo demanda		

Tabla 9: Registro de informes

## 6. Entregables

En este apartado se deben detallar los entregables del proyecto en cada fase (ya sea por abarcar distintas fases del ciclo de vida, ya sea por la existencia de entregas parciales y finales en una misma fase), tanto los tradicionales como los que provengan del modelado BIM.

Este apartado se detalla en el capítulo 8.2.- **Entregables** de la presente Guía.

### 6.1 LISTADO DE ENTREGABLES

Nombre entregable	Código entregable	Fecha de entrega	Responsable de la entrega	Formato de la entrega	Método de entrega
Plan de Ejecución BIM	XX_YY_BEP_00	01-06-19	BIM MANAGER	PDF	SHAREPOINT
Modelos	XX_YY_M3D_00	01-06-19	COORDINADOR BIM	IFC	SHAREPOINT

Tabla 10: Listado de entregables



## 7. Recursos

### 7.1 RECURSOS HUMANOS

Se detallará el equipo BIM con información de contacto de todos los participantes, roles, responsabilidades, y organigrama, de acuerdo a lo que se requiera en el correspondiente EIR.

#### 7.1.1 EQUIPO

EQUIPOS DE TRABAJO/ROL	RESPONSABLE	EMPRESA	TELÉFONO	EMAIL
<b>Equipo de Gestión de Proyecto BIM</b>				
Director de Proyecto	PEDRO	DG	XX	YY
<b>Equipo de Diseño del Proyecto BIM</b>				
BIM manager	RAFA	INPROESA	XX	YY
Coordinador BIM	JAVIER	INPROESA	XX	YY
<b>ESTRUCTURAS</b>				
Responsable	ENRIQUE	INGREEN	XX	YY
<b>FIRMES Y PAVIMENTOS</b>				
Responsable	JESUS	INGREEN	XX	YY

Tabla 11: Resumen equipo de trabajo

#### 7.1.2 ROLES Y RESPONSABILIDADES

Se detallarán los roles y responsabilidades BIM del equipo involucrado en el contrato, describiendo las funciones asociadas a cada rol.

Este apartado se detalla en el capítulo 5.2.- **Nuevas exigencias contractuales a terceros** de la presente Guía.

#### 7.1.3 ORGANIGRAMA DEL EQUIPO DE TRABAJO

Se presentará un organigrama nominativo con el equipo BIM involucrado en el contrato.

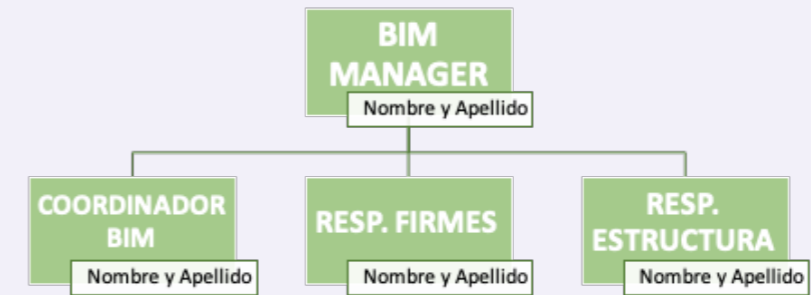


Imagen 1: Organigrama tipo del equipo de trabajo BIM

### 7.2 RECURSOS MATERIALES

Se indicarán los recursos materiales previstos durante la ejecución del contrato tales como hardware, software, sistemas de repositorio de información, política de back-ups, diagrama arquitectura, IT, etc.

#### 7.2.1 SOFTWARE

Se deberán definir los software propuestos para la modelización de los diferentes modelos así como para dar respuesta a los usos BIM propuestos. Se indicará la versión de cada uno de ellos, su año de actualización y los posibles formatos de interoperabilidad.

Este apartado se detalla en el capítulo 8.1.- **Software BIM** de la presente Guía.

#### 7.2.2 MAPA DE SOFTWARE

Se deberá adjuntar un mapa de software por disciplinas y subdisciplinas y por tipo de proceso a efectuar para mayor claridad.

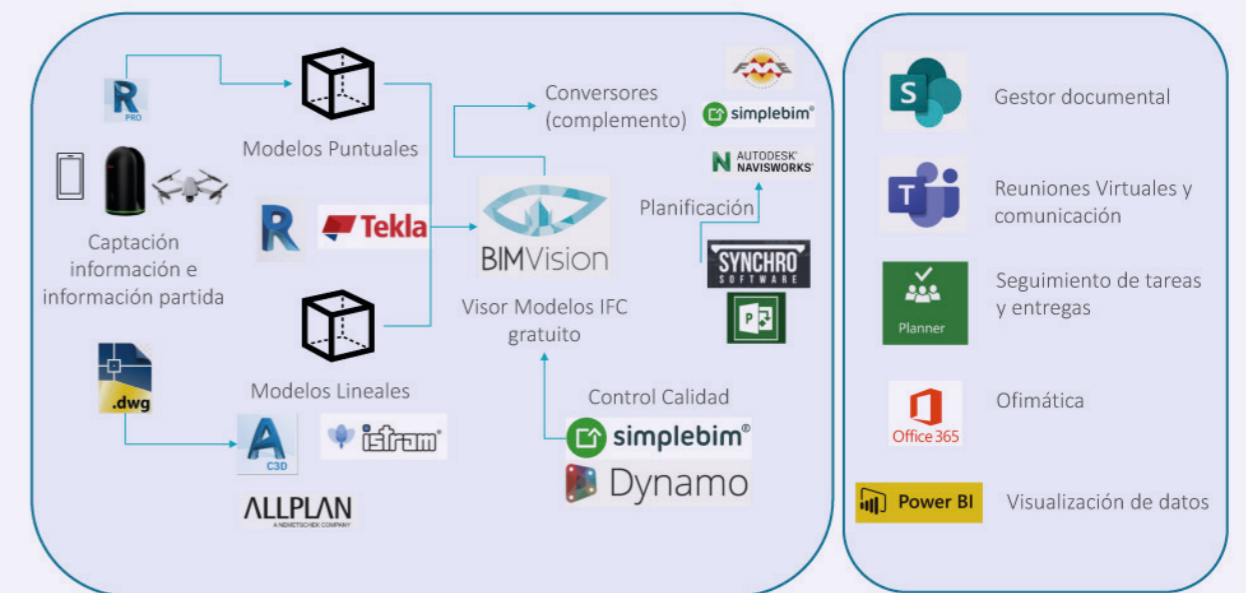


Image 2: Ejemplo de Mapa de software BIM.

## 8. Control de calidad

### 8.1 REVISIÓN DE MODELOS

Se deberá definir la estrategia de revisión de modelos (control de calidad), tanto a nivel de geometría como de información contenida en modelos de disciplina y federados, así como el responsable de realizar dichas comprobaciones, el software utilizado, la frecuencia, etc. El proceso de control que se establezca deberá estar alineado con las directrices descritas en el capítulo 9.- **Control de calidad y revisión de modelos** de la presente Guía.

A continuación, se incluye, sin estar limitado a ello, los campos que serán objeto de revisión, tanto en fase de proyecto como en fase de obra, y su periodicidad. Dicha tabla deberá ser completada con el software a emplear, el responsable de llevar a cabo dicha revisión, etc.

TIPO	DESCRIPCIÓN	PERIODICIDAD
<b>Comprobaciones geométricas</b>	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
<b>Comprobaciones relativas a los Usos BIM principales</b>	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

TIPO	DESCRIPCIÓN	PERIODICIDAD
<b>Comprobaciones relativas a la estructura de los modelos "ifc"</b>	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
<b>Comprobaciones relativas a los datos asociados y vinculados a los elementos de los modelos BIM en "ifc".</b>	Comprobación de la asignación estructurada y exhaustiva de parámetros en línea con el set de propiedades de la DG.	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 12: Campos a revisar en el control de calidad y su periodicidad

### 8.2 MATRIZ DE INTERFERENCIAS

Se describirá el uso y aplicación de la matriz de interferencias, así como los criterios establecidos para completarla utilizando los elementos a comprobar en la matriz.

Será de aplicación el capítulo 9.- **Control de calidad y revisión de modelos** de la presente Guía.

## 9. Procesos BIM

Se describirán los procesos y prepararán mapas de los siguientes procesos de aplicación en cada contrato.

### 9.1 PROCESOS DE COMUNICACIÓN CON LA DG

Se detallarán todos los procesos de comunicación entre las partes:

- Intercambio de información a través del Entorno común de datos,
- Coordinación,
- Validaciones,
- Permisos de archivos,
- Calendario de reuniones,
- Etc.

### 9.2 PROCESO DE GENERACIÓN DE MODELOS BIM Y DERIVADOS

Se detallarán los procesos de modelado a realizar en cada uno de los tipos de contrato (proyecto / obra / proyecto y obra / asistencia técnica a la dirección, control y vigilancia de obra).

### 9.3 PROCESO DE COORDINACIÓN DE MODELOS BIM

Se detallarán los procesos de coordinación de modelos BIM.

### 9.4 OTROS PROCESOS SEGÚN LOS USOS BIM ESPECIFICADOS

Se detallarán todos los procesos según usos BIM necesarios, aunque no estén arriba especificados.

### 9.5 PROCESO DE ENTREGA A LA DG

Se detallará el proceso de revisión interna previo a la entrega a la DG (control de calidad interno).

## 10. Anejos

En caso que la documentación a entregar en el BEP sea muy extensa, se recomienda el empleo de anejos para la organización de la información, la posible información susceptible de ser recogida en anejos es la siguiente:

- NIVEL DE DETALLE GRÁFICO
- NIVEL DE INFORMACIÓN NO GRÁFICA Y VINCULADA
- TABLA DE DESARROLLO DEL MODELO
- CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS
- MATRIZ DE INTERFERENCIAS
- LISTADO VERIFICACIÓN
- MAPA DE SOFTWARE
- ANÁLISIS DE RIESGOS
- LISTADO DE DOCUMENTOS DEL CONTRATO
- LISTADO DE CONTENIDO DE LOS MODELOS: Definir para los elementos modelables de los elementos: LOD, LOI, nivel de información vinculada, y M.E.A.
- CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE LOS MODELOS: Definir para los elementos modelables su clasificación.
- SETS DE PROPIEDADES.
- CHECKLIST DE REVISIÓN DE LOS MODELOS.
- MATRIZ DE INTERFERENCIAS.
- MAPAS DE PROCESOS.
- ESTÁNDARES/PROTOCOLOS PARA LA PRODUCCIÓN DE LOS MODELOS (SEGÚN LOS SOFTWARES DE APLICACIÓN EN EL PROYECTO/OBRA).
- ESTÁNDARES/ PROTOCOLOS PARA LA EXPORTACIÓN A IFC (DESDE LOS SOFTWARES DE APLICACIÓN EN EL PROYECTO/OBRA).
- BUENAS PRÁCTICAS
- ETC.

# Anexo 4

## REQUERIMIENTOS BIM PARA PROYECTO

## ÍNDICE

<b>0. INTRODUCCIÓN</b>	<b>152</b>	<b>5. CALENDARIO DE REUNIONES</b>	<b>166</b>
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b>	<b>152</b>	<b>6. SOFTWARE</b>	<b>167</b>
1.1. INTRODUCCIÓN	152	<b>7. ENTREGABLES</b>	<b>167</b>
1.2. INFORMACIÓN BÁSICA	153	7.1. ENTREGABLES DE PROYECTO CONSTRUCTIVO	167
<b>2. REQUISITOS ASOCIADOS A LA METODOLOGÍA BIM</b>	<b>153</b>	7.1.1. Memoria y Anejos	167
2.1. REQUISITOS GENERALES	153	7.1.2. Planos	168
2.1.1. Principio General	153	7.1.3. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares	168
2.1.2. Inclusión BIM en el proceso	154	7.1.4. Presupuestos	169
2.1.3. Propiedad del modelo	154	<b>7.2. ENTREGABLES ADICIONALES AL PROYECTO CONSTRUCTIVO</b>	<b>169</b>
2.1.4. Requisitos para los Licitadores	154	7.2.1. Cartografía Base	169
<b>3. OBJETIVOS Y USOS BIM DEL MODELO DE INFORMACIÓN</b>	<b>154</b>	7.2.1. Modelos de infraestructura existentes.	169
3.1. OBJETIVOS BIM	154	7.2.2. Estudio geológico	170
3.2. USOS BIM DE APLICACIÓN	158	7.2.3. Estudio Hidrológico y Climatológico	170
3.3. NIVELES DE DESARROLLO DE LOS MODELOS	160	7.2.4. Estudio de servicios afectados	170
3.3.1. Niveles de Información Geométrica	160	7.2.5. Documentos de Exposición de las Alternativas Estudiadas, Evaluación de Impacto Ambiental, Análisis Multicriterio de Alternativas, Estudio Comparativo Completo y Selección de la Alternativa	170
3.3.2. Niveles de Información no gráfica	162	<b>7.3. ENTREGABLES BIM DE PROYECTO CONSTRUCTIVO</b>	<b>170</b>
3.4. ESTRUCTURACIÓN DE DATOS	164	P 7.3.1. Plan de Ejecución BIM. BEP	171
3.4.1. División de proyecto por disciplinas	164	7.3.2. Modelos BIM	173
3.4.2. Clasificación de elementos constructivos	165	<b>8. EQUIPO TÉCNICO</b>	<b>173</b>
<b>4. ENTORNO DE COLABORACIÓN</b>	<b>165</b>	<b>9. CONTROLES DE CALIDAD</b>	<b>176</b>
4.1. ENTORNO COMÚN DE DATOS	165		
4.2. GESTIÓN DE LOS ARCHIVOS Y CARPETAS	166		
4.3. VISUALIZACIÓN E INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN	166		

## 0. Introducción

El presente documento está dirigido a los técnicos de la DG que se vean en la necesidad de preparar unos requisitos BIM para un contrato del tipo “redacción de proyecto”. 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.

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.

Será también tarea del redactor marcar el nivel de exigencia en los requerimientos BIM que se le quiera dar al contrato, y que deberían ser función del grado de madurez BIM en la que se encuentre la DG en ese momento. Esto se podrá hacer eligiendo que requisitos queremos hacer cumplir a los licitadores de todos los indicados en este documento. Una posible Guía al respecto de que requerimientos ir exigiendo a los licitadores puede ser consultar la tabla adjunta en la Guía BIM en el capítulo “4.4.2.- Contenidos de los EIRs”. Otra posibilidad sencilla es limitar la cantidad de Usos BIM a emplear en el contrato, de tal forma que se disminuyan el número de Objetivos BIM a cumplir.

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.

## 1. Información general

### 1.1 INTRODUCCIÓN

El presente anexo, es el documento en el que la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias de la Junta de Extremadura, en adelante DG, indica sus requerimientos en cuanto a objetivos, usos, niveles de desarrollo de modelos, estructuración de datos, entorno colaborativo, mapa de software, entregables, equipo técnico, y controles de calidad para la redacción y seguimiento de proyecto con la metodología BIM que se expresa en el Pliego de Prescripciones Técnicas.

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

El presente documento debe de servir de base para la confección del Pre-plan de Ejecución BIM, en adelante Pre-BEP, que formará parte obligatoriamente de la documentación entregable en la oferta del Licitador.

Una vez se firme el contrato, el Consultor adjudicatario deberá completar, desarrollar y particularizar el Pre-BEP en consenso con la DG hasta convertirlo en el Plan de Ejecución BIM, en adelante BEP, que regirá la estrategia de intercambio de información para dar respuesta a los requerimientos e intereses de la DG expresados en el presente anexo.

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

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

### 1.2 INFORMACIÓN BÁSICA

PROPIETARIO DEL MODELO	DIRECCIÓN GENERAL DE MOVILIDAD E INFRAESTRUCTURAS VIARIAS DE LA JUNTA DE EXTREMADURA
Nombre del proyecto	[A completar por el técnico responsable]
Dirección	[A completar por el técnico responsable]
Código de proyecto	[A completar por el técnico responsable]
Descripción del proyecto	[A completar por el técnico responsable]
Entregables de proyecto	[A completar por el técnico responsable]

Tabla 1: Información básica del contrato

## 2. Requisitos asociados a la Metodología BIM

### 2.1 REQUISITOS GENERALES

#### 2.1.1 PRINCIPIO GENERAL

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

El Consultor 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 Consultor será responsable de incluir en los modelos de información toda aquella documentación requerida por el Responsable del Contrato.

### 2.1.2 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 la DG, siendo el procedimiento a partir del cual se generan total o parcialmente los entregables del presente contrato. En todo caso se deberá justificar ante la DG la trazabilidad de los entregables y si éstos serán postprocesados con herramientas CAD o de edición de texto.

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

### 2.1.3 PROPIEDAD DEL MODELO

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

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

### 2.1.4 REQUISITOS PARA LOS LICITADORES

Este documento contiene los requisitos de la DG para los Licitadores en materia BIM.

Para una comprensión integral de la estrategia de la DG 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 Pre-BEP desarrollando una metodología específica para dar respuesta a los objetivos y requerimientos BIM de la DG.

## 3. Objetivos y usos BIM del modelo de información

### 3.1 OBJETIVOS BIM

A continuación, se enumeran y describen los objetivos a conseguir mediante la implantación de la metodología BIM en la DG.

La consecución de dichos objetivos vendrá dada mediante la aplicación de los Usos BIM determinados para cada objetivo.

Son principalmente los siguientes:

OBJETIVO GENERAL	DESCRIPCIÓN
Proporcionar soporte en la toma de decisiones.	Generar información y visualización de las distintas problemáticas para facilitar la toma de decisiones en fase de diseño y en fase de construcción.
Centralización de la información de los activos de las DG.	Almacenamiento digital de toda la información útil y necesaria para la DG respecto a sus activos de infraestructura, en un entorno común, coherente y estructurado.
Facilitar la interpretación y comunicación del proceso constructivo.	Generar y entregar la información de calidad que facilite la interpretación de las soluciones previstas en el proceso constructivo y su comunicación a los usuarios finales (técnicos, proveedores, gestores, propietarios y ciudadanía).
Garantizar la coordinación entre disciplinas del proceso constructivo.	Asegurar la compatibilidad entre las soluciones de diferentes disciplinas durante todas las fases del proceso constructivo.
Mejorar la monitorización del avance del proceso constructivo.	Seguimiento de la evolución de las soluciones propuestas en base a información fiable y de calidad, registrando la toma de decisiones.
Controlar el presupuesto durante todas las fases del activo de la DG.	Disponer de mediciones fiables de los capítulos más críticos para cualquier fase del ciclo de vida del activo empleando modelos a tal efecto.
Definir procesos constructivos fiables minimizando las desviaciones	Aumentar la fiabilidad de los programas de obra, asegurando la coordinación entre fases y equipos.
Mejorar la gestión de cambios durante el proceso constructivo	Evaluar los cambios sobre información fiable y de calidad y registrar la toma de decisiones.
Facilitar la gestión de la infraestructura acabada	Disponer de una copia digital del activo construido con toda la información necesaria para la gestión de la infraestructura.
Apoyar la transferencia de información desde diseño y obra a las fases de conservación y explotación.	Asegurar la entrega de información cierta y de calidad de la obra acabada (As Built). Apoyar la transferencia de información desde la fase de obra a fase de operación, conservación y explotación, asegurando la entrega de una fuente de información única, fiable y coherente a la siguiente en fase de ciclo de vida del activo.
Facilitar la gestión de conservación y explotación	Tener una copia digital del activo construido con la información ordenada según necesidades con un modelo de conservación y explotación BIM.

Tabla 2: Objetivos BIM generales de la DG

Y de forma específica, según la fase del ciclo de vida del activo donde han de tener aplicabilidad.

Objetivo general	Objetivos específicos	Redacción proyectos	Ejecución obra	Explotación
Proporcionar soporte en la toma de decisiones	Mayor conocimiento de las propuestas de solución.	X	X	X
	Mejora de la capacidad de reacción ante imprevistos.	X	X	X
	Mejora de comunicación entre agentes implicados.	X	X	X
Centralización de la información de los activos de las DG.	Mejora en la calidad de los procesos evitando duplicidad de información.	X	X	X
	Reducción de sobrecostes en obra debido a la utilización de información actualizada.		X	
	Reducción de sobrecoste en proyecto ocasionados por búsquedas infructuosas.	X		
Facilitar la interpretación y comunicación del proceso constructivo	Mejor análisis de cumplimiento de requerimientos.	X	X	
	Ciclos de aprobación externos más rápidos (trámites).	X	X	
	Visualización de las prescripciones del proyecto.	X	X	
Garantizar la coordinación entre disciplinas del proceso constructivo	Definición detallada de las soluciones multidisciplinarias.	X	X	
	Colaboración entre propiedad/equipos de diseño/constructores.	X	X	
	Coordinación entre disciplinas/subcontratistas.	X	X	
	Anticipación en la detección de problemas de coordinación en obra.	X	X	

Mejorar la monitorización del avance del proceso constructivo	Reducción de errores y omisión en documentos de construcción.		X
	Monitorización del estado de avance		X
	Mejorar el control de las actividades de lista de repasos, de defectos y entregables.		X
Controlar el presupuesto durante todas las fases del activo de la DG.	Optimización de la gestión de recursos.	X	X
	Extracción de cantidades fiables del modelo.	X	X
	Comprobar de forma rápida y eficiente los costes de unidades del proyecto y compararlos con los de obra.		X
	Mejora el control de costes.		X
	Predictibilidad de las estimaciones económicas.	X	X
Definir procesos constructivos fiables minimizando las desviaciones	Facilitar la evaluación de procesos de construcción.	X	X
	Reducción de la duración global del proyecto.	X	X
	Optimización del emplazamiento y la logística de la obra.		X
	Disponer de planos de producción fiables detallados por disciplina/subcontratista.	X	X
	Reducción de la duración de los flujos de trabajo.		X
	Incremento de la productividad personal.		X
Mejorar la gestión de cambios durante el proceso constructivo	Mejorar los procesos de suministro de materiales críticos.		X
	Trazabilidad de las decisiones de cambio.	X	X
	Evaluación eficiente del impacto económico de las alternativas.	X	

Facilitar la gestión de la infraestructura acabada	Elaborar documentos de obra ejecutada con la información más fiable y precisa.		X	X
	Facilitar la transferencia de datos de explotación y conservación.		X	X
Apoyar la transferencia de información desde diseño y obra a las fases de conservación y explotación	Conectar los equipos de diseño, obra y conservación y explotación mediante la utilización de modelos BIM.	X	X	X
	Generar información precisa acordada previamente entre los equipos para la gestión, la conservación y la explotación.	X	X	X
Facilitar la gestión de conservación y explotación	Facilitar la gestión del activo durante la conservación y explotación apoyándose en la copia digital del modelo BIM del mismo.		X	X

Tabla 3: Objetivos BIM específicos de la DG

### 3.2 USOS BIM DE APLICACIÓN

Los principales usos del modelo BIM asociados a los objetivos BIM establecidos están descritos a continuación.

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

N° Uso BIM	Uso BIM	Objetivo esperado	Fases de ciclo de vida de un activo		
			Proyecto	Obra	Explotación
1	Información centralizada	Usar los modelos BIM como fuente única, estandarizada y centralizada de la información producida durante el proyecto y la obra, para su almacenamiento entorno al "As Built" digital y para una mayor coherencia y uniformidad en la transferencia de información de la fase de obra a la fase de operación y explotación.	✓	✓	✓
2	Diseño y Visualización. Dimensión 3D	Usar los modelos BIM para favorecer la visualización del avance de los trabajos permitiendo una mejor comprensión de los procesos y una más fácil anticipación en la toma de decisiones. Esto permite también favorecer el sistema de producción de información de la obra.	✓	✓	✓

3	Coordinación. Dimensión 3D.	Mejorar la coordinación de los proyectos y obras integrando el uso de los modelos BIM en los procesos de coordinación y avance de la obra.	✓	✓	✓
4	Obtención de documentación. Dimensión 2D	Obtener la documentación 2D a partir de los modelos BIM. Centralizar la producción de información 2D durante el avance de los proyectos y obras en los modelos BIM. Esto permite un mayor grado de coherencia en la información usada durante los procesos.	✓	✓	✓
5	Obtención de mediciones. Dimensión 5D.	Usar modelos BIM con información clasificada y estandarizada permite garantizar un mayor grado de trazabilidad para las partidas que componen el presupuesto de los proyectos y las obras	✓	✓	✓
6	Generación de Infografías y recorridos virtuales	Uso del modelo para comunicar información visual espacial y funcional a través de renderizados, infografías y recorridos virtuales para uso y promoción de los trabajos realizados.	✓	✓	
7	Simulaciones Constructivas. Dimensión 4D	Uso de los modelos BIM para realizar simulaciones constructivas de la obra previas a la ejecución que permitan un mejor entendimiento y comunicación con el cliente	✓	✓	
8	Seguimiento de Obra (Producción y Certificación)	Los modelos BIM se usarán para 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 de DG.			✓
9	Modelo de final de obra (Modelo "As Built")	Los modelos BIM serán una representación digital del activo construido que servirá como fuente centralizada de información (informes, controles de calidad, incidencias, fotografías...) producida durante la obra para ser transferida a DG (libro electrónico de la obra).			✓
10	Explotación de Infraestructura Dimensión 7D.	La información contenida en los modelos "As Built" será la base para la transmisión de información para la explotación de la infraestructura (modelos 3D + datos).			✓
11	Inventariado	Uso del modelo para hacer un inventariado digital de los activos construidos.	✓	✓	
12	Medio Ambiente	Uso del modelo como soporte del cálculo del impacto ambiental de la construcción del activo	✓	✓	

Tabla 4: Usos BIM requeridos



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

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

### 3.3 NIVELES DE DESARROLLO DE LOS MODELOS

#### 3.3.1 NIVELES DE INFORMACIÓN GEOMÉTRICA

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 ForumSpecs. Abril 2019, 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	DEFINICIÓN
LOD 100	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 de color poco esmerado.
LOD 200	Genérico: Un modelo genérico suficientemente modelado para identificar el tipo y los componentes. Las dimensiones pueden ser aproximadas.
LOD 300	Específico: Un objeto específico suficientemente modelado para identificar materiales de tipos y componentes, con las dimensiones exactas. Adecuado para producción, o pre-construcción, es decir, con un diseño cerrado. Corresponde a una envolvente geométrica exacta de los elementos
LOD 400	Para fabricación: Un objeto suficientemente detallado, preciso y concreto según requisitos de construcción y que incluye la geometría y datos para la subcontratación del especialista.  Ha de incluir todos los sub-componentes necesarios adecuados para permitir su fabricación.
LOD 500	Modelo “AsBuilt”. Un modelo que representa la forma ejecutada de la infraestructura.

Tabla 5: Niveles de Desarrollo (LOD)

Como referencia para infraestructura lineal y como complemento a la Guía del BIM Forum Specs se tomará la Guía danesa InfraBIM (“Discipline model specification” versión 1.0 BI-MINFRA.DK) para los elementos constructivos específicos de una carretera que no estén especificados.

Se incluye a continuación una tabla en la que se indica por disciplina y tipo de proyecto el LOD a aplicar para la tipología de proyectos de **carreteras**.

LOD APLICABLE POR DISCIPLINAS PARA PROYECTOS DE TIPOLOGÍA CARRETERAS		
DISCIPLINA	PROYECTO BÁSICO	PROYECTO CONSTRUCTIVO
TERRENO EXISTENTE	200	300
SERVICIOS EXISTENTES	200	300
REPOSICIÓN DE SERVICIOS	200	300
FIRMES Y PAVIMENTOS	200	300
ESTRUCTURAS	200	300
DRENAJE	200	300
MOVIMIENTOS DE TIERRAS	200	300
SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	200	300
EQUIPAMIENTO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	200	300

Para el resto de las disciplinas y tipologías de proyecto se deberá aplicar la misma correspondencia de LOD:

TIPO DE ENTREGABLE	REALIDAD	LOD GENERAL REQUERIDO
Modelo de infraestructura existente	Ejecutada	200/300
Modelo de proyecto básico	Proyectada	200
Modelo de proyecto constructivo	Proyectada	300

Tabla 6: Niveles de Desarrollo (LOD) por tipo de modelo

Para cada fase de la redacción de proyecto, el Consultor presentará unos modelos con el nivel requerido en la tabla anterior (según estándar Level of Development Specifications del BIM Forum).

Los modelos de situación existente recogerán todos los elementos que se vean afectados por la ejecución del proyecto.

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.

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

### 3.3.2 NIVELES DE INFORMACIÓN NO GRÁFICA

La información no gráfica de los elementos de los modelos (metadatos) estará estructurada entorno a una agrupación de propiedades (set de propiedades), aprobada por la DG.

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 la DG.

La estructura de set de propiedades la DG serán los siguientes sin perjuicio de aquellos que el contratista use:

PSET	PROPIEDAD	TIPO DE DATO	DESCRIPCIÓN
<b>1_IDENTIFICACION</b>			
	01_01_PROYECTO	TEXTO	Código del proyecto
	01_02_FASE	TEXTO	Identificación de la fase en la que se encuentra el elemento del modelo
	01_03_DISCIPLINA	TEXTO	Tipología de disciplina
	01_04_ELEMENTO	TEXTO	Tipología de elemento
	01_05_CLASIFICACION	TEXTO	Código de clasificación
	01_06_NOMBRE	TEXTO	Nombre corto del elemento
	01_07_MATERIAL	TEXTO	Referencia al material del elemento

<b>2_PROYECTO</b>			
	02_01_CAPITULO	TEXTO	Capítulo del presupuesto de la unidad de obra a la que hace referencia el elemento.
	02_02_SUBCAPITULO	TEXTO	Subcapítulo del presupuesto de la unidad de obra a la que hace referencia el elemento
	02_03_LONGITUD	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_04_AREA	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_05_VOLUMEN	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_06_PESO	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_07_UD OBRA	TEXTO	Código de la unidad de obra a la que hace referencia el elemento
	02_08_INDIRECTO	TEXTO	Código de la unidad o unidades de obra indirectas separados por “;”
	02_09_FASE DE OBRA	TEXTO	Código de la fase de obra a la que hace referencia el elemento.
	02_10_PLANOS	TEXTO	Referencia a los planos de proyecto, ruta o nombre de documento
	02_11_MEDIO AMBIENTE	TEXTO	Impacto de la huella de carbono del elemento
<b>3_OBRA</b>			
	03_01TAREA	TEXTO	Código de la tarea del plan de obra a la que pertenece el elemento
	03_02_CERTIFICACION	TEXTO	Número de Certificación
	03_03_EJECUTADO	NÚMERO	Porcentaje del elemento ejecutado en certificación
	03_04_INCIDENCIAS OBRA	TEXTO	Referencia a incidencias de obra, ruta o nombre de documento
	03_05_ENSAYOS	URL	Ruta para acceder a los documentos de ensayos, ruta o nombre de documento

03_06_CERTIFICADOS DE CALIDAD	URL	Ruta para acceder a los documentos de certificados, ruta o nombre de documento
03_07_FICHA TECNICA	TEXTO	Referencia de nombre de ficha técnica del elemento en cuestión, ruta o nombre de documento
03_08_AS BUILT	TEXTO	Referencia a planos as built, ruta o nombre de documento
03_09_DOC	URL	Referencia a información as built, ruta o nombre de documento

#### 4\_CYE

Consultar anexo 7 de la Guía BIM de la DG "set de propiedades"

Tabla 7: Set de propiedades de la DG

El contenido exacto de cada uno de los parámetros se encuentra en la Guía BIM.

Estos grupos de parámetros o sets 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 estrategia de centralización integral de los proyectos basada en los modelos BIM.

Estos niveles y estructura organizativa de atributos entorno a set de propiedades de la DG serán plenamente visibles y operables en formatos OpenBIM (IFC).

Estos sets de propiedades personalizados serán preparados en los modelos nativos antes de la entrega de la información a la DG. El consultor deberá presentar a la DG al comienzo de los trabajos una prueba piloto que permita verificar que con el software con el que se estarán preparando los modelos, son capaces de generar la estructura de datos requerida.

## 3.4 ESTRUCTURACIÓN DE DATOS

### 3.4.1 DIVISIÓN DE PROYECTO POR DISCIPLINAS

Los modelos se dividirán según las disciplinas indicadas en la Guía BIM, que se indican a continuación:

#### Modelos de partida

- Terreno existente
- Servicios existentes

#### Modelos de diseño

- Reposición de servicios
- Firmes y pavimentos
- Estructuras
- Drenajes
- Movimiento tierras
- Señalización, balizamiento y defensas
- Equipamiento u obras complementarias

### 3.4.2 CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Se definirá una estructura jerárquica que sirva para designar unívocamente cada uno de los elementos de los modelos tridimensionales. Con ello se busca un mayor grado de estandarización y trazabilidad de la información generada.

La codificación de los elementos se realizará por medio de la asignación de un código alfanumérico en un atributo del set de propiedades en base a una clasificación predeterminada, en concreto en el campo de los set de propiedades personalizados "CLASIFICACION".

Una vez implantado y estandarizado, se podrá tratar datos por medio de los modelos tridimensionales de información de distintos proyectos, unificando la codificación de elementos, su revisión, la generación de listados vinculados a elementos y futura base de precios.

En la actualidad existen diferentes sistemas de clasificación de elementos en el sector, uniclass 2015, omniclass, unifomat, masterformat, guBIMClass, etc. normalmente por países u organizaciones. Para la DG utilizaremos la clasificación más extendida en España:

- estandar **GuBIMclass**, <https://gubimclass.org/es/clasificacion/>

## 4. Entorno de colaboración

### 4.1 ENTORNO COMÚN DE DATOS

El flujo de información deberá seguir las normas que rigen los repositorios comunes de información en base al estándar UNE-EN ISO 19650-2:2019.

A tal efecto, el Licitador definirá en el Pre-BEP su propuesta de integración en el Entorno Común de Datos de la DG, cuyo uso será de obligado cumplimiento, y 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 acceso a la información estará restringido a los agentes definidos en el BEP Pre-Contractual mediante permisos. Así mismo, el Consultor 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 la modelización de elementos, de forma general, se estructurará de manera que su flujo dentro del proceso de generación siga fielmente lo definido en la Guía BIM.

## 4.2 GESTIÓN DE LOS ARCHIVOS Y CARPETAS

Será de obligado cumplimiento la estructura de carpetas y codificación de archivos incluida en la Guía BIM de la DG.

## 4.3 VISUALIZACIÓN E INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

Se usará durante todo el proceso de diseño una metodología basada en modelos abiertos, 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 equipo Consultor 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.

\*[ ] = valor recomendable con carácter general, pero particularizable por 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 de la DG, 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.

Durante la elaboración del BEP, el Consultor preparará un modelo piloto con el set de propiedades requeridos para aprobación.

## 5. 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 validará el Responsable del Contrato.

Es una prioridad de la DG, y así lo plasma en el presente pliego, que tanto el BIM Manager del proyecto como el Jefe de Proyecto participen conjuntamente (y presencialmente) en las reuniones de coordinación técnicas periódicas del proyecto con la DG basadas en el uso de los modelos BIM. Será responsabilidad del BIM Manager y del Jefe de Proyecto potenciar el uso de los modelos BIM en dichas reuniones para explicar y transmitir a la DG el avance de diseño realizado desde la anterior reunión.

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

## 6. Software

Los modelos BIM se realizarán con el software a elección del Licitador. Este software deberá ser capaz de garantizar, sin pérdida de los sets de propiedades requeridos por la DG, el intercambio de información en formato IFC en su versión más actual.

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

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 la DG.

El Licitador presentará como parte del Pre-BEP su propuesta de software para dar respuesta a cada uno de los Usos BIM requeridos por la DG, preferiblemente en forma de mapa de software.

## 7. Entregables

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

### 7.1 ENTREGABLES DE PROYECTO CONSTRUCTIVO

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

#### 7.1.1 MEMORIA Y ANEJOS

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

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

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

## 7.1.2 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 con carácter general 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. Éstos serán debidamente justificados por el Consultor y aprobados por la DG.

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

El Consultor deberá suministrar a la DG 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.

El índice de planos del proyecto deberá contener la siguiente información:

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

## 7.1.3 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.

## 7.1.4 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 consultor (y aprobado por la DG) por alcance y plazo requerido, se aceptará que parte de las mediciones puedan proceder de la documentación de detalle no modelado en BIM. De cualquier forma, todas las unidades de obra tendrán claramente identificados la procedencia de la medición (directa del modelo BIM, auxiliar del modelo BIM, ajena al modelo BIM).

Es recomendable que todas las unidades de obra principales (aquellas que tengan un peso económico importante) sean trazables desde los modelos BIM. Las mediciones extraídas de los modelos tridimensionales de información deberán representar un mínimo del [60 %] del valor del Presupuesto Ejecución Material (PEM). Además, todas las unidades de obra que representen más de un [5%] del PEM y todas las unidades volumétricas deberán provenir de los modelos tridimensionales de información.

\*[ ] = valor recomendable con carácter general, pero particularizable por proyecto.

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

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

## 7.2 ENTREGABLES ADICIONALES AL PROYECTO CONSTRUCTIVO

### 7.2.1 CARTOGRAFÍA BASE

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

El modelo deberá contener los sets de propiedades definidos por la DG para los alcances requeridos, siguiendo lo definido en el apartado Niveles de Información no gráfica.

### 7.2.1 MODELOS DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTES.

A partir de las nubes de puntos y contrastado con la información CAD o 2D disponible, se realizará el modelado de la infraestructura existente.

El modelo deberá contener los sets de propiedades definidos por la DG para los alcances requeridos, siguiendo lo definido en el apartado Niveles de Información no gráfica.

### 7.2.2. ESTUDIO GEOLÓGICO

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, etc).
- Vinculación a información asociada de resultados de dichos ensayos de campo.

El modelo deberá contener los sets de propiedades definidos por la DG para los alcances requeridos, siguiendo lo definido en el apartado Niveles de Información no gráfica.

### 7.2.3. 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.

### 7.2.4. ESTUDIO DE SERVICIOS AFECTADOS

Al Estudio de Servicios Afectados en formato tradicional (doc, Excel, pdf, CAD), se deberá adjuntar el modelo nativo y su exportación a IFC.

El modelo deberá contener los sets de propiedades definidos por la DG para los alcances requeridos, siguiendo lo definido en el apartado Niveles de Información no gráfica.

### 7.2.5. 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 “Proyecto básico”.

El Consultor presentará como parte del PRE-BEP 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.

## 7.3 ENTREGABLES BIM DE PROYECTO CONSTRUCTIVO

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

- Plan de Ejecución BIM
- Modelos BIM de proyecto básico (en formatos nativos y de intercambio abierto)
- Modelos BIM de proyecto constructivo (en formatos nativos y de intercambio abierto)

### 7.3.1 PLAN DE EJECUCIÓN BIM. BEP

A los 30 días de la firma del contrato, se entregará el BEP para aprobación de la DG. Este BEP estará compuesto, como mínimo, y seguirá el guión de capítulos detallado a continuación:

#### Información general del proyecto:

- Datos del proyecto
- Hitos
- Calendario de reuniones
- Documentos de referencia del proyecto
- Histórico de revisiones

#### Roles y responsabilidades del equipo

#### Objetivos y Usos BIM

- Respuesta a Objetivos BIM de la DG
- Usos BIM del modelo
- Estrategia de respuesta cada Uso BIM

#### Niveles de Información

- Niveles de información geométrica
- Niveles de información no gráfica

#### Organización del modelo

- Estructura de los modelos: origen de coordenadas, niveles y ejes de referencia, plantillas, configuraciones, estrategia de elementos parametrizables, etc...
- Estructura de ficheros
- Estructura de datos
- Matriz de interferencias

#### Gestión de Información

- Estrategia de comunicación
- Estrategia de gestión de datos
- Estrategia de gestión documental

#### Recursos

- Recursos humanos: equipo BIM con información de contacto de todos los participantes, roles, responsabilidades, y organigrama
- Recursos materiales (hardware, software, sistemas de repositorio de información, política de back-ups, diagrama arquitectura, IT)

#### Procesos BIM:

- Mapa y especificación de procesos de la manera que se va a crear y desarrollar el modelo a través de los diferentes agentes.
- Procesos de comunicación con la DG, entorno común de datos de la DG, coordinación, validaciones, permisos de archivos, calendario de reuniones.
- Proceso de modelado
- Proceso de coordinación de modelos BIM
- Proceso de intercambio de información BIM
- Proceso de entrega a la DG
- Otros procesos según usos BIM especificados

**Proceso de control de calidad: Procedimiento a seguir para cumplir los requisitos de calidad establecidos.**

#### Entregables BIM

- Listado de entregables y de modelos
- Nube de puntos (infraestructura existente)
- Tabla de desarrollo del modelo

#### Requisitos para los modelos de construcción

##### Coordenadas

**Requisitos para conservación y explotación, incorporación de datos necesarios.**

#### Estándares para aplicar en la producción del modelo

### 7.3.2. MODELOS BIM

#### A. 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.
- Unidades: La unidad geométrica de los modelos será el metro.
- División de modelos: Según el apartado “División de proyecto por disciplinas” de la presente Guía BIM.
- 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.

#### B. DURANTE EL PROCESO DE DISEÑO

Coincidiendo con cada hito de entrega parcial a la DG, se entregará una versión actualizada de los modelos BIM en formato abierto (IFC en la última versión publicada por la Building Smart, estable y compatible con el tipo de infraestructura) 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.

#### C. 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 (IFC en la última versión publicada por la Building Smart, estable y compatible con el tipo de infraestructura) 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.

## 8. Equipo técnico

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

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 simila-

res, ya sean terminados ya sean en activo. El número y tipo de certificados será función del criterio del seleccionador.

- Titulación en Master 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 los siguientes roles:

#### RESPONSABLE BIM (BIM MANAGER)

Responsable de toda la gestión BIM del contrato y cuyas funciones serán como mínimo las siguientes:

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

La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión, y la experiencia demostrable y adecuada a los objetivos y complejidad del contrato.

#### COORDINADOR BIM

Responsable de la coordinación BIM del contrato. Sus funciones serán como mínimo las siguientes:

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

La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión, y la experiencia demostra-

ble y adecuada a los objetivos y complejidad del contrato.

#### RESPONSABLE BIM DE DISCIPLINA

Los Responsables BIM de disciplina realizarán las funciones de coordinación y ejecución de modelos BIM en su disciplina. Las responsabilidades serán, como mínimo, las siguientes:

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

La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión, y la experiencia demostrable y adecuada a los objetivos y complejidad del contrato.

#### 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 la DG.

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 Pre-BEP.

#### EXPERIENCIA REQUERIDA POR PUESTO

- Responsable BIM: Ingeniero de Caminos o titulación similar con la correspondencia a nivel 3 del MECES. Formación Máster BIM Manager o experiencia en proyectos asimilable.
- Coordinador BIM: Ingeniero de Caminos o titulación similar con la correspondencia a nivel 3 del MECES. Formación Máster BIM Manager o experiencia en proyectos asimilable.
- Responsable BIM de disciplina: 2 años en puesto similar.
- Autor o Jefe de proyecto: Ingeniero de Caminos o titulación similar con la correspondencia a nivel 3 del MECES. Formación Máster BIM Manager o experiencia en proyectos asimilable.



## 9. Controles de calidad

El Licitador definirá en el Pre-BEP, el procedimiento a seguir 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:

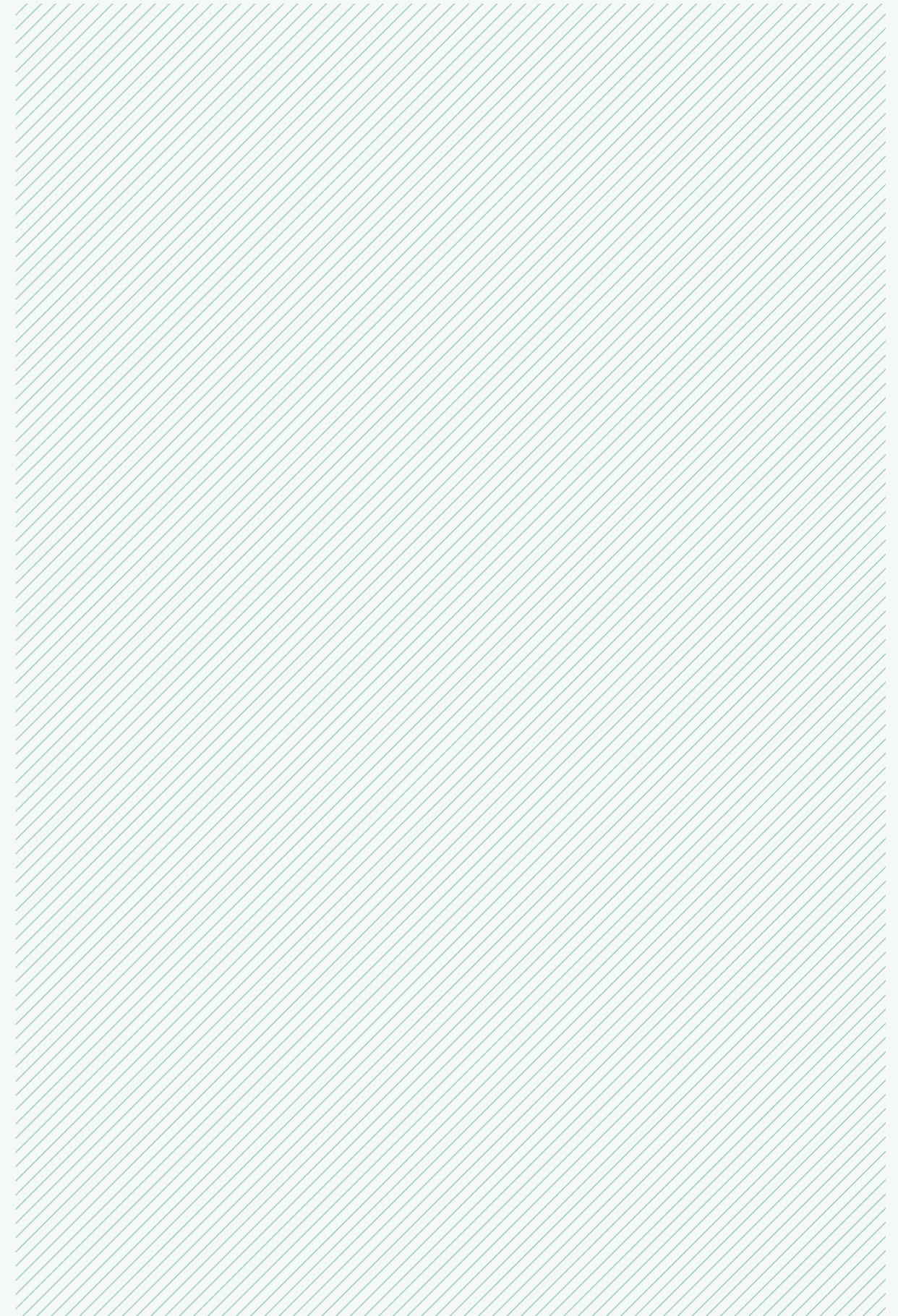
- Trazabilidad
- Codificación de los elementos
- Organización y documentación asociada
- Introducción progresiva de datos en el modelo

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

El Licitador explicará la estrategia de calidad propuesta en su Pre-BEP, 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.
- Comprobaciones Normativas.
- Comprobaciones de información no gráfica.
- Comprobaciones de información vinculada.



# Anexo 5

## REQUERIMIENTOS BIM PARA OBRA

## ÍNDICE

<b>0. INTRODUCCIÓN</b>	<b>180</b>	<b>4. ENTORNO DE COLABORACIÓN</b>	<b>195</b>
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL</b>	<b>180</b>	4.1. ENTORNO COMÚN DE DATOS	195
1.1. INTRODUCCIÓN	180	4.2. GESTIÓN DE LOS ARCHIVOS Y CARPETAS	195
1.2. INFORMACIÓN BÁSICA	181	4.3. VISUALIZACIÓN E INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN	195
<b>2. REQUISITOS ASOCIADOS A LA METODOLOGÍA BIM</b>	<b>181</b>	<b>5. CALENDARIO DE REUNIONES</b>	<b>196</b>
2.1. REQUISITOS GENERALES	181	<b>6. SOFTWARE</b>	<b>196</b>
2.1.1. Principio General	181	<b>7. ENTREGABLES</b>	<b>197</b>
2.1.2. Propiedad del modelo	182	7.1. ENTREGABLES BIM DE OBRA	197
2.1.3. Requisitos para los Licitadores	183	7.1.1. Plan de Ejecución BIM. BEP	197
<b>3. OBJETIVOS Y USOS BIM DEL MODELO DE INFORMACIÓN</b>	<b>183</b>	7.1.2. Modelos BIM	197
3.1. OBJETIVOS BIM	183	7.2. ENTREGABLES ADICIONALES A LA OBRA	200
3.2. USOS BIM DE APLICACIÓN	186	7.2.1. Informe de modelos de proyecto	200
3.3. NIVELES DE DESARROLLO DE LOS MODELOS	189	7.2.2. Planos	200
3.3.1. Niveles de Información Geométrica	189	7.2.3. Cartografía Base	201
3.3.2. Niveles de Información no gráfica	191	7.2.4. Certificaciones de Obra	201
3.4. ESTRUCTURACIÓN DE DATOS	194	7.2.5. Presupuestos	201
3.4.1. División de proyecto por disciplinas	194	<b>8. EQUIPO TÉCNICO</b>	<b>202</b>
3.4.2. Clasificación de elementos constructivos	194	<b>9. CONTROLES DE CALIDAD</b>	<b>204</b>

## 0. Introducción

El presente documento está dirigido a los técnicos de la DG que se vean en la necesidad de preparar unos requisitos BIM para un contrato del tipo “ejecución de obras”.

En este tipo de contrato nos podremos encontrar ante dos situaciones de partida diferentes. En la primera, el proyecto constructivo de partida se habrá realizado en BIM y por tanto habrá unos modelos de proyecto constructivo como dato de partida. En este caso el contratista deberá realizar un informe inicial de auditoría de dichos modelos evaluando la idoneidad de los mismos.

En la segunda, el proyecto constructivo no se habrá realizado en BIM, y el contratista deberá en ese caso realizar un levantamiento BIM del proyecto, que ha de iniciar tan pronto como se firme el contrato.

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.

Será también tarea del redactor marcar el nivel de exigencia en los requerimientos BIM que se le quiera dar al contrato, y que deberían ser función del grado de madurez BIM en la que se encuentre la DG en ese momento. Esto se podrá hacer eligiendo que requisitos queremos hacer cumplir a los licitadores de todos los indicados en este documento. Una posible Guía al respecto de que requerimientos ir exigiendo a los licitadores puede ser consultar la tabla adjunta en la Guía BIM en el capítulo “4.4.2.- Contenidos de los EIRs”. Otra posibilidad sencilla es limitar la cantidad de Usos BIM a emplear en el contrato, de tal forma que se disminuyan el número de Objetivos BIM a cumplir.

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.

## 1. Información General

### 1.1 INTRODUCCIÓN

El presente anexo, es el documento en el que la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias de la Junta de Extremadura, en adelante DG, indica sus requerimientos en cuanto a objetivos, usos, niveles de desarrollo de modelos, estructuración de datos, entorno colaborativo, mapa de software, entregables, equipo técnico, y controles de calidad para la ejecución de obras con la metodología BIM que se expresa en el Pliego de Prescripciones Técnicas.

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

El presente documento debe de servir de base para la confección del Pre-plan de Ejecución BIM, en adelante Pre-BEP, que formará parte obligatoriamente de la documentación entregable en la oferta del Licitador.

Una vez se firme el contrato, el Contratista adjudicatario deberá completar, desarrollar y particularizar el Pre-BEP en consenso con la DG hasta convertirlo en el Plan de Ejecución BIM, en adelante BEP, que registrará la estrategia de intercambio de información para dar respuesta a los requerimientos e intereses de la DG expresados en el presente anexo.

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

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

### 1.2 INFORMACIÓN BÁSICA

PROPIETARIO DE LA OBRA	DIRECCIÓN GENERAL DE MOVILIDAD E INFRAESTRUCTURAS VIARIAS DE LA JUNTA DE EXTREMADURA
Nombre de la obra	[A completar por el técnico responsable]
Dirección	[A completar por el técnico responsable]
Código de la obra	[A completar por el técnico responsable]
Descripción de la obra	[A completar por el técnico responsable]
Entregables de la obra	[A completar por el técnico responsable]

Tabla 1: Información básica del contrato

## 2. Requisitos asociados a la metodología BIM

### 2.1 REQUISITOS GENERALES

#### 2.1.1 PRINCIPIO GENERAL

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

La planificación de la obra debe ajustarse a lo indicado en el proyecto constructivo licitado y a lo indicado en la oferta presentada por el contratista, asumiendo el contratista la metodología BIM en esa planificación, iniciándose las obras en el mismo momento del acta de

replanteo. Las posibles incoherencias o indefiniciones que hubiera en el proyecto licitado se corregirán en el modelo. Estas a efectos de certificación, seguirán su trámite según la Ley de Contratos del Sector Público y el pliego de cláusulas administrativas que rija en la licitación.

El Contratista 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 Obra 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 Contratista será responsable de incluir en los modelos de información toda aquella documentación requerida por el Responsable del Contrato. El Responsable de Contrato también puede hacer alusión a la persona de la DG que lleve la Dirección de Obra.

Se realizará por parte del Contratista un modelo inicial partiendo del modelo de proyecto licitado, realizando un informe de auditoría y comprobación de este modelo.

En caso de que el proyecto constructivo no se haya realizado en BIM, el contratista deberá realizar un levantamiento BIM del proyecto a partir de la documentación 2D proporcionada, y que ha de iniciar tan pronto como se firme el contrato. En uno u otro caso, ese modelo será el modelo de base para dar respuesta a los objetivos del presente anexo. 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 la DG, siendo el procedimiento a partir del cual se generan total o parcialmente los entregables del presente contrato. En todo caso se deberá justificar ante la DG la trazabilidad de los entregables y si éstos serán postprocesados con herramientas CAD o de edición de texto.

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

### 2.1.2 PROPIEDAD DEL MODELO

La DG 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 contratista tiene derecho de uso durante la ejecución de las obras. Cualquier otro uso lucrativo, o no, de los modelos deberá ser autorizado previamente por la DG. Este derecho del Contratista se extenderá a sus posibles subcontratas, en las mismas condiciones.

### 2.1.3 REQUISITOS PARA LOS LICITADORES

Este documento contiene los requisitos de la DG para los Licitadores en materia BIM.

Para una comprensión integral de la estrategia de [la DG] 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 Pre-BEP desarrollando una metodología específica para dar respuesta a los objetivos y requerimientos BIM de la DG.

## 3. Objetivos y usos BIM del modelo de información

### 3.1 OBJETIVOS BIM

A continuación, se enumeran y describen los objetivos a conseguir mediante la implantación de la metodología BIM en la DG.

La consecución de dichos objetivos vendrá dada mediante la aplicación de los Usos BIM determinados para cada objetivo.

Son principalmente los siguientes:

OBJETIVO GENERAL	DESCRIPCIÓN
Proporcionar soporte en la toma de decisiones.	Generar información y visualización de las distintas problemáticas para facilitar la toma de decisiones en fase de diseño y en fase de construcción.
Centralización de la información de los activos de las DG.	Almacenamiento digital de toda la información útil y necesaria para la DG respecto a sus activos de infraestructura, en un entorno común, coherente y estructurado.
Facilitar la interpretación y comunicación del proceso constructivo.	Generar y entregar la información de calidad que facilite la interpretación de las soluciones previstas en el proceso constructivo y su comunicación a los usuarios finales (técnicos, proveedores, gestores, propietarios y ciudadanía).
Garantizar la coordinación entre disciplinas del proceso constructivo.	Asegurar la compatibilidad entre las soluciones de diferentes disciplinas durante todas las fases del proceso constructivo.
Mejorar la monitorización del avance del proceso constructivo.	Seguimiento de la evolución de las soluciones propuestas en base a información fiable y de calidad, registrando la toma de decisiones.

OBJETIVO GENERAL	DESCRIPCIÓN
Controlar el presupuesto durante todas las fases del activo de la DG.	Disponer de mediciones fiables de los capítulos más críticos para cualquier fase del ciclo de vida del activo empleando modelos a tal efecto.
Definir procesos constructivos fiables minimizando las desviaciones	Aumentar la fiabilidad de los programas de obra, asegurando la coordinación entre fases y equipos.
Mejorar la gestión de cambios durante el proceso constructivo	Evaluar los cambios sobre información fiable y de calidad y registrar la toma de decisiones.
Facilitar la gestión de la infraestructura acabada	Disponer de una copia digital del activo construido con toda la información necesaria para la gestión de la infraestructura.
Apoyar la transferencia de información desde diseño y obra a las fases de conservación y explotación.	Asegurar la entrega de información cierta y de calidad de la obra acabada (As Built). Apoyar la transferencia de información desde la fase de obra a fase de operación, conservación y explotación, asegurando la entrega de una fuente de información única, fiable y coherente a la siguiente en fase de ciclo de vida del activo.
Facilitar la gestión de conservación y explotación	Tener una copia digital del activo construido con la información ordenada según necesidades con un modelo de conservación y explotación BIM.

Tabla 2: Objetivos BIM generales de la DG

Y de forma específica, según la fase del ciclo de vida del activo donde han de tener aplicabilidad.

Objetivo general	Objetivos específicos	Redacción proyectos	Ejecución obra	Explotación
Proporcionar soporte en la toma de decisiones	Mayor conocimiento de las propuestas de solución.	X	X	X
	Mejora de la capacidad de reacción ante imprevistos.	X	X	X
	Mejora de comunicación entre agentes implicados.	X	X	X
Centralización de la información de los activos de las DG.	Mejora en la calidad de los procesos evitando duplicidad de información.	X	X	X
	Reducción de sobrecostes en obra debido a la utilización de información actualizada.		X	
	Reducción de sobrecoste en proyecto ocasionados por búsquedas infructuosas.	X		

Facilitar la interpretación y comunicación del proceso constructivo	Mejor análisis de cumplimiento de requerimientos.	X	X
	Ciclos de aprobación externos más rápidos (trámites).	X	X
	Visualización de las prescripciones del proyecto.	X	X
Garantizar la coordinación entre disciplinas del proceso constructivo	Definición detallada de las soluciones multidisciplinarias.	X	X
	Colaboración entre propiedad/equipos de diseño/constructores.	X	X
	Coordinación entre disciplinas/subcontratistas.	X	X
	Anticipación en la detección de problemas de coordinación en obra.	X	X
Mejorar la monitorización del avance del proceso constructivo	Reducción de errores y omisión en documentos de construcción.		X
	Monitorización del estado de avance		X
	Mejorar el control de las actividades de lista de repastos, de defectos y entregables.		X
Controlar el presupuesto durante todas las fases del activo de la DG.	Optimización de la gestión de recursos.	X	X
	Extracción de cantidades fiables del modelo.	X	X
	Comprobar de forma rápida y eficiente los costes de unidades del proyecto y compararlos con los de obra.		X
	Mejora el control de costes.		X
	Predictibilidad de las estimaciones económicas.	X	X
Definir procesos constructivos fiables minimizando las desviaciones	Facilitar la evaluación de procesos de construcción.	X	X
	Reducción de la duración global del proyecto.	X	X
	Optimización del emplazamiento y la logística de la obra.		X
	Disponer de planos de producción fiables detallados por disciplina/subcontratista.	X	X
	Reducción de la duración de los flujos de trabajo.		X

Definir procesos constructivos fiables minimizando las desviaciones	Incremento de la productividad personal.		X	
	Mejorar los procesos de suministro de materiales críticos.		X	
Mejorar la gestión de cambios durante el proceso constructivo	Trazabilidad de las decisiones de cambio.	X	X	
	Evaluación eficiente del impacto económico de las alternativas.	X		
Facilitar la gestión de la infraestructura acabada	Elaborar documentos de obra ejecutada con la información más fiable y precisa.		X	X
	Facilitar la transferencia de datos de explotación y conservación.		X	X
Apoyar la transferencia de información desde diseño y obra a las fases de conservación y explotación	Conectar los equipos de diseño, obra y conservación y explotación mediante la utilización de modelos BIM.	X	X	X
	Generar información precisa acordada previamente entre los equipos para la gestión, la conservación y la explotación.	X	X	X
Facilitar la gestión de conservación y explotación	Facilitar la gestión del activo durante la conservación y explotación apoyándose en la copia digital del modelo BIM del mismo.		X	X

Tabla 3: Objetivos BIM específicos de la DG

### 3.2 USOS BIM DE APLICACIÓN

Los principales usos del modelo BIM asociados a los objetivos BIM establecidos están descritos a continuación y alineados con la propuesta de Usos BIM de la Guía de elaboración del Plan de Ejecución BIM de esBIM y de la Guía BIM de Puertos del Estado, ambas dentro del marco del Ministerio de Fomento.

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

Nº Uso BIM	Uso BIM	Objetivo esperado	Fases de ciclo de vida de un activo		
			Proyecto	Obra	Explotación
1	Información centralizada	Usar los modelos BIM como fuente única, estandarizada y centralizada de la información producida durante el proyecto y la obra, para su almacenamiento entorno al "As Built" digital y para una mayor coherencia y uniformidad en la transferencia de información de la fase de obra a la fase de operación y explotación.	✓	✓	✓
2	Diseño y Visualización. Dimensión 3D	Usar los modelos BIM para favorecer la visualización del avance de los trabajos permitiendo una mejor comprensión de los procesos y una más fácil anticipación en la toma de decisiones. Esto permite también favorecer el sistema de producción de información de la obra.	✓	✓	✓
3	Coordinación. Dimensión 3D.	Mejorar la coordinación de los proyectos y obras integrando el uso de los modelos BIM en los procesos de coordinación y avance de la obra.	✓	✓	✓
4	Obtención de documentación. Dimensión 2D	Obtener la documentación 2D a partir de los modelos BIM. Centralizar la producción de información 2D durante el avance de los proyectos y obras en los modelos BIM. Esto permite un mayor grado de coherencia en la información usada durante los procesos.	✓	✓	✓
5	Obtención de mediciones. Dimensión 5D.	Usar modelos BIM con información clasificada y estandarizada permite garantizar un mayor grado de trazabilidad para las partidas que componen el presupuesto de los proyectos y las obras	✓	✓	✓
6	Generación de Infografías y recorridos virtuales	Uso del modelo para comunicar información visual espacial y funcional a través de renderizados, infografías y recorridos virtuales para uso y promoción de los trabajos realizados.	✓	✓	
7	Simulaciones Constructivas. Dimensión 4D	Uso de los modelos BIM para realizar simulaciones constructivas de la obra previas a la ejecución que permitan un mejor entendimiento y comunicación con el cliente	✓	✓	

N° Uso BIM	Uso BIM	Objetivo esperado	Fases de ciclo de vida de un activo		
			Proyecto	Obra	Explotación
8	Seguimiento de Obra (Producción y Certificación)	Los modelos BIM se usarán para 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 de DG.		✓	
9	Modelo de final de obra (Modelo "As Built")	Los modelos BIM serán una representación digital del activo construido que servirá como fuente centralizada de información (informes, controles de calidad, incidencias, fotografías...) producida durante la obra para ser transferida a DG (libro electrónico de la obra).		✓	✓
10	Explotación de Infraestructura Dimensión 7D.	La información contenida en los modelos "As Built" será la base para la transmisión de información para la explotación de la infraestructura (modelos 3D + datos).		✓	✓
11	Inventariado	Uso del modelo para hacer un inventariado digital de los activos construidos.	✓	✓	
12	Medio Ambiente	Uso del modelo como soporte del cálculo del impacto ambiental de la construcción del activo	✓	✓	

Tabla 4: Usos BIM requeridos

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

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

### 3.3 NIVELES DE DESARROLLO DE LOS MODELOS

#### 3.3.1 NIVELES DE INFORMACIÓN GEOMÉTRICA

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 ForumSpecs. Abril 2019, 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	DEFINICIÓN
LOD 100	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 de color poco esmerado.
LOD 200	Genérico: Un modelo genérico suficientemente modelado para identificar el tipo y los componentes. Las dimensiones pueden ser aproximadas.
LOD 300	Específico: Un objeto específico suficientemente modelado para identificar materiales de tipos y componentes, con las dimensiones exactas. Adecuado para producción, o pre-construcción, es decir, con un diseño cerrado. Corresponde a una envolvente geométrica exacta de los elementos
LOD 400	Para fabricación: Un objeto suficientemente detallado, preciso y concreto según requisitos de construcción y que incluye la geometría y datos para la subcontratación del especialista.  Ha de incluir todos los sub-componentes necesarios adecuados para permitir su fabricación.
LOD 500	Modelo "AsBuilt". Un modelo que representa la forma ejecutada de la infraestructura.

Tabla 5.: Niveles de Desarrollo (LOD)

Como referencia para infraestructura lineal y como complemento a la Guía del BIM Forum Specs se tomará la Guía danesa InfraBIM ("Discipline model specification" versión 1.0 BI-MINFRA.DK) para los elementos constructivos específicos de una carretera que no estén especificados.

Se incluye a continuación una tabla en la que se indica por disciplina y tipo de modelo el LOD a aplicar para la tipología de proyectos de **carreteras**.

### LOD APLICABLE POR DISCIPLINAS PARA PROYECTOS DE TIPOLOGÍA CARRETERAS

DISCIPLINA	MODELO DE OBRAS	MODELO AS BUILT
TERRENO EXISTENTE	300	500
SERVICIOS EXISTENTES	300	500
REPOSICIÓN DE SERVICIOS	300	500
FIRMES Y PAVIMENTOS	300	500
ESTRUCTURAS	300	500
DRENAJE	300	500
MOVIMIENTOS DE TIERRAS	300	500
SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	300	500
EQUIPAMIENTO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	300	500

Para el resto de las disciplinas y tipologías de proyecto se deberá aplicar la misma correspondencia de LOD:

TIPO DE ENTREGABLE	REALIDAD	LOD GENERAL REQUERIDO
Modelo de infraestructura existente	Ejecutada	300/500
Modelo de inicio de obras	Proyectada	300
Modelo de seguimiento de obras	Ejecutada	300/500
Modelo de obra ejecutada ("as-built")	Ejecutada	300/500
Modelo para el conservación y explotación	Ejecutada	300/500

Tabla 6: Niveles de Desarrollo (LOD) por tipo de modelo

Para cada fase de la ejecución de obra, el Contratista presentará unos modelos con el nivel requerido en la tabla anterior (según estándar Level of Development Specifications del BIM Forum).

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 sella-

do; 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 todos los elementos que se vean afectados por la ejecución de las obras. El Contratista realizará y tratará su modelizado 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.

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

### 3.3.2 NIVELES DE INFORMACIÓN NO GRÁFICA

La información no gráfica de los elementos de los modelos (metadatos) estará estructurada entorno a una agrupación de propiedades (set de propiedades), aprobada por la DG.

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 la DG.

La estructura de set de propiedades la DG para esta fase será la correspondiente a:

PSET	PROPIEDAD	TIPO DE DATO	DESCRIPCION
<b>1_IDENTIFICACION</b>			
	01_01_ROYECTO	TEXTO	Código del proyecto
	01_02_FASE	TEXTO	Identificación de la fase en la que se encuentra el elemento del modelo
	01_03_DISCIPLINA	TEXTO	Tipología de disciplina
	01_04_ELEMENTO	TEXTO	Tipología de elemento



PSET	PROPIEDAD	TIPO DE DATO	DESCRIPCION
	01_05_CLASIFICACION	TEXTO	Código de clasificación
	01_06_NOMBRE	TEXTO	Nombre corto del elemento
	01_07_MATERIAL	TEXTO	Referencia al material del elemento
<b>2_PROYECTO</b>			
	02_01_CAPITULO	TEXTO	Capítulo del presupuesto de la unidad de obra a la que hace referencia el elemento.
	02_02_SUBCAPITULO	TEXTO	Subcapítulo del presupuesto de la unidad de obra a la que hace referencia el elemento
	02_03_LONGITUD	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_04_AREA	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_05_VOLUMEN	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_06_PESO	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_07_UD OBRA	TEXTO	Código de la unidad de obra a la que hace referencia el elemento
	02_08_INDIRECTO	TEXTO	Código de la unidad o unidades de obra indirectas separados por “;”
	02_09_FASE DE OBRA	TEXTO	Código de la fase de obra a la que hace referencia el elemento.
	02_10_PLANOS	TEXTO	Referencia a los planos de proyecto, ruta o nombre de documento
	02_11_MEDIO AMBIENTE	TEXTO	Impacto de la huella de carbono del elemento
<b>3_OBRA</b>			
	03_01TAREA	TEXTO	Código de la tarea del plan de obra a la que pertenece el elemento

	03_02_CERTIFICACION	TEXTO	Número de Certificación
	03_03_EJECUTADO	NÚMERO	Porcentaje del elemento ejecutado en certificación
	03_04_INCIDENCIAS OBRA	TEXTO	Referencia a incidencias de obra, ruta o nombre de documento
	03_05_ENSAYOS	URL	Ruta para acceder a los documentos de ensayos, ruta o nombre de documento
	03_06_CERTIFICADOS DE CALIDAD	URL	Ruta para acceder a los documentos de certificados, ruta o nombre de documento
	03_07_FICHA TECNICA	TEXTO	Referencia de nombre de ficha técnica del elemento en cuestión, ruta o nombre de documento
	03_08_AS BUILT	TEXTO	Referencia a planos as built, ruta o nombre de documento
	03_09_DOC	URL	referencia a información as built, ruta o nombre de documento
<b>4_CYE</b>			
Consultar anexo 7 de la Guía BIM de la DG “set de propiedades”			

Tabla 7: Set de propiedades de la DG

Estos grupos de parámetros o sets 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 estrategia de centralización integral de las obras basada en los modelos BIM.
- La óptima y automatizada transmisión de información de los modelos As Built para la gestión de su conservación y explotación.

Estos niveles y estructura organizativa de atributos entorno a set de propiedades de la DG) serán plenamente visibles y operables en formatos OpenBIM (IFC).

Estos sets de propiedades personalizadas serán preparados en los modelos nativos antes de la entrega de la información a la DG. El contratista deberá presentar a la DG al comienzo de los trabajos una prueba piloto que permita verificar que con el software con el que se estarán preparando los modelos, son capaces de generar la estructura de datos requerida.

Adicionalmente, el licitador propondrá en su BEP la introducción de un Campo/parámetro en los modelos de avance para registrar y trazar la certificación mensual y/o asegurar la transferencia de información a la fase de conservación y explotación.

## 3.4 ESTRUCTURACIÓN DE DATOS

### 3.4.1 DIVISIÓN DE PROYECTO POR DISCIPLINAS

Los modelos se dividirán según las disciplinas indicadas en la presente Guía BIM, que se indican a continuación:

#### Modelos de partida

- Terreno existente
- Servicios existentes

#### Modelos de obra

- Firmes y pavimentos
- Estructuras
- Drenajes
- Movimiento tierras
- Señalización, balizamiento y defensas
- Equipamiento u obras complementarias
- Reposición de servicios afectados

### 3.4.2 CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Se definirá una estructura jerárquica que sirva para designar unívocamente cada uno de los elementos de los modelos tridimensionales. Con ello se busca un mayor grado de estandarización y trazabilidad de la información generada.

La codificación de los elementos se realizará por medio de la asignación de un código alfanumérico en un atributo del set de propiedades en base a una clasificación predeterminada, en concreto en el campo de los set de propiedades personalizados "CLASIFICACION".

Una vez implantado y estandarizado, se podrá tratar datos por medio de los modelos tridimensionales de información de distintas obras, unificando la codificación de elementos, su revisión, la generación de listados vinculados a elementos y futura base de precios.

En la actualidad existen diferentes sistemas de clasificación de elementos en el sector, uniclass 2015, omniclass, uniformat, masterformat, guBIMClass, etc. normalmente por países u organizaciones. Para la DG utilizaremos la clasificación más extendida en España:

estandar **GuBIMclass**, <https://gubimclass.org/es/clasificacion/>

## 4. ENTORNO DE COLABORACIÓN

### 4.1 ENTORNO COMÚN DE DATOS

El flujo de información deberá seguir las normas que rigen los repositorios comunes de información en base al estándar UNE-EN ISO 19650-2:2019.

A tal efecto, el Licitador definirá en el Pre-BEP su propuesta de integración en el Entorno Común de Datos de la DG, cuyo uso será de obligado cumplimiento, y 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 acceso a la información estará restringido a los agentes definidos en el BEP Pre-Contractual mediante permisos. Así mismo, el Consultor 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 la modelización de elementos, de forma general, se estructurará de manera que su flujo dentro del proceso de generación siga fielmente lo definido en la Guía BIM.

### 4.2 GESTIÓN DE LOS ARCHIVOS Y CARPETAS

Será de obligado cumplimiento la estructura de carpetas y codificación de archivos incluida en la presente Guía BIM.

### 4.3 VISUALIZACIÓN E INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

Se usará durante todo el proceso de ejecución de la obra 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 equipo Contratista suministrará una actualización de los modelos en formato abierto en el entorno común de datos que serán usados durante las reuniones periódicas de seguimiento de obra.

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 de la DG, 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.

Durante la elaboración del BEP, el Contratista preparará un modelo piloto con el set de propiedades requeridos en el CDE propuesto para aprobación.

## 5. Calendario de reuniones

La incorporación de la metodología BIM en la ejecución de la obra 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 como mínimo reuniones técnicas entorno a los modelos BIM cada [10]- [15]- días hábiles, dependiendo de la fase de avance de obra, y que deberá validar el Responsable del Contrato.

\*[ ] = valor recomendable con carácter general, pero particularizable por proyecto.

Es una prioridad de la DG, y así lo plasma en el presente pliego, que tanto el BIM Manager del contratista como su Jefe de Obra participen conjuntamente (y presencialmente) en las reuniones de coordinación técnicas periódicas de obra con la Dirección de Obra y la DG basadas en el uso de los modelos BIM. Será responsabilidad del BIM Manager y del Jefe de Obra potenciar el uso de los modelos BIM en dichas reuniones para explicar y transmitir a la DG el avance de obra realizado desde la anterior reunión.

Como parte clave en la estrategia de coordinación BIM, el Licitador justificará en el Pre-BEP su propuesta de integración de reuniones periódicas en el flujo de avance de la obra.

## 6. Software

Los modelos BIM se realizarán con el software a elección del Licitador. Este software deberá ser capaz de garantizar, sin pérdida de los sets de propiedades requeridos por la DG, el intercambio de información en formato IFC en su versión más actual.

El software/s seleccionado/s deberá ser capaz de realizar modelos 3D exhaustivos con los niveles de detalle requeridos por la DG teniendo en cuenta las particularidades de las obras.

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 la DG.

El Licitador presentará como parte del Pre-BEP su propuesta de software para dar respuesta a cada uno de los Usos BIM requeridos por la DG, preferiblemente en forma de mapa de software.

## 7. Entregables

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

### 7.1 ENTREGABLES BIM DE OBRA

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

- Plan de Ejecución BIM.
- 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 o “As-Built” (en formatos nativos y de intercambio abierto).
- Modelos e información BIM para la conservación y explotación (en formatos nativos y de intercambio abierto).

#### 7.1.1 PLAN DE EJECUCIÓN BIM. BEP

A los 30 días de la firma del acta de replanteo, se entregará el BEP para aprobación de la DG. Este BEP estará compuesto, como mínimo, y seguirá el guion de capítulos detallado a continuación:

##### Información general de la obra:

- Datos de la obra
- Hitos
- Calendario de reuniones
- Documentos de referencia de la obra
- Histórico de revisiones

##### Roles y responsabilidades del equipo

##### Objetivos y Usos BIM

- Respuesta a Objetivos BIM de la DG

- Usos BIM del modelo
- Estrategia de respuesta cada Uso BIM

#### Niveles de Información

- Niveles de información geométrica
- Niveles de información no gráfica

#### Organización del modelo

- Estructura de los modelos: origen de coordenadas, niveles y ejes de referencia, plantillas, configuraciones, estrategia de elementos parametrizables, etc...
- Estructura de ficheros
- Estructura de datos
- Matriz de interferencias

#### Gestión de Información

- Estrategia de comunicación
- Estrategia de gestión de datos
- Estrategia de gestión documental

#### Recursos

- Recursos humanos: equipo BIM con información de contacto de todos los participantes, roles, responsabilidades, y organigrama
- Recursos materiales (hardware, software, sistemas de repositorio de información, política de back-ups, diagrama arquitectura, IT)

#### Procesos BIM:

- Mapa y especificación de procesos de la manera que se va a crear y desarrollar el modelo a través de los diferentes agentes.
- Procesos de comunicación con la DG, entorno común de datos de la DG, coordinación, validaciones, permisos de archivos, calendario de reuniones.
- Proceso de modelado
- Proceso de coordinación de modelos BIM
- Proceso de intercambio de información BIM
- Proceso de entrega a la DG
- Otros procesos según usos BIM especificados

**Proceso de control de calidad: Procedimiento a seguir para cumplir los requisitos de calidad establecidos.**

#### Entregables BIM

- Listado de entregables y de modelos
- Nube de puntos (infraestructura existente)
- Tabla de desarrollo del modelo

#### Requisitos para los modelos de construcción

##### Coordenadas

**Requisitos para conservación y explotación, incorporación de datos necesarios.**

#### Estándares para aplicar en la producción del modelo

### 7.1.2 MODELOS BIM

#### A. Modelos nativos a inicio de obra

A los [dos meses] de la fecha del acta de replanteo se entregarán los modelos BIM en formato abierto (IFC en la última versión publicada por la Building Smart , estable y compatible con el tipo de infraestructura) y nativos con el nivel de desarrollo requerido. Estos modelos contendrán los elementos actualizados del proyecto constructivo licitado. Estos modelos estarán libres de colisiones según la matriz de interferencias aprobada en el Plan de ejecución BIM.

Además, se presentarán los planos aptos para construir extraídos del modelo, a definir por la Dirección de Obra.

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.
- Unidades: La unidad geométrica de los modelos será el metro.
- División de modelos: Según el apartado “División de proyecto por disciplinas”.
- Configuración de plantillas: Se deberán generar las plantillas de acuerdo con los requisitos de la obra definidos en el presente documento. Deberán estar descritas en el BEP.

#### B. Durante la ejecución del proceso de construcción

Coincidiendo con cada hito de entrega parcial a la DG, se entregará una versión actualizada de los modelos BIM de avance en formato abierto (IFC en la última versión publicada

por la Building Smart , estable y compatible con el tipo de infraestructura) 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.

### C. Al finalizar las obras

A los [dos meses] de la fecha del acta de final de obra se entregará un modelo federado en formato abierto (IFC 4 en la última versión publicada por la Building Smart , estable y compatible con el tipo de infraestructura) 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 de Obra.

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 conservación y explotación.

## 7.2 ENTREGABLES ADICIONALES A LA OBRA

### 7.2.1 INFORME DE MODELOS DE PROYECTO

Al mes del comienzo de los trabajos, el adjudicatario presentará un informe de revisión de modelos de proyecto constructivo donde se analizarán los modelos suministrados y se propondrán los ajustes necesarios para dar cumplimiento a los usos previstos.

### 7.2.2 PLANOS

Los modelos BIM han de ser el medio que da coherencia a la información contenida en los Planos de Obra. Para ello, los planos As-built 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 Contratista y aprobados por la DG.

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

El Contratista deberá suministrar a la DG los modelos nativos de trabajo que incluyan los planos As-built debidamente integrados y vinculados, sin menos cabo de la entrega tradicional del paquete de planos en formato CAD y PDF.

El índice de planos deberá contener la siguiente información:

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

### 7.2.3 CARTOGRAFÍA BASE

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

El modelo deberá contener los sets de propiedades definidos por la DG para los alcances requeridos, siguiendo lo definido en el apartado Niveles de Información no gráfica.

### 7.2.4 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 contratista (y aprobado por la DG) por alcance y plazo requerido, se aceptará que parte de las mediciones puedan proceder de la documentación de detalle no modelado en BIM.

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.

### 7.2.5 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 la DG), 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.

\*[ ] = valor recomendable con carácter general, pero particularizable por proyecto.

## 8. Equipo técnico

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

A un 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 Master 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 los siguientes roles:

### Responsable BIM (BIM Manager) de Obra

Responsable de toda la gestión BIM del contrato y cuyas funciones serán como mínimo las siguientes:

- Desarrollar el Plan de ejecución BIM y asegurar su cumplimiento.
- Garantizar la aplicación y cumplimiento del EIR del contrato.
- Auditar el modelo de diseño y proponer su adaptación a la fase de construcción.
- Liderar el proceso de evolución del modelo de proyecto al modelo constructivo.

- Liderar el proceso de evolución del modelo hasta el "As Built", garantizando la calidad tanto geométrica como de información de los elementos construidos.
- Promover y garantizar la "usabilidad" de los modelos para los objetivos y usos pretendidos.
- Definir el entorno tecnológico idóneo, incluyendo la prescripción de programa, maquinaria y red estructurada.
- Definir los procesos de coordinación, revisión de diseño, y detección de colisiones, elaborando los correspondientes informes de identificación y resolución de conflictos detectados.
- Garantizar la exportación y extracción de datos de los modelos actualizados, de acuerdo con los requisitos específicos de cada fase.
- Asegurar que las transferencias de información y los entregables se realizan en los formatos prescritos.

La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión, y la experiencia demostrable y adecuada a los objetivos y complejidad del contrato.

### Oficina Técnica BIM Obra

Responsables de la coordinación y ejecución de modelos BIM del contrato. Sus funciones serán como mínimo las siguientes:

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

Las personas designadas tendrán los conocimientos técnicos y de gestión, y la experiencia demostrable y adecuada a los objetivos y complejidad del contrato.

### 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 la DG.

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 Pre-BEP.

#### Experiencia requerida

- Responsable BIM: Ingeniero de Caminos o titulación similar con la correspondencia a nivel 3 del MECES. Formación Máster BIM Manager o experiencia asimilable.
- Coordinador BIM: Ingeniero de Caminos o titulación similar con la correspondencia a nivel 3 del MECES. Formación Máster BIM Manager o experiencia asimilable.
- Responsable BIM de disciplina: 2 años en puesto similar.
- Jefe de Obra: Ingeniero de Caminos o titulación similar con la correspondencia a nivel 3 del MECES. Formación Máster BIM Manager o experiencia asimilable.

## 9. Controles de calidad

El Licitador definirá en el Pre-BEP, el procedimiento a seguir 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:

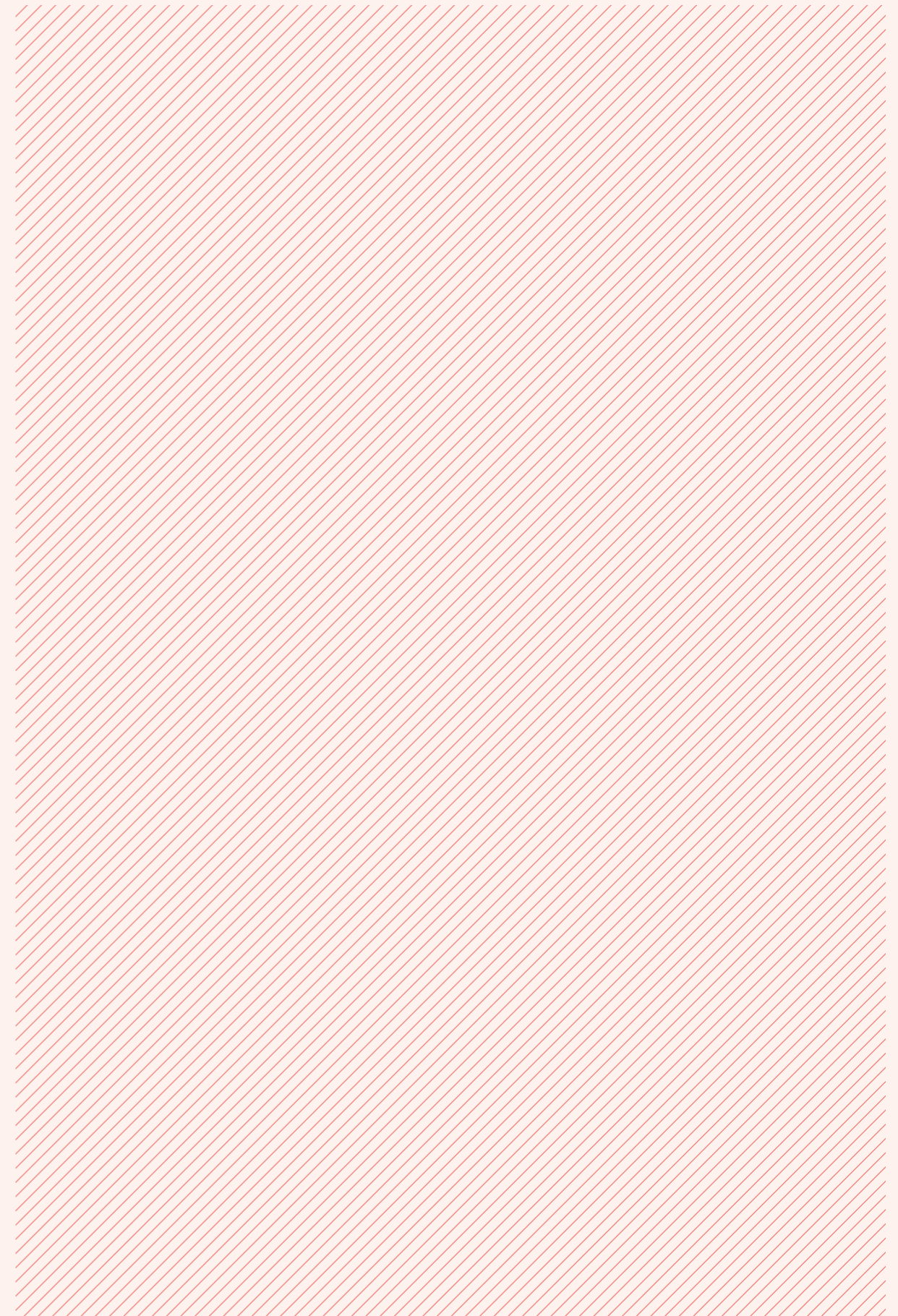
- Trazabilidad.
- Codificación de los elementos.
- Organización y documentación asociada.
- Introducción progresiva de datos en el modelo.

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

El Licitador explicará la estrategia de calidad propuesta en su Pre-BEP, 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.



# Anexo 6

REQUERIMIENTOS  
BIM PARA  
ASISTENCIA TÉCNICA  
A LA DIRECCIÓN,  
CONTROL Y  
VIGILANCIA DE OBRA.

## ÍNDICE

<b>0.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>208</b>	<b>4.</b>	<b>ENTORNO DE COLABORACIÓN</b>	<b>224</b>
<b>1.</b>	<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>	<b>209</b>	4.1.	ENTORNO COMÚN DE DATOS	224
1.1.	INTRODUCCIÓN	209	4.2.	GESTIÓN DE LOS ARCHIVOS Y CARPETAS	224
1.2.	OFICINA TÉCNICA BIM	209	4.3.	VISUALIZACIÓN E INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN	225
1.3.	ALCANCE DE LOS TRABAJOS	209	<b>5.</b>	<b>CALENDARIO DE REUNIONES</b>	<b>225</b>
1.4.	INFORMACIÓN BÁSICA	211	<b>6.</b>	<b>SOFTWARE</b>	<b>225</b>
<b>2.</b>	<b>REQUISITOS ASOCIADOS A LA METODOLOGÍA BIM</b>	<b>211</b>	<b>7.</b>	<b>ENTREGABLES</b>	<b>226</b>
2.1.	REQUISITOS GENERALES	211	7.1.	ESTUDIOS Y TRABAJOS PREVIOS	226
2.1.1.	Principio General	211	7.1.1.	Plan de Ejecución BIM. BEP	226
2.1.2.	Inclusión BIM en el proceso	211	7.1.2.	Auditoría BIM	228
2.1.3.	Propiedad del modelo	212	7.1.3.	Programa de Trabajos: planificación 4D	228
2.1.4.	Requisitos para los Licitadores	212	7.1.4.	Coordinación de Seguridad y Salud	228
<b>3.</b>	<b>OBJETIVOS Y USOS BIM DEL MODELO DE INFORMACIÓN</b>	<b>213</b>	7.1.5.	Trazabilidad de la Obra	228
3.1.	OBJETIVOS BIM	213	7.2.	ENTREGABLES DURANTE LA OBRA	229
3.2.	USOS BIM DE APLICACIÓN	216	7.2.1.	Informe Periódico de Control	229
3.3.	ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDADES EN FUNCIÓN DE LOS USOS BIM	218	7.2.2.	Certificación	230
3.4.	NIVELES DE DESARROLLO DE LOS MODELOS	218	7.2.3.	Proyectos Modificados y Complementarios	231
3.4.1.	Niveles de Información Geométrica	218	7.2.4.	Modelado de respaldo	231
3.4.2.	Niveles de Información no gráfica	220	7.2.5.	Registro de Obras	131
3.5.	ESTRUCTURACIÓN DE DATOS	223	7.3.	LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS E INFORME FINAL	231
3.5.1.	División de proyecto por disciplinas	223	<b>8.</b>	<b>EQUIPO TÉCNICO</b>	<b>232</b>
3.5.2.	Clasificación de elementos constructivos	224	<b>9.</b>	<b>CONTROLES DE CALIDAD</b>	<b>234</b>



## 0. Introducción

El presente documento está dirigido a los técnicos de la DG que se vean en la necesidad de preparar unos requisitos BIM para un contrato del tipo “Dirección de Obras” o “Asistencia Técnica a la Dirección, Control y Vigilancia de la Obra”.

Este documento contiene las pautas que el adjudicatario deberá tener en cuenta a la hora de realizar modelos, por un lado, y saber qué supervisar al contratista por otro.

Cabe destacar que el adjudicatario podrá encontrarse ante dos situaciones de partida diferentes. En la primera, el proyecto constructivo de partida se habrá realizado en BIM y por tanto habrá unos modelos de proyecto constructivo como dato de partida. En este caso el adjudicatario deberá realizar un informe inicial de auditoría de dichos modelos evaluando la idoneidad de estos, y deberá comparar su análisis con el que haga el contratista.

En la segunda, el proyecto constructivo no se habrá realizado en BIM, y el contratista deberá en ese caso realizar un levantamiento BIM del proyecto, que deberá ser supervisado por el adjudicatario.

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.

Será también tarea del redactor marcar el nivel de exigencia en los requerimientos BIM que se le quiera dar al contrato, y que deberían ser función del grado de madurez BIM en la que se encuentre la DG en ese momento. Esto se podrá hacer eligiendo que requisitos queremos hacer cumplir a los licitadores de todos los indicados en este documento. Una posible Guía al respecto de que requerimientos ir exigiendo a los licitadores puede ser consultar la tabla adjunta en la Guía BIM en el capítulo “4.4.2.- Contenidos de los EIRs”. Otra posibilidad sencilla es limitar la cantidad de Usos BIM a emplear en el contrato, de tal forma que se disminuyan el número de Objetivos BIM a cumplir.

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.

## 1. Información general

### 1.1 INTRODUCCIÓN

La DG ha adoptado la metodología BIM para la redacción del proyecto y ejecución de las obras de construcción de [A completar por el técnico responsable] y es voluntad de la Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias de la Junta de Extremadura, en adelante DG, continuar esta metodología durante todo el ciclo de vida de la infraestructura y hacerla extensiva a la contratación de la [Dirección de Obra/Asistencia Técnica Dirección Control y Vigilancia/Coordinación de Seguridad y Salud] en los términos que fija el pliego para los usos pretendidos por la DG.

En este documento se establecen las condiciones y responsabilidades para la integración en la metodología BIM los objetivos y usos fijados por la DG en este pliego.

El presente anexo, es el documento en el que la DG, indica sus requerimientos en cuanto a objetivos, usos, niveles de desarrollo de modelos, estructuración de datos, entorno colaborativo, mapa de software, entregables, equipo técnico, y controles de calidad que serán los que la Dirección de Obra habrá de realizar seguimiento mediante la metodología BIM.

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

### 1.2 OFICINA TÉCNICA BIM

Se entiende por Oficina Técnica BIM, en adelante OTB, integrada en el Equipo de Asistencia Técnica a la Dirección Control y Vigilancia de las Obra (en adelante ATDCV), el conjunto de técnicos designados expresamente para llevar a cabo el liderazgo y monitorización de todos los condicionantes reflejados con el Plan de ejecución BIM “fase obras”, incorporando los estándares y procedimientos de la DG así como la estrategia aportada por la contrata a través del BIM Plan exigido.

### 1.3 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

En el pliego se enumeran los trabajos a realizar de tipo técnico a desarrollar por el Consultor incluyendo a continuación, de forma no limitante, aquéllos específicos a realizar con la metodología BIM:

- Velar por el correcto desarrollo de la metodología BIM según los objetivos y usos establecidos por la DG para el contrato de obras y expresados en el BEP de obras.
- Velar por la calidad y responder de la exactitud de los modelos constructivos y as-built, en cuanto a su contenido, nivel de información, parametrización y nivel de desarrollo según los objetivos y usos establecidos por la DG para el contrato de obras y expresados en el BEP de obras.
- Impulsar la ejecución de las obras siguiendo la metodología BIM basadas en los modelos de proyecto, el BEP y el contrato de la forma más fidedigna posible.

- Requerir, aceptar o enmendar, si procede, los planos o modelos BIM de obra que tiene que formular el Contratista.
- Realizar Auditorías BIM.
- Preparar las Certificaciones asociadas al modelo.
- Configurar un sistema de revisión digital de las obras.
- Realizar el seguimiento de coordinación de lotes de obra (en caso de que existan).
- Comprobar la tolerancia en obra.
- Supervisar la implantación, seguimiento y actualización del Plan de ejecución BIM.
- Controlar el avance progresivo del modelo BIM As-built así como la codificación para la futura integración en el sistema de Conservación y Explotación de la DG.
- Redactar y modelar los proyectos modificados y complementarios que fueran necesarios en las obras.
- Controlar la gestión del cambio, realizando las revisiones oportunas de los proyectos a modificar y complementarios, implantando una capa de gestión Open BIM de gestión BCF o similar sobre formatos \*.IFC.
- etc.

Con objeto de explicar cómo van a realizar estas acciones, los licitadores en su oferta presentarán de forma clara y concisa un BEP Pre-Contractual, en adelante Pre-BEP, desarrollando una metodología específica para dar respuesta a los objetivos y requerimientos BIM “fase de obra” en el papel de la [Dirección de Obra/Asistencia Técnica Dirección Control y Vigilancia/Coordinación de Seguridad y Salud].

Una vez se firme el contrato, el Consultor adjudicatario deberá completar, desarrollar y particularizar el Pre-BEP en consenso con la DG hasta convertirlo en el Plan de Ejecución BIM post contractual, en adelante BEP, que regirá la estrategia de intercambio de información para dar respuesta a los requerimientos e intereses de la DG expresados en el presente anexo.

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

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

## 1.4 INFORMACIÓN BÁSICA

PROPIETARIO DE LA OBRA	DIRECCIÓN GENERAL DE MOVILIDAD E INFRAESTRUCTURAS VIARIAS DE LA JUNTA DE EXTREMADURA
Nombre de la obra	[A completar por el técnico responsable]
Dirección	[A completar por el técnico responsable]
Código de la obra	[A completar por el técnico responsable]
Descripción de la obra	[A completar por el técnico responsable]
Entregables de la obra	[A completar por el técnico responsable]

Tabla 1: Información básica del contrato

## 2. Requisitos asociados a la metodología bim

### 2.1 REQUISITOS GENERALES

#### 2.1.1 PRINCIPIO GENERAL

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

#### 2.1.2 INCLUSIÓN BIM EN EL PROCESO

Al inicio y durante la obra la ATDCV, supervisará los usos BIM asociados al contrato de obras, de manera que aprobará y validará los entregables BIM del contratista durante la ejecución de la misma.

Además, presentará un plan de acción para poner en marcha la BIM Manager Office y los procedimientos asociados de publicación, revisión, validación, etc.

Será responsable de la gestión del CDE de obras, debiendo asegurar en sesiones de trabajo el correcto uso por parte de todos los agentes implicados en la fase de obras.

Será responsable de implantar un sistema de calidad centrado en la auto auditoría, del CDE e implantación de buenas prácticas en el uso de un sistema centralizado de gestión, asumirá en definitiva el rol de “Information Manager” implantando la tecnología y los procedimientos de intercambio, reportando en todo caso al BIM Manager de la obra.

Además, implantará un sistema de control y detección de interferencias acorde a la matriz de interferencias a aprobar para la fase de obras.

La ATDCV será responsable de la supervisión y control de la consecución de los objetivos y los usos asignados a cada rol.

La ATDCV será responsable de la supervisión y control de la adecuada transferencia de modelos y de la observación de las condiciones expresadas en el BEP de redacción del proyecto y del BEP de construcción.

### 2.1.3 PROPIEDAD DEL MODELO

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

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

### 2.1.4 REQUISITOS PARA LOS LICITADORES

Este documento contiene los requisitos de la DG para los Licitadores en materia BIM.

Para una comprensión integral de la estrategia de la DG entorno a la metodología BIM, este documento ha de leerse conjuntamente con los modelos BIM transferidos de la fase de proyecto constructivo (en caso de que los hubiere) y con el resto de los documentos de la licitación, en especial las cláusulas administrativas y los anejos de requisitos BIM de la redacción de los proyectos (Exp [A completar por el técnico responsable]) y de la ejecución de las obras (Exp [A completar por el técnico responsable]).

Los Licitadores presentarán un Pre-BEP desarrollando una metodología específica para dar respuesta a los objetivos y requerimientos BIM de la DG de fase de [Dirección de Obra/Asistencia Técnica a Dirección, Control y Vigilancia de Obra/Coordinación de Seguridad y Salud] y los entregables asociados, así como la definición del CDE (entorno común de datos) y los procedimientos de intercambio en el mismo.

Será de vital importancia diseñar una propuesta de validación de las obras continuada e integrada con los técnicos de la DG, no admitiéndose procedimientos de trabajo que no permitan a la DG tener visibilidad del avance desde fases muy tempranas.

Los licitadores presentarán un sistema de soporte al control del plazo y cumplimientos de los hitos de obra para lo cual se exigirá que mediante una fase de auditoría BIM, se le marquen a la Constructora adjudicataria las acciones correctoras de los modelos de obra, así como la publicación de un modelo 4D simulando la planificación de las obras.

Será responsabilidad del licitador realizar un seguimiento de actualización de la planificación acorde a los plazos de ejecución real en obra para mediante el modelo BIM 4D, informar a la DG y demás agentes de incumplimientos o no de plazos y en su caso las acciones correctoras.

## 3. Objetivos y usos BIM del modelo de información

### 3.1 OBJETIVOS BIM

A continuación, se enumeran y describen los objetivos a conseguir mediante la implantación de la metodología BIM en la DG.

La consecución de dichos objetivos vendrá dada mediante la aplicación de los Usos BIM determinados para cada objetivo.

Son principalmente los siguientes:

OBJETIVO GENERAL	DESCRIPCIÓN
Proporcionar soporte en la toma de decisiones.	Generar información y visualización de las distintas problemáticas para facilitar la toma de decisiones en fase de diseño y en fase de construcción.
Centralización de la información de los activos de las DG.	Almacenamiento digital de toda la información útil y necesaria para la DG respecto a sus activos de infraestructura, en un entorno común, coherente y estructurado.
Facilitar la interpretación y comunicación del proceso constructivo.	Generar y entregar la información de calidad que facilite la interpretación de las soluciones previstas en el proceso constructivo y su comunicación a los usuarios finales (técnicos, proveedores, gestores, propietarios y ciudadanía).
Garantizar la coordinación entre disciplinas del proceso constructivo.	Asegurar la compatibilidad entre las soluciones de diferentes disciplinas durante todas las fases del proceso constructivo.
Mejorar la monitorización del avance del proceso constructivo.	Seguimiento de la evolución de las soluciones propuestas en base a información fiable y de calidad, registrando la toma de decisiones.
Controlar el presupuesto durante todas las fases del activo de la DG.	Disponer de mediciones fiables de los capítulos más críticos para cualquier fase del ciclo de vida del activo empleando modelos a tal efecto.
Definir procesos constructivos fiables minimizando las desviaciones	Aumentar la fiabilidad de los programas de obra, asegurando la coordinación entre fases y equipos.
Mejorar la gestión de cambios durante el proceso constructivo	Evaluar los cambios sobre información fiable y de calidad y registrar la toma de decisiones.
Facilitar la gestión de la infraestructura acabada	Disponer de una copia digital del activo construido con toda la información necesaria para la gestión de la infraestructura.

<b>Apoyar la transferencia de información desde diseño y obra a las fases de conservación y explotación.</b>	Asegurar la entrega de información cierta y de calidad de la obra acabada (As Built). Apoyar la transferencia de información desde la fase de obra a fase de operación, conservación y explotación, asegurando la entrega de una fuente de información única, fiable y coherente a la siguiente en fase de ciclo de vida del activo.
<b>Facilitar la gestión de conservación y explotación</b>	Tener una copia digital del activo construido con la información ordenada según necesidades con un modelo de conservación y explotación BIM.

Tabla 2: Objetivos BIM generales de la DG

Y de forma específica, según la fase del ciclo de vida del activo donde han de tener aplicabilidad.

Objetivo general	Objetivos específicos	Redacción proyectos	Ejecución obra	Explotación
<b>Proporcionar soporte en la toma de decisiones</b>	Mayor conocimiento de las propuestas de solución.	X	X	X
	Mejora de la capacidad de reacción ante imprevistos.	X	X	X
	Mejora de comunicación entre agentes implicados.	X	X	X
<b>Centralización de la información de los activos de las DG.</b>	Mejora en la calidad de los procesos evitando duplicidad de información.	X	X	X
	Reducción de sobrecostes en obra debido a la utilización de información actualizada.		X	
	Reducción de sobrecoste en proyecto ocasionados por búsquedas infructuosas.	X		
<b>Facilitar la interpretación y comunicación del proceso constructivo</b>	Mejor análisis de cumplimiento de requerimientos.	X	X	
	Ciclos de aprobación externos más rápidos (trámites).	X	X	
	Visualización de las prescripciones del proyecto.	X	X	
<b>Garantizar la coordinación entre disciplinas del proceso constructivo</b>	Definición detallada de las soluciones multidisciplinarias.	X	X	
	Colaboración entre propiedad/equipos de diseño/constructores.	X	X	
	Coordinación entre disciplinas/subcontratistas.	X	X	
	Anticipación en la detección de problemas de coordinación en obra.	X	X	

<b>Mejorar la monitorización del avance del proceso constructivo</b>	Reducción de errores y omisión en documentos de construcción.		X	
	Monitorización del estado de avance		X	
	Mejorar el control de las actividades de lista de repasos, de defectos y entregables.		X	
<b>Controlar el presupuesto durante todas las fases del activo de la DG.</b>	Optimización de la gestión de recursos.	X	X	
	Extracción de cantidades fiables del modelo.	X	X	
	Comprobar de forma rápida y eficiente los costes de unidades del proyecto y compararlos con los de obra.		X	
	Mejora el control de costes.		X	
	Predictibilidad de las estimaciones económicas.	X	X	
	Facilitar la evaluación de procesos de construcción.	X	X	
<b>Definir procesos constructivos fiables minimizando las desviaciones</b>	Reducción de la duración global del proyecto.	X	X	
	Optimización del emplazamiento y la logística de la obra.		X	
	Disponer de planos de producción fiables detallados por disciplina/subcontratista.	X	X	
	Reducción de la duración de los flujos de trabajo.		X	
	Incremento de la productividad personal.		X	
	Mejorar los procesos de suministro de materiales críticos.		X	
	Trazabilidad de las decisiones de cambio.	X	X	
<b>Mejorar la gestión de cambios durante el proceso constructivo</b>	Evaluación eficiente del impacto económico de las alternativas.	X		
	Elaborar documentos de obra ejecutada con la información más fiable y precisa.		X	X
<b>Facilitar la gestión de la infraestructura acabada</b>	Facilitar la transferencia de datos de explotación y conservación.		X	X

<b>Apoyar la transferencia de información desde diseño y obra a las fases de conservación y explotación</b>	Conectar los equipos de diseño, obra y conservación y explotación mediante la utilización de modelos BIM.	X	X	X
	Generar información precisa acordada previamente entre los equipos para la gestión, la conservación y la explotación.	X	X	X
<b>Facilitar la gestión de conservación y explotación</b>	Facilitar la gestión del activo durante la conservación y explotación apoyándose en la copia digital del modelo BIM del mismo.		X	X

Tabla 3: Objetivos BIM específicos de la DG

### 3.2 USOS BIM DE APLICACIÓN

Los principales usos del modelo BIM asociados a los objetivos BIM establecidos están descritos a continuación.

Los Licitadores expondrán en el Pre-BEP de forma simple y clara la estrategia que será seguida durante la ejecución de obra desde la perspectiva de la Dirección de las Obras para dar respuesta a cada uno de los Usos BIM requeridos por la DG.

Nº Uso BIM	Uso BIM	Objetivo esperado	Fases de ciclo de vida de un activo		
			Proyecto	Obra	Explotación
1	<b>Información centralizada</b>	Usar los modelos BIM como fuente única, estandarizada y centralizada de la información producida durante el proyecto y la obra, para su almacenamiento entorno al "As Built" digital y para una mayor coherencia y uniformidad en la transferencia de información de la fase de obra a la fase de operación y explotación.	✓	✓	✓
2	<b>Diseño y Visualización. Dimensión 3D</b>	Usar los modelos BIM para favorecer la visualización del avance de los trabajos permitiendo una mejor comprensión de los procesos y una más fácil anticipación en la toma de decisiones. Esto permite también favorecer el sistema de producción de información de la obra.	✓	✓	✓
3	<b>Coordinación. Dimensión 3D.</b>	Mejorar la coordinación de los proyectos y obras integrando el uso de los modelos BIM en los procesos de coordinación y avance de la obra.	✓	✓	✓

4	<b>Obtención de documentación. Dimensión 2D</b>	Obtener la documentación 2D a partir de los modelos BIM. Centralizar la producción de información 2D durante el avance de los proyectos y obras en los modelos BIM. Esto permite un mayor grado de coherencia en la información usada durante los procesos.	✓	✓	✓
5	<b>Obtención de mediciones. Dimensión 5D.</b>	Usar modelos BIM con información clasificada y estandarizada permite garantizar un mayor grado de trazabilidad para las partidas que componen el presupuesto de los proyectos y las obras	✓	✓	✓
6	<b>Generación de Infografías y recorridos virtuales</b>	Uso del modelo para comunicar información visual espacial y funcional a través de renderizados, infografías y recorridos virtuales para uso y promoción de los trabajos realizados.	✓	✓	
7	<b>Simulaciones Constructivas. Dimensión 4D</b>	Uso de los modelos BIM para realizar simulaciones constructivas de la obra previas a la ejecución que permitan un mejor entendimiento y comunicación con el cliente	✓	✓	
8	<b>Seguimiento de Obra (Producción y Certificación)</b>	Los modelos BIM se usarán para 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 de DG.			✓
9	<b>Modelo de final de obra (Modelo "As Built")</b>	Los modelos BIM serán una representación digital del activo construido que servirá como fuente centralizada de información (informes, controles de calidad, incidencias, fotografías...) producida durante la obra para ser transferida a DG (libro electrónico de la obra).			✓
10	<b>Explotación de Infraestructura Dimensión 7D.</b>	La información contenida en los modelos "As Built" será la base para la transmisión de información para la explotación de la infraestructura (modelos 3D + datos).			✓
11	<b>Inventariado</b>	Uso del modelo para hacer un inventariado digital de los activos construidos.	✓	✓	
12	<b>Medio Ambiente</b>	Uso del modelo como soporte del cálculo del impacto ambiental de la construcción del activo	✓	✓	

Tabla 4: Usos BIM requeridos

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

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

### 3.3 ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDADES EN FUNCIÓN DE LOS USOS BIM

La ATDCV será responsable de la supervisión y control de la consecución de los objetivos y los usos asignados a cada rol.

### 3.4 NIVELES DE DESARROLLO DE LOS MODELOS

La descripción de niveles de información geométrica y no gráfica que se incluye a continuación posee un doble objetivo, por un lado ayudar a la Dirección de Obra en el supuesto de que tengan que realizar modelos por ellos mismos, y por otro de ser conocedores de lo que ha de ser supervisado al contratista.

#### 3.4.1 NIVELES DE INFORMACIÓN GEOMÉTRICA

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 ForumSpecs. Abril 2019, 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	DEFINICIÓN
LOD 100	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 de color poco esmerado.
LOD 200	Genérico: Un modelo genérico suficientemente modelado para identificar el tipo y los componentes. Las dimensiones pueden ser aproximadas.
LOD 300	Específico: Un objeto específico suficientemente modelado para identificar materiales de tipos y componentes, con las dimensiones exactas. Adecuado para producción, o pre-construcción, es decir, con un diseño cerrado. Corresponde a una envolvente geométrica exacta de los elementos
LOD 400	Para fabricación: Un objeto suficientemente detallado, preciso y concreto según requisitos de construcción y que incluye la geometría y datos para la subcontratación del especialista.  Ha de incluir todos los sub-componentes necesarios adecuados para permitir su fabricación.
LOD 500	Modelo “AsBuilt”. Un modelo que representa la forma ejecutada de la infraestructura.

Tabla 5: Niveles de Desarrollo (LOD)

Como referencia para infraestructura lineal y como complemento a la Guía del BIM Forum Specs se tomará la Guía danesa InfraBIM (“Discipline model specification” versión 1.0 BI-MINFRA.DK) para los elementos constructivos específicos de una carretera que no estén especificados.

Se incluye a continuación una tabla en la que se indica por disciplina y tipo de modelo el LOD a aplicar para la tipología de proyectos de **carreteras**.

LOD APLICABLE POR DISCIPLINAS PARA PROYECTOS DE TIPOLOGÍA CARRETERAS		
DISCIPLINA	MODELO DE OBRAS	MODELO AS BUILT
TERRENO EXISTENTE	300	500
SERVICIOS EXISTENTES	300	500
REPOSICIÓN DE SERVICIOS	300	500
FIRMES Y PAVIMENTOS	300	500
ESTRUCTURAS	300	500
DRENAJE	300	500
MOVIMIENTOS DE TIERRAS	300	500
SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	300	500
EQUIPAMIENTO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	300	500

Para el resto de las disciplinas y tipologías de proyecto se deberá aplicar la misma correspondencia de LOD:

TIPO DE ENTREGABLE	REALIDAD	LOD GENERAL REQUERIDO
Modelo de infraestructura existente	Ejecutada	300/500
Modelo de inicio de obras	Proyectada	300
Modelo de seguimiento de obras	Ejecutada	300/500
Modelo de obra ejecutada (“as-built”)	Ejecutada	300/500
Modelo para el conservación y explotación	Ejecutada	300/500

Tabla 6: Niveles de Desarrollo (LOD) por tipo de modelo

Para cada fase de la ejecución de obra, la ATDCV deberá supervisar que los modelos presentados por el Contratista se han realizado con el nivel requerido en la tabla anterior (según estándar Level of Development Specifications del BIM Forum).

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 todos los elementos que se vean afectados por la ejecución de las obras. El Contratista realizará y tratará su modelizado de 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.

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

### 3.4.2 NIVELES DE INFORMACIÓN NO GRÁFICA

La información no gráfica de los elementos de los modelos (metadatos) estará estructurada entorno a una agrupación de propiedades (set de propiedades), aprobada por la DG.

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 la DG.

La estructura de set de propiedades la DG tendrá el siguiente aspecto:

PSET	PROPIEDAD	TIPO DE DATO	DESCRIPCION
<b>1_IDENTIFICACION</b>			
	01_01_ROYECTO	TEXTO	Código del proyecto

	01_02_FASE	TEXTO	Identificación de la fase en la que se encuentra el elemento del modelo
	01_03_DISCIPLINA	TEXTO	Tipología de disciplina
	01_04_ELEMENTO	TEXTO	Tipología de elemento
	01_05_CLASIFICACION	TEXTO	Código de clasificación
	01_06_NOMBRE	TEXTO	Nombre corto del elemento
	01_07_MATERIAL	TEXTO	Referencia al material del elemento
<b>2_PROYECTO</b>			
	02_01_CAPITULO	TEXTO	Capítulo del presupuesto de la unidad de obra a la que hace referencia el elemento.
	02_02_SUBCAPITULO	TEXTO	Subcapítulo del presupuesto de la unidad de obra a la que hace referencia el elemento
	02_03_LONGITUD	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_04_AREA	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_05_VOLUMEN	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_06_PESO	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_07_UD OBRA	TEXTO	Código de la unidad de obra a la que hace referencia el elemento
	02_08_INDIRECTO	TEXTO	Código de la unidad o unidades de obra indirectas separados por “;”
	02_09_FASE DE OBRA	TEXTO	Código de la fase de obra a la que hace referencia el elemento.
	02_10_PLANOS	TEXTO	Referencia a los planos de proyecto, ruta o nombre de documento
	02_11_MEDIO AMBIENTE	TEXTO	Impacto de la huella de carbono del elemento

PSET	PROPIEDAD	TIPO DE DATO	DESCRIPCION
<b>3_OBRA</b>			
	03_01TAREA	TEXTO	Código de la tarea del plan de obra a la que pertenece el elemento
	03_02_CERTIFICACION	TEXTO	Número de Certificación
	03_03_EJECUTADO	NÚMERO	Porcentaje del elemento ejecutado en certificación
	03_04_INCIDENCIAS OBRA	TEXTO	Referencia a incidencias de obra, ruta o nombre de documento
	03_05_ENSAYOS	URL	Ruta para acceder a los documentos de ensayos, ruta o nombre de documento
	03_06_CERTIFICADOS DE CALIDAD	URL	Ruta para acceder a los documentos de certificados, ruta o nombre de documento
	03_07_FICHA TECNICA	TEXTO	Referencia de nombre de ficha técnica del elemento en cuestión, ruta o nombre de documento
	03_08_AS BUILT	TEXTO	Referencia a planos as built, ruta o nombre de documento
	03_09_DOC	URL	referencia a información as built, ruta o nombre de documento
<b>4_CYE</b>			
Consultar anexo 7 de la Guía BIM de la DG "set de propiedades"			

Tabla 7: Set de propiedades de la DG

Estos grupos de parámetros o sets 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 estrategia de centralización integral de las obras basada en los modelos BIM.

- La óptima y automatizada transmisión de información de los modelos As Built para la gestión de su explotación.

Estos niveles y estructura organizativa de atributos entorno a set de propiedades de la DG) serán plenamente visibles y operables en formatos OpenBIM (IFC).

Estos sets de propiedades personalizadas serán preparados por el contratista en los modelos nativos antes de la entrega de la información a la DG. El contratista deberá presentar a la DG al comienzo de los trabajos una prueba piloto que permita verificar que con el software con el que se estarán preparando los modelos, son capaces de generar la estructura de datos requerida. La ATDCV supervisará dicha prueba piloto.

Adicionalmente, el contratista propondrá en su BEP la introducción de un Campo/parámetro en los modelos de avance para registrar y trazar la certificación mensual, que deberá ser aprobado por la ATDCV.

### 3.5 ESTRUCTURACIÓN DE DATOS

La descripción de división de modelos y clasificación de elementos que se incluye a continuación posee un doble objetivo, por un lado, ayudar a la Dirección de Obra en el supuesto de que tengan que realizar modelos por ellos mismos, y por otro de ser conocedores de lo que ha de ser supervisado al contratista.

#### 3.5.1 DIVISIÓN DE PROYECTO POR DISCIPLINAS

Los modelos se dividirán según las disciplinas indicadas en la presente Guía BIM, que se indican a continuación:

##### Modelos de partida

- Terreno existente
- Servicios existentes

##### Modelos de obra

- Firmes y pavimentos
- Estructuras
- Drenajes
- Movimiento tierras
- Señalización, balizamiento y defensas
- Equipamiento u obras complementarias
- Reposición de servicios afectados



### 3.5.2 CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Se definirá una estructura jerárquica que sirva para designar unívocamente cada uno de los elementos de los modelos tridimensionales. Con ello se busca un mayor grado de estandarización y trazabilidad de la información generada.

La codificación de los elementos se realizará por medio de la asignación de un código alfa-numérico en un atributo del set de propiedades en base a una clasificación predeterminada, en concreto en el campo de los sets de propiedades personalizados "CLASIFICACION".

Una vez implantado y estandarizado, se podrá tratar datos por medio de los modelos tridimensionales de información de distintas obras, unificando la codificación de elementos, su revisión, la generación de listados vinculados a elementos y futura base de precios.

En la actualidad existen diferentes sistemas de clasificación de elementos en el sector, uniclass 2015, omniclass, uniformat, masterformat, guBIMClass, etc. normalmente por países u organizaciones. Para la DG utilizaremos la clasificación más extendida en España:

estandar **GuBIMclass**, <https://gubimclass.org/es/clasificacion/>

## 4. Entorno de colaboración

### 4.1 ENTORNO COMÚN DE DATOS

El flujo de información deberá seguir las normas que rigen los repositorios comunes de información en base al estándar UNE-EN ISO 19650-2:2019.

A tal efecto, el Licitador definirá en el Pre-BEP su propuesta de integración en el Entorno Común de Datos de la DG, cuyo uso será de obligado cumplimiento, y 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 acceso a la información estará restringido a los agentes definidos en el BEP Pre-Contractual mediante permisos. Así mismo, el Consultor 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 la modelización de elementos, de forma general, se estructurará de manera que su flujo dentro del proceso de generación siga fielmente lo definido en la Guía BIM.

### 4.2 GESTIÓN DE LOS ARCHIVOS Y CARPETAS

Será de obligado cumplimiento la estructura de carpetas y codificación de archivos incluida en la Guía BIM.

### 4.3 VISUALIZACIÓN E INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

Se usará durante todo el proceso de ejecución de la obra 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 equipo Contratista suministrará una actualización de los modelos en formato abierto en el entorno común de datos que serán usados durante las reuniones periódicas de seguimiento de obra que será revisado y aprobado por la ATDCV.

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 de la DG, 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.

Durante la elaboración del BEP, la ATDCV supervisará el modelo piloto con el set de propiedades requeridas y un test de carga en el CDE elaborado por el contratista para aprobación del Responsable del Contrato de la DG.

## 5. Calendario de reuniones

La incorporación de la metodología BIM en la ejecución de la obra 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 como mínimo reuniones técnicas entorno a los modelos BIM cada [10]- [15]- días hábiles, dependiendo de la fase de avance de obra.

Es una prioridad de la DG, y así lo plasma en el presente pliego, que tanto el BIM Manager de la Dirección de Obra y el Director de Obra participen conjuntamente (y presencialmente) en las reuniones de coordinación técnicas periódicas de obra con el Contratista y la DG basadas en el uso de los modelos BIM. Será responsabilidad del BIM Manager de la Dirección de Obra y el Director de Obra potenciar el uso de los modelos BIM en dichas reuniones para explicar y transmitir a la DG el avance de obra realizado desde la anterior reunión.

Como parte clave en la estrategia de coordinación BIM, el Licitador justificará en el Pre-BEP su propuesta de integración de reuniones periódicas en el flujo de avance de la obra.

## 6. Software

Los modelos BIM se realizarán y supervisarán con el software a elección del Licitador. Este software deberá ser capaz de realizar y supervisar modelos 3D exhaustivos teniendo en cuenta

ta las particularidades de cada disciplina (Edificación, obra civil, trazado, etc.) y garantizar, sin pérdida de los Set de propiedades requeridos por la DG, el intercambio de información en formato IFC en su versión más actual.

El Licitador presentará como parte del Pre-BEP su propuesta de software para dar respuesta a cada uno de los Usos BIM requeridos por la DG, preferiblemente en forma de mapa de software.

## 7. Entregables

El consultor adjudicatario revisará y adaptará la planificación y composición de los entregables propuestos en el BEP contractual que la DG establezca con la empresa Constructora.

Las empresas incluirán en todo caso entregable en formato IFC así como los documentos de gestión y uso de los modelos BIM producidos a modo de “libro electrónico de las obras”.

Será responsabilidad del consultor además realizar la entrega de toda la documentación en formato nativo para posteriores intervenciones por parte de la DG.

Se deberá entregar un mapa de modelos indicando el objetivo de cada uno de ellos así como las vinculaciones cruzadas purgando todo aquello que no sea de interés por parte de la DG.

### 7.1 ESTUDIOS Y TRABAJOS PREVIOS

#### 7.1.1 PLAN DE EJECUCIÓN BIM. BEP

A los 30 días de la firma del contrato, se entregará el BEP actualizado, coordinado e integrado con el BEP del Contratista, para aprobación de la DG. Este BEP estará compuesto, como mínimo, y seguirá el guion de capítulos detallado a continuación:

##### Información general de la obra:

- Datos de la obra
- Hitos
- Calendario de reuniones
- Documentos de referencia de la obra
- Histórico de revisiones

##### Roles y responsabilidades del equipo

##### Objetivos y Usos BIM

- Respuesta a Objetivos BIM de la DG
- Usos BIM del modelo

- Estrategia de respuesta cada Uso BIM

##### Niveles de Información

- Niveles de información geométrica
- Niveles de información no gráfica

##### Organización del modelo

- Estructura de los modelos: origen de coordenadas, niveles y ejes de referencia, plantillas, configuraciones, estrategia de elementos parametrizables, etc...
- Estructura de ficheros
- Estructura de datos
- Matriz de interferencias

##### Gestión de Información

- Estrategia de comunicación
- Estrategia de gestión de datos
- Estrategia de gestión documental

##### Recursos

- Recursos humanos: equipo BIM con información de contacto de todos los participantes, roles, responsabilidades, y organigrama
- Recursos materiales (hardware, software, sistemas de repositorio de información, política de back-ups, diagrama arquitectura, IT)

##### Procesos BIM:

- Mapa y especificación de procesos de la manera que se va a crear y desarrollar el modelo a través de los diferentes agentes.
- Procesos de comunicación con la DG, entorno común de datos de la DG, coordinación, validaciones, permisos de archivos, calendario de reuniones.
- Proceso de modelado
- Proceso de coordinación de modelos BIM
- Proceso de intercambio de información BIM
- Proceso de entrega a la DG
- Otros procesos según usos BIM especificados

**Proceso de control de calidad: Procedimiento a seguir para cumplir los requisitos de calidad establecidos.**

#### **Entregables BIM**

- Listado de entregables y de modelos
- Nube de puntos (infraestructura existente)
- Tabla de desarrollo del modelo

#### **Requisitos para los modelos de construcción**

#### **Coordenadas**

**Requisitos para conservación y explotación, incorporación de datos necesarios.**

#### **Estándares para aplicar en la producción del modelo**

### **7.1.2 AUDITORÍA BIM**

En el plazo máximo de un mes a contar desde la firma del contrato, se emitirá un informe sobre el análisis del Proyecto Constructivo y sus modelos asociados. Esta auditoría BIM constará de 3 niveles:

- Comprobación de la constructibilidad
- Calidad y trazabilidad de los modelos BIM
- Salidas documentales de los modelos BIM

### **7.1.3 PROGRAMA DE TRABAJOS: PLANIFICACIÓN 4D**

De los programas de trabajos presentados por el Contratista adjudicatario de las obras objeto de esta ATDCV, se deberá elaborar una planificación 4D con los principales hitos y las comprobaciones y chequeos a realizar en cada fase, emitiendo un informe crítico de su viabilidad y de los medios de construcción asignados a dichas obras, analizando especialmente aquellas unidades o tajos que correspondan a las actividades críticas del programa.

La ATDCV, deberá realizar el As-built de la planificación según transcurra la obra generando informes de contraste entre lo planificado y lo ejecutado.

### **7.1.4 COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD**

El coordinador de Seguridad y Salud, junto con la oficina técnica BIM, a criterio del Responsable del Contrato, será el responsable de modelar y de incluir en los modelos las medidas de protección que se consideren necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

### **7.1.5 TRAZABILIDAD DE LA OBRA**

La ATDCV realizará la trazabilidad de la obra a partir de los modelos BIM así como el

desglose del proyecto constructivo en obras elementales para el control cuantitativo y cualitativo. Se consideran obras elementales, aquellas partes de la obra, susceptibles de ser tratadas como unidades independientes, teniendo en cuenta alguno de los criterios siguientes:

- Criterios de división y subdivisión de modelos BIM.
- Singularidad especial: por ubicación, por tener una extensión determinada, por su facilidad de delimitación, etc.
- Singularidad en su proceso de ejecución a lo largo del tiempo: ejecución independiente de las demás, construcción sometida al cumplimiento de determinados hitos temporales, imposiciones por servidumbres de paso, etc.
- Singularidad en el sistema de ejecución: tecnología especial, medios específicos, etc.
- Posibilidad de tratamiento como superunidad presupuestaria independiente.

En cualquier caso, las particiones deberán ser coherentes con los modelos BIM, agrupando elementos homogéneos.

La reformulación de estas particiones deberá consensuarse con la empresa contratista durante los primeros meses del contrato y deberá ser coherente con las mediciones y certificaciones que salgan del modelo.

## **7.2 ENTREGABLES DURANTE LA OBRA**

Durante el contrato:

- El Consultor adjudicatario revisará y adaptará la planificación y composición de los entregables propuestos en el BEP contractual que la DG establezca con la empresa constructora.
- Las empresas incluirán en todo caso entregable en formato IFC así como los documentos de gestión y uso de los modelos BIM producidos a modo de “libro electrónico de las obras”.
- Será responsabilidad del Consultor además realizar la entrega de toda la documentación en formato nativo para posteriores intervenciones por parte de la DG.
- Se deberá entregar un mapa de modelos indicando el objetivo de cada uno de ellos así como las vinculaciones cruzadas purgando todo aquello que no sea de interés por parte de la DG.

### **7.2.1 INFORME PERIÓDICO DE CONTROL**

La ATDCV realizará un informe mensual donde se recoja el control de la evolución de las obras e instalaciones. Se detalla a continuación el contenido relativo a la metodología BIM, que ha de integrarse con el resto del informe:

- Informe de colisiones/interferencias de los modelos de avance.

- Seguimiento presupuestario a partir de los modelos.
  - Informe de trazabilidad de mediciones y certificaciones a partir de los modelos de avance
  - Relación valorada mensual y a origen, desglosada en las unidades del proyecto. Para cada unidad se indicará su medición y presupuesto previsto, comparándose con la obra ejecutada a origen.
  - Certificación mensual a origen, desglosada en unidades de obra del proyecto.
  - Desviaciones presupuestarias y de la obra ejecutada. Análisis del cumplimiento de anualidades.
- Seguimiento del Plan de obra. A partir de la planificación 4D El Consultor analizará:
  - La coherencia del Plan de Obra vigente con la realidad de la misma; el análisis de los rendimientos obtenidos; y el desplazamiento real o previsible de los hitos pasados y futuros.
  - Análisis de las causas de las desviaciones habidas y de su incidencia sobre la obra pendiente, así como de las posibles actuaciones para corregirlas.
- Control y seguimiento de las medidas de integración ambiental a partir de los modelos:
  - Informe inicial: reflejará el estado inicial del medio en relación a los elementos objeto de vigilancia ambiental. Asimismo, establecerá los criterios a seguir durante el periodo de seguimiento ambiental.
  - Informe mensual: recogerá los datos y las actuaciones de control y seguimiento ambiental desarrolladas durante el mes, así como un resumen de las incidencias medioambientales y de las no conformidades.

El informe será subido puntualmente al CDE para el Responsable de Contrato de la DG y aprobado por el BIM/Information Manager.

### 7.2.2 CERTIFICACIÓN

La ATDCV velará por que en la definición de las unidades de obra (cuadros de precios) quede reflejado si la unidad está incluida en los modelos tridimensionales de información, y que siga la misma codificación de unidades en todos los documentos de certificación de obras y para el presupuesto de liquidación.

La ATDCV supervisará que las mediciones procedan de los modelos tridimensionales de información y estén justificadas de esta forma. Siempre que quede justificado por el contratista (y aprobado por la ATDCV y la DG) por alcance y plazo requerido, se aceptará que parte de las mediciones puedan proceder de la documentación de detalle no modelado en BIM.

El consultor presentará en su propuesta de Pre-BEP su estrategia de control del segui-

miento y justificación de las mediciones que presente el Contratista, tanto de las provenientes de los modelos de información como de los planos de detalles.

### 7.2.3 PROYECTOS MODIFICADOS Y COMPLEMENTARIOS

El consultor adjudicatario será responsable a través de la oficina BIM de modelar aquellas modificaciones que el Responsable del Contrato estime oportunas, teniendo en cuenta y respetando la parametrización establecida para los modelos constructivos y de ejecución, y siendo de aplicación lo establecido en el presente documento.

### 7.2.4 MODELADO DE RESPALDO

El consultor realizará el modelado de elementos para completar o respaldar el modelo constructivo, o el remodelado de elementos defectuosos o nuevos a criterio del Responsable del Contrato, tal como situaciones provisionales, servicios afectados, elementos accesorios. Estos modelos se realizarán en software nativo y se exportarán a formato IFC 2x3 para federarlos en los modelos de construcción o as built con los LOD correspondientes.

El consultor adjudicatario realizará a criterio del Responsable del Contrato las presentaciones, videos, simulaciones 3D que estime oportunas para la difusión y promoción de las obras objeto del contrato.

### 7.2.5 REGISTRO DE OBRAS

De toda la documentación que se genere como consecuencia de las obras deberá almacenarse digitalmente en el CDE de manera accesible hasta la liquidación de la obra, así como copia completa del proyecto y sus modelos y de sus posibles modificaciones. El original de los documentos que se estimen pertinentes se le facilitará al Responsable de Contrato para su archivo oficial. El Consultor será responsable de la integridad de toda la documentación que se encuentre bajo su custodia.

De la documentación definitiva que se haga entrega a la DG, se elaborará un archivo digital, como respaldo de la generada en papel.

## 7.3 LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS E INFORME FINAL

Para cada obra elemental el Director de Obra emitirá un "Certificado de Control" haciendo constar sus características finales de: geometría, cuantitativas y de calidad y nivel de información que contienen los elementos modelados. Estos certificados se adjuntarán con el acta de recepción de la obra.

Dentro del plazo de un mes tras el acta de recepción, el Consultor redactará un informe final sobre el estado de las obras, así como la liquidación de las mismas. Se incluye a continuación el contenido mínimo del informe final en lo relativo a los aspectos BIM del contrato, y que de integrarse con el contenido global del informe:

- La documentación gráfica del inventario final, según trazabilidad, detallando todos los aspectos de su estado final (fichas de inventario con fotografías).
- Archivo digital final actualizado entregado mensualmente.
- Modelos BIM As-Built acorde a los criterios del BEP en cuanto a nivel de detalle y parámetros a incluir. Los modelos BIM de entregan deberán ser sometidos al sistema de control de calidad procedimentado por parte de la ATDCV a través de la OTB.
- Al aplicar el USO BIM: Documentación 2D, toda la documentación técnica se obtendrá a partir de los modelos BIM y en los modelos BIM, no permitiéndose tareas de postprocesado en herramientas 2D salvo aprobación por parte de la DG.
- La ATDCV deberá actualizar los planos y el documento del Plan de Autoprotección de la DG con las actuaciones realizadas durante la obra y recogidas en los planos as-built de liquidación.

## 8. Equipo técnico

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

A un 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 Master 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 los siguientes roles:

### Responsable BIM (BIM Manager) ATDCV

Responsable de toda la gestión BIM del contrato y cuyas funciones serán como mínimo las siguientes:

- Desarrollar el BEP de la ATDCV y asegurar su cumplimiento.
- Supervisar y aprobar el BEP del contratista.
- Garantizar la aplicación y cumplimiento del EIR del contrato de obras.
- Auditar el modelo de construcción y proponer y validar adaptaciones durante la fase de cons-

trucción en tres niveles: Auditoría BIM en 3 niveles:

- Comprobación de la “constructibilidad”.
- Calidad y trazabilidad de los modelos.
- Salidas documentales de los modelos.
- Supervisar y validar el proceso de evolución del modelo de proyecto al modelo constructivo.
- Supervisar y validar el proceso de evolución del modelo hasta el “As Built”, garantizando la calidad tanto geométrica como de información de los elementos construidos.
- Supervisar y validar la “usabilidad” de los modelos para los objetivos y usos pretendidos.
- Evaluar y proponer el entorno tecnológico idóneo, incluyendo la prescripción de programa, maquinaria y red estructurada.
- Supervisar y validar los procesos de coordinación, revisión de diseño, y detección de colisiones, elaborando los correspondientes informes de identificación y resolución de conflictos detectados.
- Supervisar y validar la exportación y extracción de datos de los modelos actualizados, de acuerdo con los requisitos de cada fase.
- Supervisar y validar que las transferencias de información y los entregables se realizan en los formatos prescritos.

La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión, y la experiencia demostrable y adecuada a los objetivos y complejidad del contrato.

### Oficina Técnica BIM ATDCV

Los responsables y modeladores de la oficina técnica BIM realizarán las funciones de soporte, auditoría, evaluación y ejecución de modelos en los modelos constructivos y “As Built”, propuestos por el contratista. Sus funciones serán como mínimo las siguientes:

- Gestionar la generación del modelo relacionado con su disciplina técnica.
- Ejecutar las directrices del Responsable BIM.
- Producir los modelos relativos a su fase.
- Solucionar los problemas de su equipo relacionados con los aspectos BIM del contrato.
- Asesorar el equipo en el uso de las herramientas necesarias.
- Crear los contenidos BIM específicos de la disciplina.
- Exportar el modelo de acuerdo con los requerimientos establecidos para su coordinación o integración con los de las otras disciplinas.

- Realizar el control de calidad y la resolución de las colisiones específicas de su responsabilidad.
- Elaborar los entregables propios de su disciplina de acuerdo con los formatos prescritos.

Las personas designadas tendrán los conocimientos técnicos y de gestión, y la experiencia demostrable y adecuada a los objetivos y complejidad del contrato.

#### **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 la DG. 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 Pre-BEP.

#### **Experiencia requerida**

- Responsable BIM: Ingeniero de Caminos o titulación similar con la correspondencia a nivel 3 del MECES. Formación Máster BIM Manager o similar.
- Coordinador BIM: Ingeniero de Caminos o titulación similar con la correspondencia a nivel 3 del MECES. Formación Máster BIM Manager o similar.
- Responsable BIM de disciplina: 2 años en puesto similar.
- Director de Obra: Ingeniero de Caminos o titulación similar con la correspondencia a nivel 3 del MECES. Formación Máster BIM Manager o similar.

## **9. Controles de calidad**

El Licitador definirá en el Pre-BEP, el procedimiento a seguir para cumplir los requisitos BIM establecidos y la integridad de la información contenida en los modelos, y asegurará la supervisión del seguimiento de la producción del contratista, 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 la ATDCV y la DG durante la producción mediante el calendario de reuniones.

El Licitador explicará la estrategia de calidad propuesta en su Pre-BEP, incluyendo los procedi-

mientos 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.

# Anexo 7

## SET DE PROPIEDADES

### ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>SET DE PROPIEDADES</b>	<b>238</b>
1.1.	LISTA	238
1.2.	LISTA DE PROPIEDADES PARA CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN (CYE)	240
1.3.	RELACION ENTRE ELEMENTOS Y PROPIEDADES PARA CYE	245
1.4.	EJEMPLO DE PROPIEDADES PARA CYE	246

# 1. Set de propiedades

## 1.1 LISTA

PSET	PROPIEDAD	TIPO DE DATO	DESCRIPCION
<b>1_IDENTIFICACION</b>			
	01_01_ROYECTO	TEXTO	Código del proyecto
	01_02_FASE	TEXTO	Identificación de la fase en la que se encuentra el elemento del modelo
	01_03_DISCIPLINA	TEXTO	Tipología de disciplina
	01_04_ELEMENTO	TEXTO	Tipología de elemento
	01_05_CLASIFICACION	TEXTO	Código de clasificación
	01_06_NOMBRE	TEXTO	Nombre corto del elemento
	01_07_MATERIAL	TEXTO	Referencia al material del elemento
<b>2_PROYECTO</b>			
	02_01_CAPITULO	TEXTO	Capítulo del presupuesto de la unidad de obra a la que hace referencia el elemento.
	02_02_SUBCAPITULO	TEXTO	Subcapítulo del presupuesto de la unidad de obra a la que hace referencia el elemento
	02_03_LONGITUD	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_04_AREA	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_05_VOLUMEN	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_06_PESO	NÚMERO	Valor de la medición del elemento
	02_07_UD OBRA	TEXTO	Código de la unidad de obra a la que hace referencia el elemento
	02_08_INDIRECTO	TEXTO	Código de la unidad o unidades de obra indirectas separados por “;”

	02_09_FASE DE OBRA	TEXTO	Código de la fase de obra a la que hace referencia el elemento.
	02_10_PLANOS	TEXTO	Referencia a los planos de proyecto, ruta o nombre de documento
	02_11_MEDIO AMBIENTE	TEXTO	Impacto de la huella de carbono del elemento
<b>3_OBRA</b>			
	03_01TAREA	TEXTO	Código de la tarea del plan de obra a la que pertenece el elemento
	03_02_CERTIFICACION	TEXTO	Número de Certificación
	03_03_EJECUTADO	NÚMERO	Porcentaje del elemento ejecutado en certificación
	03_04_INCIDENCIAS OBRA	TEXTO	Referencia a incidencias de obra, ruta o nombre de documento
	03_05_ENSAYOS	URL	Ruta para acceder a los documentos de ensayos, ruta o nombre de documento
	03_06_CERTIFICADOS DE CALIDAD	URL	Ruta para acceder a los documentos de certificados, ruta o nombre de documento
	03_07_FICHA TECNICA	TEXTO	Referencia de nombre de ficha técnica del elemento en cuestión, ruta o nombre de documento
	03_08_AS BUILT	TEXTO	Referencia a planos as built, ruta o nombre de documento
	03_09_DOC	URL	referencia a información as built, ruta o nombre de documento
<b>4_CYE</b>			
Consultar apartado 1.2 “lista de propiedades”			



## 1.2 LISTA DE PROPIEDADES PARA CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN (CYE)

PROPIEDAD	ID.DE PROPIEDAD
Accesos alternativos	1
Alimentación eléctrica	2
Altura	3
Altura de la placa del cartel	4
Altura libre sobre la calzada (cartel incl.)	5
Altura máxima de cada vano	6
Altura máxima de la pantalla	7
Altura máxima de la protección	8
Altura máxima del muro sobre la ciment.	9
Altura máxima sobre cim. en metros	10
Altura postes, sbre cimentación	12
Amortiguadores de impacto	13
Ancho	14
Ancho zona revestida	15
Anchura de cada vano	16
Anchura libre del lecho de frenado	17
Arqueta asociada	18
Barrera anclada	19
Clase de estructura	20
Código de la señal, según catálogo oficial	21
Código del cartel	22
Denominación comercial	23
Diametro interior en cm	24
Dimensiones de la señal	25
Dimensiones panel	26
Dimensiones postes	28
Dispone de sensor en calzada	29

Distancia entre postes	30
Drenaje	31
Extremos protegidos	32
Fabricante	33
Fecha de instalación	35
Fecha fabricación	36
Fecha última revisión	37
Fecha último repintado	38
Forma	39
Función	40
Función principal	41
Gálibo mínimo	42
ID de estruc a la que pertenece	43
Id de la estructura a la que pertenece	44
Instalación	45
Instalación a la que sirve	46
Lado	47
Lleva panel informativo asociado	48
Long Real	49
Longitud	50
Longitud de carretera con drenaje	51
Longitud de la bajante en metros	52
Longitud de la junta, en metros	53
Longitud de la pantalla en metros	54
Longitud de la protección en metros	55
Longitud del cad en metros	56
Longitud del lecho de frenado	57
Longitud del muro en metros	59
Longitud del tramo de cuneta	60

Longitud paso de med	61
Longitud total del tramo de pretil en m	62
Longitud total obra de paso en m	63
Lóngitud de la base de la placa	64
Lóngitud de la ménsula	65
Lóngitud de la viga	66
Marca y modelo	67
Material	68
Material células del panel	69
Material de la placa	70
Material de los alzados	71
Material del revestimiento	72
Material del tablero	73
Meseta de apoyo	74
Modelo y fabricante	75
Método constructivo	76
Nivel reflectancia	77
Nivel reflectancia	78
Nomenclatura completa barrera	79
Nomenclatura completa oficial del pretil	80
Núm paneles/apoyo	81
Número de balizas similares en el tramo	82
Número de ojos PEFA	83
Número de postes de sustentación	84
Número de vanos	85
Número de vanos iguales	86
Objeto de la detección	87
Observaciones	88
Orientación	89

Pantalla gráfica compuesta por	90
Pavimentado	91
Pendiente med solera %	92
Pintada	93
Potencia de la luminaria tipo (w)	94
Profundidad en centímetros	95
Profundidad en metros	96
Protección	97
Protección continua - longitud de prot	98
Protección puntual - número de protecc	99
Péso máximo autorizado en Tm	100
Revisión periódica	101
Sentido de los galones	102
Servicio	103
Superficie aprox. de la tapa m2	104
Superficie de la pantalla en m2	105
Superficie de la placa del cartel m2	106
Superficie de la proctección en m2	107
Superficie del muro en m2	108
Superficie del muro o def. en m2	109
Superficie realmente pintada	110
Superficie útil panel solar	111
Tapa	112
Tipo	114
Tipo cimiento	115
Tipo cámara	116
Tipo dato suministra	117
Tipo de alarma	118
Tipo de amortiguador	119

Tipo de cerramiento	120
Tipo de comunicación	121
Tipo de luminarias	122
Tipo de malla	123
Tipo de maniobra	124
Tipo de poste de sustentación	125
Tipo de sensor calzada	126
Tipo de sensor detección	127
Tipo de sustentación	128
Tipo de talud	129
Tipo estructura en la que está instalado	130
Tipo norma 8.2I.C	131
Tipo pintura	132
Tipo soporte	133
Tipología	135
Tipología de estructura	136
Tramos con refuerzo especial	137
Ubicación	138
Uso	139
Utilidad del sensor	140
Visibilidad a Izda	141
Visibilidad a decha	142
altura media de la barandilla	143
capacidad	144
fecha de instalación	145
longitud del tramo de barandilla en m	146
longitud del tramo de barrera en m	147
situación transversal	148
Índice de severidad del sistema	149

### 1.3 RELACION ENTRE ELEMENTOS Y PROPIEDADES PARA CYE

ELEMENTO	RELACIÓN ELEMENTO_PROPIEDAD
Acceso	47;14;91;1;103;32;141;142;88
Amortiguador de impacto	88;119;67;145
Apoyo	88;114;74
Arqueta de servicios	47;45;101;37;88
Arqueta o pozo de registro (drenaje)	88;68;41;96;112;104
Bajante en talud	88;129;135;135;52
Baliza luminosa	88;45;2;121;37;82;122
Banderola	88;12;65;5;33;36
Barandilla	88;68;93;146;143
Barrera de hormigón	88;39;76;79;147;19;143
Báculo de iluminación	47;2;101;37;88
Báculo de instalaciones	47;45;2;101;37;88
Cable de fibra óptica	47;121;37;50;88
Canalización de servicios	47;45;37;50;88
Cartel / flecha	88;22;12;64;4;106;77;78;70;128;84;125;28;5;33;36
Caz	88;114;56
Colector	88;68;24;50
Control automático de gálibo	88;45;2;121;37;127;48
Cuadro de distribución de energía eléctrica	47;45;37;88
Cuneta revestida	88;114;72;60;15;92
Cuneta sin revestir	88;114;60;92
Cámara de vídeo	89;88;45;2;121;37;133;116
Drenaje subterráneo	88;135;51
Estación de aforo y ETD	88;45;2;121;117;126
Estación meteorológica	88;45;2;121;37;29
Hito de Vértice	89;135
Junta de dilatación	88;44;114;23;53
Lecho de frenado	88;148;144;57;17;95;13
Luminaria	88;45;2;37;122;75;94
Línea o instalación eléctrica	47;45;37;50;88
Malla/red metálica	88;135;55;8;107
Marca vial longitudinal	88;131;49;132;38
Marca vial transversal	88;131;110;132;38
Muro de fábrica	88;40;114;59;9;108
Muro de hormigón in situ	88;40;114;115;59;9;108

Muro prefabricado con elementos de hormigón	88;40;114;115;59;9;108
Muro vegetado	88;40;59;9;108
Muro/Defensa de escollera	88;40;59;10;109
Muro/Defensa de gaviones	88;40;123;59;10;109
PEFA (caño, tajea o alcantarilla)	88;135;83;49;68;92
Panel de mensaje variable	88;45;2;121;37;127;90
Panel direccional	81;102;26;77;78;36
Panel solar	88;46;111;37;69
Pantalla dinámica	88;135;105
Pantalla estática	88;135;54;7;105
Paso de fauna	88;114;43
Paso de mediana	61;120;31
Pretil	88;62;80
Protección para motoristas	88;99;98;149
Puente / pontón	88;20;136;139;63;85;86;16;6;73;71;42;100
Pórtico	88;12;28;66;5;33;36
Revestimientos de talud	88;135;55;8;107
Semáforo	88;45;2;121;37;130;122;124
Sensor de calzada	88;45;2;121;37;140
Señal luminosa	88;45;2;121;37;21;25;33;35;128
Sistema de alarma	88;45;2;121;37;118
Sistema de detección	88;45;2;121;37;87
Sumidero o imbornal	88;114;138;50;18;97
Transformador	47;45;88;37
Valla de cerramiento	47;50;3;135;137;30;88
Sumidero o imbornal	88;113;138;50;18;97
Transformador	47;45;88;37
Valla de cerramiento	47;50;3;134;135;137;30;88

#### 1.4 EJEMPLO DE PROPIEDADES PARA CYE

A continuación, se describe el procedimiento para la obtención del set de propiedades de un elemento modelado para la conservación y explotación.

Supongamos que tenemos que definir los atributos para un apoyo de un puente.

En la tabla 1.3 miramos el identificador de la propiedad; 88, 113 y 74.

Apoyo	88;113;74
-------	-----------

En la tabla 1.2 consultamos la propiedad correspondiente a cada uno de los identificadores.

Observaciones	88
Meseta de apoyo	74
Tipo	113

Por lo que el set de propiedades de conservación y explotación para un apoyo serían las 3 propiedades codificadas según el siguiente criterio:

**[numero del set de propiedades]\_[numero de la propiedad]\_[nombre de la propiedad]**

Ej:

ELEMENTO	PROPIEDAD	TIPO DE CAMPO
Apoyo	04_88_Observaciones	Texto
	04_113_Tipo	Texto
	04_74_Meseta de apoyo	Texto

---

**DIRECTOR DE LOS TRABAJOS:**

Pedro Rodríguez Izquierdo, I.C.C.P.

Dirección General de Movilidad e Infraestructuras Viarias

Consejería de Movilidad, Transporte y Vivienda

---

---

**ASISTENCIA TÉCNICA:**

-

**INPROESA**

Rafael Núñez Bigeriego, I.C.C.P.

Jose Manuel Trujillo González, I.C.C.P.

Fco. Javier Hurtado Jiménez, I.C.

-

**INGREEN**

Alex Garate Arrazola, I.C.C.P.

Enrique González Montes, I.C.C.P.

Jesús González Muñoz, I.C.C.P.

Nerea Castillo Gil de Gómez, I.C.C.P.

---

# GUÍA BIM

De la dirección general de movilidad  
e infraestructuras viarias

**Ingreen** 

**INTROESA**  
ingenieros proyectistas extremeños s.a

**JUNTA DE EXTREMADURA**  
Consejería de Movilidad, Transporte y Vivienda