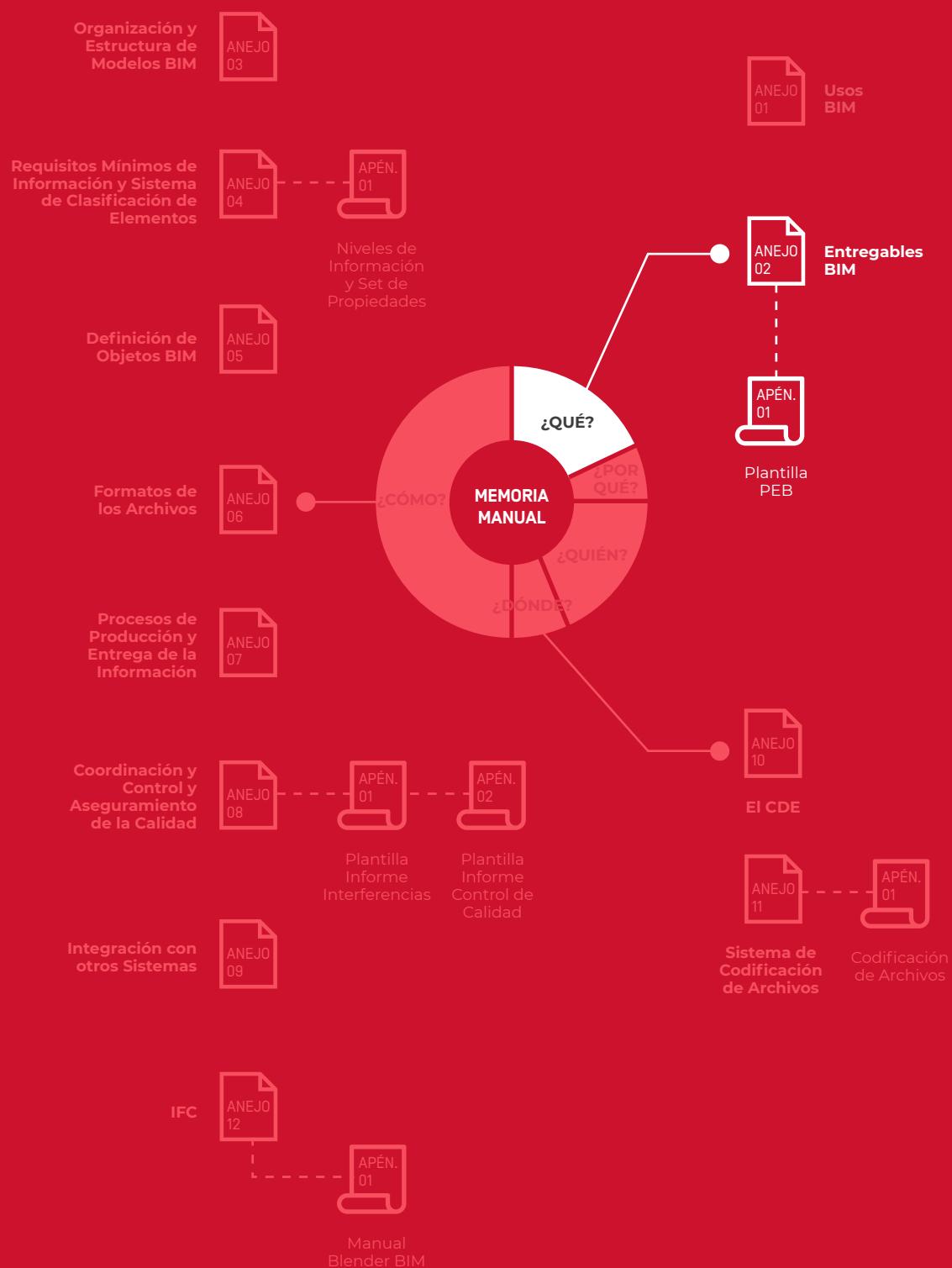


# Anejo 02:

# **Entregables**

# **BIM**





# Índice

<b>01// Entregables BIM</b>	<b>5</b>
01.1 Plan de Ejecución BIM (PEB)	5
01.2 Modelos BIM	6
01.2.1 Modelos de Proyecto	6
01.2.2 Modelos de Coordinación	7
01.2.3 Modelo de Planificación de Obra	7
01.2.4 Modelo de Seguridad y Salud	7
01.2.5 Modelo de Condiciones Existentes	8
01.2.6 Modelo de Inicio de Obras	8
01.2.7 Modelo de Seguimiento de Obra	9
01.2.8 Modelo As-Built	9
01.3 Derivados de los Modelos BIM	10
01.3.1 Autoría de Modelos	11
01.3.2 Integración de Modelos	11
01.3.3 Obtención de Planos	11
01.3.4 Obtención de infografías y/o vídeos	12
01.3.5 Análisis Energético	12
01.3.6 Simulación Constructiva	12
01.3.7 Obtención de Mediciones y Presupuesto	12
01.3.8 Simulación de personas y vehículos	12
01.3.9 Registro y Consulta de Propuestas de cambios	12
01.3.10 Análisis de Seguridad y Salud	12
01.3.11 Seguimiento de Obra	12
01.3.12 Seguimiento de Certificaciones	13
01.3.13 Control y Producción de Obra	13
01.3.14 Obtención del Modelo As-Built	13
01.3.15 Mantenimiento y Gestión de activos	13

## Apéndice

### Apéndice 01: Plantilla PEB

01//

# Entregables BIM

## 01.1 Plan de Ejecución BIM (PEB)

El Plan de Ejecución BIM [en adelante PEB], a pesar de ser un documento vivo que va recogiendo avances tecnológicos y metodológicos a medida que avanza el contrato, partirá de la propuesta técnica de metodología BIM de la oferta del Consultor de un contrato en particular y constituirá el primer entregable BIM ya que establece las líneas a seguir y las obligaciones de la cadena de suministro para la puesta a disposición y el intercambio de datos BIM tanto entre la propia cadena de suministro como entre esta misma y ETS.

El PEB es el documento en el que se reflejan las estrategias, procesos, recursos, técnicas, herramientas, sistemas, etc. propuestos por el Consultor y aprobados por ETS, y que serán aplicados para asegurar el cumplimiento de los requisitos BIM solicitados por ETS en el contexto del contrato en cuestión.

El objetivo del PEB es proveer de un marco de funcionamiento que permita a los distintos agentes del contrato desarrollar los procesos BIM, así como las mejores prácticas de una manera eficiente. Aborda cuestiones básicas planteadas en el Manual BIM de ETS como el Qué, Por Qué, Quién, Cuándo y Cómo, de las que ETS espera respuesta.

En el ámbito de la licitación pública, se propone que el PEB, o parte de él [también conocido como Pre-BEP en el mundo anglosajón], forme parte de la oferta, adquiriendo el planteamiento BIM propuesto en oferta un carácter contractual, especialmente cuando éste forma parte de los criterios evaluables de la oferta técnica, como es el caso en los contratos de ETS.

Por tanto, las modificaciones al mismo durante la fase de ejecución del contrato, que naturalmente pueden llegar a darse al tratarse de un documento vivo, deberán ser consensuadas entre los agentes, acordadas con ETS y aprobadas por éste último previamente a publicar una actualización, en especial, aquellas que impliquen cambios en el alcance de los modelos y procesos BIM.

A continuación, se indica el proceso por el que pasa el planteamiento BIM hasta convertirse en el PEB del contrato:

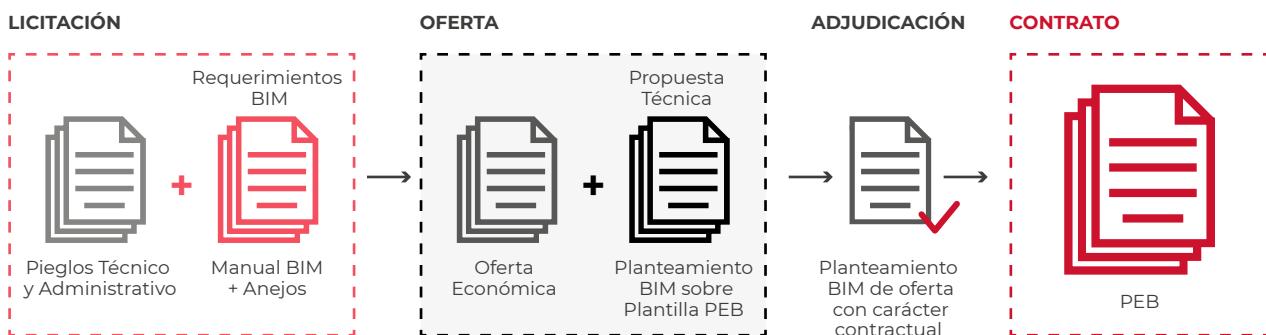


Figura 1: Proceso de Evolución del Planteamiento BIM desde la Licitación hasta la Ejecución del Contrato.

Como norma general, el PEB se entregará a los 30 días tras la adjudicación del contrato y seguirá la plantilla del *Apéndice 01: Plantilla PEB* de este **Anejo 02: Entregables BIM**, incluyendo como mínimo los puntos ahí expuestos. No obstante, el Consultor será libre de añadir aquellos puntos que resulten de interés y aporten un valor añadido al contrato.

A la finalización del contrato, se entregará de nuevo el PEB que habrá podido recoger avances o cambios metodológicos y tecnológicos que se hayan podido producir durante el proceso. Este PEB servirá a modo de manual de uso de los modelos BIM para los siguientes agentes intervenientes en el ciclo de vida. En este sentido, y además de entregarse a los 30 días del inicio del contrato, en los contratos de Diseño, el PEB se entregará también junto con el Proyecto Constructivo, sirviendo de manual de uso de los modelos BIM para el Contratista. En los contratos de Obra, el PEB se entregará también junto con el libro del activo, sirviendo de manual de uso de los modelos BIM para el agente encargado de la conservación y explotación del activo.

Para más información acerca del PEB, consultar el *Apartado 08.09: El Plan de Ejecución BIM [PEB]* de la **Memoria del Manual BIM**.

## 01.2 Modelos BIM

### 01.2.1 Modelos de Proyecto

Los modelos de Proyecto [modelos de disciplina y/o de tramos] generados según la organización y estructura de división de modelos propuesta constituirán un entregable.

Los archivos de los modelos de Proyecto nunca deberán superar, en la medida de lo posible, los 300mb de tamaño con el fin de que sean manejables.

Estos modelos pueden ser del propio Diseño, de la Construcción o del Mantenimiento del activo.

Los formatos de entrega están establecidos en el *Apartado 08.5: Formatos de los archivos* de la **Memoria del Manual BIM**.

## 01.2.2 Modelos de Coordinación

Además de los modelos de proyecto, se entregarán modelos de coordinación [modelos federados o agregados], que se refieren a la integración de varios modelos en un entorno común. Existirán dos tipos distintos de modelos de coordinación:

- Unos que integren modelos de la misma disciplina, generando modelos de coordinación uni-disciplinares, para toda la obra o para los tramos que la componen; por ejemplo, podrá existir un modelo de coordinación de toda la subestructura de vía o un modelo de coordinación de toda la electrificación de todo el proyecto o de los distintos tramos que lo componen.
- Otros que integren modelos de distintas disciplinas, generando modelos de coordinación multi-disciplinares, para un tramo del proyecto; por ejemplo, podrá existir un modelo de coordinación de todas las disciplinas que componen un tramo determinado del proyecto desde un PK a otro, o un modelo de coordinación que integra todas las disciplinas componiendo el modelo de una estación.

Dependiendo de la tipología del activo y de la magnitud de la actuación, se podrán distinguir varios niveles de modelos de coordinación y para ello tomaremos el ejemplo de una línea ferroviaria de 80kms:

- 1. Nivel 1:** constituiría el modelo de la obra de 80kms con todas sus partes integradas.
- 2. Nivel 2:** un nivel inferior pudiendo ser el modelo de coordinación de un tramo de vía sobre balasto de 20kms que integre todos los sub-tramos.
- 3. Nivel 3:** otro nivel inferior a este último pudiendo ser un modelo de coordinación de todas las disciplinas de un sub-tramo de 2kms del tramo de 20kms.
- 4. Nivel 4:** el último nivel pudiendo ser un modelo de coordinación de la plataforma de vía que integre los modelos de las disciplinas de movimiento de tierras y de drenaje del sub-tramo de 2kms.

Se recomienda que los modelos de infraestructura ferroviaria no superen una longitud de 2,5kms ya que se considera que esta longitud es la máxima para que el tamaño de archivo haga manejable el modelo y para poder realizar una correcta visualización y/o revisión de este con agilidad.

En el caso de una estación, los modelos de coordinación podrán ser por zonas, disciplinas y/o sub-disciplinas.

Estos modelos pueden ser del propio Diseño, de la Construcción o del Mantenimiento del activo.

Los formatos de entrega están establecidos en el *Apartado 08.5: Formatos de los archivos* de la **Memoria del Manual BIM**.

## 01.2.3 Modelo de Planificación de Obra

Como resultado del uso BIM de Simulación Constructiva, se obtendrá un modelo que integre el modelo de coordinación de toda la obra, con el Plan de Obra propuesto, encontrándose enlazados aquí todos los elementos del modelo a sus respectivas tareas de la planificación, añadiéndole la componente Tiempo al modelo BIM.

Los formatos de entrega están establecidos en el *Apartado 08.5: Formatos de los archivos* de la **Memoria del Manual BIM**.

## 01.2.4 Modelo de Seguridad y Salud

Como resultado del uso BIM de Seguridad y Salud, se obtendrá un modelo que incorpore los elementos de Seguridad y Salud de la obra, no sólo elementos de recursos materiales como andamiaje, casetas, vallados, etc. sino también de recursos de maquinaria a emplear en los trabajos, espacios de trabajo y elementos que identifiquen riesgos en obra como caídas o electrocución.

Los formatos de entrega están establecidos en el *Apartado 08.5: Formatos de los archivos* de la **Memoria del Manual BIM**.

### 01.2.5 Modelo de Condiciones Existentes

Los modelos deberán servir para obtener información del estado inicial del activo sobre el que trata la actuación o el contrato. Se trata del proceso de generar un modelo de las condiciones existentes, a partir de una toma de datos tradicional o una nube de puntos. Para la elección de la tecnología a utilizar, así como la resolución necesaria, se tendrá en cuenta lo indicado en la Guía Geomática e Ingeniería Geoespacial de ETS.

La realización del modelo de estado inicial se hará en base a esta información de partida, recibida y/o capturada, realizando el control de calidad pertinente al incorporar la información al modelo.

Para solventar los problemas comunes en este proceso de datos de partida a modelos BIM, se propone un flujo de trabajo en el que un escaneado láser proporciona la suficiente información geométrica al modelo como para obtener un estado actual lo más exacto posible. Este flujo se compone de tres partes principales:

1. La identificación de distintos tipos de características que contribuyen en el reconocimiento de relaciones entre una nube de puntos y un Modelo BIM;
2. La evaluación del rendimiento de las características del mapeado entre una nube de puntos y un Modelo BIM;
3. La potenciación de las nubes de puntos capturadas mediante un escaneado láser para obtener/recuperar toda la visión del edificio o infraestructura e incrementar la precisión del Modelo BIM.

Este flujo de trabajo elimina discrepancias entre el Modelo BIM y el estado actual del edificio o infraestructura, y proporciona un preciso y completo modelo de condiciones existentes.

Este modelo estará subdividido de igual manera que los modelos de proyecto para mejorar la operatividad con los mismos, y serán entregados en los mismos formatos.

### 01.2.6 Modelo de Inicio de Obra

El modelo de inicio de obra es el modelo utilizado como punto de partida para el seguimiento de obra. De manera general, se generará a partir del modelo de proyecto constructivo, si lo hubiera. En caso de no existir este modelo de proyecto constructivo como información de partida, este deberá elaborarse a partir de la documentación suministrada por ETS al inicio del contrato de obras, siguiendo los requisitos especificados en el pliego.

En caso de ser necesario, este modelo deberá incorporar variaciones para adaptarse a las condiciones reales de la obra, vinculadas al estado del terreno. Estas adaptaciones pueden ser debidas a la inclusión de mejoras al proyecto o a observaciones realizadas in situ, durante la comprobación de replanteo. Asimismo, este modelo deberá estar adaptado al estándar BIM de ETS definido en este Manual BIM.

Este modelo estará subdividido de igual manera que los modelos de proyecto para mejorar la operatividad con los mismos, y será entregado en los mismos formatos.

### 01.2.7 Modelo de Seguimiento de Obra

El modelo de seguimiento de obra refleja el avance de la obra a partir de la incorporación de la información actualizada según se construye. Este modelo tiene como punto de partida el modelo de inicio de obras, el cual irá evolucionando y albergando nueva información conforme a los cambios o adecuaciones detectadas y efectuadas en la ejecución de la obra, hasta su finalización, sirviendo de base para la elaboración del modelo as-built.

Este modelo estará subdividido de igual manera que los modelos de inicio de obras, y será entregado en los mismos formatos, ya que constituyen la evolución de estos.

### 01.2.8 Modelo As-Built

El modelo as-built es el modelo que debe reflejar fielmente la realidad ejecutada. El modelo de seguimiento de obra es su punto de partida, que va evolucionando hasta llegar a la fase final de obra, culminando en el modelo de proyecto construido o as-built.

Este modelo estará subdividido de igual manera que los modelos de seguimiento de obra, y será entregado en los mismos formatos, ya que constituyen la evolución de estos.

## 01.3 Derivados de los Modelos BIM

ETS apuesta por que todos los entregables salgan de los modelos, en la medida de lo posible, garantizando la coherencia en la documentación.

Como se muestra en la siguiente figura, ciertos entregables no solo se extraerán de los modelos y se entregarán en formatos abiertos, sino que también estarán contenidos dentro de los propios modelos en formato nativo donde se han generado:

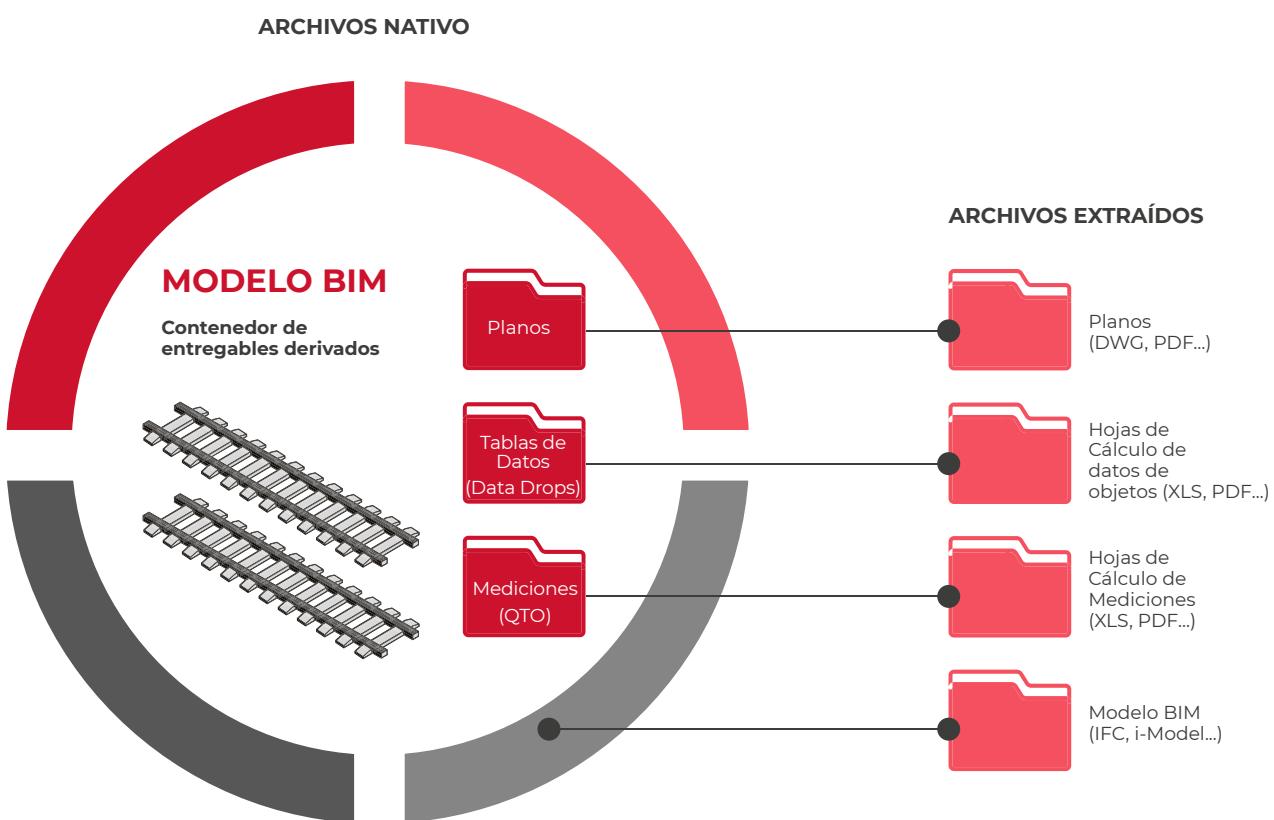


Figura 2: Derivados de los Modelos BIM

En algunos casos, y según se requiera, estos entregables derivados del modelo también podrán encontrarse contenidos en los modelos abiertos IFC mediante la vinculación de estas extracciones a través de enlaces en parámetros específicos del modelo destinados a este uso.

Además de los modelos BIM que van a ser generados de tal manera que se puedan acometer los usos del [Apartado 06.1: Usos BIM](#) de la **Memoria del Manual BIM**, habrá otros entregables, que no serán modelos, derivados de la consecución de dichos usos.

Los formatos de entrega están establecidos en el [Apartado 08.5: Formatos de los archivos](#) de la **Memoria del Manual BIM**.

### 01.3.1 Autoría de Modelos

Los propios modelos de proyecto, de coordinación, de planificación de obra, de seguridad y salud, de condiciones existentes, de inicio de obras, de seguimiento de obra y as-built, serán los entregables de este uso según se requieran por pliego.

Además, en los casos en los que para el desarrollo de un modelo que refleje el estado actual del activo, pudiendo ser este modelo es de condiciones existentes, inicio de obras o el modelo as-built, sea necesario, si así lo requiere el pliego, una toma de datos mediante técnicas avanzadas de escáner láser 3D que aumenta la fiabilidad y la precisión de la información existente capturada se entregará un archivo con los puntos de control y posiciones de escaneo georreferenciadas 3D, la nube de puntos en color RGB real con puntos optimizados y sin occlusiones e imágenes esféricas panorámicas en color RGB generadas de cada posición de escaneo.

### 01.3.2 Integración de Modelos

Desde el punto de vista de ETS, en la gestión de interferencias lo más importante no es lo que se resuelve, sino lo que no se resuelve y puede suponer un problema en la siguiente fase del proyecto. Por ello se entregará la relación de colisiones no resueltas junto con las recomendaciones para su solución durante la siguiente fase del proyecto.

Se entregará un informe en el que se muestren, de todas las interferencias que se requiere comprobar, aquéllas que no se han resuelto y la solución propuesta para resolverlas en la siguiente fase, ya sea de proyecto o de obra.

Para ello, se incluye en el *Apéndice 02: Plantilla Informe de Coordinación y Control de Calidad de Modelos* del **Anejo 08: Coordinación y Control y Aseguramiento de la Calidad** la plantilla que debe utilizarse para la generación de los informes acerca de los resultados del proceso de coordinación de modelos.

### 01.3.3 Obtención de Planos

Los planos, en la medida de lo posible, serán obtenidos a partir de los modelos BIM.

Siempre y cuando un plano no pueda completarse únicamente con datos del modelo, se añadirán referencias 2D que se comunicarán a ETS y que serán aprobadas por el mismo, además de quedar identificadas en los propios planos, para que siempre se esté al tanto de lo que no proviene de los modelos BIM.

En el índice de planos, así como en los propios planos, quedarán identificadas estas 3 casuísticas:

- Planos provenientes en su totalidad de los modelos BIM;
- Planos con elementos añadidos que no provienen de los modelos BIM;
- Planos sin ningún elemento proveniente de los modelos BIM.

Se excluyen como elementos todos aquellos símbolos o anotaciones que sirvan para mejorar la visualización de los planos. Es decir, si se añaden símbolos, anotaciones o elementos similares que no sean constructivos, no se entenderán como elementos no provenientes de los modelos BIM.

Además de en el índice de planos final que se entregue junto con el resto de planos, estas 3 casuísticas deben de estar contempladas en el PEB, indicando, en la medida de lo posible (a la hora de redacción del PEB es probable que no se sepan exactamente los planos que se van a acabar generando), qué casuísticas van a afectar a qué planos de tal manera que desde el comienzo de los trabajos el Consultor y su equipo sepan qué planos van a ser extraídos completamente de los modelos, cuáles van a ser enriquecidos con elementos 2D no provenientes de los modelos, y cuáles se desarrollarán por completo fuera de los modelos BIM.

Un ejemplo de la casuística número 2 dónde se añaden elementos 2D no provenientes de los modelos a un plano proveniente de los modelos es en el caso de los detalles constructivos; los elementos principales de, por ejemplo, una fachada, provendrán de los modelos mientras que los elementos de anclaje como, por ejemplo, la tornillería, serán dibujos 2D añadidos y que no estarán presentes en el modelo.

### 01.3.4 Obtención de infografías y/o vídeos

Se entregarán infografías y/o vídeos de recorridos virtuales de la infraestructura a construir.

### 01.3.5 Análisis Energético

Se entregará una justificación del cálculo del análisis energético a partir de los datos de los elementos de los modelos BIM.

### 01.3.6 Simulación Constructiva

Se entregarán vídeos, animaciones e informes animados que reflejen la secuencia constructiva virtual del Plan de Obra. Estos videos serán lo suficientemente claros como para distinguir por medio de colores los elementos que se remueven, los que se instalan y los que son temporales. Como resultado de este análisis, se entregarán también informes de viabilidad constructiva.

### 01.3.7 Obtención de Mediciones y Presupuesto

Se entregarán tablas justificativas de mediciones extraídas de los elementos de los modelos BIM.

Estas mediciones extraídas de los modelos BIM deben ser incorporadas a la partida en el presupuesto resultando el precio de la unidad. De esta manera, se consigue una vinculación entre el modelo BIM y el presupuesto, garantizando la coherencia de la documentación y la trazabilidad de cambios.

Se extraerá de los modelos BIM el porcentaje del valor del Presupuesto de Ejecución Material (PEM) indicado en el pliego, identificando aquellas unidades cuya medición no proviene de los modelos BIM (como, por ejemplo, detalles generales, ayudas de albañilería, etc.).

Como resultado, se entregará el Presupuesto conteniendo la información necesaria para garantizar la coherencia y la trazabilidad entre este y el modelo.

### 01.3.8 Simulación de personas y vehículos

Se entregarán los informes correspondientes a las distintas simulaciones de flujos, indicando los distintos parámetros que se han utilizado para los mismos y los resultados obtenidos. Dichos informes se podrán complementar con los vídeos de las simulaciones.

### 01.3.9 Registro y Consulta de Propuestas de Cambios

Se entregarán los archivos con las propuestas planteadas por los distintos agentes a lo largo del desarrollo del contrato y, además, los archivos con los cambios aprobados ya implementados, en formato BCF (BIM Collaboration Format), permitiendo la trazabilidad de estos.

### 01.3.10 Análisis de Seguridad y Salud

El Anejo de Seguridad y Salud deberá reflejar datos, imágenes y planos extraídos del correspondiente modelo de Seguridad y Salud, incluyendo mediciones de los elementos de Seguridad y Salud, planos de implantación en obra, riesgos, etc.

### 01.3.11 Seguimiento de Obra

Los modelos de inicio de obras y seguimiento de obra constituirán los entregables de este uso. Estos modelos deben ser entregados siguiendo la frecuencia establecida en el pliego, que generalmente será a los 30 días tras la firma del acta de replanteo en el caso del modelo de inicio de obras, y con cada certificación para el modelo de seguimiento de obra.

### 01.3.12 Seguimiento de Certificaciones

Los modelos deberán servir para obtener las Certificaciones periódicas durante el transcurso de las obras, siendo los datos de las Relaciones Valoradas extraídos de los modelos, indicando los elementos que se deben contabilizar en la Certificación correspondiente.

ETS podrá solicitar con cada certificación una hoja de control de los elementos del modelo BIM cuya medición haya sido incluida en la certificación correspondiente, si así se requiere en el pliego.

### 01.3.13 Control y Producción de Obra

Se entregarán gráficos EVA (Earned Value Analysis o Análisis de Valor Ganado) extraídos de los datos de costes y plazos de los modelos 4D y 5D, obteniendo una imagen de las variaciones de la obra en momentos determinados, que irán adjuntos a los informes de seguimiento de la ejecución de las obras.

### 01.3.14 Obtención del Modelo As-Built

El propio modelo as-built será el entregable derivado de este uso. Se entregará junto con el resto de documentación as-built.

### 01.3.15 Mantenimiento y Gestión de activos

El entregable derivado de este uso no es más que el propio modelo incluyendo los parámetros destinados a este uso. Asimismo, ETS podrá solicitar una extracción de dichos datos y su entrega en otros formatos (como XLSX, por ejemplo).

# Figuras

Figura 1: Proceso de Evolución del Planteamiento BIM desde la Licitación  
hasta la Ejecución del Contrato

5

Figura 2: Derivados de los Modelos BIM

8

