

## ANEXO XIII

### REQUERIMIENTOS BIM APLICABLES PARA MODELADO DEL EDIFICIO EN FASE DE OBRA

**CC 0003/25- nº siglo 109/2025, CONTRATO MIXTO PARA LAS OBRAS DEL NUEVO HOSPITAL DE MÁLAGA Y LA CONCESIÓN DE LAS OBRAS Y EXPLOTACIÓN DE LOS APARCAMIENTOS, MEDIANTE PROCEDIMIENTO ABIERTO. FINANCIADO CON FONDOS EUROPEOS,**

#### 1. OBJETO.

Este anejo de cláusulas BIM tiene como objeto desarrollar los requisitos BIM del pliego de prescripciones técnicas particulares (PPTP) y del pliego de cláusulas administrativas (PCAP), para la elaboración del modelo BIM de las obras del nuevo hospital de Málaga. Se establecen también los requisitos del entorno común de datos (CDE) donde se alojará el modelo y la toda la información generada durante la obra.

Forma parte del objeto del contrato la elaboración la elaboración de forma conjunta con el servicio de proyectos y obras del SAS de un estándar de parametrización para cada tipo de elemento del modelo. Los requisitos de parámetros mínimos de cada elementos se realizará de forma consensuada con la finalidad de que sirva tanto para el control en fase de obra como para el mantenimiento posterior del edificio.

El coste de su realización, si se formulara el referido compromiso y sea cual sea la oferta expresada al respecto en el Anexo “SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA UTILIZANDO METODOLOGÍA BIM”, se entiende incluido en el precio de la oferta presentada y su realización será por cuenta de la persona adjudicataria.

#### 2. ANTECEDENTES.

Para la elaboración y “redacción del proyecto básico y de ejecución, coordinación en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto, dirección de obra, dirección de ejecución de la obra y coordinación de seguridad y salud durante la ejecución de las obras del nuevo hospital de Málaga (Málaga)”, se ha empleado la tecnología BIM. Con lo cual el modelo BIM de fase de proyecto ya está elaborado y alojado en un CDE, en este caso Autodesk Construction Cloud (ACC). Este modelo BIM servirá de punto de partida para la gestión del modelo en fase de obra, debiendo actualizarse el “Plan de Ejecución BIM (BEP) V1.2” que fue aprobado en su momento en fase de proyecto y en base a unos objetivos y usos concretos para el proyecto, estos objetivos y usos se amplían en el presente pliego para la fase de obra, con lo cual, el contratista, deberá aportar en su propuesta de pre-BEP las estrategias a seguir para asegurar el cumplimiento de los objetivos y usos BIM establecidos, así como garantizar el cumplimiento del nivel de calidad del modelo final, tanto en cuanto a geometría como a información no gráfica contenida y/o vinculada con el modelo.

#### 3. ALCANCE.

El adjudicatario del contrato, partiendo de la base del modelo BIM desarrollado en fase de redacción de proyecto, será el encargado de:

1. Actualizar el Plan de Ejecución BIM (BEP) de fase de proyecto adaptándolo a la fase de obra según el alcance y objetivos BIM previstos, para la fase de obra, en el presente pliego. Para ello, la persona adjudicataria habrá de presentar una propuesta del Plan de Ejecución BIM (BEP) en la que definirá los procedimientos, incluyendo los referidos al Autocontrol, herramientas, técnicas, procesos, formatos y tablas necesarios para desarrollar el servicio, basándose en su experiencia y conocimiento de los procesos BIM y teniendo en cuenta la dimensión y el alcance de la obra. Esta propuesta BEP deberá presentarse en los 30 días desde la firma del contrato y tendrá en cuenta las recomendaciones que le sean formadas por la persona responsable del contrato.

Tras su entrega, la persona responsable del contrato por parte de la Administración valorará la suficiencia de dicho Plan para alcanzar los objetivos que se pretenden o, si fuera necesario, requerirá su modificación. En todo caso, deberá ser validado por el SAS previamente a la entrega de cualquier documento objeto de la prestación contratada.

Lo anterior no modificará en modo alguno los plazos parciales del contrato que se señalan en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que regirá su realización.

Si durante la vigencia del contrato fuera necesario introducir modificaciones en el BEP, incluso las referidas a la designación de las personas que conforman su equipo, éste deberá ser revisado por la persona adjudicataria y validado por la administración contratante.

Se incluirá información sobre Requerimientos de Intercambio de Información, RII (Exchange Information Requirements, EIR), por especialidades y capítulos, para la identificación y listado de entidades el Modelo BIM y de la definición de sus propiedades y atributos.

El Plan de ejecución BIM deberá establecer un protocolo de intercambio de información entre los participantes a través del CDE, incluyendo la gestión de BCF, definiendo cuatro estatus para los archivos alojados en el CDE que pueden coexistir dependiendo de la fase de desarrollo del servicio: trabajo en progreso, compartido, publicado y archivado.

Este documento deberá incluir el organigrama de los agentes intervinientes en el desarrollo del servicio; cada agente, identificado con nombre, titulación y experiencia BIM, deberá tener claras y delimitadas sus funciones, así como los tiempos de acción y colaboración para que la información aportada y extraída del proceso BIM se realice en tiempo y forma. Se considera agente participante a toda persona o equipo de trabajo que intervenga en cualquier actividad del proyecto y del modelo BIM en fase de obra. Todos los agentes tendrán los conocimientos necesarios para interactuar con el modelo BIM, por el correcto flujo de trabajo.

Se deberá incluir una tabla en la que se indique todo el software que se pretenda utilizar, así como las versiones empleadas para la realización del proyecto y sus números de licencia. El Servicio de Proyectos y Obras del Servicio Andaluz de Salud deberá poder gestionar y visualizar total o parcialmente el modelo a través de un sistema abierto, sin necesidad de ninguna licencia de software.

2. Aportar un entorno común de datos (CDE) durante la fase de obra, el cual deberá ser usado como medio de comunicación de incidencias entre todas las partes integrantes del contrato. Será el encargado de gestionar los permisos de acceso a aquellas subcontratas que vayan a modelar o a actualizar el modelado de las instalaciones que vayan a ejecutar, sin que puedan realizar cambio alguno sobre el resto de objetos del modelo. Dichas modificaciones no podrán integrarse en el modelo hasta su aprobación. El contratista asume a su costa los costes derivados, tanto de su establecimiento como de la formación necesaria de los agentes participantes, con la conformidad del responsable del contrato, que ostentará el rol de “Administrador de la Plataforma/s que constituyan el CDE, salvo que disponga otras opciones, que serán recogidas en el Plan de Ejecución BIM. Asimismo, la persona o entidad adjudicataria asumirá el coste de mantenimiento de la infraestructura durante la vigencia del contrato de obra.

A continuación se enumeran las características mínimas que debe tener el CDE aportado por el contratista:

- Deberá permitir trabajar con información unificada y centralizada, siguiendo la estrategia de consolidación seleccionada (modelos federados o integrados), administrando y respaldando los modelos BIM de manera segura.
- Alojar y visualizar modelos BIM, ya sean en formato nativo o en formato abierto, permitiendo realizar anotaciones sobre el modelo o archivos. Este acceso será centralizado, permitiendo a todos los miembros del equipo acceder siempre a la información más actualizada así como gestionar los cambios.
- Alojar y visualizar planos en CAD vinculados con el modelo BIM.

- Detección de interferencias.
  - Alojar y vincular con el modelo toda la documentación técnica que se genere durante la fase de obra, como fotos, fotos 3D, videos, videos 360, fichas técnicas, marcados CE, declaraciones de prestaciones, ETE, manuales, albaranes, etc.
  - Permitir la colaboración entre todos los agentes implicados.
  - Gestión de accesos al modelo de los diferentes usuarios, permitiendo restricciones de tipo lectura y/o edición de los modelos o subproyectos, así como al resto de documentos del proyecto.
  - Asignación y administración de tareas, incidencias y comentarios al resto de usuarios.
  - Realizar mediciones sobre objetos 3D.
  - Consulta de la información paramétrica de los objetos y enlaces a documentos externos.
  - Control de versiones del proyecto.
  - Filtros para búsqueda de información.
  - Acceso desde dispositivos móviles como tablets, smartphones, etc.
3. Realizar el Model Checking de las propuestas de cambios del contratista, garantizando el control de métodos y atributos del modelo (BIM Validation), la conformidad de las normas y procedimientos (Code Checking) y la detección de interferencias físicas y geométricas (Chash detection).
  4. Modelos de seguimiento de obra. El contratista ha de ir desarrollando los modelos para aportar valor a la obra que deberán igualmente ser validados (BIM Validation) y chequeados (Model Checking), donde se pueda ir comprobando lo ejecutado en las entregas de los modelos con las certificaciones mensuales. Este modelo refleja el avance de la obra a partir de la incorporación de la información actualizada de la obra según se construye. Este modelo es la representación fidedigna del activo ejecutado en cada una de las fases de la obra, así como el registro o contenedor de información generada durante la mismas. Este modelo tiene como punto de partida el modelo del proyecto de ejecución, el cual irá evolucionando y albergando nueva información conforme a los cambios o adecuaciones detectadas y efectuadas en el desarrollo de la obra, hasta su finalización, sirviendo de base para la elaboración del modelo de proyecto construido (o modelo as-built).
  5. Actualizar los objetos del modelo, que mediante propuestas del contratista, vaya aprobando la Dirección Facultativa durante la obra.
  6. Anadir y vincular a los objetos del modelo, toda la información que se genere durante la obra (fotografías, fichas técnicas, declaraciones de prestaciones, marcados CE, manuales, datos comerciales, etc.)
  7. Actualizar en el modelo todas las modificaciones que surjan en obra, las cuales deben ser previamente aprobadas por la Dirección Facultativa y por el Servicio de Proyectos y Obras del SAS, en especial la correcta ubicación de elementos de instalaciones que queden ocultos y sin registros.
  8. Realizar escaneado laser 3D de las excavaciones, de los espacios el edificio antes de cerrar fasos techos y un escaneado final después de cerrar techos para comprobar la correcta ubicación de todos los elementos terminales de las instalaciones, alturas de techos, etc.
  9. Elaborar estándar de modelado y parametrización de objetos BIM para el SAS, con especial atención en el volcado automático de datos al programa de gestión de activos del SAS (SIGMA-MANSIS).
  10. Realizar fotografías 3D semanales, en zonas acordadas con la DF y el SAS. Empleando la técnica de fotogrametría 3D que permita obtener mediciones fiables a partir de fotografías. Vinculando las fotografías con una familia de Revit que se muestre en un plano de ubicaciones de tomas de fotos 3D.
  11. Control de costes de la obra mediante la vinculación de partidas con los objetos del modelo que permitan actualizar de forma automática las posibles modificaciones que se acuerden en fase de obra, así como la cuantificación y valoración de las unidades nuevas de obra que puedan surgir.
  12. El contratista está obligado a aportar compromiso de control de calidad externo del modelo durante la fase de obra. Este será llevado a cabo por un agente externo que, de conformidad con lo prescrito en el artículo 70.2 de la LCSP, no tendrá vinculación empresarial con la persona o entidad adjudicataria de la obra o subcontrata para los trabajos BIM en obra, así como del equipo de redacción de proyecto y dirección de obra.

Para ello, la persona o entidad adjudicataria de la obra propondrá un mínimo de tres agentes externos, que vendrán avalados por acreditada formación y experiencia en servicio de similares características, de entre los que la Administración designará uno para que asuma la responsabilidad de su realización.

#### 4. HITOS DE LA OBRA.

El desarrollo de los trabajos se realizará dando cumplimiento a las entregas de documentación según los hitos temporales establecidos en el siguiente cuadro:

Nº	Hito	Entregable en Fase de Obras	Plazo desde la fecha de Acta de replanteo de la obra o (+)	Fecha Inicio	Fecha Entrega
1	<b>Plan de Ejecución BIM (PEB)</b>		<b>1 mes (+) desde la firma del contrato</b>		<b>+ 1 mes</b>
2	<b>Avances de obra</b>		<b>Mensualmente con cada certificación</b>	<b>X</b>	<b>X + 1meses</b>
2.1		Modelos BIM de seguimiento de obra *.IFC, modelos federados (NWC/NWD) y ficheros nativos.			
2.2		Documentación técnica de obra vinculada con el modelo, además de asignación de parámetros y valores de parámetros de control de obra (metadatos).			
2.3		Escaneado laser 3D, si procede, vinculado con el modelos			
2.4		Fotos 3D medibles (fotogrametría) vinculada con el modelo			
2.5		Programación de obra actualizada y vinculada con el modelo BIM			
		Asignación de fecha de inicio y finalización (en su caso) de la ejecución de los elementos hasta la certificación.			
2.6		Ensayos vinculados con el modelo			
3	<b>Modificaciones del modelo</b>		<b>Cuando sucedan</b>		
3.1		Propuesta de modificación para supervisión y aprobación			
3.2		Modificación acordada y aprobada			
4	<b>Obra ejecutada "así construido"</b>		<b>Plazo total de la obra</b>	<b>X</b>	<b>X + plazo contractual</b>
4.1		Proyecto construido "a built" en pdf y fichero editables (bc3, dxf, xlsx, etc)			
4.2		Modelos BIM 3D, 4D, 5D *.IFC, modelos federados (NWC/NWD) y ficheros nativos.			
5	<b>Estándar BIM SAS</b>		<b>Plazo total de la obra</b>	<b>X</b>	<b>X + plazo contractual</b>
5.1		Estándar de modelado LOD			
5.2		Niveles de información no gráfica LOI			
5.3		Estándar de parametrización de objetos			

## 5. OBJETIVOS BIM.

El objetivo principal, es obtener una réplica digital 3D del edificio construido, partiendo de la base del modelo generado en fase de proyecto, y vinculando al mismo toda la información que se genere durante la fase de obra, en especial la información referida al anejo II del certificado final de obra y la información necesaria para la posterior gestión y mantenimiento del edificio.

El modelo 3D debe reflejar el estado final del edificio con el mayor grado de fidelidad posible, para ello las modificaciones propuestas por cualquiera de las partes, deberán modelarse y comprobarse (model checking) para su aprobación por parte de la dirección facultativa y el órgano de contratación. Una vez aprobadas las modificaciones estas quedarán definitivamente integradas en el modelo 3D que servirá para la supervisión en obra. A

este modelo se llegará al final de la fase de obra, fase durante la cual se realizarán entregas mensuales de modelos de seguimiento de obra.

Para ello, debe actualizarse el PEB actual, que se refiere principalmente a la fase de redacción del proyecto, para que dé cobertura a los objetivos y usos establecidos para las fases de construcción, mantenimiento y explotación del edificio, previa aprobación por parte del SAS.

Asegurar la entrega de una fuente de información transparente, trazable y coherente por parte del contratista adjudicatario.

Los modelos BIM, alojados en el CDE, serán de forma conjunta y vinculada con la documentación técnica generada durante la fase de obra, la fuente de información durante la ejecución de la obra, aportándose también documentación 2D generada directamente desde el modelo (en caso de que la información 2D no provenga del modelo, deberá indicarse de forma expresa).

Optimizar la transferencia de información entre agentes intervinientes en la ejecución de la obra, mediante repositorio común de información (CDE), aplicación de estándares y codificación de elementos.

Aportar al modelo coherencia, transparencia y trazabilidad con el objetivo de que sirva para la supervisión de obra y para la gestión y mantenimiento futuro.

Se deberá tener un control de las certificaciones mensuales a través del modelo, ya sea mediante la relación de las certificaciones con los modelos (ejemplo VisualCost), o mediante propiedades que recojan si está ejecutado, fecha de ejecución, etc. de tal manera que mediante visualizadores IFC se pueda filtrar y comprobar mediante reglas.

Generar las mediciones de las certificaciones de obra de forma automática desde el modelo, mediante parámetros de fecha de ejecución y parametrización estandarizada de las dimensiones de los objetos.

Fines comerciales/visualizaciones y recorridos virtuales.

Optimizar la transferencia de información entre fases, potenciando la usabilidad de los modelos transferidos en la fase de obra, que partirá del modelo de proyecto, a los futuros proyectos e intervenciones que se realicen en el edificio y la gestión y mantenimiento del mismo.

Garantizar que la información que se genere durante la obra cumple los estándares de calidad establecidos por el SAS en sus procedimientos de trabajo.

Aumentar y asegurar la calidad a lo largo de cada una de las fases del ciclo de vida del activo, minimizando así imprevistos y desviaciones.

Mitigar los riesgos relacionados con el expediente, adelantándose a estos gracias a la simulación virtual.

Mejorar las capacidades de control de obra y su seguimiento.

Permitir el seguimiento de los trabajos realizados según cronograma, así como un seguimiento de la evolución de estos.

Mejorar el contrato en términos de sostenibilidad / calidad ambiental.

Reducir los costes operativos.

Limitar la necesidad de reentrada de información en todo el ciclo de vida del activo.

Favorecer mediante la utilización de las metodologías BIM la gestión eficaz de los activos de SAS.

Mejorar la comunicación tanto interna como externa mediante nuevas herramientas de visualización.

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 (técnico, proveedores, gestores, propietarios y ciudadanía.) De esta forma se aporta:

- Mejor análisis de cumplimiento de requerimientos.
- Ciclos de aprobación externos más rápidos (trámites).
- Visualización de las prescripciones del proyecto.

Garantizar la coordinación entre disciplinas del proceso constructivo. Asegurar la compatibilidad entre las soluciones de diferentes disciplinas durante todas las fases del proceso constructivo y la comunicación entre los agentes implicados, aportando:

- Definición detallada de las soluciones multidisciplinarias,
- Colaboración entre propiedad/equipos de diseño/constructores,
- Coordinación entre disciplinas/subcontratistas,
- Anticipación en la detección de problemas de coordinación en obra.

Mejorar la monitorización del avance del proceso constructivo. Seguimiento de la evolución de las soluciones propuestas en base a la información fiable y de calidad, registrando la toma de decisiones. Con esta monitorización se consigue:

- Reducción de errores y omisión en documentos de construcción.
- Monitorización del estado de avance
- Mejorar del control de las actividades de lista de repastos, de defectos y entregables.

Controlar el presupuesto durante el proceso constructivo. Disponer de mediciones fiables de los capítulos y las unidades del proceso constructivos más críticos. Las mediciones se extraerán de forma automática del modelo, para ello los objetos deben estar modelados según el estándar de modelado y parametrización del SAS, que debe desarrollar el contratista bajo la supervisión del SAS, este estándar debe garantizar la fiabilidad de las mediciones permitiendo que todos los objetos tengan asignadas las partidas del presupuesto que le correspondan. De esta forma se consigue redundar en:

- Optimización de la gestión de recursos.
- Extracción de cantidades fiables del modelo.
- Comprobar de forma rápida y eficiente los costes de unidades del proyecto y compararlos con los de obra.
- Mejora el control de costes.
- Predictibilidad de las estimaciones económicas.

Definir procesos constructivos fiables minimizando las desviaciones. Aumentar la fiabilidad de los programas de obra, asegurando la coordinación entre fases y equipos. Las mejoras podrán redundar en:

- Facilitar la evaluación de procesos de construcción.
- Reducción de trabajar el doble.
- Reducción de la duración global del proyecto.
- Optimización del emplazamiento y la logística de la obra.
- Disponer de planos de producción fiables detallados por disciplina/subcontratista.
- Reducción de la duración de los flujos de trabajo
- Incremento de la productividad personal
- Mejorar los procesos de suministro de materiales críticos

Mejorar la gestión de cambios durante el proceso constructivo. Evaluar los cambios sobre información fiable y de calidad y registrar la toma de decisiones. La visualización de los cambios facilitará la toma de decisiones y la comunicación entre agentes en fase de obra. La mejora será visible en los siguientes conceptos:

- Trazabilidad de las decisiones de cambio.

- Revisar la repercusión global de las propuestas de cambio parciales.
- Evaluación eficiente del impacto económico de las alternativas.

Incrementar la seguridad de los procesos constructivos. Disponer de información fiable de las condiciones de seguridad en la obra. Ayudando a:

- Formación en seguridad y salud.
- Planificación de la seguridad y salud.

Facilitar la gestión del edificio/infraestructura acabada. Asegurar la entrega de información cierta y de calidad de la obra acabada (as built), consiguiendo:

- Elaborar documentos de obra ejecutada con la información más fiable y precisa.
- Facilitar la transferencia de datos de mantenimiento y operación.

Gestión de los procesos de interfaces. Asegurar la integración global de las interfaces mediante:

- Definición de la matriz de interfaces.
- Coordinación de las interfaces de los subsistemas.

## 6. USOS DEL MODELO BIM.

1. Modelado del movimiento de tierras y nube de punto con escáner laser terrestre.

2. Información centralizada

Usar los modelos BIM como fuente única, estandarizada y centralizada de la información producida durante la fase de obra, toda esta información deberá estar centralizada en un entorno común de datos (CDE) que permita la visualización del modelo y el enlace con la documentación generada en fase de obra, tales como fichas técnicas, declaraciones de prestaciones, marcados CE, fotografías 2d y 3D, etc. Los enlaces a los documentos vinculados al CDE, también estarán mapeados para ser accesibles desde carpetas en discos duros locales o en servidores, para no perder los vínculos cuando se de baja el proyecto del CDE. También se podrá vincular uno o varios pdf de fichas técnicas, etc. que al abrirlos lleve directamente al marcador correspondiente, dentro del pdf, al objeto seleccionado.

A continuación se enumeran las características mínimas que debe tener el CDE aportado por el contratista:

- Alojamiento y visualización de modelos BIM, ya sean en formato nativo o en formato abierto, permitiendo realizar anotaciones sobre el modelo o archivos. Este acceso será centralizado, permitiendo a todos los miembros del equipo acceder siempre a la información más actualizada.
- Alojamiento y visualización de planos en CAD vinculados con el modelo BIM.
- Detección de interferencias.
- Alojamiento y vinculación con el modelo de toda la documentación técnica que se genere durante la fase de obra, como fotos, fotos 3D, videos, videos 360, fichas técnicas, marcados CE, declaraciones de prestaciones, ETE, manuales, albaranes, etc.
- Permitir la colaboración entre todos los agentes implicados.
- Gestión de accesos al modelo de los diferentes usuarios, permitiendo restricciones de tipo lectura y/o edición de los modelos o subproyectos, así como al resto de documentos del proyecto.
- Asignación y administración de tareas, incidencias y comentarios al resto de usuarios.
- Realización de mediciones sobre objetos 3D.
- Consulta de la información paramétrica de los objetos del modelo, así como los documentos vinculados.
- Control de versiones del proyecto.
- Filtros para búsqueda de información.
- Acceso desde dispositivos móviles como tablets, smartphones, etc.

3. Estimación de cantidades y costes (5D) que permita no solo valorar las modificaciones que puedan surgir durante la obra, sino también certificar añadiendo un parámetro con la fecha de ejecución por mes y exportando las mediciones (a origen) solo de los elementos que tengan asignada una fecha de ejecución. En el BEP se recogerá el protocolo de codificación de la información para que haya una correspondencia biunívoca entre el modelo BIM, la medición obtenida de él y la base de precios de la Junta de Andalucía y los precios del proyecto, así como de las modificaciones que puedan surgir durante la fase de obra. Cada uno de los elementos del modelo debe tener asignadas todas las partidas del presupuesto que le correspondan.
  - a. Al menos el 80% de la medición de cada certificación debe estar vinculada con el modelo y los parámetros de fechas de ejecución, es decir, la medición se extrae del modelo de forma automática.
  - b. Análisis económico y mediciones de las modificaciones que surjan durante la obra, en su caso.
4. Análisis del Cumplimiento del Programa (Zonificación). En caso de que se realicen modificaciones de distribución en fase de diseño, se realizará estudio comparativo de superficies para asegurar el cumplimiento del programa funcional. De igual modo, si el programa de necesidades se modificara a petición del órgano de contratación, tal modificación deberá quedar reflejada en el modelo para su comprobación.
5. Coordinación 3D  
Asegurar la coordinación espacial con detección de interferencias (clash detection) de los elementos de los modelos 3D que sufran alguna modificación, tanto por disciplina como entre disciplinas, mediante el uso de programas informáticos tipo Solibrí, Navisworks, etc. Las modificaciones pueden surgir por problemas surgidos en obra, por modificaciones solicitadas por la dirección facultativa si están aprobadas por el órgano de contratación o modificaciones o mejoras propuestas por el contratista que sean aprobadas de igual manera. Igualmente habrá de revisarse posibles interferencias que se hayan pasado en la fase de redacción del proyecto, que en su caso deben identificarse y resolverse antes de su ejecución en obra.  
Cualquier modificación del trazado de instalaciones durante la obra, deberá ser actualizado en el modelo y comprobar de igual manera las posibles interferencias que puedan generar.  
De igual manera se comprobará que lo ejecutado en obra corresponde con el modelo mediante la obtención de nubes de puntos con escáner laser de mano y fotogrametría 3D, que deberá ser realizado por el contratista con la periodicidad requerida en el BEP de obra, siendo al menos indispensable fotogrametría mensual y obtener una nube de puntos de cada zona del edificio antes y después de cerrar los falsos techos.
6. Diseño de Especialidades  
Enfocado a que cada subcontrata pueda actualizar el modelo con su propuesta modelada previa a la ejecución para su aprobación.  
En caso de la que empresa constructora, proponga modificaciones o mejoras que sean aceptadas por la dirección facultativa y aprobadas por el órgano de contratación, la propia empresa constructora o cada una de la empresas subcontratadas, sobre todo las de instalaciones, deberán modelar y presentar la propuesta de modificación para su revisión y aprobación, este modelo realizado por la propia empresa especializada no se modelará con objetos genéricos, sino con los objetos y familias de las marcas y modelos de la propuesta de modificación.  
Todo ello debe realizarse mediante control de accesos a subproyectos concretos del modelo, de tal forma que la empresa que modele la propuesta de electricidad no pueda modificar nada más del modelo.
7. Revisión del Diseño  
Cualquier modificación del diseño que pueda surgir durante la fase de obra, deberá ser revisada y aprobada por el órgano de contratación, previo modelado y realización del Model Checking por parte del contratista y revisión de la dirección facultativa.

#### 8. Análisis Estructural

Cualquier modificación de la estructura o recalcuro que pueda surgir durante la fase de obra, deberá ser revisada y aprobada por el órgano de contratación, previo modelado y realización del Model Checking por parte del contratista y revisión de la dirección facultativa.

#### 9. Análisis Lumínico

Cualquier modificación de modelos de luminarias, redistribución o recalcuro que pueda surgir durante la fase de obra, deberá ser revisada y aprobada por el órgano de contratación, previo modelado y realización del Model Checking por parte del contratista y revisión de la dirección facultativa.

#### 10. Análisis Energético

Cualquier modificación de aislamiento o elementos constructivos que pueda surgir durante la fase de obra, deberá ser revisada y aprobada por el órgano de contratación, previo modelado y realización del Model Checking por parte del contratista y revisión de la dirección facultativa.

#### 11. Análisis Mecánico

Cualquier modificación de modelos de equipos mecánicos que pueda surgir durante la fase de obra, deberá ser revisada y aprobada por el órgano de contratación, previo modelado y realización del Model Checking por parte del contratista y revisión de la dirección facultativa.

#### 12. Validación Normativa

Garantizar el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación (CTE), Código estructural, Rite, etc., es un requisito fundamental. Para ello se incorporaran los requisitos normativos directamente en el modelo BIM para poder realizar análisis exhaustivos que garanticen el cumplimiento de los estándares y normas vigentes. Los programas de modelado suelen incluir funciones de comprobación basadas en reglas, que permiten definir y aplicar requisitos normativos específicos dentro del modelo.

#### 13. Planificación de obra

Mediante vinculación de los objetos del modelo BIM con la planificación detallada de la obra que ha de elaborar y aportar el contratista (GANTT/PER), para ello se incluirán los códigos de las actividades desarrolladas en la planificación de obra en los correspondientes objetos del modelo, previa asignación paramétrica. También se realizará vinculación en aplicaciones con Navisworks para la revisión visual de la planificación de la obra.

También se añadirá un parámetro específico con la fecha de ejecución real de obra por meses, no solo para comprobar posibles desviaciones de plazos, sino para la obtención de las mediciones de las certificaciones vinculadas con el modelo.

#### 14. Fabricación Digital

Utilizar el modelo BIM para la fabricación digital de aquellos elementos constructivos que lo permitan, esto se realiza mediante técnicas y herramientas (software CAM) que permiten elaborar un producto a través de herrarías de software y equipos especiales de manufactura como máquinas CNC, cortadoras láser o impresoras 3D. A modo de ejemplo la estructura prefabricada del edificio de aparcamientos, los tabiques prefabricados que dividen las habitaciones del hospital, baños prefabricados, cabeceros de camas y ubicación de mecanismos, etc.

Los modelos de fabricación utilizados en componentes del edificio se coordinarán con el modelo general de obra.

#### 15. Control de Obra

Las modificaciones de diseño o instalaciones que puedan surgir durante la fase de obra, deben actualizarse en el modelo de forma previa para su aprobación, esto implica que el trabajo de modelado de cambios durante la obra debe adaptarse al ritmo de la misma y no al revés, y esto implica priorizar el

modelado antes que la ejecución. Para ello se establece un ratio de una persona modelando a pie de obra por cada 10.000m<sup>2</sup> construidos.

Es fundamental que la documentación que se genere en fase de obra quede alojada en el CDE y vinculada con el modelo, además de crear y rellenar los parámetros necesarios para la identificación de los elementos del modelo en obra, como pueden ser, marca y modelo (una vez aprobada la propuesta del contratista), una fotografía del objeto, código de la partida del presupuesto y toda la información del epígrafe del precio correspondiente, parte del PPTP que afecte a cada uno de los objetos (o referencia al código del pliego y vínculo al pliego en pdf con marcadores), enlaces a fichas técnicas, declaraciones de prestaciones, marcado CE, etc.

La fecha de ejecución real se asignará por meses, mediante el seguimiento de la obra por un equipo de producción a pie de obra, esta fecha también servirá para filtrar los objetos del modelo y obtener las mediciones de las certificaciones.

Toda esta información debe quedar integrada en los objetos del modelo antes de que se proceda a su ejecución, de tal manera que durante su ejecución, desde una tablet con acceso al CDE se pueda consultar la información de cada uno de los objetos del modelo para comprobar que el elemento ejecutado en obra se ajusta a lo previsto en proyecto y a la marca y modelo acordada con el contratista.

Para poder realizar una supervisión y seguimiento de la obra desde la oficina, se realizarán fotografías 3D en las zonas especificadas en obra, estas fotografías 3D, además permitirán tomar medidas mediante fotogrametría, y estarán vinculadas a un elemento del modelo específico para tal fin. Además se realizarán nubes de puntos, mediante escáner laser 3D, de todas las zonas del edificio justo antes de cerrar los falsos techos, con la intención de poder comprobar la correcta ubicación de instalaciones y en caso contrario actualizar el modelo, teniendo siempre la nube de puntos como la información más precisa posible de la obra ejecutada. Finalmente se realizará un último escaneado laser 3D con los espacios terminados, para poder comprobar la correcta ubicación de los elementos terminales de instalaciones como luminarias, difusores, detectores, alarmas, etc. así como las correctas dimensiones de espacios y de alturas mínimas de falsos techos.

También se realizarán y aportarán con cada certificación videos 3D con un recorrido preestablecido de la obra para comprobar el avance de la obra desde servicios centrales.

Toda esta información generada y actualizada durante la obra, debe ser accesible (solo para lectura o para lectura y edición según proceda) en un CDE, de tal forma que todos los agentes implicados en la obra, tengan siempre acceso a la información actualizada al día, evitando errores de consulta de información obsoleta o con errores.

El control de la ejecución de las obras implica la permanente verificación de lo ejecutado respecto a lo proyectado, siendo necesario adecuar el modelo BIM del proyecto de ejecución a los medios materiales disponibles en la obra; esto implica una actualización permanente del modelo que refleje el proceso de ejecución y sea coherente con la manera de certificar las distintas unidades de obra. Durante la fase de construcción el modelo podrá utilizarse tanto por parte del contratista como por la Dirección Facultativa para el control de la obra, del presupuesto y del cumplimiento de los plazos de ejecución.

Antes del inicio de las obras, y si fuera el caso, el modelo del Proyecto de Ejecución habrá de ser revisado para incorporar en todos sus documentos las mejoras contenidas en la oferta presentada por la empresa adjudicataria del contrato de obras, con la verificación y conformidad de la Dirección Facultativa y la autorización de la Administración.

El modelo BIM en fase de obra deberá cumplir las recomendaciones indicadas en el punto “10.7 RECOMENDACIONES EN FASE 5 (OBRA)” de la “GUÍA DE MODELADO DE ARQUITECTURA” publicada por la Comisión es.BIM, creada para la implantación de BIM en España, descargable desde el siguiente enlace: <https://cibim.transportes.gob.es/recursos-cibim/otros-recursos>

## 16. Modelación as-built

Entendiendo como modelación la que representa de manera exacta las condiciones físicas de todos los elementos que componen la edificación (elementos estructurales, arquitectónicos y MEP) o infraestructura final de la obra ejecutada. Se aportará modelo as-built con las instrucciones específicas para la operación y mantenimiento, “gemelo digital”.

A medida que vaya avanzando el proceso de construcción, el Modelo BIM debe ser actualizado para que corresponda con la configuración final. El objetivo para el Modelo BIM final es corresponderse con

lo realmente ejecutado conforme a obra, “as-built”, y que pueda emplearse como base para la gestión de activos (Facility Management), mantenimiento del edificio y reformas durante su uso. La información requerida es la misma que para el modelo constructivo, pues este debe estar lo suficientemente actualizado para poder realizar la supervisión de la obra con todos los cambios y materiales o sistemas constructivos aprobados hasta la fecha.

Los objetos del modelo tendrán un nivel de detalle y de parametrización que se corresponderá con el estándar de modelado que debe realizar el contratista en coordinación con el servicio de proyectos y obras del SAS y que como mínimo serán LOD 300.

El proyecto As-Built se aportará en formato tradicional, con planos 2D que se generan mediante vistas de corte del modelo 3D As-Built, de tal forma que no puedan existir errores entre la geometría del modelo y la geometría de los planos, existiendo una conexión directa entre la información del modelo 3D y los planos 2D y demás documentos entregados al SAS.

El modelo BIM As-Built deberá cumplir las recomendaciones indicadas en el punto “10.8 RECOMENDACIONES EN FASE 6 (AS-BUILT)” de la “GUÍA DE MODELADO DE ARQUITECTURA” publicada por la Comisión es.BIM, creada para la implantación de BIM en España, descargable desde el siguiente enlace: <https://cibim.transportes.gob.es/recursos-cibim/otros-recursos>

En esta fase, el modelo BIM servirá para la ayuda a la ocupación y puesta en marcha del edificio de forma que se pueda obtener información definitiva de:

- Distribución de mobiliario (de utilidad para la licitación del equipamiento o para planificar la ocupación del inmueble). Dicho mobiliario podrá obtenerse de catálogos BIM o ser modelados para su inclusión en el Modelo BIM “as-Built”.
- Listados de mobiliario (por pisos, espacios, tipos, etc.) que sirvan al objeto de una mudanza rápida y eficaz.
- Localización de puestos de trabajo con su información correspondiente (Tomas de corriente, Informática, N° Rack, etc.)
- Dotar las puertas del modelo con las claves o códigos de amaestramiento.

#### 17. Gestión de Activos

Disponer de un modelo digital del edificio final que pueda ser transferido a una GMAO (programa de gestión y mantenimiento asistido por ordenador), en el caso del SAS concretamente SIGMA-MANSIS como gestor de mantenimiento y explotación del edificio. SIGMA-MANSIS permite importar ficheros IFC para visualizar el modelo 3D y la información de los objetos del modelo.

Para ello el modelo debe contener datos críticos como los materiales de construcción, las especificaciones técnicas de los equipos instalados y los requerimientos de mantenimiento, siendo el modelo una base de datos que se actualiza y utiliza durante toda la vida útil. Esta estructura de datos se desarrollará durante la obra por el contratista hasta obtener un estándar de modelado y parametrización para los proyectos y obras del SAS. Es necesaria la integración de los códigos de los activos según SIGMA-MANSIS en los objetos del modelo.

#### 18. Mantenimiento Preventivo

Establecer una programación en el tiempo de conjunto de actividades de revisión y sustitución basada en las especificaciones de los propios fabricantes, esto se materializará a modo de creación de alertas en dispositivos digitales para llevar el control por días, meses, años. Toda la información del modelo debe ser volcada en el software específico del SAS. Un ejemplo de especificación de un fabricante de equipos de aire acondicionado sería la periodicidad que establece para la limpieza o sustitución de filtros. Es necesaria la integración de los códigos de los activos según SIGMA-MANSIS en los objetos del modelo.

La descripción de la estrategia de respuesta por parte del contratista para cada uno de los Usos BIM requeridos, servirá al SAS para evaluar la idoneidad del planteamiento propuesto para cumplir sus objetivos. Se valorará por cada uso la metodología a aplicar, recursos, hardware, software y competencias mínimas requeridas.

En este caso se prestará especial atención a los medios humanos a pie de obra, ya que el seguimiento de la producción, la actualización de cambios de obra en el modelo e introducir todos los datos y documentos requeridos, conlleva, en una obra de esta envergadura, a una gran carga de trabajo que solo podrá realizarse con éxito mediante personal suficiente a pie de obra, que deberá cuantificarse en función de los objetivos y usos del modelo y en base a la experiencia en obras de valor medio anual similar. Para ello se establece como recomendable un ratio de 1 persona modelando a pie de obra por cada 10.000 m<sup>2</sup>.

## **7. REQUERIMIENTOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN (RII).**

Para lograr el correcto flujo de información en el desarrollo del servicio es necesario compartir información estructurada y sin ambigüedades. Todo ello vendrá especificado en el Plan de Ejecución BIM (BEP).

## **8. ENTREGABLES BIM DE OBRA.**

Se definen como entregables aquellos documentos o archivos que son resultado de la información generada durante la fase de obra y de las modificaciones que aprobadas. Se consideraran entregables tanto de los modelos de obra como el modelo y proyecto “As-Built” tanto a los entregables convencionales como a los entregables BIM. Ambos deberán obtenerse del modelo digital.

A continuación, se describe la documentación BIM que debe ser incluida durante el seguimiento de las obras y la interrelación entre entregables.

### **Planos de obra ejecutada**

Los planos deberán provenir del modelo BIM, indicándose de forma expresa todos aquellos, que por razones justificadas, no puedan generarse desde vistas del modelo BIM, como por ejemplo detalles constructivos de soluciones concretas de un fabricante aprobado durante la obra cuyo modelado suponga un aumento innecesario del peso de los ficheros de los modelos. Estos planos serán debidamente justificados por el contratista. En el caso de que un plano contenga información procedente del modelo BIM junto con información que no provenga del modelo, esta última debe indicar de forma expresa que no proviene del modelo.

El contratista deberá aportar al SAS los modelos nativos de trabajo que incluyan los planos de proyecto debidamente integrados y vinculados, sin menoscabo 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 de obra.

### **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 SAS) 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 pre-PEB su estrategia de seguimiento y justificación de las mediciones, tanto de las provenientes de los modelos de información como de los planos de detalles.

En el caso de que en la oferta el contratista se comprometa a un rango de porcentaje del presupuesto de ejecución material provenga de las mediciones de unidades del modelo BIM, deberá justificar dicha trazabilidad al SAS. Este porcentaje debe ser al menos el 80% según lo establecido en fase de proyecto.

### **Topografía, entorno y geometría resultante**

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 (Psets).

El modelo deberá contener los sets de propiedades que se definan durante el desarrollo del estándar de parametrización del SAS que debe realizar el contratista bajo la supervisión del servicio de proyectos y obras para los alcances requeridos, siguiendo lo definido en el apartado Niveles de Información no gráfica.

A la finalización de las obras el contratista deberá generar el modelo de la geometría y topografía resultante de la ejecución del proyecto mediante escáner láser 3D. Se realizarán de igual forma escaneados laser 3D previo al inicio de la obra para obtener la topografía original, además de escaneados laser 3D durante las distintas fases del movimiento de tierras (formación y retirada de rampas, etc.). Todo ello con la finalidad de elaborar planos de movimientos de tierras para planificación de seguridad y salud y para obtener mediciones exactas de vaciados y rellenos de tierras.

### **Modelos y biblioteca “as built” vinculadas**

Todas las entregas anteriores se deberán organizar e integrar en una entrega con los modelos y biblioteca “as built” de la obra ejecutada incluyendo la vinculación con los planos y la documentación técnica necesaria para el mantenimiento debidamente integrado en el modelo federado de la biblioteca as built de la actuación construida, sin menos cabo de la entrega tradicional del proyecto constructivo as built en digital y editable.

Se define como modelos y biblioteca as built el conjunto de modelos BIM por disciplina y/o anejo del proyecto de construcción hipervinculados y accesibles mediante visores openBIM. Para simplificar, en los modelos resultantes solo se vincularan a los elementos sus respectivos planos y documentación técnica para el mantenimiento a modo de “libro de mantenimiento” de la infraestructura. El resto de la biblioteca y documentación digital as built se insertaran en el modelo federado mediante un panel que enlace con la documentación en pdf del proyecto constructivo as built tradicional.

### **Modelo BIM “as built”**

El modelo BIM “as built” debe ser una representación exacta del edificio terminado tal y como se ha construido, velando por el cumplimiento normativo y facilitando tareas posteriores de mantenimiento y reparaciones.

Para garantizar la representación exacta, debe haber un equipo de modelado a pie de obra dedicado exclusivamente a la actualización del modelo y su información, además de un equipo de oficina dedicado exclusivamente a la supervisión y revisión, garantizando que el modelo refleja la realidad de la obra con el nivel de detalle e información requeridos para los usos establecidos. Para ello contarán con fotografías 3D que mediante fotogrametría permita medir sobre las fotos de obra y comprobar medidas en el modelo, así como de nubes de puntos en la fase de movimiento de tierras y previa al cierre de falsos techos, permitiendo modelar la topografía del movimiento de tierras y comprobar el trazado y dimensiones de los elementos de las instalaciones, así como distribuciones de tabiquería, ubicación de huecos de carpinterías, alturas de falsos techos, etc. También se realizará escáner laser 3D final con techos cerrados, que permita comprobar la posición definitiva de los elementos de terminación de instalaciones así como alturas de falsos techo, tabiquería, etc.

Este modelo es fundamental para el futuro mantenimiento del edificio y para las posibles modificaciones o ampliaciones futuras, por ello es fundamental que el modelo se vaya actualizando durante la obra, no de forma posterior a la ejecución, si no antes de la ejecución, ya que cualquier modificación que pueda surgir durante la obra debe ser modelada, supervisada y aprobada previamente a su ejecución.

Los planos del proyecto “as built” deben ser extraídos directamente del modelo 3D, en caso de que algunos planos, por causas debidamente justificadas, no se extraigan del modelo, deberá quedar constancia expresa en dichos planos de que no provienen del modelo, ya sea total o parcialmente.

## Niveles de Desarrollo de los modelos

### Niveles de Información Geométrica (LOD)

El nivel de información para todos los elementos proyectados en las distintas disciplinas seguirá lo especificado en la siguiente tabla de acuerdo con los niveles de desarrollo incluidos en el último estándar publicado de “Level of Development Specifications” del BIM Forum Specs. Diciembre 2023, referencia a nivel mundial.

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.

En cualquier caso, todos los objetos del modelo as-built, incluirán todas las propiedades y características técnicas especificadas en el estándar de modelado del SAS que debe elaborar el contratista, independientemente del LOD mínimo establecido para cada elemento constructivo o disciplina.

El contratista 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 de la obra. 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 aceptarán propuestas de nivel de detalle geométrico superiores a los requeridos por el cliente.

El nivel máximo de información de modelo “AsBuilt” será LOD 500 para todas las disciplinas, no obstante, durante el desarrollo del modelo, el contratista debe elaborar un estándar de modelado “AsBuilt” específico para el SAS, en el que se analizará cada tipo de elemento del modelo para ver si es necesario o no su modelado según LOD 500, por ejemplo, en estructuras parece innecesario modelar las armaduras, ya que el programa de cálculo aporta los resultados en planos 2D que vinculados con los objetos del modelo aportan información más que suficiente. Donde no cabe duda es que el tamaño de los elementos del modelo debe corresponderse con el tamaño real, sobre todo en lo que a instalaciones se refiere. Sí que se establece que como mínimo, en nivel de modelado de los objetos “AsBuilt” debe ser LOD300/350 tal y como queda recogido en los “Requerimientos BIM

aplicables para modelado del edificio” cuya tabla que ya recogía la fase As Buit se incluye a continuación más adelante.

Se adoptará el estándar internacional que utiliza comúnmente el término LOD. Se entiende el LOD como nivel de desarrollo o madurez de la información que posee un elemento del modelo, siendo éste la parte de un componente, de un sistema constructivo o de montaje del edificio.

En la siguiente tabla se especifican los Niveles de Desarrollo LOD que tendrán los diferentes elementos del modelo, por disciplinas, según la fase de desarrollo del proyecto a realizar:

Estos grupos de parámetros o set de propiedades buscan garantizar:

- La capacidad de segregación selectiva de todos los elementos constitutivos de los modelos para los diferentes usos BIM requeridos.
- La trazabilidad de las mediciones provenientes de los elementos incluidos en los modelos.

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

En base a lo anterior, el nivel de desarrollo por elementos exigido para cada disciplina y elemento es el siguiente:

Elementos modelados	Disciplinas	FASES DEL PROYECTO			
		Planificación Inicial LOD Requerido	Proyecto Básico (PB) LOD Requerido	Proyecto Básico y de Ejecución (PBE) LOD Requerido	As Built LOD Requerido
Preexistencias	ARQ	100	200	200	200
Entorno	ARQ	100	200	200	200
Cimentación	STR	-	200	300	350
Estructuras	STR	-	200	300	350
Albañilería	ARQ	100	200	300	350
Cubiertas	ARQ	100	200	300	350
Escaleras/rampas	ARQ	100	200	300	300
Sanitarios	ARQ	-	200	300	300
Aislamientos	ARQ	-	-	300	300
Revestimientos	ARQ	-	-	300	300
Carpintería y cerrajería	ARQ	100	200	300	300
Zonas/espacios	ARQ	100	200	300	300
Decoración y señalización	ARQ	-	-	300	300
Climatización	MEP	-	-	300	300
Climatización. Unidades exteriores	MEP	-	100	300	300
Electricidad	MEP	-	-	300	300
Fontanería	MEP	-	-	300	300
Saneamiento	MEP	-	-	300	300
Saneamiento. Conductos verticales	MEP	-	100	300	300
Protección contra incendios	MEP	-	-	300	300
Ventilación	MEP	-	-	300	300
Ventilación. Conductos verticales	MEP	-	100	300	300
Gases medicinales	MEP	-	-	300	300
Energía solar	MEP	-	-	300	300
Energía solar. Captadores	MEP	-	100	300	300
Energía Fotovoltaica	MEP	-	-	300	300
Energía Fotovoltaica. Captadores	MEP	-	100	300	300
Electromecánicas	MEP	100	200	300	300
Anti intrusismo	MEP	-	-	300	300
Comunicaciones	MEP	-	-	300	300
Urbanización. Obra civil	ARQ	100	200	300	300
Urbanización. Estructuras	STR	-	200	300	300
Urbanización. Instalaciones urbanas	MEP	-	-	300	300

### Niveles de información no gráfica (LOI)

La información no gráfica de los elementos de los modelos (metadatos) estará estructurada en torno a una agrupación de propiedades (set de propiedades Psets), definida por el SAS.

Las propiedades y set de propiedades de los elementos que compondrán los diferentes modelos BIM, estarán organizados de forma homogénea y estandarizada. No se admitirán elementos en los modelos que no contengan la estructura de set de propiedades que debe realizar el contratista bajo la supervisión del SAS y que como mínimos serán los siguientes:

SET DE PROPIEDADES SAS		
IDENTIFICACIÓN DEL PARÁMETRO	TIPO CAMPO	VALOR POSIBLE

<b>01_SAS_IDENTIFICACION</b>		
01_01_SAS_PROYECTO	texto	Código de proyecto
01_02_SAS_LOCALIZADOR	texto	Código de localización del elemento
01_03_SAS_CLASIFICACION	texto	Código de clasificación del elemento
01_04_SAS_DISCIPLINA	texto	Código de disciplina según el PEB
01_05_SAS_SUBDISCIPLINA	texto	Código de subdisciplina según el PEB
01_06_SAS_COD_PRESUP	texto	Código del presupuesto
01_0N_SAS_XXXXXXXX	texto	Se deberá terminar de configurar y consensuar entre los agentes antes de la entrega del PEB por el adjudicatario
<b>02_SAS_CANTIDADES</b>		
02_02_SAS_LONGITUD	m	Valor
02_02_SAS_ALTURA	m	Valor
02_03_SAS_ESPESOR	m	Valor
02_04_SAS_AREA	m2	Valor
02_05_SAS_VOLUMEN	m3	Valor
02_0N_JAND_XXXXXXXX		Se deberá terminar de configurar y consensuar entre los agentes antes de la entrega del PEB por el adjudicatario
<b>03_SAS_EPÍGRAFES</b>		
03_01_SAS_UNIDAD	Texto	
03_02_SAS_COD_PARTIDA	Alfanumérico	
03_03_SAS_NOMBRE_RESUMIDO	Texto	
03_04_SAS_DESCRIPCION_PARTIDA	Texto	
<b>04_SAS_PROYECTO</b>		
04_01_SAS_FASE	texto	Código de la fase de obra a la que hace referencia el elemento
04_02_SAS_PLANOS	url*	URL a la ubicación en el CDE de los planos
04_03_SAS_PPTP	url*	URL a la ubicación en el CDE del artículo del PPTP
04_04_SAS_CAP_PRESUP	texto	Código del capítulo del presupuesto en el que se encuentra el elemento
04_05_SAS_SUBCAP_PRESUP	texto	Código del subcapítulo del presupuesto en el que se encuentra el elemento
04_06_SAS_UD_PRESUP	texto	Código de la unidad presupuestaria del elemento
04_0N_SAS_XXXXXXX		Se deberá terminar de configurar y consensuar entre los agentes antes de la entrega del PEB por el adjudicatario
<b>05_SAS_OBRA</b>		
05_01_SAS_MARCADO_CE	url*	
05_02_SAS_FICHAS_TECNICAS	url*	
05_03_SAS_DECLARAN_PRESTACIONES	url*	
05_04_SAS_MANUALES	url*	
05_05_SAS_ENSAYOS	url*	
05_06_SAS_ALBARANES	url*	
05_0N_JAND_XXXXXXX		Deberá ser configurado y consensuado entre los agentes antes de la entrega del PEB por el adjudicatario
<b>07_SAS_EXPLOIT_Y_MANTEN</b>		
07_SAS_01_CodigoActivo_COD_GMAO	Alfanuméricos	Número de activo único que se asigna en el GMAO

	de hasta ___ caracteres	(SIGMA-MANSIS) al activo o lote de activos.
07_02_Denom.Activo_COD_GMAO	Texto	Denominación de activo que se asigna en el GMAO (SIGMA-MANSIS) al activo o lote de activos.
07_03_TipoActivo_TIP_GMAO	XX-XXX	Tipo de activo en el GMAO (SIGMA-MANSIS) y que lo denomina como "Clase de equipo"
07_04_Mant.Activo_MAT_GMAO	XX	Mantenedor que tiene asignado dicho activo en el GMAO (SIGMA-MANSIS) y que lo denomina "Unidad de negocio".
07_0N_XXXXXXXXX_MAT_GMAO	XX	Deberá ser configurado y consensuado entre los agentes antes de la entrega del PEB por el adjudicatario

Tabla set de propiedades de SAS

Los modelos de situación existente recogerán la información procedente de la nube de puntos o levantamiento topográfico del terreno de la parcela y que serán facilitados en abierto por él contratista al SAS.

Los modelos de situación existente recogerán todos los elementos que se vean afectados por la ejecución del proyecto, como red de saneamiento exterior al que acometer, pozos, red de abastecimiento, etc.

Quedarán detallados en el Plan de Ejecución BIM todos aquellos elementos que por razones justificadas de dedicación requerida no formen parte de los modelos BIM.

El SAS podrá establecer como obligatorio el uso de la Base de datos de precios de obras de las Centrales Provinciales de Compras del SAS, debiéndose respetar estrictamente el criterio de codificación expresado para la referencia a unidad de obra del elemento.

Como parte de su propuesta, el contratista incluirá en el pre-PEB una Tabla de Desarrollo del Modelo, en la que para cada elemento designado según el sistema de clasificación indicado, y para cada fase en la que exista entregables BIM, se indique el Nivel de Información (gráfico, no gráfico y vinculados).

Elementos según Sistema de Clasificación	Fase 0				Fase 1			
	Equipo de Trabajo (7.1.1)	Nivel de información			Equipo de Trabajo	Nivel de información		
		Gráfico	No gráfico	Vinculado		Gráfico	No gráfico	Vinculado
20.10.10	D-1							
20.10.20	D-2							
20.10.30	D-2							

## TABLAS

Las tablas deberán contener información extraída del modelo digital, con el objetivo de facilitar la comprobación cualitativa y cuantitativa de sus elementos. Tanto la relación y denominación de las tablas, así como su

contenido en cuanto a parámetros y organización, será objeto del BEP que deberá desarrollar este extremo y ser aprobado por el SAS.

Las tablas deberán poder exportarse a Excel y ubicadas en el CDE, de tal forma que sea posible consultar el nivel de desarrollo de la información de los elementos del modelo sin necesidad de tener que abrir los ficheros de Revit o IFC.

### **Informes de detección de interferencias.**

Tanto antes del inicio de la obra, como una comprobación previa de la fase de obra que se vaya a ejecutar, como en el caso de propuestas de modificación del proyecto, se deberá realizar una auditoría completa del modelo aportando informes de detección de interferencias, así como vistas específicas del modelo (ej. Vistas 3D desde la cara superior del falso techo hasta la cara inferior del forjado) que ayuden a la comprensión del trazado de las instalaciones y sus posibles interferencias, con la idea de facilitar su comprensión y buscar la solución más óptima.

Tanto antes del inicio de la obra, como una comprobación previa del modelo para la fase de obra que se vaya a ejecutar, como en el caso de propuestas de modificación del proyecto, se deberá realizar una auditoría completa del modelo aportando informes de detección de interferencias, así como vistas específicas del modelo (ej. Vistas 3D desde la cara superior del falso techo hasta la cara inferior del formado) que ayuden a la comprensión del trazado de las instalaciones y sus posibles interferencias, con la idea de facilitar su comprensión y buscar la solución más óptima.

### **Estándar BIM SAS**

El contrasta, desarrollará durante la fase de obra y bajo la supervisión del servicio del proyectos y obras, un estándar BIM específico para proyectos y obras del SAS, así como para la gestión del mantenimiento. El contenido de este estándar deberá cumplir con las normas ISO correspondientes y el alcance de su contenido será objeto del PEB de obra.

El contenido mínimo será al menos estructura y división de modelos y ficheros, modelo federado, organización del modelo, procedimientos de modelado, niveles de detalles (LOD), niveles de información no gráfica y vinculada (LOI), estructura de parámetros de objetos (estructura de datos, organización de parámetros y sistema de clasificación de elementos), tanto para definición de la unidad constructiva en proyecto, como para la definición del elemento constructivo aprobado en obra y su posterior mantenimiento (especificación técnicas, fichas técnicas, marcado CE, declaración de prestaciones, manuales de mantenimiento, descripción de trabajos de mantenimiento y periodicidad, etc. El procedimiento de modelado debe permitir la exportación de mediciones automáticas según los criterios de medición de las partidas de la Base de Costes de la Construcción de Andalucía, de las bases de costes de las Centrales Provinciales de compras y de otras bases de precios que sean necesarias usar como referencia.

Se desarrollará un estándar de plantillas de vistas adaptadas al procedimiento de modelado, plantillas de configuración del modelo, sistemas de coordenadas, listado de tablas de planificación para la comprobación del cumplimiento programa de necesidades, justificación cumplimiento normativo, comprobación de mediciones de forma cualitativa y cuantitativa, control de obra y gestión del edificio.

Debe definir los procedimientos de auditoría de modelos BIM, gestión de la documentación y del trabajo colaborativo, entregas (CDE), exportación de documentación 2D, coordinación y detección de interferencias (3D), procedimiento para la simulación constructiva (4D), mediciones BIM (5D), levantamiento digital de activos existentes y seguimiento de obra con BIM.

En cuanto a los recursos humanos, se establecerá un organigrama de agentes BIM, se elaborará tabla con ratio de horas de trabajo, según tamaño del modelo y nivel de modelado exigido, que permita establecer un pre dimensionado de número de personas que deben destinarse exclusivamente a la actualización, revisión y man-

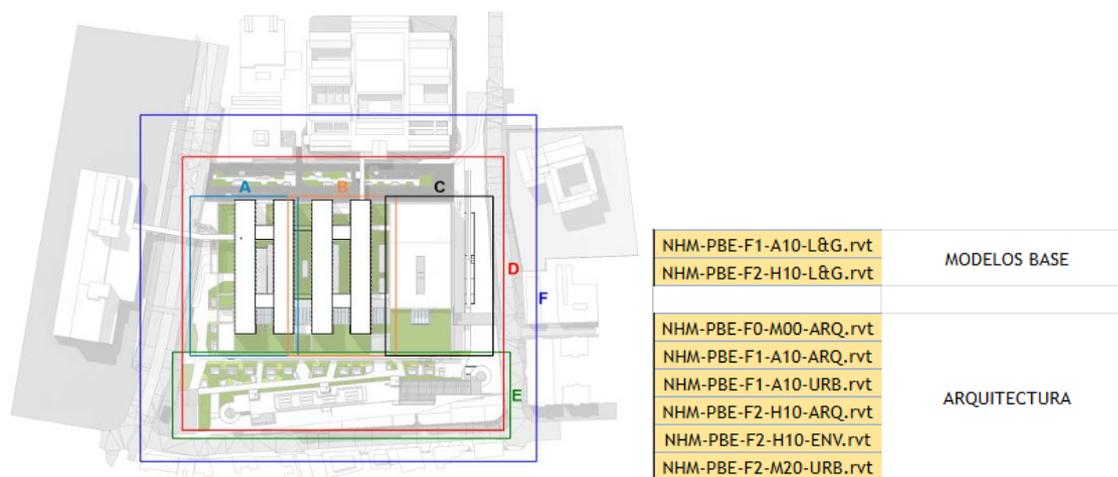
tenimiento del modelo en fase de obra. También se establecerán los roles y responsabilidades de cada uno de los agentes que participen en el modelo BIM, ya sea en fase de proyecto, de obra o de mantenimiento.

## 9. ORGANIZACIÓN DEL MODELO.

### Estructura de modelos

El contratista deberá mantener, salvo justificación en contra, la estructura de modelos prevista en el BEP aprobado en fase de proyecto, donde se define una estructura fraccionada de archivos, de manera que cada uno de estos archivos debe proporcionar los modelos y/o los planos 2D necesarios, según su disciplina y alcance.

MODELO	DISCIPLINA	PARTICION	ZONA	NIVELES	FASE
NHM-PBE-F2-M10-INK.rvt	HVAC	NHM-PBE-F2-M1A-INK.rvt	TORRE A	HOSPITALIZACIÓN DERECHA DE CU a PB	FASE 2
		NHM-PBE-F2-M1B-INK.rvt	TORRE B	HOSPITALIZACIÓN DERECHA DE CU a PB	FASE 2
		NHM-PBE-F2-M1C-INK.rvt	BLOQUE QUIRURGICO	hasta PB	FASE 2
		NHM-PBE-F2-M1D-INK.rvt	BAJO RASANTE	S1-S2 Y S3	FASE 2
		NHM-PBE-F2-M1E-INK.rvt	APARCAMIENTO EXTERIOR	SALAS TECNICAS	FASE 2
NHM-PBE-F1-M10-INV.rvt	VENTILACION		APARCAMIENTO EXTERIOR		FASE 1
NHM-PBE-F2-M10-INV.rvt			HOSPITAL		FASE 2
NHM-PBE-F1-M10-INF.rvt	FONTANERÍA		APARCAMIENTO EXTERIOR		FASE 1
NHM-PBE-F2-M10-INF.rvt		pendiente peso rvt	HOSPITAL		FASE 2
NHM-PBE-F1-M10-INS.rvt	SANEAMIENTO		APARCAMIENTO EXTERIOR		FASE 1
NHM-PBE-F2-M10-INS.rvt		pendiente peso rvt	HOSPITAL		FASE 2
NHM-PBE-F2-M10-INI.rvt	ELECTRICIDAD		HOSPITAL	ALUMBRADO	FASE 2
NHM-PBE-F1-M10-INE.rvt			APARCAMIENTO EXTERIOR	incluye alumbrado	FASE 1
NHM-PBE-F2-M10-INE.rvt			HOSPITAL		FASE 2
NHM-PBE-F1-M10-INY.rvt		COMPLEMENTARIAS		APARCAMIENTO EXTERIOR	
NHM-PBE-F2-M10-INY.rvt			HOSPITAL		FASE 2
NHM-PBE-F1-M10-INP.rvt	PCI		APARCAMIENTO EXTERIOR		FASE 1
NHM-PBE-F2-M10-INP.rvt			HOSPITAL		FASE 2
NHM-PBE-F2-M10-INN.rvt	TRANSPORTE NEUMATICO		HOSPITAL		FASE 2
NHM-PBE-F2-M10-INO.rvt	GASES MEDICINALES		HOSPITAL		FASE 2
NHM-PBE-F2-M10-INC.rvt	Gestion Tecnica Centralizada		HOSPITAL		FASE 2



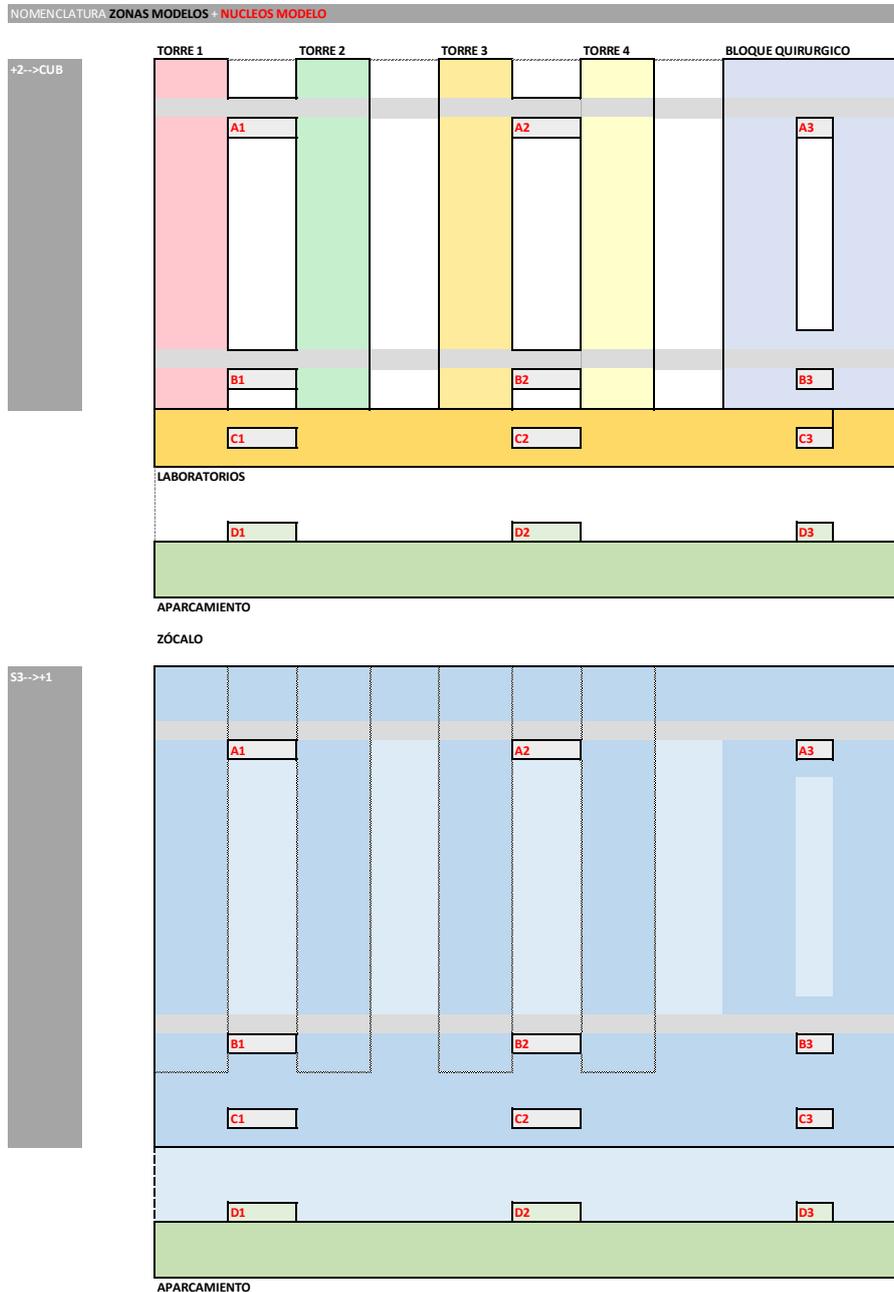
Nomenclatura de modelo

### Nomenclatura de archivos

Se deberá seguir la nomenclatura establecida en proyecto adaptándola a obra según propuesta del BEP para la fase de obra

### Nomenclatura de zonas en los modelos

Se deberá seguir la nomenclatura establecida en proyecto adaptándola a obra según propuesta del BEP para la fase de obra.



Guía de modelos

El PEB de obra revisará y actualizará la estructura de ficheros añadiendo aquellos ficheros que sean necesarios para cumplir los objetivos y los usos del modelo (por ejemplo ficheros para nubes de puntos).

### Codificación de elementos

La codificación de elementos establecida en el BEP del proyecto se basa en el sistema de clasificación **Uniclass 2015**, que está compuesta por 11 tablas, pero se ha optado por utilizar únicamente la tabla SS –Sistemas.

Habilitándose para ello los siguientes parámetros compartidos:

GUID	Nombre de Parámetro
f16eb500-0976-4c80-b5d1-082470821ef8	Classification.Uniclass.Ss.Number
53e1dbb9-9434-44ad-abcc-51bca479123d	Classification.Uniclass.Ss.Description

Ambos parámetros de tipo se encuentran en el grupo “Datos” de las propiedades de tipo de los elementos del modelo.

### Matriz de interferencia

En su propuesta de pre-PEB el contratista presentará una matriz de interferencias describiendo el uso y aplicación, así como los criterios establecidos para completarla: utilizando la tabla de prioridad según índices de gravedad o directamente determinando los elementos a comprobar en la matriz.

### Origen de coordenadas

La situación, coordenadas y sistema geodésico de proyección de los puntos de origen del proyecto, referencias, bases de replanteo, etc., así como los atributos del modelo se definirán según el sistema geodésico de coordenadas ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), utilizado como estándar para la georreferenciación GPS de alta precisión en Europa.

### Configuración de plantillas

Se describirán por parte del contratista las configuraciones previstas de las plantillas de proyecto que deberán incorporar los estándares para el modelado como: parámetros, normativa, familias básicas, estilos de visualización, cajetines, importaciones y exportaciones a otros formatos como IFC, CAD, etc.

## 10. CONTROL DE CALIDAD INTERNO O AUTOCONTROL.

El proceso de producción y colaboración del Modelización BIM deberá implementarse con un **Control de Calidad interno o Autocontrol** al objeto de reducir los errores que pudieran cometerse a lo largo del mismo y, si fuera el caso, ser detectados lo antes posible para la inmediata subsanación y minimización de sus consecuencias, dejando constancia documental del proceso.

Para ello es necesario el chequeo y la comprobación de la consistencia y la calidad del modelo BIM, entendiendo como consistencia el cumplimiento de las reglas, establecidas en este documento y en el estándar SAS que debe desarrollar el contratista durante la obra, para la generación del modelo de datos. Esta verificación debe ser operativa y estar coordinada con todas las disciplinas, por lo que el Plan de Ejecución BIM (BEP) deberá contener un apartado específico que defina los protocolos, hitos y personas responsable el control de calidad interno de todos los procesos que se desarrollan durante la prestación del servicio.

Para el intercambio de la información entre los agentes participantes en la producción y desarrollo de los modelos BIM, ha de verificarse que los modelos son consistentes. Para asegurar la idoneidad de la información que contienen es preciso hacer una comprobación previa a su entrega. Por lo tanto, la validación y comprobación de los modelos que se utilizarán en el análisis y coordinación de disciplinas es primordial realizarla de manera previa. Los modelos deben ser consistentes con respecto a la estructura del modelo, las relaciones y el uso de las clases/tipos de objetos y su información mínima requerida, y deben verificarse para ver si hay duplicados e intersecciones.

Cada uno de los autores de los diferentes modelos tiene la responsabilidad de realizar los controles de calidad necesarios para garantizar que el modelo compartido es apto para ello. Para el cumplimiento y desarrollo de este punto, en Plan de Ejecución BIM se establecerá una metodología de trabajo específica para definir los puntos de chequeo de la calidad de los modelos y sus responsables.

Durante la fase de obra, el contratista, si ha aportado el “Anexo compromiso BIM” de “Seguimiento y control de la ejecución del obra utilizando metodología BIM”, deberá hacerlo con un **Control de Calidad Interno o Autocontrol**, al objeto de asegurar la consistencia de los entregables BIM conforme a los requisitos BIM de la Ad-

ministración, aprobados en el Plan de Ejecución BIM (BEP). Este autocontrol no es incompatible con el **Control de Calidad Externo** de la producción en fase de obra, cuyo contrato debe realizar el contratista.

Estructura del modelo de obra:

Este ítem controla lo relativo a la denominación del nombre de los archivos, vistas, planos y la nomenclatura de los elementos, cuyas instrucciones se facilitarán a la persona o entidad adjudicataria del contrato.

Control de los elementos:

En este ítem se revisarán los elementos del modelo, como son: su punto de origen, orientación, rejillas y niveles.

Vinculación de modelos:

Debido a la complejidad que puede suponer el uso de elementos compartidos entre diferentes modelos, será necesario revisar que:

- Los objetos modelados están dentro de la herramienta que le corresponde.
- No existe duplicación de objetos que pueda ocasionar errores de cuantificación.
- No existe superposición de objetos.
- No existen objetos flotantes mal ubicados.

Requisitos de coordinación:

Este ítem se refiere al nivel mínimo de coordinación del modelo requerido entre disciplinas; estos problemas se producen entre las tres principales disciplinas, arquitectura-estructura-instalaciones. (p.e.: falta de huecos en los forjados para el paso de instalaciones, colisiones, etc.), así como entre distintas subdisciplinas de instalaciones (p.e.: colectores colgados de saneamiento y cruces con conductos de clima, las pendientes de los colectores obligan a bajar los conductos de clima, lo cual puede ocasionar conflictos con las alturas de techos).

Contenido de información:

Este ítem hace mención al control del contenido mínimo de información que se solicita respecto a cada uno de los elementos utilizados en el modelado.

Contenido de costes:

En este punto se verificará la correspondencia, vinculación y cantidades del presupuesto del proyecto con los elementos y entidades del Modelo BIM. Esta relación podrá realizarse por medio de listados de elementos BIM por disciplinas, especialidades y sistemas, conforme a la organización del Modelo BIM acordada, y las partidas de obra del presupuesto, debidamente ordenadas, que le correspondan a cada uno de los elementos BIM, indicando el número total de unidades por elemento.

A modo de resumen, junto con una breve descripción, se incluirá para cada proceso un diagrama y una tabla donde esquemáticamente se representen los flujos y los responsables.

## **11. VERIFICACIÓN DE ENTREGABLES BIM.**

Coincidiendo con las entregas establecidas en el punto “4. Hitos de la Obra”, se entregarán los modelos BIM en formato nativo y abierto (IFC última versión) con el nivel de información (geométrica, no gráfica y vinculada generada durante el proceso de producción que estará correctamente asociada).

Previamente a cada entrega, el contratista realizará una verificación de entregables, para ello se establecerá en el PEB de obra el procedimiento de comprobación y verificación del modelo y la información contenida y/o vinculada.

Cada certificación de obra vendrá acompañada del modelo BIM actualizado con la información generada en obra hasta la fecha de la entrega vinculada con el modelo, los entregables BIM deben cumplir los siguientes requisitos:

- Las estructura de los modelos y de la información y documentación de obra, deben ser coherentes con el modelo y uniforme, conforme a lo que se haya establecido hasta la fecha en el estándar de modelado y parametrización del SAS que debe desarrollar el contratista durante la fase de obra.
- Todos los modelos deben estar correctamente geolocalizados.
- Se deberán entregar evidencias de que tanto los modelos como la información contenida y/o vinculada han pasado procesos de control y calidad requeridos.
- Todos lo entregables deben cumplir los estándares de calidad de SAS, establecidos y definidos en el PEB de obra.
- Para las tareas de supervisión BIM, los informes generados deben estar referenciados a la documentación BIM revisada.
- Para las tareas de supervisión BIM, los informes generados deben ser coherente con la documentación BIM revisada.

Toda la documentación BIM a entregar al responsable del contrato del SAS se transmitirá a través del CDE aprobado mediante el método que se establezca en el PEB para la fase de obra.

Estos entregables BIM incluirán al menos los definidos en los siguientes subapartados. Serán de aplicación durante las tareas de supervisión BIM o en las tareas de producción BIM según se indica en la siguiente tabla:

Documentación BIM	Tareas de supervisión BIM	Tareas de producción BIM
Plan de ejecución BIM	X	X
Modelos BIM	X	X
Extracciones de modelo		X
Informes	X	X

## 12. RECURSOS.

### 12.1 Equipo técnico

El contratista explicará en su propuesta de pre-PEB el equipo BIM que pondrá a disposición durante la fase de obra, hasta su finalización, y su organización para dar respuesta a los requerimientos BIM del SAS durante la fase de obra.

El equipo técnico necesario para el desarrollo del modelo BIM y del proyecto "As-Built", será propuesto por el contratista en el Pre-BEP, debiendo justificar debidamente la asignación y la cantidad de recursos humanos, tanto a pie de obra como en oficina, para el cumplimiento de todos los requisitos de modelo final.

Para ello se establece un ratio medio de 1 persona modelando a pie de obra por cada 10.000m<sup>2</sup> de superficie construida, de cualquier manera el adjudicador deberá aportar justificación del cálculo del personal de modelado a pie de obra, además del BIM Manager, coordinador, etc.

No solo es posible sino además deseable que los componentes del equipo técnico de redacción del proyecto se repitan por cada disciplina en el equipo técnico de ejecución BIM durante la fase de obra.

El equipo técnico de ejecución BIM del contrato deberá adaptarse al volumen de la producción de la obra, de forma que cualquier posible modificación se modele con antelación para su supervisión, nunca actualizando el modelo sobre los cambios realizados en obra, y contendrá como mínimo los siguientes componentes:

- **Responsable BIM (BIM Manager)**

Responsable de toda la gestión BIM del contrato y cuyas funciones serán como mínimo las siguientes:

- Aplicar los flujos de trabajo durante la fase de obra.
- Atender las necesidades del equipo de dirección de obra y jefatura de obra. Configuración, estructura y selección de estrategias.
- Proponer y coordinar la definición, implementación y cumplimiento del PEB.
- Responsable de la tecnología y procesos que permitan la correcta integración de toda la información del modelo entre especialidades.
- Colaborar en la estrategia de comunicación entre agentes.
- Facilitar el uso de formatos de intercambio estándar.
- Facilitar la correcta clasificación de los elementos.
- Coordinar los perfiles y roles de acceso a la información.

La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión, y la experiencia demostrable y adecuada a los objetivos y complejidad del contrato.

Asistirá a todas las reuniones de seguimiento que organice la SAS.

- **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 del 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 y por este Anexo.
- Coordinar el modelo BIM federado con las distintas disciplinas.

La persona designada tendrá los conocimientos técnicos y de gestión, y la experiencia demostrable y adecuada a los objetivos y complejidad del contrato.

Dada la entidad del presente contrato estas dos funciones de BIM Manager y Coordinador BIM deben desarrollarse por distintas personas.

- **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 de las propuestas de modificaciones del modelo, durante la fase de obra, 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.

- **Responsable de la Gestión de la información y Control de calidad BIM**

Responsable, no perteneciente al equipo de producción del contrato, de velar porque se cumplan los estándares fijados respecto a metodología BIM por el Plan de Aseguramiento de la Calidad de la actuación (PAC) que será redactado por el Adjudicatario. Su misión principal será la revisión interna de la documentación del contrato antes de ponerlo a disposición del SAS.

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 la propuesta de pre-PEB a realizar por los contratistas.

- **Experiencia requerida**

Con independencia de la propuesta justificada del contratista, los medios humanos dedicados exclusivamente a la gestión y actualización del modelo, deberán tener experiencia previa, debidamente justificada, en trabajos de modelado de proyectos y obras de valor estimado de al menos 10.000.000,00 de euros, con especial atención a la cantidad y capacidad técnica del equipo que debe permanecer a pie de obra realizando la comprobación en obra de que lo ejecutado se ajusta al modelo, de modelar las propuestas de cambios antes de su ejecución y de integrar en el CDE y vincular con el modelo toda la información generada durante la obra, en especial la referente al anejo II del CTE y la documentación necesaria para el uso y mantenimiento, así como crear parámetros que permitan introducir los datos relevantes de toda esta documentación.

### 12.2 Software

Los modelos BIM se realizarán con el software a elección del Contratista. Este software deberá ser capaz de garantizar, sin pérdida de las propiedades requeridas por el SAS y del estándar que se elaborará durante la obra por le contratista, el intercambio de información en formato IFC en su versión más actual. El/Los software/s seleccionado/s deberá ser capaz realizar modelos 3D exhaustivos teniendo en cuenta las particularidades de cada disciplina (Edificación, obra civil, trazado, etc.)

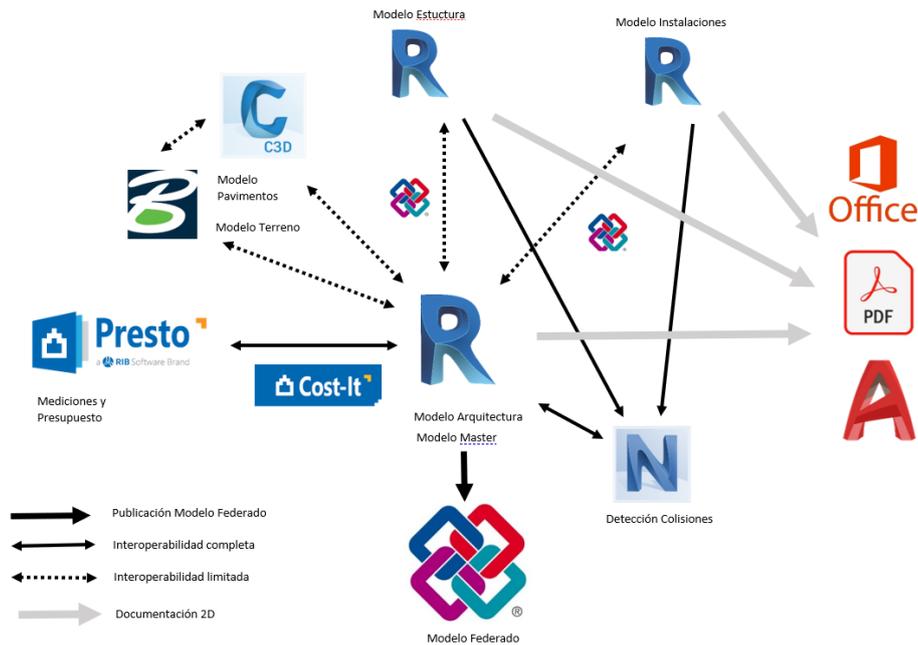
El Contratista presentará como parte del pre-PEB, según la siguiente tabla, su propuesta de software para dar respuesta a cada uno de los Usos BIM requeridos por el SAS.

Software	Versión	Propósito	Sistema operativo	Formatos generados
Software A	Versión	Modelado	Windows	.aaa
Software B	Versión	Federación de modelos	Windows	.bbb
Software C	Versión	Detección de interferencias	Windows	.ccc
...	...	...	...	...

*Tabla de ejemplo de software en el PEB de obra*

Esta tabla es a modo de ejemplo, el contratista deberá establecer la relación de software que estime necesario para que el modelo final cumpla los objetivos y los usos previstos en este anexo al pliego.

El contratista presentará un mapa de software como propuesta de presentación, con indicación de la organización del software a utilizar y su principal aplicación (producción, control de calidad o uso). Se aporta mapa de software a modo de ejemplo:



### 13. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN.

#### 13.1 Entorno común de datos (CDE)

Se entiende como Entorno centralizados de Datos (CDE) la ubicación, física o virtual, donde residen todos los documentos que componen el proyecto de forma unificada, para asegurar la coherencia entre ellos y la actualización de los datos almacenados. Al obtener los distintos agentes intervinientes toda la información a partir de una única fuente actualizada se evitan incongruencias y errores en los distintos documentos a lo largo de las diferentes etapas o fases.

Como requisitos mínimos el CDE habrá de cumplir lo siguiente:

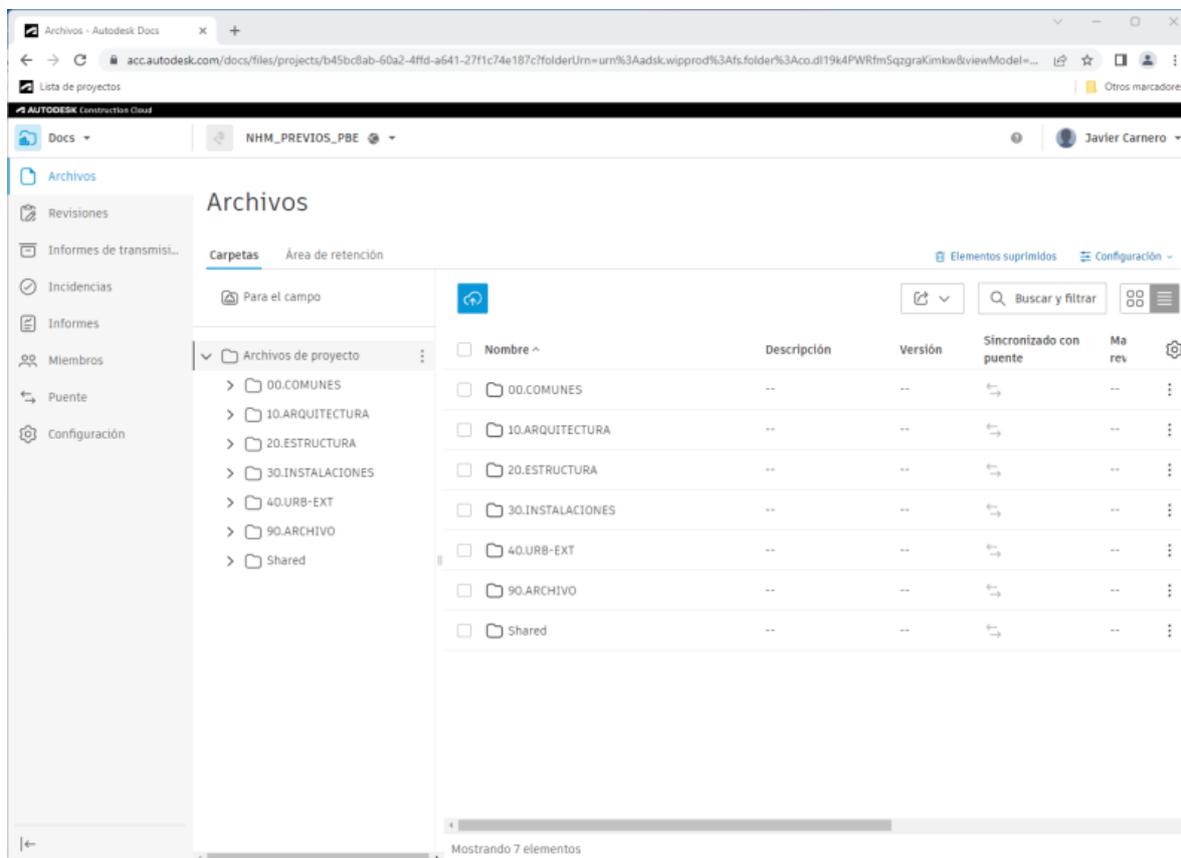
- Debe ser un entorno común donde alojar y compartir información digital del proyecto y toda la documentación generada durante la fase de obra de forma estructurada.
- Debe estar basada en la medida de lo posible en formatos abiertos, que garanticen la interoperabilidad entre los diferentes actores que participan en los contratos.
- Debe estar organizado respecto a un convenio de carpetas, codificación de archivos y protocolos de Intercambio de información prefijado. Disponer de visor 2D-3D embebido y visualización de modelos BIM y sus datos en front-end para reuniones de seguimiento.
- Debe permitir el acceso selectivo de participantes a la información generada (protocolos de accesibilidad).
- Debe estar gestionado por un responsable, que velará por su correcto funcionamiento, y la seguridad y calidad de la información almacenada. Cumpliendo la Ley Orgánica de protección de datos.

A tal efecto, el contratista definirá en el Pre-BEP su propuesta de Entorno Común de Datos que será la única fuente de información válida y que se utilizará para recopilar, gestionar y difundir la documentación, los modelos y los datos no gráficos para el conjunto de los equipos involucrados, salvo que el SAS dispongan en el periodo del contrato de un CDE activo, en cuyo caso el contratista solo definirá la pasarela entre los servidores.

REQUERIMIENTOS PEB	
REQUERIMIENTOS DEL CDE	
1	CUMPLE LA LEY ORGÁNICA DE PROTECCIÓN DE DATOS

2	GESTIÓN DE USUARIOS EFICIENTE, ACCESIBLE Y SEGURA, GESTIÓN DE USUARIOS
3	SOPORTE DE DOCUMENTOS 2D Y 3D
4	DISPONE DE VISOR EMBEBIDO
5	VISUALIZACIÓN DE DATOS FRONT-END
6	SISTEMAS DE NOTIFICACIÓN AL EQUIPO PROYECTO
7	CAPACIDAD DE VERSIONADO DE ARCHIVOS
8	ACCESIBILIDAD EN DIFERENTES PERIFERICOS

EL flujo de información hace necesario la generación de una estructura esencial de carpetas y subcarpetas dentro del CDE de la actuación, que conceptualmente se definen como áreas de trabajo. Actualmente ya existe una estructura de carpetas que proviene del BEP de la fase de proyecto, en el BEP de fase de obra se debe integrar esta estructura de carpetas existentes con las nuevas necesidades para la documentación de obra, nubes de puntos, propuestas de modificaciones, etc.



*Estructura de carpetas del CDE del BEP, en este caso el CDE es Autodesk Construction Cloud (ACC)*

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

El Consultor definirá el tipo de plataforma que soportará este entorno común (nube, FTP, share point, etc.). El acceso a la información estará restringido a los agentes definidos en el pre-PEB mediante permisos y control de usuarios. Así mismo, 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 custodia del entorno común de datos le corresponde al contratista, pudiendo elegir el entorno a usar que garantice los requerimientos del SAS. La aprobación final del entorno común de datos elegido será realizada

por el SAS. La definición, utilización, coordinación y descripción del entorno colaborativo quedará descrita en el PEB. El personal elegido para estas funciones deberá estar perfectamente definido en el PEB, con su rol claramente definido.

El Contratista definirá el tipo de plataforma que soportará este entorno común (nube, FTP, share point, etc.) al igual que el periodo en el cual estará activa dicho servidor que deberá corresponder al plazo transcurrido entre la firma del contrato con el adjudicatario hasta la recepción del proyecto "As-Built". Tras el cual el adjudicatario entregará en soporte digital una copia completa y organizada de dicho CDE.

### 13.2 Gestión de los archivos

Se describirá por el contratista en el prePEB la estrategia de gestión de datos y la de gestión de documentos físicos y/o archivos digitales.

La información y la modelización de elementos, de forma general, se estructurará de manera que su flujo dentro del proceso de generación siga el esquema siguiente según la UNE EN ISO 19650-1:



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

### 13.3 Visualización e intercambio de información

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

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

Cada 15 días 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.

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

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

Durante la elaboración del PEB, el Consultor preparará un modelo piloto con los Psets de propiedades requeridos para aprobación del SAS y un test de carga en el CDE.

#### **14. PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

El contratista, deberá presentar su correspondiente plan de aseguramiento de la calidad (PAC) del “modelo BIM de obra y As-Built”. Este plan de aseguramiento de la calidad, deberá estar particularizado para los requisitos del presente pliego, en cuanto a alcance, objetivos y usos del modelo.

El contenido del Plan de Ejecución BIM (PEB) deberá por tanto quedar incluido dentro de la Relación de Procedimientos Técnicos para el desarrollo de actividades de naturaleza técnica. Como mínimo quedarán recogidos en el Plan de Aseguramiento de la Calidad de la actuación (PAC) los Procesos BIM a utilizar y los controles para cumplir los requisitos de calidad establecidos en lo referente a:

- 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 del SAS, entorno común de datos, coordinación, validaciones, permisos de archivos y calendario de reuniones.
- Proceso de coordinación de modelos BIM.
- Proceso de intercambio de información BIM.
- Proceso de entrega al SAS.
- Otros procesos según usos BIM especificados.

El Contratista enumerará y describirá brevemente en su propuesta de pre-PEB estos procedimientos a seguir. El objetivo final es garantizar el cumplimiento de los requisitos BIM establecidos y la calidad de la información producida contenida en los modelos, y asegurar su seguimiento a lo largo de la producción.

Estos procedimientos serán supervisados por el SAS en la fase de aprobación del PAC y durante la producción mediante las auditorías y pueden dar contenido a las reuniones de seguimiento periódicas.

El contratista realizará en el pre-PEB una breve descripción del proceso de generación de modelos BIM y derivados, así como del proceso de verificación y gestión de cambios al modelo, del intercambio de información BIM entre Agentes, del proceso de entrega al cliente de entregables BIM y del proceso de realización de usos. Estos procesos irán integrados en los procesos del Plan de Control de Calidad (PCC) del consultor o contratista.

El adjudicatario a través de sus auditorías internas comprobará que dicho Plan sigue la Norma ISO 9001 y se encuentra correctamente implantado según su sistema de calidad. Para ello inspeccionará y auditará internamente el PAC con periodicidad, abriendo, en su caso, las no conformidades de dichas auditorías y emitiendo las oportunas actas de cierre.

Se realizará una auditoría interna de implantación en el primer mes de seguimiento de obra para verificar que el PAC se ha implantado correctamente, estableciendo auditorías periódicas, como máximo cada seis meses y siempre una de seguimiento antes de cada entrega de documentos del proyecto, modelo de obra y modelos “As-Built”.

A continuación, se plantea a forma de propuesta, el plan de control de la estructura de datos y usos de los modelos BIM a modo de auditoría:

<b>PLAN DE CONTROL DE ESTRUCTURA DE DATOS Y DE USOS, AUDITORÍA DE LOS MODELOS</b>			
Índice de la auto auditoría/revisión de modelos BIM			
<b>00.- ANTECEDENTES</b>		CONTROL	COMENTARIOS
<b>01.- GESTIÓN BIM</b>		SÍ/NO/N.A.	
COORDENADAS Y VÍNCULOS			
<b>01.- PROTOCOLO BIM</b>			
NOMENCLATURA DE MODELOS			
NOMENCLATURA DE NIVELES			
NOMENCLATURA DE SUBPROYECTOS			
USO DE PLANTILLAS Y FAMILIAS PROPORCIONADAS			
DIVISIÓN DE MODELOS			
SE INCLUYEN LOS MODELOS DE TODA LAS DISCIPLINAS			
CONTENIDO EN SUBPROYECTOS (WORKSETS)			
<b>01.- REQUERIMIENTOS GENERALES: PPI / CHECK LIST</b>			
PPI/Check list COORDINACIÓN PROYECTO & MODELOS_BIM			
PPI/Check list TRAZADO GEOMÉTRICO_BIM			
PPI/Check list MOVIMIENTO DE TIERRAS_BIM			
PPI/Check list FIRMES Y PAVIMENTOS_BIM			
PPI/Check list DRENAJE_BIM			
PPI/Check list ESTRUCTURAS_BIM			
PPI/Check list ESTADO ACTUAL & SERVICIOS AFECTADOS_BIM			
PPI/Check list PLANOS_BIM			
PPI/Check list PRESUPUESTO_BIM			
PPI/Check list ARQUITECTURA_BIM			
PPI/Check list INSTALACIONES_BIM			
<b>01.- GEOMETRÍA</b>			
MODELADO DE CARA A LAS MEDICIONES DE LAS CERTIFICACIONES Y DE LAS MODIFICACIONES			
GEOMETRÍA ARQUITECTURA: ALCANCE Y CALIDAD DE MODELADO			
GEOMETRÍA MEP: ALCANCE Y CALIDAD DE MODELADO			
<b>01.- CALIDAD</b>			
ERRORES DE GEOMETRÍA (SOLAPADOS, DUPLICADOS, ETC)			
CONTENIDO EN FAMILIAS (MATERIALES)			
PROGRAMA FUNCIONAL			
COORDINACIÓN: INTERDISCIPLINA MEP			
COORDINACIÓN: ARQ vs MEP			
COORDINACIÓN: ARQ vs STR			

	COORDINACIÓN: STR vs MEP		
	CODIFICACIÓN TÉCNICA DE SISTEMAS MEP		
	<b>02.- REVISIÓN DE ALCANCE GRÁFICO</b>		
	GRADO DE CUMPLIMIENTO LOD ´S		
	TABLA MEA AUDITORIA / PEB		
	TRAZABILIDAD DE PLANOS 2D/MODELOS		
	RESUMEN DE INCUMPLIMIENTOS		
	<b>03.- REVISIÓN DEL GRADO DE COORDINACIÓN 3D</b>		
	DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS/CLASH DETECTION		
	RESUMEN DE COLISIONES DISEÑO/MODELADO		
	<b>04.- REVISIÓN DE TRAZABILIDAD DE MEDICIONES 5D</b>		
	IDENTIFICACION ESTRUCTURA PRESUPTO./MODELOS		
	IDENTIFICACION UD's PRESUPTO./COD. ELEMENTOS		
	TABLA COMPARATIVA		
	CONCLUSIONES (% MEDICIONES s/ PEM)		
	CODIFICACIÓN DE ELEMENTOS (UNICLASS 2015)		
	CODIFICACIÓN DE MATERIALES (UNICLASS 2015)		
	ARQUITECTURA. CODIFICACIÓN ELEMENTOS DE MODELO		
	ESTRUCTURA. CODIFICACIÓN ELEMENTOS DE MODELO		
	MEP. CODIFICACIÓN ELEMENTOS DE MODELO		
	<b>05.- CONCLUSIONES y CUADRO DE CONTROL GRADO CUMPLIMIENTO REQUISITOS</b>		
	VALORACION GENERAL		
	VALORACION ALCANCE GRÁFICO		
	VALORACION DE COORDINACIÓN		
	VALORACION DE TRAZABILIDAD DE MEDICIONES		
	VALORACION DE TRAZABILIDAD DE PLANOS		
	GRADO DE UTILIZACIÓN DE USOS BIM		

## 15. CONTROL DE CALIDAD EXTERNO.

El Control de Calidad Externo será llevado a cabo por un agente externo que, de conformidad con lo prescrito en el artículo 70.2 de la LCSP, no tendrá vinculación empresarial con la persona o entidad adjudicataria del contrato obra ni del servicio de redacción del proyecto y Dirección Facultativa de la obra y, por tanto, a su vez responsable de la producción y desarrollo de la información con metodología BIM.

Para ello, la persona o entidad adjudicataria del servicio propondrá un mínimo de tres agentes externos, que vendrán avalados por acreditada formación y experiencia en servicios de similares características, de entre los que la Administración designará uno para que asuma la responsabilidad de su realización.

Será responsable de establecer el plan de auditoría necesario para alcanzar los requisitos de intercambio de información BIM y el nivel de consistencia del modelado establecidos, de manera colaborativa y coordinada con el equipo de redacción de proyecto y/o Dirección Facultativa de la obra, bajo la dirección e instrucciones de la persona responsable del contrato por parte de la Administración y advertirá de aquellas deficiencias o inco-

recciones en la planificación y producción e intercambio de la información BIM a través de los medios de comunicación y coordinación que se acuerden. Este plan de auditoría BIM externo se incorporará a las previsiones de control de calidad del Plan de Ejecución BIM, BEP, actualizándose siempre que el equipo de desarrollo lo estime y sea autorizado por la Administración. El BEP contendrá un apartado específico para garantizar el control de calidad de todos los procesos que se desarrollarán durante el servicio.

Los puntos de chequeo para garantizar la calidad del modelo, serán, al menos, los siguientes:

- Denominación del nombre: archivos, vistas, planos y la nomenclatura de los elementos.
- Elementos del modelo: su punto de origen, orientación, rejillas y niveles.
- Consistencia: según las directrices de modelado definidas en este documento
- Control de interferencias entre sub-modelos
- Contenido de la información contenida en el modelo

Su función será garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos para la metodología BIM y los requisitos de información definidos en el Plan de Ejecución BIM. Será responsable de la verificación final, autónoma e independiente del Modelo BIM y sus sub-modelos, de su consistencia técnica de modelado e información para la construcción, de manera coordinada y colaborativa con todos los participantes del proceso. Participará en aquellas fases que así se determine, definiéndose con precisión su intervención, comunicación, entregables y responsabilidades dentro de los procesos de producción y coordinación del Plan de Ejecución BIM.

## **16. CALENDARIO DE REUNIONES TÉCNICAS ENTORNO A MODELOS BIM.**

La incorporación de la metodología BIM en el diseño y en el seguimiento de la obra tiene como ventaja el poder usar los modelos BIM como herramienta de trabajo para las reuniones técnicas entre las partes, lo cual permite un seguimiento del avance de los trabajos, controlando la introducción progresiva de datos en el modelo.

Como parte clave en la estrategia de coordinación BIM, el Contratista incorporará en el pre-PEB su propuesta de integración de reuniones periódicas en el flujo de avance de la obra.

El adjudicatario propondrá un calendario de reuniones en el PEB que incluirá como mínimo reuniones técnicas entorno a los modelos BIM cada quince días. Para ello, el adjudicatario descargará como máximo cada 15 días un archivo IFC en el gestor documental.

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

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS.**

Se incluye relación no exhaustiva de glosario de términos, pudiendo consultarse el documento “Glosario de Términos” de la es.BIM en el siguiente enlace:

[https://cibim.transportes.gob.es/recursos\\_cbim/bb\\_gt1\\_estrategia\\_sg1.1\\_glosario\\_de\\_terminos.pdf](https://cibim.transportes.gob.es/recursos_cbim/bb_gt1_estrategia_sg1.1_glosario_de_terminos.pdf)

## **Acrónimo Castellano Inglés**

PCAP Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares  
CTE Código Técnico de la Edificación  
LCSP Ley de Contratos del Sector Público  
BCCA Base de Costes de la Construcción de Andalucía  
PB Proyecto Básico

PBE Proyecto Básico y de Ejecución

As-built Según lo ejecutado

es.BIM Plataforma para la implantación del BIM en España

OpenBIM Entorno colaborativo y abierto

GuBIMClass Sistema de clasificación de elementos constructivos

BIM Modelo de información del edificio Building Information Modeling

BEP Plan de Ejecución BIM BIM Execution Plan

EIR Requerimientos de Intercambio de Información (RII) Exchange Information Requirements

CDE Plataforma compartida de gestión de documentos Common Data Environment

BCF Formato de colaboración BIM BIM Collaboration Format

ARQ Arquitectura

STR Estructura

MEP Instalaciones mecánicas, eléctricas e hidrosanitarias Mechanical, Electrical, Plumbing

IFC Formato de datos de especificación abierta Industry Foundation Classes

LOD Nivel de desarrollo Level of Development

Lugar y fecha:

**EL REPRESENTANTE DEL LICITADOR**

Fdo.: (Nombre y apellidos)