

APÉNDICE 8.6.1 - REQUERIMIENTOS PARA EL DESARROLLO Y MANTENIMIENTO DEL MODELO 3D DE LA EDAR DE ALDEA DEL FRESNO

ÍNDICE

1. CONTEXTO Y ALCANCE	3
2. PROCESO DEL LEVANTAMIENTO 3D DE ACTIVOS	4
2.1. Planificación del levantamiento	4
2.1.1. Identificación del activo a digitalizar	4
2.1.2. Selección del equipo y tecnología LiDAR adecuada	4
2.1.3. Definición del Plan de escaneado	4
2.1.4. Coordinación con responsables del activo	4
2.2. Captura de la nube de puntos	4
2.2.1. Instalación y calibración del equipo	5
2.2.2. Toma de referencias de coordenadas	5
2.2.3. Realización del escaneo	5
2.2.4. Captura de imágenes 360°	5
2.2.5. Verificación en campo	6
2.3. Postprocesamiento de la nube de puntos	6
2.3.1. Registro y alineación de escaneos	6
2.3.2. Georreferenciación	6
2.3.3. Limpieza y filtrado	6
2.3.4. Segmentación y organización	7
2.3.5. Optimización para modelado	7
2.3.6. Exportación en formato estándar	7
2.4. Desarrollo del modelo 3D a partir de la nube de puntos	8
2.4.1. Importación de la nube de puntos postprocesada a un software de modelado	8
2.4.2. Modelado basado en nube la nube de puntos (cloud-to-BIM)	8
2.4.3. Definición del nivel de detalle geométrico (Level Of Detail – LOD)	8
2.4.4. Simplificación del modelo (si aplica)	8
2.5. Incorporación de información relevante al modelo 3D	9
2.5.1. Codificación y clasificación de elementos	9
2.5.2. Incorporación del Manual de Operación y Mnto al modelo tridimensional	10
2.6. Validación y verificación del modelo 3D final	10
2.6.1. Validación geométrica	10
2.6.2. Verificación de la información contenida en el modelo	11
2.6.3. Exportación de planos 2D desde el modelo tridimensional	11

2.7. Almacenamiento del modelo 3D	11
2.7.1. <i>Subida del modelo a los servidores de la empresa o plataforma de gestión de activos</i>	12
2.7.2. <i>Estructuración de carpetas y versionado</i>	12
3. REQUISITOS TÉCNICOS PARA EL MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DEL MODELO 3D	13
4. ENTREGABLES	14

1. CONTEXTO Y ALCANCE

En este Anejo se determinan los requerimientos mínimos necesarios para llevar a cabo el levantamiento tridimensional de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (en adelante, EDAR) de Aldea del Fresno de Canal de Isabel II, S.A., M.P (en adelante, Canal).

El proceso de levantamiento 3D de infraestructuras existentes consiste en varias fases. En primer lugar, una primera fase en la que se lleve a cabo un escaneo digital del activo o infraestructura física, con el objetivo de procesar y obtener una nube de puntos que represente de forma fidedigna la realidad. En segundo lugar, se llevará a cabo un postprocesamiento y limpieza de dicha nube de puntos, para representar con la mayor exactitud el activo o infraestructura real y optimizar el rendimiento de visualización de este. En tercer lugar, se desarrollará el modelo tridimensional del activo o infraestructura a partir de la nube de puntos y según el nivel de detalle predefinido por parte de Canal, lo que se denomina *cloud-to-BIM*. Y, por último, se tendrá que introducir información relevante en dicho modelo 3D. Esta información estará, bien incluida directamente en el modelo, o bien referenciada en forma de metadatos (hipervínculos).

Posteriormente, Canal llevará a cabo un control de calidad del modelo 3D final, tanto de la geometría como de la información contenida en él. Y una vez validado el modelo 3D, se alojará este en un servidor local de Canal, en el Entorno Común de Datos / *Common Data Environment* (CDE) corporativo o en aquella plataforma de gestión de activos con la que cuente Canal en el momento de recibir los entregables solicitados.

El hecho de obtener estos modelos tridimensionales de las infraestructuras existentes tiene como objetivo, a medio-largo plazo, desarrollar Gemelos Digitales, que servirán como núcleo de referencia para una gestión más inteligente, eficiente y proactiva de los activos e infraestructuras. Desde esta perspectiva, los modelos se elaborarán con una visión a largo plazo, asegurando que su estructura geométrica, la información incorporada y los estándares empleados faciliten su evolución hacia entornos digitales conectados.

Los Gemelos Digitales permitirán, entre otras funciones, simular el comportamiento de las instalaciones, monitorizar en tiempo real su estado mediante sensores IoT, planificar tareas de mantenimiento predictivo, mejorar la eficiencia operativa y facilitar la toma de decisiones basada en datos. Esta transición progresiva, pero bien estructurada, garantizará que el esfuerzo actual en digitalización sea una inversión sólida y escalable en el tiempo.

El contratista adjudicatario deberá proponer a la Unidad de Canal las plantillas, las guías de modelado, los estilos de visualización, las familias de objetos, las tablas de propiedades, la codificación, la forma de nombrar los ficheros y la forma de verificar y asegurar la calidad de los entregables, si bien Canal también podrá imponer sus propios estilos.

Las plantillas, guías y resto de documentación base para la generación de los modelos podrá pasar a formar parte del repositorio de documentos BIM de referencia en Canal en futuros proyectos, sin tener por ello que compensar económicamente al contratista en modo alguno. De lo anterior se deduce que el adjudicatario renuncia a reclamar a Canal la propiedad intelectual de dicho material.

En cada una de las entregas, los ficheros de los entregables se presentarán necesariamente, además de en formato nativo en su última versión (según el software propuesto y aprobado), en formato abierto (IFC, BCF, E57, etc.) manteniendo en cualquier caso la estructura y nivel de información requerido por Canal.

2. PROCESO DEL LEVANTAMIENTO 3D DE ACTIVOS

2.1. Planificación del levantamiento

En primer lugar, se llevará a cabo una planificación del levantamiento de la nube de puntos, que constará principalmente de las acciones detalladas en los siguientes apartados.

2.1.1. Identificación del activo a digitalizar

En primer lugar, la empresa adjudicataria deberá recopilar la información básica del activo que se va a digitalizar, que en este caso es la EDAR de Aldea del Fresno, su ubicación exacta, condiciones de accesibilidad, dimensiones aproximadas y complejidad geométrica. Esta etapa permitirá dimensionar los recursos y tiempos necesarios para el escaneo.

2.1.2. Selección del equipo y tecnología LiDAR adecuada

La empresa adjudicataria llevará a cabo el levantamiento a través de un escáner estático terrestre (TLS – *Terrestrial Laser Scanner*), con el objetivo de obtener una precisión milimétrica ($\pm 1-3$ mm).

Se valorará también si se requiere la captura de fotografías para enriquecer el modelo.

2.1.3. Definición del Plan de escaneado

Se diseñará un Plan de escaneado que incluirá el número y posicionamiento óptimo de las estaciones o escaneos para garantizar una máxima cobertura, precisión y resolución y evitar zonas de sombra; ubicación de puntos de control; definición de las rutas de escaneo; condiciones lumínicas y previsión meteorológica, si aplica, etc. El objetivo es asegurar una cobertura completa y una buena calidad de los datos.

La empresa adjudicataria deberá entregar un registro en el que aparezca representada en un plano de planta la disposición geométrica de los escaneos y de los puntos de control realizados durante la toma de datos. Los puntos de control se deberán de nombrar e identificar sobre el plano.

2.1.4. Coordinación con responsables del activo

Se gestionará por parte de Canal el acceso del personal de la empresa adjudicataria a zonas restringidas y se gestionarán los permisos necesarios de acceso a las zonas de escaneo, se coordinarán las interrupciones del servicio, en el caso de ser necesario, se definirán las medidas de seguridad y se llevará a cabo un acompañamiento del personal técnico. Esta coordinación será crítica para evitar errores o retrasos en campo e interferencias con trabajos paralelos en las zonas de interés.

2.2. Captura de la nube de puntos

En base a la planificación del levantamiento, se llevará a cabo la captura de la nube de puntos utilizando la tecnología LiDAR seleccionada.

2.2.1. Instalación y calibración del equipo

La empresa adjudicataria llevará a cabo la configuración y calibración de los parámetros de captura: resolución, rango, modo de escaneo, etc.

2.2.2. Toma de referencias de coordenadas

Se colocarán dianas o esferas reflectantes en puntos visibles desde varias estaciones. Se georreferenciarán mediante estación total o GNSS (RTK/PPK). La toma de referencias de coordenadas será fundamental para unir estaciones y situar el modelo en coordenadas reales (sistema ETRS89/proyección UTM).

2.2.3. Realización del escaneo

Se realizarán múltiples escaneos desde distintas posiciones (estaciones), asegurando un solapamiento del 30–50% para facilitar el registro posterior. Se priorizará esta tecnología en zonas con alta complejidad geométrica o donde existan interferencias visuales. Principalmente, la empresa adjudicataria deberá cumplir los siguientes requisitos técnicos:

- Se deberá comprobar que las diferentes posiciones seleccionadas cubren el mayor área posible sin obstáculos en la línea de vista, evitando en la medida de lo posible las zonas de sombra. Para ello, también se realizará cada uno de los escaneos de bóveda completa. El número de posicionamientos deberá garantizar una cobertura de al menos el 90% de las instalaciones.
- Se deberá de utilizar un escáner láser que cuente con al menos 130 m de alcance, pudiendo variar el alcance desde 0,5 a 130 m. Se comprobará que con dicho alcance se consigue la precisión y resolución requerida por parte de Canal. Cuanto mayor sea la distancia al objeto, menor será la precisión y la resolución. La resolución debería de ser configurable de 12 a 3mm a 10 metros de distancia.
- Se minimizará, en la medida de lo posible, la aparición de pequeños ángulos de intersección, ya que los ángulos muy agudos podrían desvirtuar la precisión del trabajo al descender la reflexión del escáner.
- El sistema láser escáner deberá contar con un sistema de autoposicionamiento, donde mediante cámaras y sistema inercial permita realizar de forma automática el posicionamiento aproximado del instrumento, como asistencia para un registro de escaneos en campo.
- Los escaneos deberán ser entregados nivelados, según un plano de referencia horizontal. El equipo deberá permitir ser operado de manera invertida o en cualquier disposición, siendo capaz el instrumento corregir la falta de verticalidad.
- Se deberá incluir un sistema de doble escaneo que permita limpiar automáticamente el ruido de las escenas debido por el paso de personas, vehículos o elementos móviles.
- Todo el escaneo deberá de estar correctamente georreferenciado.

2.2.4. Captura de imágenes 360°

Para facilitar una correcta interpretación de la nube de puntos durante el levantamiento del modelo tridimensional, así como para permitir su texturizado o enriquecimiento visual, el sistema empleado deberá permitir la captura de imágenes esféricas 360° integradas o asociadas a la nube de puntos. En

cada caso, Canal decidirá, de común acuerdo con la empresa adjudicataria, la necesidad de realizar dicha captura de imágenes.

En el caso de que Canal solicite expresamente la captura de imágenes, se deberá entregar la nube de puntos debidamente texturizada, junto con las correspondientes imágenes en alto rango dinámico (HDR). La nube de puntos se entregará en formato E57, y las imágenes HDR en un formato estándar compatible, debiendo facilitarse asimismo un archivo que incluya la orientación de las tomas y su correcta georreferenciación.

El sistema de captura deberá garantizar una resolución, calidad y cobertura suficientes para permitir la correcta interpretación geométrica y visual de los elementos levantados.

2.2.5. Verificación en campo

Tras la captura de la nube de puntos, se revisará por parte de la empresa adjudicataria, in situ o en oficina técnica, si la calidad del escaneo es la esperada, si existen errores o deformaciones o si existen huecos o zonas sin escanear. Si surgen alguna de estas casuísticas, se repetirá el levantamiento en la zona o zonas afectadas hasta conseguir el resultado esperado.

2.3. Postprocesamiento de la nube de puntos

Tras la captura de la nube de puntos y la verificación de que los resultados son los esperados, se procede al postprocesamiento de la nube de puntos inicial. El flujo del postprocesamiento generalmente incluye los pasos expuestos en los siguientes apartados.

2.3.1. Registro y alineación de escaneos

En primer lugar, se deberán alinear las diferentes vistas o estaciones de escaneo mediante software específico, garantizando un solapamiento suficiente entre escaneos que permita un registro robusto y preciso de la nube de puntos. El proceso de registro incluirá la comprobación de errores de alineación y la corrección de posibles desviaciones entre estaciones.

La empresa adjudicataria deberá validar el correcto registro y alineación de la nube de puntos antes de continuar con las siguientes fases de postprocesamiento.

2.3.2. Georreferenciación

En el caso de utilizar un escáner estático terrestre, la georreferenciación de la nube de puntos se realizará mediante la transformación de las coordenadas locales al sistema geodésico oficial (ETRS89, proyección UTM), empleando puntos topográficos capturados in situ y medidos mediante GNSS o estación total. La empresa adjudicataria deberá verificar la correcta ubicación espacial del resultado y corregir posibles desviaciones antes de continuar con las siguientes fases del postprocesamiento.

2.3.3. Limpieza y filtrado

La empresa adjudicataria se encargará de la eliminación de puntos no deseados o zonas de ruido: personas en movimiento, vegetación ligera, reflejos metálicos o vidrios, objetos temporales. Se podrán

utilizar filtros automáticos de ruido (por densidad, intensidad o curvatura) y herramientas de selección manual para zonas críticas.

2.3.4. Segmentación y organización

La empresa adjudicataria segmentará o dividirá la nube en zonas lógicas, con el objetivo de facilitar el modelado: niveles, espacios funcionales, edificios, áreas técnicas. Es recomendable utilizar una nomenclatura estructurada que luego concuerde con la clasificación de espacios y procesos presentes en el modelo 3D según estándares de referencia como la tabla de clasificación por procesos de AaaSBIMClass en su última versión publicada.

2.3.5. Optimización para modelado

Se reducirán los puntos sin comprometer la precisión necesaria, con el objetivo de mantener una resolución suficiente para modelar sin cargar el software de modelado. Esto se realiza mediante técnicas de:

- Downsampling uniforme o por cuadrícula.
- Filtrado por relevancia geométrica.
- Selección por rango o intensidad.

Se garantizará siempre una precisión milimétrica y la densidad de la nube de puntos se ajustará en función del tipo de activo y de la complejidad geométrica:

- Densidad estándar:
Entre 5 mm y 6 mm a 10 m de distancia, adecuada para salas de proceso, equipos electromecánicos, tuberías y estructuras metálicas.
- Zonas de alta complejidad o detalle (equipos singulares, colectores, uniones, válvulas):
Hasta 3–5 mm, según necesidades de modelado.
- Zonas secundarias o de menor interés geométrico:
Se podrá optimizar la densidad mediante downsampling controlado, sin comprometer la precisión requerida para el modelado.

2.3.6. Exportación en formato estándar

El formato de intercambio de la nube de puntos será el .LAS o .LAZ, preferiblemente el comprimido .LAZ si el volumen de datos es alto, garantizando así la interoperabilidad con los Sistemas de Información Geográfica corporativos y asegurando compatibilidad, eficiencia en almacenamiento, facilidad de procesamiento y preservación de la calidad de los datos.

En el caso de que Canal lo considere oportuno, también se podría solicitar la nube de puntos en el formato .E57, ya que es un formato comprimido compatible con la mayoría de software BIM, que no solo almacena la nube de puntos, sino que incluye imágenes y su interrelación con la nube de puntos, facilitando su uso en modelos tridimensionales, guardando información clave como las coordenadas georreferenciadas, metadatos y las propiedades de la imagen, la calibración de los sensores y los datos de escaneo en un solo archivo.

Por otro lado, las imágenes 360º se entregarán siempre en formato .E57, ya que será necesario conocer la posición absoluta de la cámara en cada una de las tomas y su orientación en cada caso, es decir, son necesarios los metadatos de cada una de las tomas.

2.4. Desarrollo del modelo 3D a partir de la nube de puntos

Tras el postprocesamiento de la nube de puntos se llevan a cabo las acciones expuestas en los apartados siguientes.

2.4.1. Importación de la nube de puntos postprocesada a un software de modelado

La empresa adjudicataria importará la nube de puntos a herramientas de modelado, utilizando visores que permitan ajustar dicha nube de puntos como referencia.

2.4.2. Modelado basado en nube la nube de puntos (cloud-to-BIM)

La empresa adjudicataria deberá reconocer y modelar los elementos visibles directamente a partir de la nube de puntos obtenida en el levantamiento, tales como estructuras, edificaciones, equipamiento e instalaciones en superficie, tomando dicha nube de puntos como fuente principal y prioritaria de información.

Se evitará la utilización de planos 2D preexistentes cuando estos no se ajusten a la realidad capturada mediante el escaneado, no pudiendo emplearse como base de modelado aquellos planos que se encuentren desactualizados o presenten discrepancias respecto a la nube de puntos.

No obstante, para aquellas zonas no visibles o no capturadas mediante el escaneado, tales como redes y servicios subterráneos, la empresa adjudicataria deberá apoyarse en planos 2D actualizados y en la documentación técnica disponible, con el fin de garantizar la correcta representación geométrica y funcional de todas las conexiones de tuberías y elementos asociados, asegurando la coherencia entre los elementos en superficie y los elementos subterráneos del modelo.

2.4.3. Definición del nivel de detalle geométrico (Level Of Detail – LOD)

La empresa adjudicataria trabajará con un LOD adecuado al uso del modelo. Normalmente, será suficiente con un LOD 300, teniendo en cuenta que su utilización a largo plazo se centra en los Gemelos Digitales. Independientemente del LOD, el modelo tridimensional del activo tendrá que ser una representación fidedigna en cuanto a dimensiones y relaciones espaciales.

2.4.4. Simplificación del modelo (si aplica)

Para ciertos usos específicos, y siempre y cuando Canal lo autorice previamente, se podría reducir la complejidad geométrica (LOD 200-250), eliminando detalles irrelevantes y priorizando geometría representativa.

2.5. Incorporación de información relevante al modelo 3D

Una vez desarrollado el modelo 3D del activo, se introducirá la información relevante a cada uno de los elementos que lo componen. El proceso de incorporación de información en los elementos que componen el modelo constará principalmente de las etapas descritas en los apartados siguientes.

2.5.1. Codificación y clasificación de elementos

Se utilizará el sistema de clasificación A easBIMClass en su última versión publicada para categorizar y codificar todos los elementos del modelo según criterios unificados en el sector agua. Tal y como se especifica en el Manual de A easBIMClass en su última versión publicada, el *Property set* o *Pset* de clasificación se denominará “AEAS_Pset_Clasificacion”. A la hora de exportar el modelo 3D al formato abierto IFC, ese nombre de *Pset* se almacenará en *IfcPropertySet*. Por otro lado, los atributos contenidos en dicho *Pset* se denominarán:

Clasificación por tipo de objeto

- A easObjAcr: Para indicar el acrónimo de la tabla de clasificación de objetos.
- A easObjCod: Para indicar el código de la tabla de clasificación de objetos.
- A easObjDes: Para indicar la descripción de la tabla de clasificación de objetos.

Clasificación por tipo de proceso

- A easProAcr: Para indicar el acrónimo de la tabla de clasificación de procesos.
- A easProCod: Para indicar el código de la tabla de clasificación de procesos.
- A easProDes: Para indicar la descripción de la tabla de clasificación de procesos.

Clasificación por tipo de fluido

- A easFluAcr: Para indicar el acrónimo de la tabla de clasificación de fluidos.
- A easFluCod: Para indicar el código de la tabla de clasificación de fluidos.
- A easFluDes: Para indicar la descripción de la tabla de clasificación de fluidos.

Clasificación por tipo de material (en el caso de tuberías y accesorios de tuberías)

- A easMatAcr: Para indicar el acrónimo de la tabla de clasificación de materiales de tuberías y accesorios de tuberías.
- A easMatCod: Para indicar el código de la tabla de clasificación de materiales de tuberías y accesorios de tuberías.
- A easMatDes: Para indicar la descripción de la tabla de clasificación de materiales de tuberías y accesorios de tuberías.

2.5.2. Incorporación del Manual de Operación y Mnto al modelo tridimensional

La empresa adjudicataria deberá integrar el Manual de Operación y Mantenimiento en el modelo tridimensional, de acuerdo con los criterios y requerimientos que determine Canal.

Dicha integración se realizará mediante información paramétrica asociada a cada equipo o elemento del modelo, e incluirá, como mínimo:

- Los parámetros principales de operación y mantenimiento del equipo o elemento, tales como fabricante, modelo, características básicas de funcionamiento (caudal, potencia, DN u otros que sean de aplicación), conforme a los datos mínimos que indique Canal.

En el caso de los elementos que hagan referencia a equipamiento electromecánico, y siempre y cuando se considere de interés por parte de Canal, se añadirá un atributo específico asociado a un hipervínculo a la especificación técnica del equipo, con el objetivo de que dicho enlace apunte directamente a la base de datos o repositorio corporativo donde esta información se encuentre almacenada.

- Un parámetro específico de tipo enlace (URL o hipervínculo) que permita acceder directamente a la parte concreta del Manual de O&M que resulte aplicable a dicho equipo o elemento.

Por tanto, el Manual de Operación y Mantenimiento no se incorporará como documentación genérica desvinculada, sino que su contenido quedará referenciado de manera directa y trazable desde cada elemento del modelo al que aplique, facilitando así su consulta durante la fase de explotación y mantenimiento.

La definición de los parámetros, su denominación, su agrupación en conjuntos de propiedades (*Property Sets*) y el formato de los enlaces se establecerán por Canal, en coordinación con la empresa adjudicataria, siguiendo el estándar que, en su caso, indique Canal, y garantizando en todo caso una estructuración coherente, homogénea y compatible con el resto de la información del modelo.

Por último, la empresa adjudicataria será responsable de rellenar los valores de los distintos parámetros o atributos definidos, conforme a la especificación técnica, ficha de referencia o documentación aplicable a cada equipo o elemento.

2.6. Validación y verificación del modelo 3D final

Una vez que se ha desarrollado el modelo 3D, clasificados los elementos que lo componen e incorporada la información especificada en los apartados anteriores en él, se llevarán a cabo las siguientes validaciones:

2.6.1. Validación geométrica

Canal llevará a cabo ciertas mediciones del activo o infraestructura real y comprobará que las dimensiones en el modelo se corresponden con la realidad, comprobando así que no existen desviaciones y asegurando la precisión geométrica.

En el caso de que haya discrepancias geométricas, Canal lo comunicará a la empresa adjudicataria con el objetivo de que esta haga las modificaciones pertinentes y resuelva dichas discrepancias.

2.6.2. Verificación de la información contenida en el modelo

Canal llevará a cabo una revisión para comprobar que todos los objetos están nombrados correctamente y contienen los parámetros o atributos exigidos y que sus valores sean coherentes, con el objetivo de hacer un control de calidad del modelo y asegurar que este cumple con los objetivos definidos inicialmente.

En el caso de que falte información en el modelo, Canal lo comunicará a la empresa adjudicataria con el objetivo de que esta haga las modificaciones pertinentes e incluya dicha información.

2.6.3. Exportación de planos 2D desde el modelo tridimensional

Una vez validada la coherencia geométrica del modelo y verificada la adecuación de la información contenida en el mismo, y siempre que Canal lo solicite, el modelo tridimensional deberá permitir la extracción de planos 2D directamente desde el propio modelo 3D durante la vigencia del contrato.

A estos efectos, la empresa adjudicataria será responsable de realizar los ajustes, adaptaciones, conversiones o procesos de federación que resulten necesarios sobre los modelos disponibles iniciales, con el fin de garantizar la correcta generación y exportación de documentación gráfica en formato 2D.

En particular, si las diferentes disciplinas que componen los modelos se han desarrollado con diferentes herramientas de autoría (por ejemplo, modelos de equipamiento o *pipng* generados en software especializado y modelos de obra civil o edificación generados en otras plataformas), la empresa adjudicataria deberá asegurar su correcta integración, clasificación y estructuración, de modo que el modelo resultante permita la extracción coherente y conjunta de planos 2D.

Los planos 2D podrán corresponder a la instalación en su conjunto o a cualquier parte, disciplina o sistema funcional de la planta, incluyendo, entre otros, plantas, alzados, secciones y perfiles, y deberán obtenerse sin recurrir a la elaboración de documentación gráfica independiente del modelo BIM.

La empresa adjudicataria deberá garantizar que:

- la estructura del modelo,
- la clasificación de los elementos,
- el nivel de definición geométrica e informativa, y
- la organización de vistas y representaciones gráficas,

son adecuados para que los planos 2D se obtengan de forma directa y mantengan la trazabilidad con el modelo tridimensional, de manera que cualquier modificación validada en el modelo se refleje de forma coherente en la documentación gráfica generada.

Los planos 2D obtenidos deberán cumplir, en todo caso, las condiciones de representación, acotación, organización y formato que establezca Canal.

2.7. Almacenamiento del modelo 3D

Por último, una vez validado y verificado el modelo 3D, este se almacenará de forma coherente en Canal. Esto servirá de base para el desarrollo progresivo de Gemelos Digitales en Canal a medio-largo plazo, permitiendo una evolución fluida y escalable de la gestión de activos en el entorno digital.

2.7.1. Subida del modelo a los servidores de la empresa o plataforma de gestión de activos

Una vez validado, el modelo se integrará en los servidores locales de la empresa, en la nube dentro del CDE corporativo o en una plataforma especializada en gestión de activos, en el caso de que Canal cuente con esta.

2.7.2. Estructuración de carpetas y versionado

Se organizará el almacenamiento con criterios de trazabilidad, versiones y permisos de acceso según perfiles técnicos.

3. REQUISITOS TÉCNICOS PARA EL MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DEL MODELO 3D

La empresa adjudicataria, una vez generado el modelo 3D de la instalación y formalmente validado por Canal, deberá llevar a cabo el mantenimiento y actualización de dicho modelo durante toda la vigencia del contrato, considerándose este modelo como la referencia única y oficial de la información geométrica y funcional de la instalación.

El mantenimiento del modelo 3D comprenderá tanto las modificaciones geométricas como la actualización de la información asociada, e incluirá, al menos, los siguientes aspectos:

- Actualización de la geometría del modelo tridimensional
 - Incorporación de nuevas obras, actuaciones o modificaciones que se ejecuten en la planta durante la vigencia del contrato.
 - Incorporación de nuevos equipos o elementos, de cualquier disciplina (equipamiento electromecánico, instalaciones eléctricas, instrumentación y control, obra civil, etc.).
 - Modificación de elementos existentes, de cualquier disciplina, para que el modelo refleje de forma fiel y actualizada la realidad de la instalación.

- Actualización de la información asociada al modelo tridimensional
 - Clasificación y reclasificación de todos los elementos del modelo conforme a los estándares que indique Canal, tanto para elementos existentes que pudieran presentar errores de clasificación como para los nuevos elementos incorporados durante la vigencia del contrato.
 - Incorporación y mantenimiento del Manual de Operación y Mantenimiento en el modelo tridimensional, incluyendo tanto posibles correcciones o mejoras detectadas como la introducción de la información correspondiente a los nuevos equipos o elementos que se incorporen durante el contrato, de acuerdo con los criterios definidos por Canal.

La empresa adjudicataria será responsable de que el modelo 3D mantenga en todo momento la coherencia entre geometría, información y documentación asociada, garantizando su validez y utilidad para los usos definidos por Canal durante la fase de explotación y mantenimiento.

4. ENTREGABLES

La empresa adjudicataria, durante el desarrollo del proceso de levantamiento 3D de activos, deberá entregar a Canal los siguientes archivos o documentos:

La empresa adjudicataria, durante el desarrollo del modelo 3D de la instalación y a lo largo de la vigencia del contrato, deberá entregar a Canal los siguientes archivos o documentos, que darán lugar al modelo 3D inicial de la instalación y, en su caso, a sucesivas actualizaciones o nuevas versiones del modelo derivadas de los cambios que se produzcan en la planta:

- **Documento de planificación del levantamiento:** en este documento se especificará el activo a digitalizar, información asociada, la tecnología LiDAR que se va a utilizar para hacer el levantamiento, el Plan de escaneado, la periodicidad de reuniones con el equipo técnico de Canal, etc. La entrega de este documento se llevará a cabo antes de comenzar la captura de la nube de puntos.
- **Documento de captura de la nube de puntos:** será un resumen del método de escaneo seguido y los requisitos técnicos tenidos en cuenta para llevar a cabo la captura de la nube de puntos.
- **Nube de puntos tras el postprocesamiento:** se entregará el archivo de la nube de puntos en formato .LAS o .LAZ, preferiblemente en formato comprimido .LAZ, según lo especificado por parte de Canal en la planificación del levantamiento. La nube de puntos estará en todo caso georreferenciada y deberá entregarse clasificada diferenciando: tubería, elementos hidráulicos, etc.
- **Imágenes 360º del escaneo (si aplica):** se entregarán las imágenes esféricas 360º correctamente georreferenciadas, en un formato de imagen estándar compatible (por ejemplo, JPG, TIFF o equivalente, incluyendo HDR cuando proceda), junto con los metadatos necesarios que permitan identificar la posición absoluta de la cámara y la orientación de cada toma.

Dichas imágenes deberán estar vinculadas o asociadas a la nube de puntos, que se entregará en formato E57.

- **Modelo/s 3D georreferenciado + Información contenida en el/los modelo/s:**

A partir de la nube de puntos postprocesada, la empresa adjudicataria deberá generar y entregar el modelo 3D inicial de la instalación, que constituirá la base de referencia una vez validado por Canal. Asimismo, durante la vigencia del contrato, deberán entregarse las actualizaciones del modelo o nuevos modelos 3D que resulten necesarias como consecuencia de las modificaciones, actuaciones o ampliaciones que se produzcan en la planta.

El modelo o modelos 3D deberán incluir, como mínimo, la clasificación de los elementos que los componen y la información asociada definida por Canal, incluyendo el Manual de Operación y Mantenimiento.

- Las entregas del modelo se realizarán: En formato nativo, según el software de modelado utilizado.
 - En formato abierto IFC 4.3 o versión anterior, en el caso de que así lo decida la empresa adjudicataria y previa aprobación por parte de Canal.
- **Planos 2D derivados del modelo 3D:** Una vez validada la coherencia geométrica y la información contenida en el modelo o modelos 3D correspondientes, y siempre que Canal lo solicite, la empresa adjudicataria deberá entregar planos 2D generados directamente a partir del modelo tridimensional, que podrán incluir, entre otros, plantas, alzados, secciones, perfiles o vistas específicas de partes, disciplinas o sistemas funcionales de la instalación.

Los planos 2D entregados deberán mantener la trazabilidad con el modelo 3D del que se derivan y cumplir las condiciones de formato, representación, acotación y organización que establezca Canal.

Sin perjuicio de lo anterior, durante la vigencia del presente contrato Canal podrá admitir las entregas parciales del modelo únicamente en formato abierto IFC, siempre y cuando no indique lo contrario. En todo caso, la entrega final del modelo desarrollado por la empresa adjudicataria, previa a la finalización del contrato, deberá realizarse obligatoriamente tanto en formato IFC como en formato nativo, al objeto de asegurar la interoperabilidad y la continuidad del uso y explotación del modelo en futuras actuaciones.

Los archivos en formato .IFC entregados por parte del adjudicatario tendrán que cumplir al menos los siguientes puntos:

- Estructura del archivo IFC: la nomenclatura del archivo seguirá el estándar establecido por parte de Canal al inicio del proyecto (si aplica), el archivo deberá abrirse correctamente en cualquier software o herramienta de visualización IFC, deberá seguir la versión del estándar IFC que Canal haya indicado al inicio del contrato (IFC 4.3 o versión anterior, en el caso de que así lo decida la empresa adjudicataria y previa aprobación por parte de Canal) y los elementos que componen el modelo deberán pertenecer a clases/entidades y tipos válidos en el esquema IFC (IfcWall, IfcSlab, IfcPump, etc.).
- Calidad y organización del modelo:
 - Correcta nomenclatura y jerarquía: IfcProject, IfcSite, IfcBuilding, IfcBuildingStorey, y los elementos deben estar jerárquicamente organizados.

Además, y si así lo decide Canal, se utilizará la clase IfcSpace cuando resulte de aplicación para representar espacios como:

- Salas técnicas.
- Galerías de servicio.
- Recintos funcionales.
- Espacios operativos y de mantenimiento.

Los IfcSpace deberán permitir:

- La comprensión funcional del activo.
- La vinculación de equipos y sistemas a espacios concretos.
- Su uso futuro en tareas de explotación, mantenimiento, seguridad y análisis operativo.

Ejemplo:

- *IfcProject: EDAR Sur Madrid – Ampliación y mejora*
- *IfcSite: EDAR Sur*

- *IfcBuilding*: Edificio de control
- *IfcBuildingStorey*: Nivel 0 – Zona reactores
- *IfcSpace*: Sala de soplantes
- No debe haber objetos "flotando" en el modelo sin asignación a *IfcBuildingElementProxy* o similar. Es habitual que en el estándar IFC no se reflejen muchos de los elementos típicos en el sector del agua, por ejemplo, por lo que se seleccionará dicha asignación para que estos elementos se arrastren a la hora de llevar a cabo la exportación del modelo al formato IFC.

Sin embargo, se evitarán asignaciones masivas a la clase o entidad *IfcBuildingElementProxy*, es decir, únicamente se seleccionará dicha clase cuando no exista correlación posible entre una clase de las clases IFC y el elemento concreto representado en el modelo.

- Geometría y representación: todos los elementos que componen el modelo deberán estar correctamente modelados, georreferenciados y coherentes a nivel geométrico. No deberán existir geometrías duplicadas y se deberá cumplir el LOD definido por Canal para cada uno de los elementos que componen el modelo.

En el caso de que los modelos IFC presenten un tamaño elevado como consecuencia de la complejidad de las instalaciones, la densidad geométrica o el elevado número de elementos modelados, se permitirá y recomendará la división del modelo en varios archivos IFC independientes, con el objetivo de garantizar su correcta gestión, visualización, interoperabilidad y rendimiento en herramientas openBIM. Dicha división deberá realizarse conforme a ámbitos funcionales coherentes, asegurando en todo caso la coherencia geométrica, la correcta georreferenciación y la trazabilidad de la información entre los distintos modelos entregados. La división diferenciará al menos los siguientes conjuntos:

- Terreno / Topografía.
- Obra civil, edificación y entorno urbano.
- Instalaciones y equipos mecánicos, eléctricos y de instrumentación y control.

Además, todos los modelos IFC derivados de la división deberán:

- Compartir el mismo sistema de referencia.
- Mantener coherencia espacial absoluta.
- Permitir su carga conjunta sin desplazamientos, giros o escalados

La división del modelo no deberá impedir la trazabilidad de la información entre elementos relacionados de distintos modelos como, por ejemplo, equipos vinculados a espacios o estructuras.

Canal podrá realizar comprobaciones automáticas y manuales de los modelos IFC (estructura, geometría, propiedades, clasificaciones y coherencia espacial). Los modelos que no cumplan los requisitos establecidos podrán ser devueltos para su corrección sin que ello suponga un coste adicional.