



Aplicación de la metodología BIM en la construcción del proyecto de mejora de la EDAR Galapagar-Torreldones

Antonia Cuevas Murillo
ITOP y Graduada en Ingeniería Civil
Máster BIM en Infraestructuras y GIS.



Situación de partida

El contexto en el que se desarrolla este trabajo son las obras de mejoras en la Estación Depuradora de Aguas Residuales (en adelante EDAR) de Galapagar-Torreldones, situadas en el término municipal de Galapagar.

La planta es propiedad de Canal de Isabel II, que es quien promueve las obras, las labores de Asistencia Técnica a la Dirección de Obra las desempeña INGIOPSA INGENIERÍA, la ejecución de las obras corresponde a la U.T.E. formada por ELEC-NOR, SERVICIOS Y PROYECTOS y AUDECA y los trabajos de desarrollo del Modelo BIM y su implementación durante las obras los asume AC2 INNOVACIÓN.

Los trabajos BIM durante la construcción se desarrollan dando respuesta a los requisitos BIM definidos por Canal de Isabel II, con ello se obtiene el **modelo de información** del proyecto.

Los criterios y estrategias de producción de la información para generar el Modelo BIM, que incluye las instalaciones existentes y las obras a ejecutar, se determinan en el Plan de Ejecución BIM (PEB o BEP, si las siglas responden al mismo concepto en inglés).

El **modelo de información** se ha desarrollado para dar cumplimiento a los siguientes objetivos:

- Representar las obras a ejecutar dentro del presente contrato
- Realizar un seguimiento de obra a través del modelo 3D.
- Estructurar y parametrizar la información asignada a los elementos.
- Representar las obras realmente ejecutadas
- Centralizar la información generada en la fase de obra para facilitar su consulta.

Estrategia para generar los modelos de información requeridos

Para alcanzar los objetivos expuestos se han definido los siguientes hitos:

- Captura de datos de la infraestructura existente
- Modelado de la geometría existente afectada por las obras
- Modelado de las obras proyectadas.
- Carga de la información de los elementos en el modelo

- Control de calidad de los modelos.
- Modelo final “as-built” de la realidad construida.

Se detalla a continuación como se han desarrollado cada uno de estos hitos:

1. Captura de datos de la infraestructura existente.

Para contextualizar el Modelo BIM con las instalaciones existentes, lo primero que se ha realizado es un levantamiento con láser escáner terrestre y dron con sensores LIDAR, tanto de la planta, como de las instalaciones existentes que pueden verse afectadas por las obras.

En estas imágenes se muestra la nube de puntos obtenida, tanto del exterior de la planta como de las instalaciones afectadas por las mejoras y ampliaciones proyectadas.





Imagen 1. Captura de datos

2. Modelado de la geometría existente

Una vez generada esta nube de puntos se levanta el modelo del activo construido, llamado de **Condiciones Existentes** de manera conceptual, es decir, los edificios se representan como volúmenes, y las instalaciones y equipos, se modelan aquellas partes que conectan con las obras o instalaciones del proyecto de ampliación objeto del contrato. De esta forma optimizamos recursos, a la vez que disponemos de un modelo de información completo, para el uso que se requiere. En la imagen siguiente se muestra la envolvente de los edificios y las instalaciones que conforman la EDAR actualmente.

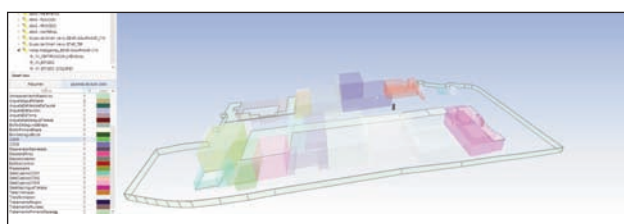


Imagen 2. Modelo de condiciones existentes

3. Modelado de las obras proyectadas.

Para representar las obras correspondientes al proyecto de mejora de la EDAR, se levanta el modelo de inicio de obras, partiendo de la información contenida en los planos CAD que forman parte del proyecto constructivo.

Los elementos que forma este modelo de inicio tienen definida la orientación, la ubicación, el tamaño y la forma, de tal manera que se puede medir directamente desde el modelo.

La estrategia decidida para generar el modelo de información de las obras proyectadas divide éste en cuatro modelos independientes, correspondiendo cada uno de ellos a una disciplina distinta, conforme se expone a continuación:

- **Modelo de Topografía:** este modelo incluye la topografía resultante una vez ejecutada las obras de mejora de la EDAR.

- **Modelo de Obra civil,** este modelo contiene la urbanización, el cerramiento de la parcela, los edificios, decantadores, depósitos, cimentación y distribución interior, que forman las obras de ampliación de la actual EDAR.

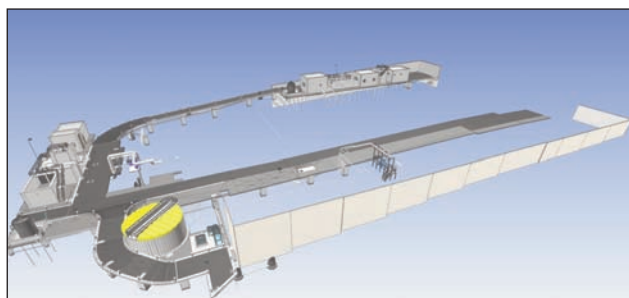


Imagen 3. Modelo de obra civil

- **Modelo de Instalaciones Electromecánicas,** es el modelo más complejo y el que contiene el mayor número de elementos. En él se representan las instalaciones hidráulicas correspondientes a los tratamientos que se realizan en la planta, es decir, línea de agua, línea de fangos, agua industrial, sobrenadantes, pluviales, red de vaciados, de aire, etc., así como los equipos correspondientes a estas líneas.

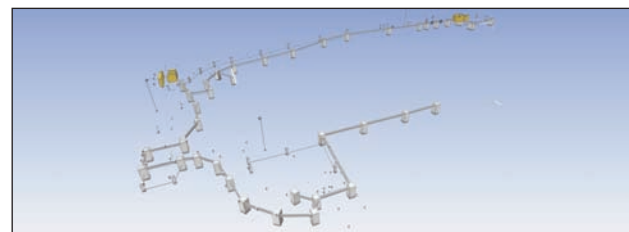


Imagen 4. Modelo de instalaciones electromecánicas

Modelo de Instalaciones auxiliares, este modelo incluye las tuberías, equipos y arquetas correspondientes a las instalaciones de iluminación, fontanería, protección contra incendios, Instalaciones de Baja Tensión, CI, etc. que se conectarán a las existentes en la actual planta.



Imagen 5. Modelo de instalaciones auxiliares

Al dividir el modelo de la EDAR en disciplinas, además de cumplir con las especificaciones de Canal, se consigue optimizar el modelado y las tareas que se realizan con los modelos durante la obra, como seleccionar los elementos que forman el modelo de manera ágil, eficaz y ordenada, por otra parte, no se generan modelos pesados, que dificulten y ralenticen el trabajo, facilitando además que varios equipos puedan trabajar simultáneamente, cada uno en su modelo.

4. Introducción de información a los elementos del modelo

Antes de exponer qué información se introduce en los modelos, vamos a hacer un breve repaso de los diferentes tipos de información que se puede introducir a los modelos BIM:

Por un lado, tenemos la **información gráfica**, es decir cómo se representa un elemento, o un conjunto de elementos: su forma, su definición o los detalles geométricos. En la metodología BIM a esta información se la llama LOD y se estructura en varios niveles: desde el 100 que es un nivel conceptual, hasta el 500 que representa de forma precisa la realidad construida. En la tabla siguiente se definen los correspondientes LOD:

Nivel	Descripción de los requerimientos
LOD 100	Los elementos se representan gráficamente dentro del modelo como un sistema, objeto o conjunto genérico en términos de cantidad, tamaño y forma ubicación y orientación aproximados.
LOD 200	Objeto genérico suficientemente modelado para identificar los tipos de objetos y componentes. Los elementos están determinados por su posición exacta y poseen una definición geométrica no completa.
LOD 300	Objetos específicos modelados con detalle para identificar los sistemas constructivos y la composición de capas, con la posición y las dimensiones exactas de proyecto. Un modelo adecuado para la producción o pre-construcción.
LOD 400	Objetos definidos geométricamente con total precisión, con su posición exacta, pertenencia a un sistema constructivo específico, y uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación. Debe incluir todos los subcomponentes necesarios adecuados para permitir la construcción de la infraestructura. Se incluye la detección de interferencias entre especialidades del modelo.
LOD 500	Objeto que representa de forma precisa la realidad construida, incluyendo sus posibles irregularidades o deficiencias. Resultado de los cambios surgidos durante la ejecución de las obras objeto del contrato.

Por otro, tenemos la **información no gráfica o paramétrica**, (LOIN) es decir los datos que contienen los elementos o conjuntos de elementos. Estos datos pueden ser geométricos como la longitud, anchura, altura, o de otro tipo, como la fecha en la que se pone en obra, la po-

tencia que tiene un equipo electromecánico, etc. Es decir, información relevante, que nos interese que tengan los elementos, para, a partir de ella, realizar una gestión de estos datos como veremos más adelante, aplicada, por ejemplo, a la planificación y certificación de obra.

Por último, tenemos la **información vinculada**, que es aquella información que se genera durante a la obra, y se documenta de forma tradicional en informes, albaranes, especificaciones técnicas, etc. y que puede ser muy interesante que esté enlazada con el modelo para facilitar el acceso a ella y la operación con los datos vinculados.

De esta forma el modelo centraliza toda la información relevante del activo.

Una vez expuestos los tipos de información que puede contener un modelo, se expone a continuación la estrategia que se ha seguido al generar el modelo de información de la obra que nos ocupa.

El LOD para los elementos de los diferentes modelos, es en general de un 300 para la fase de ejecución de obras y de un 500 para el as built. Excepto para los edificios existentes que será de un 100.

Para definir el **LOIN** se elabora una propuesta, que consiste en crear cuatro grupos de parámetros o Psets, basada en los requisitos que establece Canal de Isabel II, con el objetivo de estructurar la información en función del uso que se le va a dar a los modelos, tanto en la fase de obra, como en el futuro cuando se opere y se mantenga la EDAR.

A continuación, se detallan los grupos de parámetros que se crean y los que forman parte de cada grupo:

CYII_Identificación: este grupo contiene los parámetros que permiten identificar el modelo desde varios puntos de vista, desde la BBDD propia de Canal de Isabel II, hasta el tipo de conexión eléctrica que tendrá el elemento si se trata de equipo electromecánico.

CYII_Clasificación: este grupo contiene entre otros, los parámetros que permiten clasificar los elementos según el Sistema de clasificación desarrollado por AEAS (Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento). Estos parámetros resultan muy útiles a la hora de hacer gestiones con ellos en los modelos (buscar, contar, medir, etc) porque utilizamos el mismo lenguaje para todos, al margen de las características geométricas de cada uno, el nombre que tenga dentro del proyecto, el material que lo componga etc.

CYII_4D+5D: este grupo contiene los parámetros que permiten introducir en los modelos la información relativa a la planificación de obra, es decir lo que se ejecuta mes a mes

y la información de presupuesto, es decir, la partida de obra relacionada con el elemento.

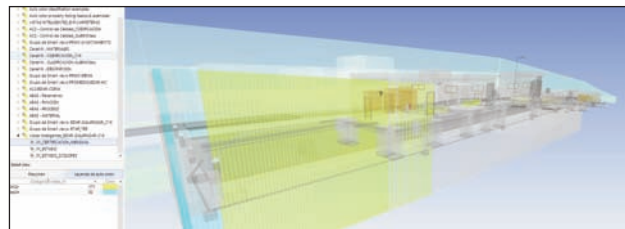
CYII_Características: este grupo contiene información relativa a datos específicos de los elementos, tales como marca, modelo, etc.

CYII_Identificación		
Nombre del parámetro	Tipo	Descripción
01_TAG_CYII	Texto	Identificador alfanumérico de CYII que contiene el TAG_CYII_activo, TAG_CYII_línea, TAG_CYII_zona, el TAG_CYII_código de denominación y el TAG_CYII_elemento, equivalente a código Maximo o Gimdei
02_NumeroET	Texto	Código de la especificación técnica del elemento.
03_ArchivoET	URL	Nombre enlace al archivo de la especificación técnica del elemento .
04_Estado	Texto	Listado desplegable que en función de las fases del proyecto to-mara diferentes valores. En fase obra serán, acopiado (65%), ins-talado (75%), probado (90%), entregado (100%).
05_EschemaTipo	Texto	Listado desplegable que en función del tipo de conexión eléctrica que tenga el equipo, solos los equipos con alimentación eléctrica tendrá esta propiedad.
06_CCM	Texto	Identificación del Cuadro de Control de Motores al que está conectado el elemento.

CYII_Clasicación		
Nombre del parámetro	Tipo	Descripción
01_CodigoClasificacion	Texto	Identificador alfanumérico que determinará la clase del elemento respecto a un sistema de clasificación (a determinar por CYII)
02_DescripcionClasificacion	Texto	Descripción del identificador alfanumérico correspondiente a la clase del elemento según el sistema de clasificación (a determinar por CYII)
03_CodigoClasificacionAEAS	Texto	Identificador alfanumérico que determinará la clase del elemento respecto al sistema de clasificación de AEAS
04_DescripcionClasificacionAEAS	Texto	Descripción del identificador alfanumérico correspondiente a la clase del elemento según el sistema de clasificación de AEAS
05_IfcExportAs	Texto	Clase IFC que corresponde al elemento BIM
06_IfcExportType	Texto	Tipo IFC que corresponde al elemento BIM. Propiedad opcional hasta que se definan tipos para todas las clases IFC

Imagen 6. Ejemplos de LOIN no gráfico

Una vez definida la estrategia que se sigue para producir los modelos de información lo siguientes es **generar mes a mes el modelo correspondiente a las obras ejecutadas** y extraer de ellos la información relevante con respecto a este seguimiento.

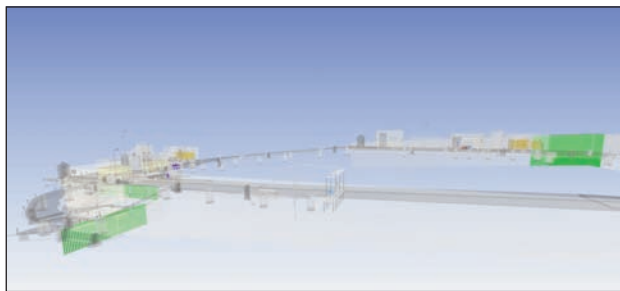


En esta imagen se muestran los elementos que se han ejecutado en los primeros meses de obra. Se corresponde a parte de la pantalla de micropilotes que constituyen el sostenimiento de tierras, previo a la ejecución del muro perimetral definitivo. Los diferentes colores de los micropilotes indica lo siguiente:

- Micropilotes de color azul cian: se han ejecutado durante el mes de septiembre
- Micropilotes de color amarillo se han ejecutado durante el mes de octubre

De esta manera se puede realizar el seguimiento de obras a partir del modelo, obteniendo información de lo que se ha ido ejecutando mes a mes y teniendo correlación con las certificaciones mensuales correspondientes.

Además del seguimiento mes a mes, podemos obtener el seguimiento a origen, es decir, el total de lo ejecutado, mostado en la siguiente imagen en verde, y lo que aun resta por ejecutar, mostrado en gris.



La información generada a lo largo de la ejecución de obras se encuentra alojada en el Entorno Común de Datos del proyecto (ECD o CDE si las siglas son en inglés) y se irá vinculando mes a mes a los modelos de seguimiento para alimentarlo con la información relevante que se ha establecido en el BEP, de esta manera, al concluir las obras de mejora de la EDAR se dispondrá del modelo AsBuilt completo.

A través de la construcción virtual del proyecto conseguimos múltiples beneficios, entre ellos: anticiparnos en la toma de decisiones, detectar interferencias entre lo nuevo y lo existente, concretar indefiniciones del proyecto que pueden provocar conflictos y retrasos en obra, realizar un seguimiento de lo ejecutado y optimizar la planificación de las tareas mes a mes. ■