

CONAMA 2020

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

TRANSFORMACIÓN DIGITAL APLICADA EN
PROYECTOS DE CARRETERAS INTEGRACIÓN BIM-
GIS PROYECTO DE LA AUTOVÍA A-76

Gemelo Digital





Autor Principal: Mirela Vladovic Zupcevic (INECO)

Otros autores: Miriam Pinilla Langeo (INECO); Agustín Roldán Hernández (INECO), Laura Martín Forero (INECO).

INTRODUCCIÓN

La evolución tecnológica que conforma la cuarta revolución industrial (4IR) ha traído consigo la utilización de tecnologías digitales aplicadas a la sociedad y al mundo de la empresa, y está suponiendo un vuelco en la forma en la que operan internamente y en el valor que ofrecen a los proyectos y sus clientes.

Y lo mismo ocurre con los proyectos de infraestructuras, cada vez más complejos, debiendo integrar, en las distintas etapas del proceso de su análisis y desarrollo, la toma de decisiones, considerando múltiples aspectos interrelacionados: funcionales, medioambientales, territoriales, sociales, tecnológicos económicos, etc.

Debido al elevado coste de oportunidad, resulta clave desarrollar los proyectos en un entorno eficiente, colaborativo y participativo, que nos conduzca a la excelencia técnica desde su planteamiento, y ahí es donde la integración BIM-GIS resulta fundamental como herramienta para cumplir dicho objetivo de manera exitosa.

La aplicación directa de esta evolución tecnológica es la solución que se ha aplicado con éxito en la gestión del **Proyecto de Construcción de la Autovía A-76, Ponferrada-Orense, Tramo: Villamartín de la Abadía - Requejo**, redactado por INECO para la DGC del MITMA, y que constituye un gran paso hacia la digitalización de proyectos.

Esta digitalización tiene como finalidad también, entre otras, la mejora de la comunicación y difusión de un proyecto, que pasará a ser una parte esencial del mismo a lo largo de su ciclo de vida útil. Esta comunicación se debe dirigir tanto al cliente, como la participación pública, como a los promotores, trasladando a todos las ventajas del empleo de nuevas tecnologías, nuevas herramientas y metodologías del trabajo y los beneficios comunes.

OBJETIVOS

Los principales objetivos de este modelo de trabajo son:

- **Mejorar la calidad técnica del proyecto y de la solución en su conjunto**, al poder representar “lo que normalmente no se ve” gracias al gemelo digital, que contiene todas las disciplinas que incluyen elementos de construcción, fomentando así la transparencia y la implicación de las partes interesadas en el proyecto y a su vez la participación pública.
- **Explotar las potencialidades de la consulta y visualización de los resultados** mediante el visor 3D on-line para una mejor comprensión y consistencia del proyecto.
- Esta fusión tecnológica es de vital importancia para la **óptima gestión de infraestructuras** y contribuye a la consecución del *Objetivo 9 del desarrollo sostenible (ODS): Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.*

METODOLOGÍA

La integración BIM-GIS permite integrar los flujos de trabajo, los modelos y los datos BIM y GIS dentro de un único modelo virtual integrado en 3D. Este modelo virtual, denominado gemelo digital, potencia el modelo BIM interactuando con otros datos y modelos en 3D en un entorno común de datos interoperable y fácilmente accesible para cualquier interviniente o interesado vía internet (sin necesidad de conocimientos, software o equipamiento especializado). Con este modelo se pretende facilitar el diseño, la comunicación, y la toma de decisiones entre diferentes agentes que intervienen en el proyecto, favoreciendo así la comunicación y la comprensión del mismo a todas aquellas personas involucradas, estén o no familiarizadas con sus desarrollos técnicos.

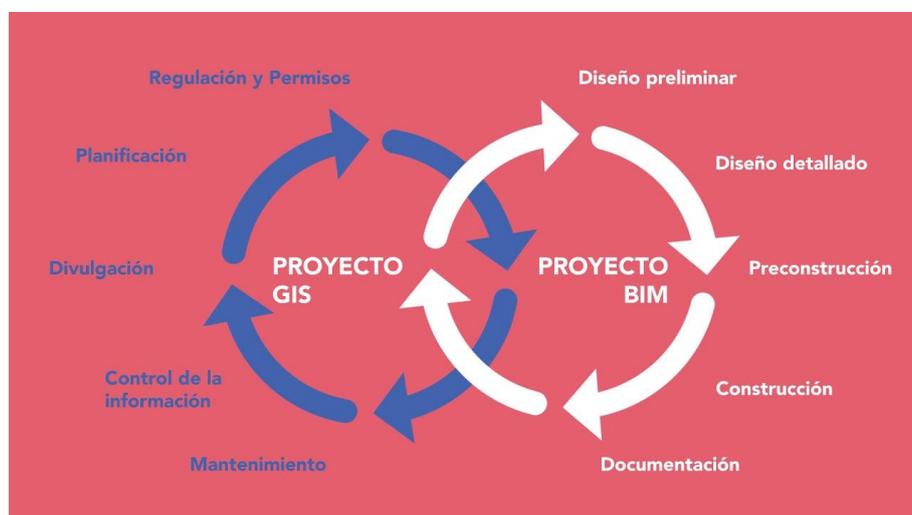


Figura 1. Integrando flujos de trabajo BIM y GIS

Analizamos a continuación la aplicación de esta solución tecnológica en el primer tramo de la futura autovía A-76, de conexión entre Ponferrada y Ourense.

Mediante la creación de estos entornos virtuales 3D, aquellos modelos complejos desarrollados con herramientas BIM o GIS, como la información técnica, la territorial, ambiental, o cualquier otro tipo de dato que contenga una referencia espacial, son fácilmente interpretables y manejables dentro del visor híbrido BIM-GIS.

En el proyecto de la A-76, de forma pionera en España y prácticamente en Europa, se ha conectado el mundo BIM con los sistemas de información geográfica, integrando el modelo en un entorno GIS porque durante el desarrollo de los trabajos se detectó que era imprescindible utilizar un sistema de información geográfica para integrar el modelo 3D en el territorio real, lo que mejoraba enormemente la comprensión del proyecto y su integración en el entorno, tal y como muestran las imágenes que a continuación se incluyen, sin limitaciones de extensión y multiescalar de forma inmediata.



Figura 2. Perspectiva general del modelo BIM del enlace obtenida de la Integración BIM-GIS

La integración BIM-GIS ha permitido además de explotar la información asociada del modelo BIM, enriquecer éste incorporando multitud de datos de forma visual e intuitiva, que de otra forma no podrían ser integrados al no contar con geometría asociada, como son la información hidrológica y medioambiental (LIDAR, SIOSE, fauna, ruido, etc) y la relativa a expropiaciones.

BIM se centra en el modelo tridimensional de la infraestructura en proyecto, y GIS permite que todos los elementos BIM y multitud de variables GIS con las que éste no contaba, se relacionen entre si.

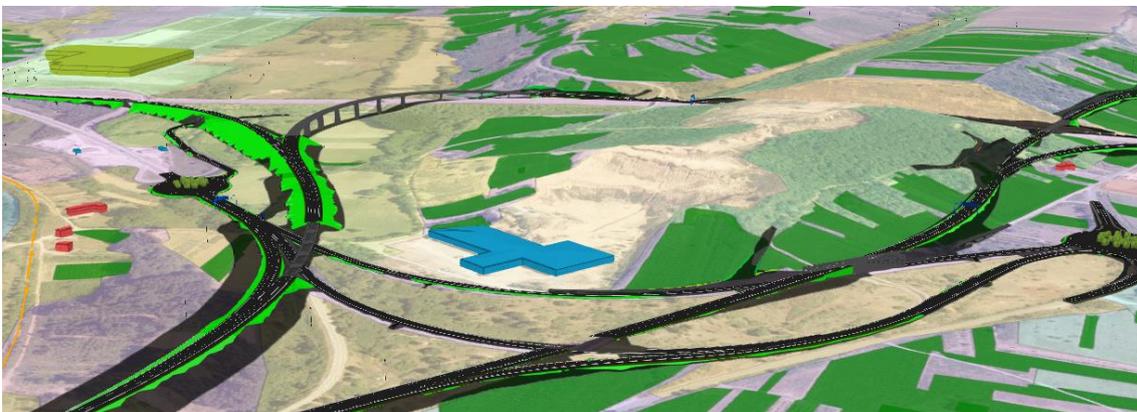


Figura 3. SIOSE (Sistema de información sobre ocupación del suelo en el ámbito del enlace)



Figura 4. Vegetación LIDAR

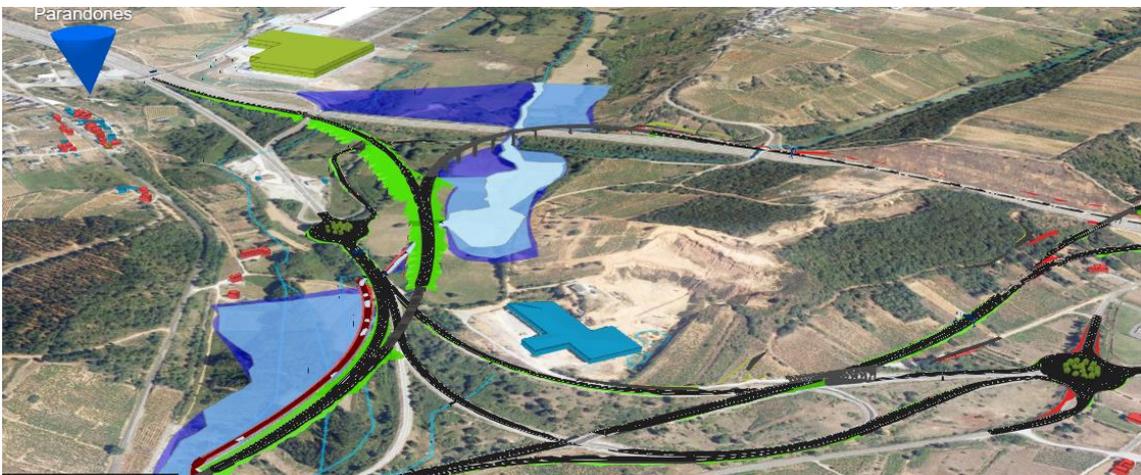


Figura 5. Comportamiento Hidrológico



Figura 6. Huella acústica

Las herramientas GIS adicionalmente ofrecen la capacidad de análisis geoespacial para alimentar al modelo BIM con datos que tradicionalmente no se tenían en cuenta, como la radiación solar y el volumen de sombras generado por la infraestructura, que ahora si pueden ser estudiados en detalle, como se muestra la a continuación, donde puede verse la sombra generada por la estructura E-6 para un día y hora determinado.



Figura 7. Sombra Estructura E6

Esto se ha conseguido gracias al desarrollo de unos transformadores de archivos mediante el software FME, herramienta basada en procesos ETL (Extract, Transform and Load) para transformar de datos. La función principal de dichos transformadores era la de conseguir la interoperabilidad entre diferentes formatos de archivos y programas. En un principio se generó un espacio de trabajo que leía la geometría y los atributos contenidos en el IFC, los convertía en un grupo de archivos *Multipatch* comprendidos en una Geodatabase (GDB) y que se podía importar directamente en ArcGIS PRO. Posteriormente se trabajó en conseguir que los atributos de origen se mantuvieran en la transformación, siguiendo una trazabilidad y dotando al elemento insertado en el visor de información alfanumérica real que enriquecía el modelo cualitativa y cuantitativamente.

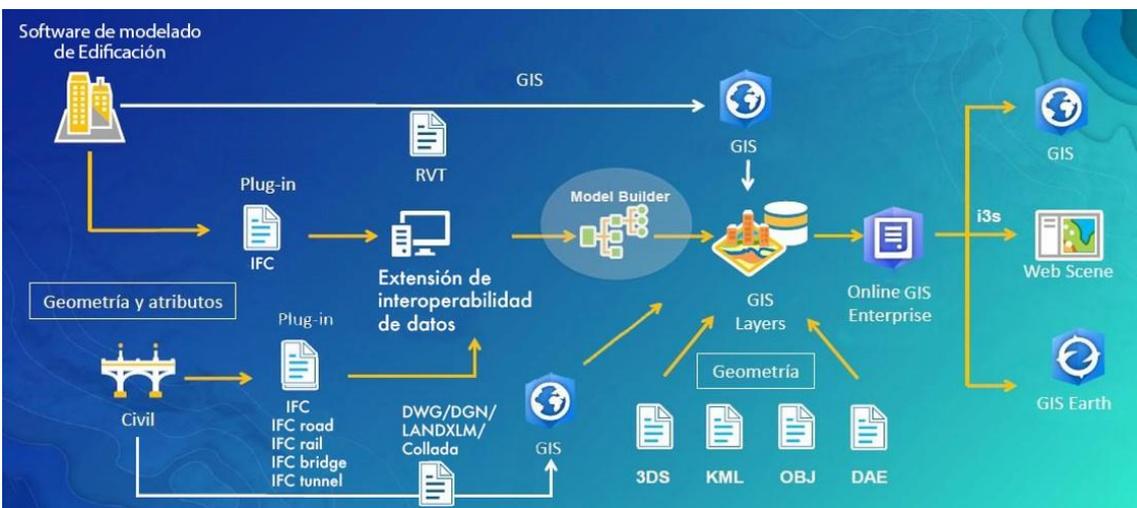


Figura 8. Flujo de trabajo BIM-GIS

Se ha logrado así conectar la metodología BIM con los sistemas de información geográfica (SIG), de forma que los modelos vivos 3D crecen a lo largo de su diseño, construcción y mantenimiento ligados a un entorno físico. Lo que empieza a conocerse como *gemelo digital*.

RESULTADOS

Toda la información se ha hecho *accesible a través de un Visor 3D GIS on-line*, de forma que clientes, técnicos, colaboradores, contratistas, o usuarios interesados puedan consultar la información del proyecto a través de un teléfono móvil, tablet u ordenador con conexión a internet. El visor proporciona Accesibilidad Universal de manera fácil e intuitiva, lo que lo convierte en una nueva herramienta en la toma de decisiones, y también en un instrumento de comunicación muy potente a lo largo de las distintas fases del proyecto.

BIM y GIS a través del visor se democratizan y acercan el proyecto de manera transparente y fácil, y sin la necesidad de formación ni conocimiento del software específico, lo que contribuirá sin duda a su implantación en otros proyectos. Esta accesibilidad redundará en ahorro económico/tiempo en la transmisión de la información a los interesados en todas las fases del diseño, así como en la toma de decisiones.



Figura 9. Imagen general del visor de integración BIM-GIS

La integración BIM-GIS en definitiva permite:

- *Potenciar el modelo BIM*, en la forma que el conjunto de datos y modelos 3D pudieran interactuar y relacionarse tanto geométrica como analíticamente, lo que comúnmente se denomina Análisis topológico de Datos. De esta forma los Modelos 3D (archivos IFC) conviven con cualquier otro modelo de datos sin importar su origen, siempre y cuando estén bien georreferenciados.
- *Integrar cualquier tipo de DATO que pudiera tener referencia espacial y además de forma visual e intuitiva*: desde modelos de ingeniería procedentes de BIM, hasta nubes de puntos LIDAR, vídeos, etc., priorizando en la multitud de datos tridimensionales

georreferenciados que son capaces de convivir en un mismo escenario, y a su vez, en distintos escenarios de forma simultánea.

- Evolucionar el modelo desde la fase de planificación o de alternativas con un LOD2 hasta fases posteriores de mayor detalle en el mismo entorno GIS.
- *Aplicar las herramientas GIS de análisis geoespacial para alimentar al modelo BIM.*
- Crear un gemelo digital.

CONCLUSIONES.

Con esta solución novedosa e innovadora se consigue:

- Mejorar la calidad técnica del proyecto y de la solución en su conjunto, al poder ver “lo que normalmente no se ve” gracias al gemelo digital, que contiene todas las disciplinas que incluyen elementos de construcción. Al ser uno de los primeros proyectos, si no el primero, que se ha diseñado con esta tecnología y a este nivel en España, *se espera sea este proyecto el que sienta las bases para el desarrollo de futuras metodologías y estándares que podrán ser compartidos e implantados en otros proyectos.*
- Mejor integración ambiental del proyecto creando una infraestructura más sostenible, alineada con los retos medioambientales que se presentan en el futuro. Facilitando la interacción entre los factores ambientales (flora, fauna, biodiversidad, geodiversidad, tierra, suelo, aire, agua, clima, cambio climático, paisaje, patrimonio cultural) con la infraestructura, minimizando sus posibles impactos y reduciendo el coste de las medidas correctoras necesarias.
- Explorar las potencialidades de la consulta y visualización de los resultados mediante el Visor 3D GIS on-line para una mejor comprensión y consistencia del proyecto.
- Optimizar la coordinación entre las disciplinas que intervienen, al disponer de un entorno común de información en el que conviven todas ellas. Supone un avance en el empleo de herramientas de colaboración digital y busca superar las barreras existentes en cuanto al intercambio de información entre el software de cada disciplina gracias al empleo de formatos interoperables.
- Una nueva herramienta de comunicación y divulgación del proyecto para dar a conocer y facilitar su comprensión a la ciudadanía, pues especialmente en aquellos proyectos de inversión pública que son de interés general para todos, se hace ineludible el consenso social desde fases tempranas para agilizar los trámites administrativos futuros. Este nuevo paradigma de comportamiento se consolida gracias a los avances tecnológicos, generando así nuevos mecanismos de participación pública
- Revolucionar la tramitación administrativa de los proyectos, agilizando los procesos de información pública para su tramitación ambiental, y también de expropiaciones, para declarar la necesidad de ocupación de los bienes y derechos afectados por su ejecución.
- Contar con información actualizada, y veraz de la infraestructura a lo largo de su vida útil, desde su diseño a su construcción y mantenimiento.

