



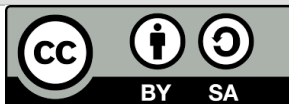
## L1.2 Flujo de trabajo de integración BIM-GIS

### Apuntes

#### **Autor(es)/Organización(es):**

Ariana Kubart, Ocellus Information Systems AB, Suecia

#### **Licencia**



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

#### **Versión**

Versión 1.0

Fecha: Abril 2024

#### **Resumen**

La conferencia comienza con la comparación de diferentes enfoques de integración, sus ventajas y desventajas. A continuación, describe cómo se lleva a cabo la integración, retoma los pasos del flujo de trabajo y explica qué partes de los modelos se van a integrar. La conferencia discute incluso la calidad de los datos y los posibles problemas a tener en cuenta en el proceso.

#### **Resultados de aprendizaje**

Al final de esta clase, se espera que el alumno sea capaz de:

- Nombra diferentes enfoques de integración
- Conozca los pasos del flujo de trabajo de integración
- Comprender la importancia de la calidad de los datos y los posibles problemas de la conversión



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



### ***Competencias esperadas al ingresar a la clase magistral***

Conocimientos de BIM y GIS 3D correspondientes a los cursos de BIRGIT Introducción a BIM y GIS 3D, Modelos de Ciudades y Gemelos Digitales y completado L1.1

### ***Carga de trabajo esperada***

9 diapositivas con información y texto que las acompaña, aproximadamente 1 hora

*El apoyo de la Comisión Europea a la producción de esta publicación no constituye una aprobación de los contenidos que reflejan únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en ella.*



## Contenido

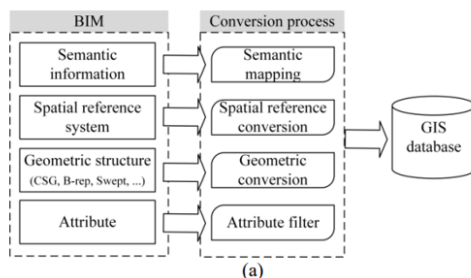
Enfoques de integración: conversión e integración total .....	4
Enfoques de integración – Enfoque de la web semántica .....	5
Enfoques de integración: sistemas de proveedores .....	6
Piezas del modelo que se van a integrar .....	7
1. Requisitos de datos .....	8
2. Calidad de los datos.....	9
3. Conversión de datos.....	10
Errores inducidos en la conversión .....	11
4. Validación y documentación .....	12
Integración exitosa .....	13

## Flujo de trabajo de integración BIM-GIS

### Enfoques de integración: Conversión e integración completa

Conversión de datos:

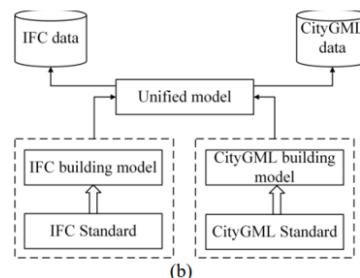
- El enfoque más sencillo
- Tanto la geometría como la semántica



**FIGURE 1.** The integration process between BIM and GIS, (a) the simplified conversion process from BIM to GIS, (b) the bidirectional transformation between IFC and CityGML.

Integración:

- Agregación de datos BIM y GIS en un único modelo unificado



De: Ding et al (2017)  
Integración del modelo IFC y CityGML a nivel de esquema mediante el uso de técnicas lingüísticas y de minería de textos

4

### Enfoques de integración: conversión e integración total

Podemos reconocer varios niveles de Integración BIM-GIS. Estos van desde la simple conversión de datos hasta la integración completa en un solo modelo. Veámoslos más de cerca.

El enfoque más sencillo es la conversión de datos de IFC a CityJSON o viceversa. A continuación, el archivo convertido se carga y se utiliza en un modelo BIM o GIS existente. Tanto la geometría como la semántica se pueden transferir de esta manera.

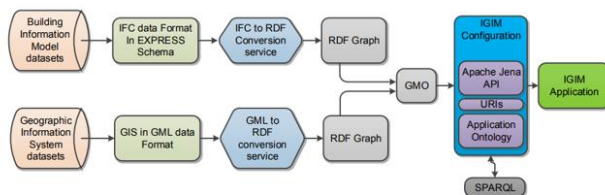
El siguiente nivel de integración es agregar datos BIM y GIS en un único modelo unificado en una base de datos común. Este modelo permite que las herramientas BIM y GIS compartan información mediante el envío y la recuperación de datos hacia y desde la base de datos. Esto es teóricamente más fácil de alcanzar en las herramientas SIG, ya que las aplicaciones BIM no suelen tener mecanismos avanzados para trabajar con datos almacenados en formato de base de datos.

Una alternativa a esto es enlazar a los archivos BIM originales completos desde una interfaz GIS o una herramienta de Business-Intelligence, disponible a través de la web.

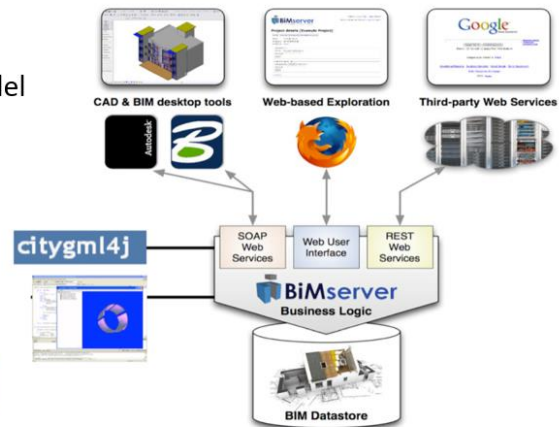
## Flujo de trabajo de integración BIM-GIS

### Enfoque de la web semántica

- Los datos seleccionados tanto del BIM como del SIG se combinan en un tercer sistema
- IFC y CityGML convertidos al "lenguaje de ontología web" (OWL)
- Se puede utilizar tanto en BIM como en GIS
- Datos originales sin cambios



Data translation flow in semantic approach. From: [BIM-GIS INTEGRATED GEOSPATIAL INFORMATION MODEL USING SEMANTIC WEB AND RDF GRAPHS \(researchgate.net\)](#)



Semantic approach parts. From: [Integration of BIM and GIS: The Development of the CityGML GeoBIM Extension | SpringerLink](#)

5

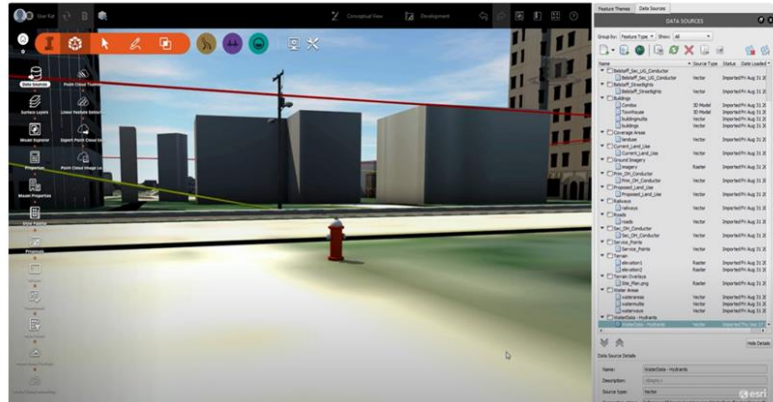
## Enfoques de integración – Enfoque de la web semántica

Otra forma se denomina "enfoque de datos vinculados" o "enfoque de web semántica". En este caso, los datos seleccionados tanto del BIM como del SIG se combinan en un tercer sistema. IFC y CityGML se convierten en una representación de "lenguaje de ontología web" (OWL) que incluye todos los conceptos y relaciones dentro de los modelos BIM y GIS. Los datos originales permanecen sin cambios, mientras que los formatos OWL de los resultados convertidos se pueden utilizar tanto en BIM como en GIS. A pesar de su alto potencial, este enfoque es específico para cada caso de uso y se ha explorado hasta ahora solo en la investigación, no en la práctica.



## Sistemas de proveedores

- La cooperación entre Esri - Autodesk es la más relevante
- Varias aplicaciones para una integración completa
- Fácil de usar con resultados atractivos
- Coste de las licencias de software



Adding City furniture in CityGML to Autodesk's Infraworks, screenshot

6

## Enfoques de integración: sistemas de proveedores

Además de los enfoques específicos del proyecto mencionados anteriormente, existen sistemas de proveedores. La más relevante es la cooperación entre Esri (ArcGIS) y Autodesk, que proporciona aplicaciones para conectar sin problemas BIM y GIS en ambas direcciones. El sistema es fácil de usar, está basado en la web, funciona sin problemas y proporciona varias aplicaciones según el alcance del proyecto. La desventaja es el alto precio de las licencias de software.

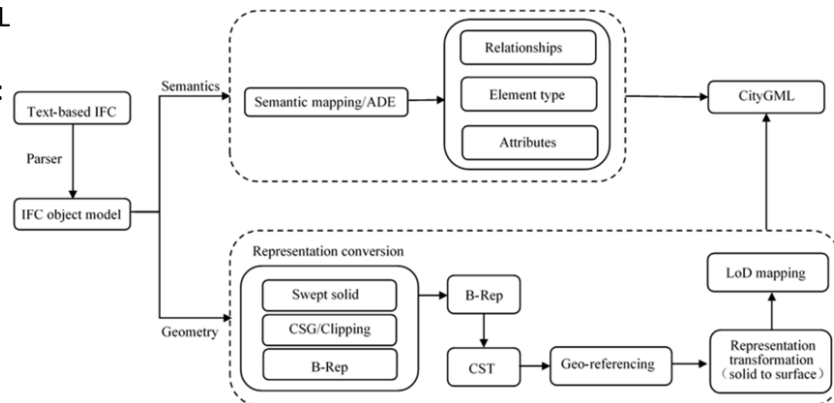
## Flujo de trabajo de integración BIM-GIS

### Piezas del modelo que se van a integrar

Tanto IFC como CityGML se pueden dividir en 5 subpartes comparables:

- Semántica
- Geometría
- Coordenadas geográficas
- Topología
- Codificación

La información semántica es la más difícil de convertir correctamente



Piezas que se convertirán en conversión IFC a CityGML. De:CityGML en la integración de BIM y el SIG: retos y oportunidades

7

### Piezas del modelo que se van a integrar

Sea cual sea el enfoque utilizado, es importante entender cómo funciona la integración y qué hay que tener en cuenta a la hora de integrar los datos BIM y GIS.

Las dos normas, IFC y CityGML, pueden dividirse en 5 subpartes comparables; Semántica, Geometría, Coordenadas geográficas, Topología y Codificación.

Por supuesto, es posible convertir, por ejemplo, solo la geometría, generalmente incluyendo también la apariencia. Permite la visualización del modelo en el otro sistema y puede ser suficiente para el propósito. Sin embargo, la parte semántica puede agregar información importante y permitir numerosos análisis y debe tenerse en cuenta a menudo con la integración.

Y es la información semántica la que es más difícil de convertir correctamente, dadas las diferencias de IFC y CityGML.





## Flujo de trabajo de integración BIM-GIS



### 1. Requisitos de datos

- Los modelos BIM son complejos con miles de detalles
- No todo puede/debe convertirse a CityGML
- De CityGML a BIM, se convierte en un modelo simple (en comparación con el BIM original)



Multidisciplinary BIM model. Source tecla.com through [Guide to Building Information Modeling \(BIM\) | Scan2CAD](#)

8

### 1. Requisitos de datos

Los modelos BIM tienden a ser grandes y complejos, especialmente para proyectos de instalaciones o infraestructuras a gran escala. El uso del espacio de un solo modelo BIM a menudo no es mucho menor que el de un modelo de ciudad 3D completo. El procesamiento de conjuntos de datos tan masivos dentro de entornos SIG puede agotar los recursos y ralentizar los flujos de trabajo.

Por lo tanto, no todo lo de IFC debe traducirse a SIG 3D, y tampoco es necesario. La solución es mantener la información que realmente se necesita y descartar el resto de la información al convertir a CityJSON.

Esta eliminación de detalles da como resultado un nivel adecuado de abstracción/generalización, cuando el SIG 3D sigue proporcionando información geométrica y semántica detallada de los objetos.

Definitivamente es beneficioso para comprender bien el alcance del trabajo. Permite elegir aquellas partes relevantes del modelo y un nivel óptimo de detalles a convertir. Ayuda a mantener el modelo integrado de un tamaño razonable, así como a evitar descargas prolongadas y retrasos en el software.

Por lo tanto, el primer paso de la integración es determinar los requisitos de datos específicos: ¿qué necesitamos integrar?





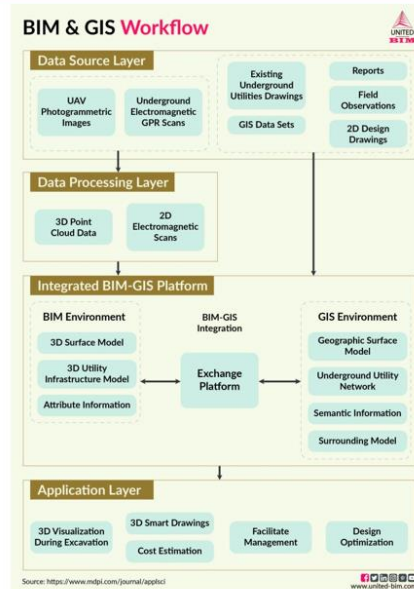
## Flujo de trabajo de integración BIM-GIS



### Calidad de los datos

Crucial para una integración fiable:

- Coherencia de los datos
- Exactitud
- Valores faltantes
- Metadatos completos
- Georreferenciación
- Sistema de coordenadas
- Unidades de medida



9

## 2. Calidad de los datos

La calidad de los datos es crucial para una integración fiable. La regla común es que el conjunto de datos de salida solo puede ser tan bueno como el conjunto de datos de entrada.

Por lo tanto, el segundo paso es comprobar la coherencia de los datos. ¿Son precisos los datos, sin demasiados valores faltantes? ¿Los datos incluyen metadatos completos?

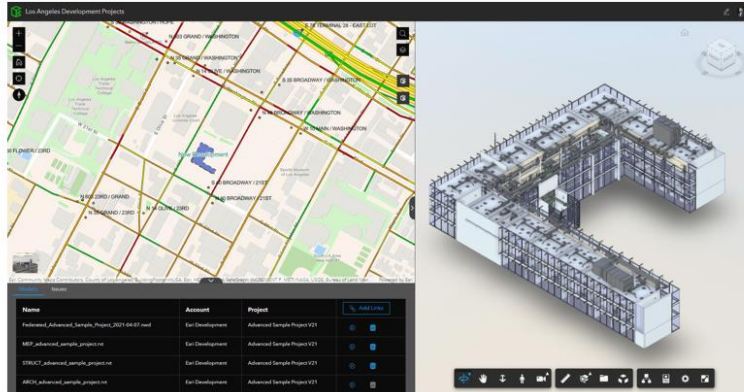
Para alinear los conjuntos de datos BIM y GIS con precisión, verifique también la georreferenciación. ¿Está el modelo BIM correctamente georreferenciado? ¿Son compatibles los sistemas de coordenadas o es necesaria la transformación de coordenadas? ¿Qué pasa con las unidades de medida?



## Flujo de trabajo de integración BIM-GIS



### Conversión de datos



<https://www.techzine.nl/wp-content/uploads/2021/12/BIM-and-GIS-cloud-collaboration.png>

- De GIS a BIM
- De BIM a GIS
- de BIM y GIS a un tercer sistema

Asignaciones de esquemas y atributos:

- cómo se corresponden los objetos y sus atributos en el conjunto de datos BIM con los del conjunto de datos SIG
- Los campos de datos con significados similares se alinean correctamente

10

## 3. Conversión de datos

El tercer paso es la extracción y conversión de los datos de sus formatos nativos a formatos adecuados para la integración. es decir, Industry Foundation Classes (IFC) para BIM y GeoJSON para GIS.

Luego, hay tres patrones para la conversión de datos, es decir, de GIS a BIM, de BIM a GIS, y de BIM y GIS a un tercer sistema.

Este paso incluye asignaciones de esquemas y atributos. Define cómo los objetos y sus atributos en el conjunto de datos BIM se corresponden con los del conjunto de datos SIG, de modo que los campos de datos con significados similares se alinean correctamente. Por ejemplo, que IfcBuilding ia se mapea como GML Building, IfcSpace como Building Room y que IfcRoof corresponde a Roof Surface en GML. Volveremos a esto en la siguiente lección L1.3.

## Flujo de trabajo de integración BIM-GIS

### Errores inducidos en la conversión

- Pérdida de información
- Pérdida o relaciones
- Conversión incorrecta
- Errores de esquema

Cuanto mayor sea el nivel de detalle,  
más errores habrá en el conjunto de  
datos convertido

Enlaces cruzados y actualizaciones  
automáticas frecuentes = multiplicación  
de errores

Un ejemplo de generación de coincidencias reales entre IFC y CityGML.  
De: Ding et al (2017) Integración del modelo IFC y CityGML a nivel de  
esquema mediante el uso de técnicas lingüísticas y de minería de textos

IFC model	CityGML model
<p>The "IfcWallStandardCase" defined in IFC model file</p> <pre>#1930=IFCWALLSTANDARDCASE('2TC9qPqY9bQldR', #33,'Basic Wall:Exterior - Block on Mtl. Stud:128093', Stud:128093,\$, 'Basic Wall:Exterior - Block on Mtl. Stud:54538', #1917,#1929,'128093'); #33=IFCOWNERHISTORY(#32,#2,\$,NOCHANGE, \$,\$,\$,0); #32=IFCPERSONANDORGANIZATION(#30,#31,\$); #30=IFCPERSON(\$,\$,'yh',\$,\$,\$,\$); #31=IFCORGANIZATION(\$,\$,\$,\$); #2=IFCAPPLICATION(#1,'2012','Autodesk Revit Architecture 2012','Revit'); #1=IFCORGANIZATION(\$,'Autodesk Revit Architecture 2012',\$,\$,\$); #1917=IFCLOCALPLACEMENT(#38,#1916); #1929=IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$, (#1920,#1928)); ...</pre>	<p>The "WallSurface" defined in CityGML model file</p> <pre>&lt;bldg:boundedBy&gt; &lt;bldg:WallSurface gml:id="2TC9qPqY9bQldR"&gt; &lt;bldg:lod4MultiSurface&gt; &lt;bldg:MultiSurface&gt; &lt;bldg:surfaceMember&gt; &lt;bldg:Polygon&gt; &lt;bldg:exterior&gt; &lt;bldg:LinearRing&gt; &lt;bldg:posList srsDimension="3"&gt; 1.2706554713458518E7 2554433.9815080473 0.0 ... &lt;/bldg:posList&gt; &lt;/bldg:LinearRing&gt; &lt;/bldg:exterior&gt; &lt;/bldg:Polygon&gt; &lt;/bldg:surfaceMember&gt; ... &lt;/bldg:WallSurface&gt; &lt;/bldg:boundedBy&gt;</pre>

### Errores inducidos en la conversión

Como los conjuntos de datos 3D son enormes y complejos, es difícil evitar todos los errores al trabajar con ellos.

Incluso si se comprueba primero la calidad de los datos, los datos de entrada nunca serán perfectos, por lo que algunos errores ya se originan en la entrada. Otros se convierten durante la conversión. A medida que se convierte la parte semántica, geométrica y esquemática de los datos, aparecen errores semánticos, geométricos y esquemáticos después de la conversión. Estos incluyen errores de traducción comunes como pérdida de información, pérdida de relaciones, conversión incorrecta o errores de esquema.

Si los datos originales no estaban correctamente georreferenciados, se pueden esperar incluso errores topológicos, como geometrías 3D no válidas, superposición o espacios inconsistentes.

También hay dos cosas importantes que hay que tener en cuenta.

En primer lugar, los conjuntos de datos modelados con un mayor nivel de detalle tienden a tener más errores. Debido a que BIM generalmente proporciona conjuntos de datos altamente detallados, los modelos SIG 3D de origen IFC serían naturalmente propensos a más errores, en comparación con los modelos CityGML originales.

La interconexión de varios componentes del proyecto y sus frecuentes actualizaciones automáticas, por ejemplo, en CDE, SDI o en gemelo digital, puede dar lugar a errores que se multiplican a lo largo del tiempo.



Este es un gran desafío, ya que la operación segura requiere una funcionalidad sin errores.

## Flujo de trabajo de integración BIM-GIS



### 4. Validación y documentación



<https://www.esri.com/en-us/industries/blog/articles/getting-real-with-bim-and-gis-integration/>

- Validación del conjunto de datos integrado
- Procedimientos establecidos para actualizar el conjunto de datos integrado
- Todas las fuentes de datos y los pasos de integración deben estar debidamente documentados

12

### 4. Validación y documentación

Una forma de abordar este problema es realizar una validación exhaustiva del conjunto de datos integrado, como cuarto paso del flujo de trabajo.

En CityGML 3.0, todas las representaciones geométricas se definen solo en el módulo Core. Simplifica la validación, ya que la mayoría de las comprobaciones se pueden realizar en el módulo CityGML Core y luego se aplican automáticamente a todos los módulos temáticos.

Además de la validación, deben establecerse procedimientos para actualizar el conjunto de datos integrado a medida que se disponga de nuevos datos o se realicen cambios en los conjuntos de datos originales, a fin de mantener la información actualizada.

Todas las fuentes de datos y los pasos de integración deben estar debidamente documentados para los nuevos usuarios y para la transparencia del proyecto.



## Flujo de trabajo de integración BIM-GIS



### Integración exitosa

El objetivo es:

- Intercambio fluido de información entre BIM y GIS
- Limitar la complejidad al nivel deseado
- Nuevos conocimientos imposibles sin la integración



Esri's training data, screenshot.

13

### Integración exitosa

Una integración bien realizada debe conducir a un pensamiento sistémico holístico en todas las etapas del ciclo de vida.

También debe limitar la complejidad de los modelos a un nivel deseado, donde toda la información importante esté fácilmente disponible. Con la integración debe haber objetivos claramente definidos, es decir, no solo hacerlo porque es posible.

La principal ventaja de la integración es que genera nueva información y las partes interesadas pueden responder a preguntas que de otro modo serían imposibles si se utilizara el único sistema.

Sin embargo, la integración proporciona muchas otras ventajas, tales como:

- Compartir información relevante y actualizada y confiable y comprender los proyectos en su contexto, incluido el uso de mapas interactivos compartidos a través de WEB
- Mejora los flujos de trabajo entre muchas partes interesadas que suelen participar en cualquier proyecto y a largo plazo
- Mejora la comunicación y la comprensión en todo el proceso de planificación de la sociedad, por ejemplo, cuando se comparan diversos escenarios futuros.





## Referencias

- Integración del modelo IFC y CityGML a nivel de esquema mediante el uso de técnicas lingüísticas y de minería de textos Xiaohui Ding<sup>1,2,3,4</sup>, Ji Yang<sup>1,2,3,4,\*</sup>, Lingjia Liu<sup>5,\*</sup>, Wumeng Huang<sup>1,2,3,4</sup>, Peng Wu<sup>6</sup> IEEE Access 2017
- Tan, Y.; Liang, Y.; Zhu, J. CityGML en la integración de BIM y el SIG: retos y oportunidades. Edificios 2023, 13, 1758. <https://doi.org/10.3390/edificios13071758>