

Implementation of the BIM Methodology for the diagnosis and pathology activities of construction in CEMOSA

Troyano Moreno, Miguel¹; Jiménez Redondo, Noemi²; García Villena, Francisco Antonio²; Hernández Villalobos, Eusebio³; Sevilla Hurtado, Lorenzo¹

ABSTRACT

The BIM methodology has been established as the most efficient way to design, build and operate a certain asset in the AEC-FM industry (Architecture, Engineering, Construction, and Facility Management). However, there are still activities within this industry where their implementation is not sufficiently mature, as occurs in diagnosis and pathology studies, due to the lack of a standard to store damage information and the lack of computer applications to properly generate the corresponding information models. This communication describes the developments carried out by the company CEMOSA to address these activities through the BIM methodology, focusing on the description of the processes, data models and the functionality of the applications that allow collect information and generate information models.

Keywords: Inspection, Damage, Building Information Modeling (BIM), Damage Information Modeling (DIM), Industry Foundation Classes (IFC).

1. INTRODUCCIÓN

BIM (Building Information Modeling) se ha establecido como la metodología más eficiente para abordar los procesos de diseño, construcción y mantenimiento de construcciones [1]. Se basa en la obtención e intercambio de modelos digitales que contienen la información relativa a la construcción que se está diseñando (Project BIM), construyendo (As-Built BIM) o manteniendo (As-Is BIM), compuestos, a su vez, de otros modelos que contienen la información agrupada por disciplinas o dominios (arquitectura, estructura, instalaciones, etc.).

Durante la fase de mantenimiento, una actividad importante son los estudios de diagnosis y patología de la construcción, donde se realizan inspecciones para la detección de daños que puedan comprometer las condiciones de seguridad, durabilidad y funcionalidad de la construcción. Para integrar en estos estudios la metodología BIM y, con ello, aprovechar los beneficios que con ella se obtienen, es necesario poder integrar la información de los daños en el modelo BIM mediante un modelo BIM de daños o DIM (Damage Information Model). Se están desarrollando tecnologías que permiten detectar y representar los daños en modelos BIM [2,3], pero no están suficientemente maduras para su uso cotidiano en la realización de inspecciones, como las inspecciones principales de puentes de ferrocarril [4] y obras de paso [5], ni abarcan todos los tipos de daños que se pueden presentar.

¹ Dep. Ingeniería Civil de Materiales y Fabricación. Universidad de Málaga (ESPAÑA). mtroyano@uma.es (Corresponding author). lsevilla@uma.es

² Dep. Investigación e Innovación. CEMOSA (ESPAÑA). noemi.jimenez@cemosa.es. fantonio.garcia@cemosa.es

³ Dep. Desarrollo. CEMOSA (ESPAÑA). eusebio.hernandez@cemosa.es

En esta ponencia se describe la metodología implementada en CEMOSA para obtener los modelos DIM y poder utilizar la metodología BIM en las actividades de diagnóstico y patología de la construcción.

2. DIAGRAMA DE PROCESOS

El diagrama de procesos es el que se muestra en la Fig. 1, describiéndose en los siguientes apartados los aspectos más relevantes.

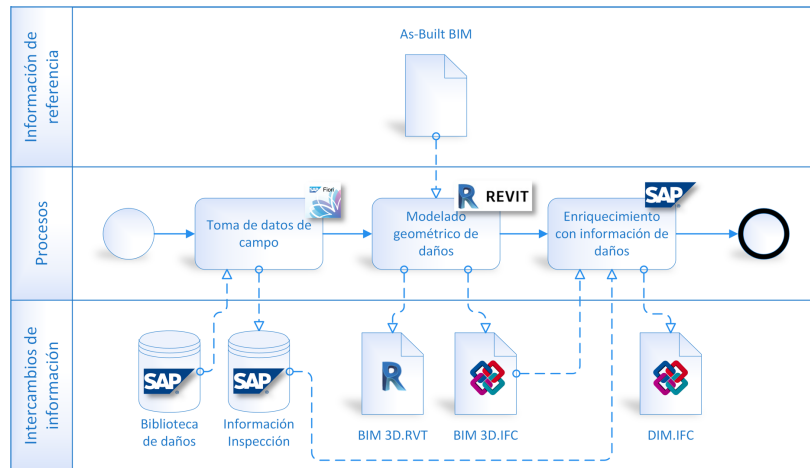


Figura 1. Diagrama de Procesos

2.1. Biblioteca de daños

Se ha implementado, sobre el ERP SAP® de CEMOSA, una biblioteca de daños basada en las guías de ADIF, del Ministerio de Fomento y de la Fundación MUSSAT [4-6], así como en la experiencia acumulada en el departamento de diagnóstico y patología de CEMOSA. De forma esquemática, la estructura de esta biblioteca se muestra en la Fig. 2a). En ella se clasifican los distintos tipos de elementos constructivos (1) y los tipos de daños (2), se definen los criterios de valoración (3) y sus posibles intensidades (4), se asignan los tipos de daños que se pueden presentar en cada tipo de elemento constructivo (5) y, para estos, se establecen sus criterios de valoración (6). Por último, para cada tipo de elemento, tipo de daño, criterio de valoración e intensidad se define el correspondiente índice de gravedad (7).

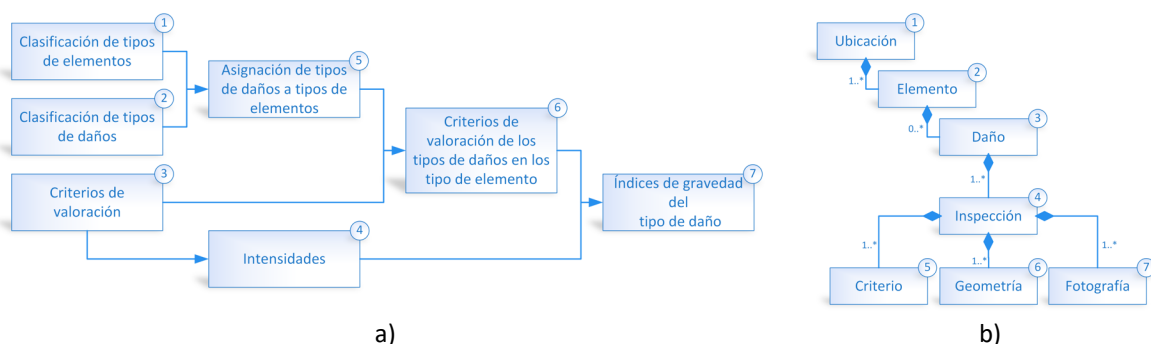


Figura 2. Esquema a) de la estructura de la biblioteca de daños y b) de clases del modelo de datos de daños

2.2. Toma de datos de campo

Para la toma de datos de campo se ha desarrollado, sobre el ERP SAP® de CEMOSA, una aplicación móvil, denominada *Visitas*, utilizando como *front-end* SAP Fiori®. Esta aplicación permite registrar, entre

otra información, la relativa a la visita de inspección y a los daños detectados en el activo durante las inspecciones, según la biblioteca de daños descrita anteriormente. En la Fig. 2b) se representa el esquema de clases del modelo de datos de daños. Este modelo permite descomponer una construcción en distintas ubicaciones (1) a inspeccionar, que se componen de distintos elementos constructivos (2). Cada elemento constructivo puede contener varios daños (3) y cada daño puede contener la información de sucesivas inspecciones (4). Finalmente, la información del daño en cada inspección se compone de distintos criterios de valoración (5), distintos objetos geométricos (6) que representan los daños en el momento de la inspección y las correspondientes fotografías (7). Al asignar el técnico inspector la intensidad del daño para cada criterio de valoración según la biblioteca de daños, se determina automáticamente el índice de gravedad del daño.

2.3. Modelado geométrico de daños

Una vez realizada la inspección, utilizando la aplicación Autodesk Revit®, se genera el modelado geométrico de los daños para obtener un modelo BIM geométrico de daños que contiene únicamente la geometría de éstos (además de la información asociada a dicha geometría). Esos daños se representan sobre el modelo BIM del activo (As-built BIM), que se vincula al modelo BIM de daños. A efectos de esta ponencia, el modelo BIM del activo se considera un dato de partida.

Se han creado distintas familias de daños en Revit para poder representar sus tipologías en la biblioteca de daños. Para los que admiten una representación lineal (por ejemplo *fisuras*) o superficial (por ejemplo *oxidación superficial / deterioro de la protección*), estas familias permiten visualizar las formas de dichos daños; para los desplazamientos (por ejemplo *desplazamientos excesivos / desplomes*) o giros (por ejemplo *movimiento / giro del encofrado*) estas familias permiten visualizar la magnitud del daño; mientras que para el resto de daños (por ejemplo *pérdida de tornillos / roblones*) las familias visualizan un tótem que indica su posición.

El resultado de este proceso es el modelo geométrico de daños en formato nativo de Revit (BIM 3D.rvt), que permite actualizar estos daños con los resultados obtenidos en futuras inspecciones, y en formato estándar Ifc (BIM 3D.ifc), que, tras un proceso de enriquecimiento con la información de los daños contenida en SAP, tal como se describe en el punto siguiente, dará lugar al definitivo modelo BIM de daños (DIM.ifc) para el instante en el que se realizó la inspección.

2.4. Enriquecimiento información de daños

Se ha desarrollado una aplicación sobre el ERP SAP® de CEMOSA que permite enriquecer automáticamente el modelo BIM geométrico de daños (BIM 3D.ifc), generado en el proceso anterior, con toda la información de los daños almacenada en el ERP SAP®, y que obtiene finalmente el modelo BIM de daños de la construcción (DIM.IFC), para un instante determinado de su vida útil (cuando se realizó su inspección). Este modelo incluye la geometría actual de los daños, junto con la evolución histórica de la información de los daños.

En la Fig. 3 se muestra el modelo DIM de un puente ferroviario, en el que se aprecia la geometría de los daños y, para uno de los daños (fisuras en la pila del puente), su información asociada.

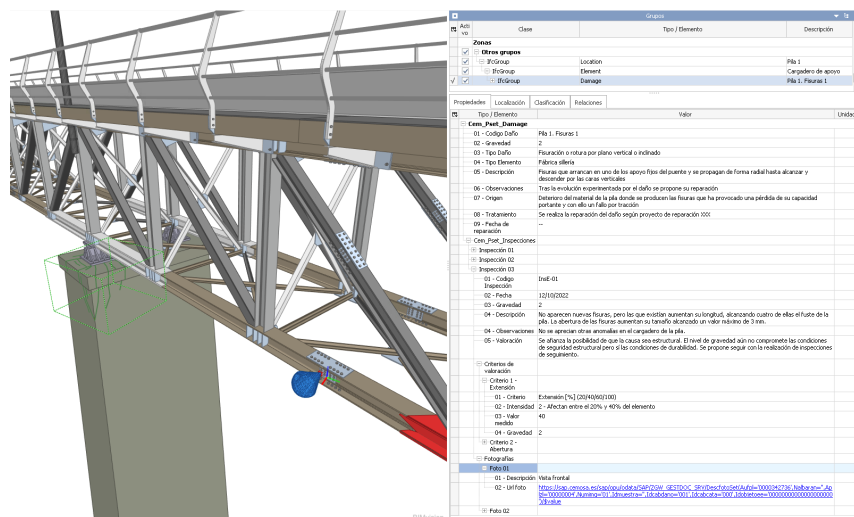


Figura 3. Modelo DIM: geometría daños lineales (fisuras), superficiales (oxidación) y tótem (pérdida de tornillos)

3. CONCLUSIONES

Se han desarrollado los procesos, modelos de datos y herramientas informáticas necesarias para implantar la metodología BIM en las actividades de diagnóstico y patología de la construcción. El resultado final es la generación automática del modelo DIM que contiene toda la información de los daños existentes en la construcción y, como beneficio adicional, la determinación automática de los índices de gravedad de los daños detectados en las inspecciones a partir de la biblioteca de daños. Además, estos desarrollos han servido de partida para proyectos ya iniciados por CEMOSA, cuyos objetivos son obtener gemelos digitales de cara a la gestión y mantenimiento de infraestructuras.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto RESILTRACK (IDI-20171007), financiado por el programa CIEN-CDTI, y del proyecto DREAM (ITC-20181133) cofinanciado con fondos FEDER a través del Programa FEDER INTERCONECTA del CDTI, Ministerio de Ciencia e Innovación de España. Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad de Málaga-Campus de Excelencia Internacional Andalucía Tech, por el soporte prestado en el desarrollo de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] R. Sacks, et al., (2018). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers, 3rd Edition. Wiley, Hoboken, NJ, USA.
- [2] M. Artus, M.S.H. Alabassy, C. Koch, (2022). A BIM Based Framework for Damage Segmentation, Modeling, and Visualization Using IFC. Applied Sciences, 12, 2772
- [3] R. Sacks, et al., (2018). SeeBridge as next generation bridge inspection: Overview, Information Delivery Manual and Model View Definition. Automation in Construction. 90 134–145.
- [4] ADIF. (2023). NAP 2-4-1.0 Inspección principal de puentes de ferrocarril, 2a Ed.
- [5] Ministerio de Fomento. (2012) Guía para la realización de inspecciones principales de obras de paso en la Red de Carreteras del Estado.
- [6] Fundación MUSSAT. (2009) Análisis estadístico nacional sobre patologías en la edificación (III).