

### Proyecto Erasmus+ 2022-1-NO01-KA220-HED-000087893

Este proyecto Erasmus+ ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. La Comisión Europea y las Agencias Nacionales Erasmus+ no se hacen responsables del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.

## Proyecto de construcción BIM-LCA

Título: Flujo de trabajo de software BIM abierto para LCA, una introducción.



## 1 - Objetivos

Los objetivos de este tutorial sobre Open BIM y el flujo de trabajo LCA son los siguientes:

- Conocer la importancia de Open BIM.
- Conocer las tecnologías Open BIM de Cype como ejemplo de enfoque Open BIM.
- Conocer BIMserver.center, un Entorno Común de Datos que trabaja con formatos Open BIM.
- Conocimiento de un flujo de trabajo que utiliza tecnologías Open BIM para realizar análisis del ciclo de vida (ACV) de edificios
- Conocer el mismo software implicado en el flujo de trabajo Open BIM para realizar el ACV.

## 2 - Metodología de aprendizaje

El profesor dará una explicación sobre el flujo de trabajo del software Open BIM para LCA de unos 30 minutos.

Los alumnos leerán este tutorial y seguirán los pasos que en él se indican, a saber:

- BIM abierto.
  - Qué es Open BIM
- Tecnología BIM abierta de Cype
  - BIM abierto de Cype
  - BIMserver.center
- Flujo de trabajo BIM abierto para LCA
- Aplicación LCA Excel Project.
- CYPE software para OpenBIM - flujo de trabajo LCA.
  - CypeCad
  - Cype Arquitectura
  - Sistemas abiertos de construcción BIM.
  - Cantidades BIM abiertas.

Para evaluar el éxito de la solicitud, se realizará un cuestionario a los estudiantes.

## 3 - Duración de la tutoría

La implementación descrita en este tutorial se llevará a cabo a través del sitio web del Proyecto BIM-LCA mediante autoaprendizaje.



2 horas lectivas son adecuadas para esta formación.

#### **4 - Recursos didácticos necesarios**

Sala de ordenadores con acceso a Internet.

Software necesario: Microsoft Office.

## 5 - Contenidos y tutorial

### 5.1 - BIM abierto.

#### 5.1.1. Qué es Open BIM

Básicamente, **Open BIM** significa hacer uso de la metodología BIM pero utilizando formatos BIM abiertos, como el IFC, para intercambiar información entre los agentes implicados en el proceso de diseño, construcción o mantenimiento de un edificio o una infraestructura.

Según buildingSMART, **Open BIM** [1] es un proceso de colaboración que amplía las ventajas del BIM (Building Information Modeling) mejorando la accesibilidad, usabilidad, gestión y sostenibilidad de los datos digitales en el sector de la construcción. Estos son algunos aspectos importantes sobre openBIM:

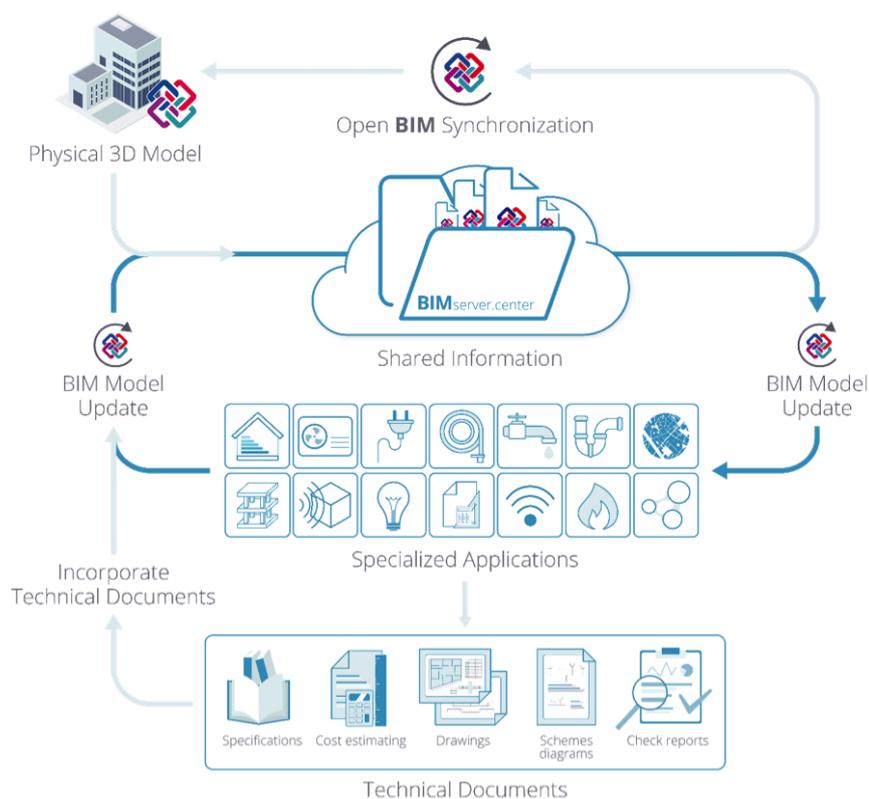
- **Colaboración neutral:** En esencia, openBIM es un enfoque neutral **con respecto al proveedor**. Permite a las distintas partes implicadas en un proyecto de construcción o infraestructura colaborar sin fisuras. A diferencia de las soluciones propietarias, los procesos de openBIM se centran en compartir la información del proyecto para que todos los participantes puedan colaborar.<sup>1</sup>
- **Interoperabilidad:** openBIM facilita la **interoperabilidad** mediante el uso de **formatos de archivo neutrales y no propietarios**. Esto significa que cada miembro del proyecto puede utilizar las mejores herramientas para su flujo de trabajo específico sin tener que limitarse a un único proveedor. Además, cualquier parte interesada puede acceder al modelo BIM sin interferir con el diseño nativo. [2].
- **Ventajas y normas:** Entre los beneficios de openBIM se incluyen la flexibilidad en la elección de tecnología, la sostenibilidad a largo plazo mediante estándares de datos interoperables y la mejora de los flujos de trabajo de colaboración. La organización responsable de determinar las normas aplicables a openBIM es **buildingSMART International**. Desarrolla y mantiene estándares industriales como **IFC** (Industry Foundation Classes), **bSDD** (buildingSMART Data Dictionary) y **BCF** (BIM Collaboration Format). IFC, en concreto, está estandarizado por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y ofrece un lenguaje común para exportar e importar datos en la comunidad AECO (Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operaciones).<sup>1</sup>
- **Certificación de software:** En 2019, buildingSMART introdujo la certificación de software **IFC4**, que garantiza que las aplicaciones de software se adhieren a los estándares openBIM. La certificación permite a los clientes especificar la entrega de servicios y datos sin preocuparse por el formato, la compatibilidad o el versionado de las plataformas utilizadas por los proveedores de servicios o internamente por el cliente. La certificación incluye definiciones de vistas

específicas, como la vista de transferencia de diseño, que permite transferir datos del modelo para tareas posteriores de diseño, análisis, estimación y gestión de instalaciones.<sup>1</sup>

En resumen, openBIM fomenta la colaboración, la interoperabilidad y los estándares de datos sostenibles, beneficiando a proyectos y activos durante todo su ciclo de vida.

## 5.2 - Tecnología BIM abierta de Cype.

Tecnología BIM abierta [3] permite un flujo de trabajo colaborativo para proyectos de arquitectura, ingeniería y construcción. Fomenta la coordinación entre todos los especialistas técnicos del equipo del proyecto.

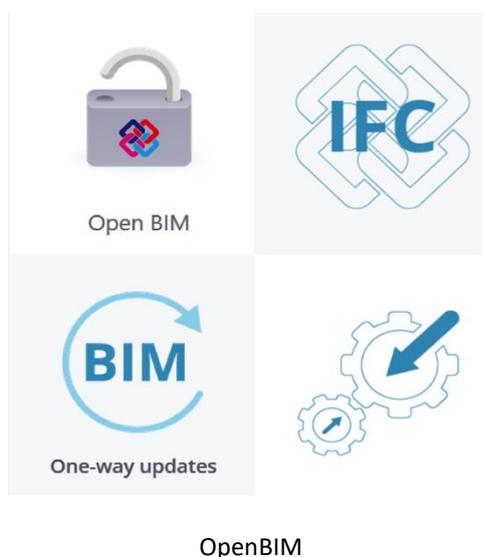


Flujo de trabajo OpenBIM de Cype

La característica clave de Open BIM es el uso de formatos de intercambio estándar **IFC (Industry Foundation Classes)**. Al utilizar IFC, que está normalizado y es de acceso público, se garantiza la durabilidad del trabajo del proyecto. No depende de aplicaciones de software específicas utilizadas durante el proyecto. Incluso los archivos de datos específicos de la aplicación se convierten en auxiliares, ya que el archivo IFC contiene la información final del proyecto. Por ejemplo, un análisis estructural realizado en una aplicación puede verificarse fácilmente utilizando el archivo IFC en otra aplicación.

Además, Open BIM facilita una comunicación eficaz entre los usuarios. Dado que estos formatos son ampliamente compatibles con diversas aplicaciones de desarrollo de proyectos, la colaboración en tiempo real resulta fluida.

### 5.2.1. BIM abierto de Cype



OpenBIM de Cype es:

- Un enfoque colaborativo:
  - En un entorno BIM abierto, todos los implicados en un proyecto de construcción (como arquitectos, ingenieros y planificadores) trabajan juntos.
  - Proponen ideas y soluciones para distintos aspectos del proyecto, como las estructuras del edificio, los servicios, la planificación urbana e incluso el mobiliario y el entorno.
- Dualidad y privacidad:
  - Esto es lo interesante: Hay una dualidad entre espacios privados y compartidos.
  - Los archivos creados por cada especialista (utilizando su software específico) siguen siendo privados. Son como sus espacios de trabajo secretos.
  - Pero la magia se produce cuando generan archivos IFC (Industry Foundation Classes). Estos archivos contienen los resultados y soluciones finales del proyecto.

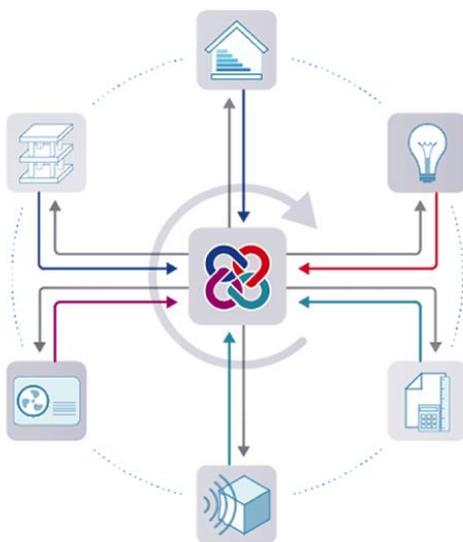
- A continuación, estos archivos IFC se comparten en una plataforma llamada BIMserver.center.
- Así, mientras el trabajo privado sigue siendo privado, el desarrollo colaborativo se realiza utilizando estos archivos IFC compartidos.

### 5.2.2. BIMserver.center

BIMserver.center es una plataforma para el desarrollo colaborativo de proyectos en la nube y, por tanto, está diseñada para compartir información.

Con BIMserver.center, se produce una comunicación directa entre todos los usuarios y aplicaciones implicados en un proyecto desarrollado mediante el flujo de trabajo Open BIM.

Al utilizar un servicio de actualización basado en la nube, BIMserver.center permite gestionar y compartir eficazmente todos los archivos relacionados con un proyecto BIM. Esta plataforma garantiza una colaboración y comunicación bien organizadas entre los participantes autorizados del proyecto.



BIMserver.center: Un entorno de datos común

Además, los administradores de proyectos pueden controlar los permisos y el acceso a cada proyecto, lo que permite a los usuarios autorizados contribuir y proponer ideas a cualquier usuario de BIMserver interesado en participar en un proyecto.

Con BIMserver.center puedes desarrollar y compartir tus proyectos con los usuarios que hayas autorizado dentro de un espacio de trabajo colaborativo.

Dentro del flujo de trabajo de Open BIM, toda la información del proyecto, cada dato o archivo con el que se está trabajando, se encuentra en un lugar específico.

Estos datos sólo pueden ser modificados por el usuario que los ha generado.

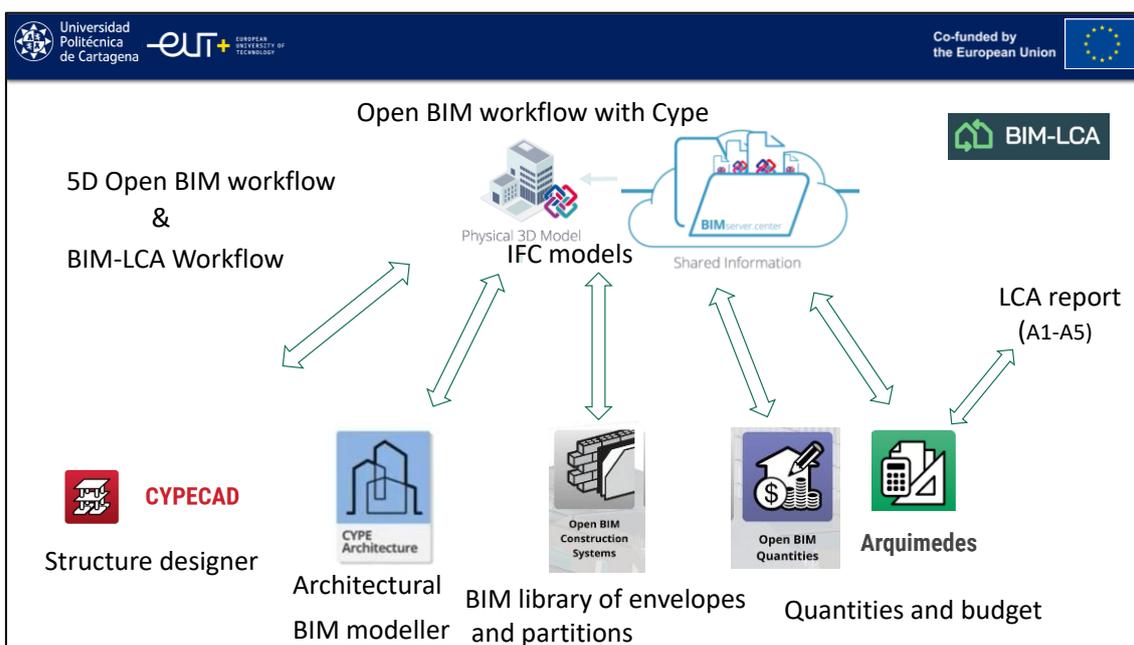
De esta forma, todos los archivos del proyecto se mueven en la misma dirección, evitando duplicados y archivos con versiones obsoletas.

### 5.3 - Flujo de trabajo BIM abierto para LCA

En el caso de estudio español de este proyecto BIM-LCA, se ha utilizado el paquete de software Open BIM de Cype (véase la siguiente figura):

- Con ellos diseñamos la estructura de la vivienda (utilizando CypeCad) y su correspondiente modelo Open BIM, es decir, su modelo BIM en formato IFC. Subimos este modelo BIM de la estructura de la vivienda a un servidor (BIMServerCenter).
- Después utilizamos otro software (**Cype Architecture**) para crear el modelo BIM de la parte arquitectónica de la casa.
- A continuación, enriquecemos el modelo BIM de la casa incorporando información sobre la envolvente de la vivienda con **Open BIM Construction Systems**.
- Y por último, utilizamos el software **Open BIM Quantities** y **Arquimedes** para construir la Lista de Cantidades de la construcción, a partir de las mediciones que el software realiza en los elementos del modelo BIM. Arquimedes es capaz de imprimir el informe de ACV que se ha realizado añadiendo los impactos de cada una de las partidas del presupuesto utilizando la base de datos de ACV Cype.

Este ACV sólo contiene las etapas A1 a A5. La siguiente figura muestra el flujo de trabajo y el intercambio de datos en el caso de estudio español utilizando el software Cype y BIMServerCenter. En este flujo de trabajo cada software intercambia información con el modelo OpenBIM de la casa que está almacenado en un proyecto BIMServerCenter.



Flujo de trabajo e intercambio de datos en el estudio de caso español . Proyecto de construcción BIM - LCA

Con el flujo de trabajo seguido para desarrollar el caso de estudio español, la integración entre el modelo BIM y la evaluación del ACV es perfecta, ya que la misma base de datos que sirve para construir la Lista de Cantidades sirve para realizar el Análisis del Ciclo de Vida de la Construcción.

El software Cype Architecture se explica en un tutorial de este proyecto BIM-LCA Construction E+.

El software OpenBIM Quantities también se explica en un tutorial de este proyecto Erasmus +.

#### 5.4 - LCA Excel Project app

Como resultado de este proyecto (BIM-LCA Construcción), se ha desarrollado una aplicación web que, a partir de las cantidades de material utilizadas en la construcción de un edificio (vivienda de una sola planta, edificio de varias plantas o nave industrial), realiza un ACV para mostrar una serie de impactos ambientales de la construcción en las fases A1-A3 (extracción y fabricación de productos de construcción). Esta app está disponible en la web del proyecto de construcción BIM-LCA (<https://bimlca.eu>)

También se ha desarrollado una aplicación Excel de ACV con el objetivo de realizar ACV de edificios y mostrar el coste y el impacto medioambiental de la construcción de edificios (A1-A5). Esta aplicación de Excel también está disponible en el sitio web del proyecto e incluye la posibilidad de elegir entre varios materiales para la estructura

(hormigón, acero o madera) y varios tipos de cimientos, puertas, ventanas, materiales aislantes, suelos, tabiques, fachadas y tejados.

La app del proyecto LCA Excel, dispone de una guía de usuario, en formato tutorial, que forma parte de los resultados del proyecto BIM-LCA Construcción en el paquete de trabajo 3. Esta guía de usuario también está disponible en la web del proyecto.

## 5.5 - Software CYPE para OpenBIM - Flujo de trabajo LCA.

Esta sección muestra las distintas características y enlaces a más información del software utilizado en el flujo de trabajo OpenBIM de Cype para realizar análisis de ACV.

### 5.5.1. CYPECAD



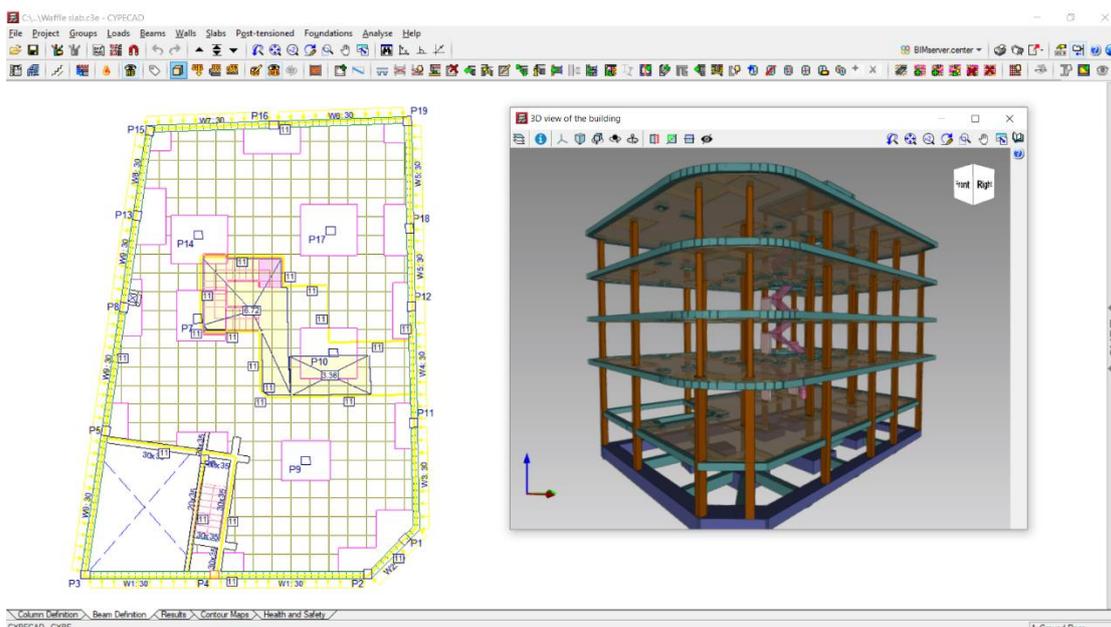
**CYPECAD**

Análisis y diseño de estructuras de edificios CYPECAD [4]

CYPECAD realiza el diseño, análisis y dimensionamiento de estructuras de edificación y obra civil, sometidas a esfuerzos verticales y horizontales, así como a la exposición al fuego.

Analiza y diseña:

- **Soportes.** Columnas (hormigón, acero, materiales compuestos y madera), muros de cortante (hormigón) y muros (hormigón, mampostería y muros de bloque).
- **Vigas.** Hormigón, acero y materiales compuestos.
- **Forjados.** Forjados unidireccionales, losas alveolares, forjados mixtos, forjados reticulares, forjados planos, forjados postesados (unidireccionales, reticulares y planos).
- **Estructuras de nudos y barras** Hormigón, acero, aluminio, madera y material genérico (en este último caso sólo se analizan las fuerzas)
- **Cimentación.** Losas, vigas de cimentación, zapatas y encepados.
- **Conexiones de acero.** Soldadas y atornilladas (incluidas las placas base).
- **Cáscaras planas.** Para el análisis de corazas de hormigón, acero laminado, acero conformado en frío, aluminio o materiales genéricos.



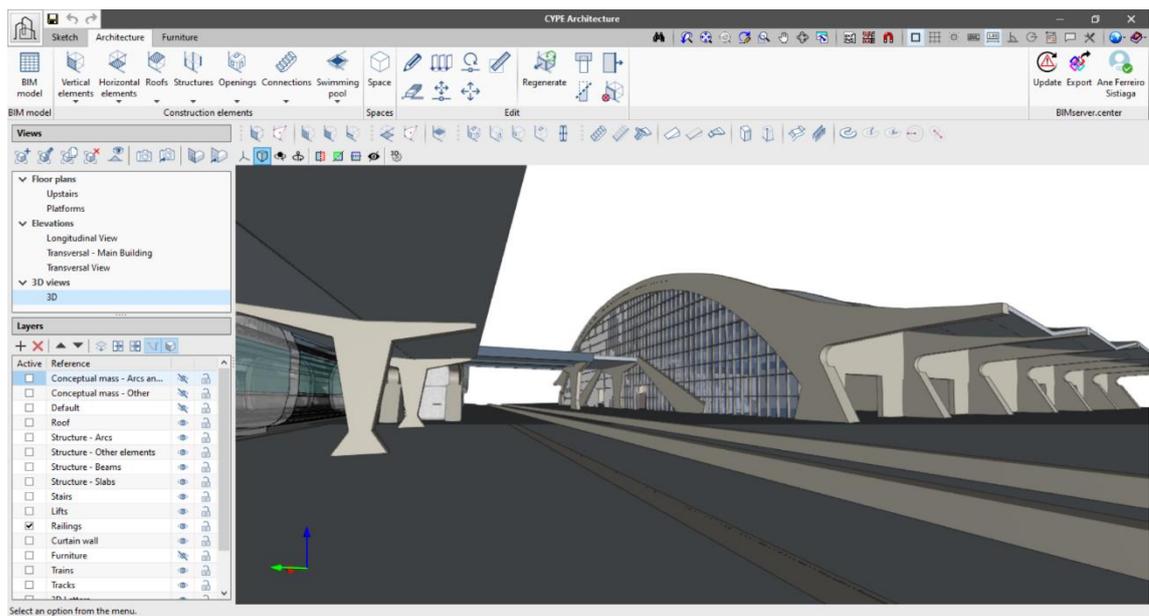
### 5.5.2. Arquitectura de CYPE



## CYPE Architecture

Cype Architecture es un modelador BIM de arquitectura. [CYPE](#) Arquitectura [5]

Su diseño se basó en dos fases fundamentales en el desarrollo digital de un proyecto: la fase de diseño arquitectónico y la fase de modelado 3D/BIM. Así, se diseñó para adoptar tanto las herramientas de modelado tradicionales (superficies, aristas, intersecciones, extrusiones, curvas, etc.) como las nuevas herramientas de modelado BIM (muros, forjados, cubiertas, pilares, etc.), que combinadas permiten a los usuarios pasar de los bocetos a la arquitectura sin esfuerzo.



### 5.5.3. Sistemas abiertos de construcción BIM

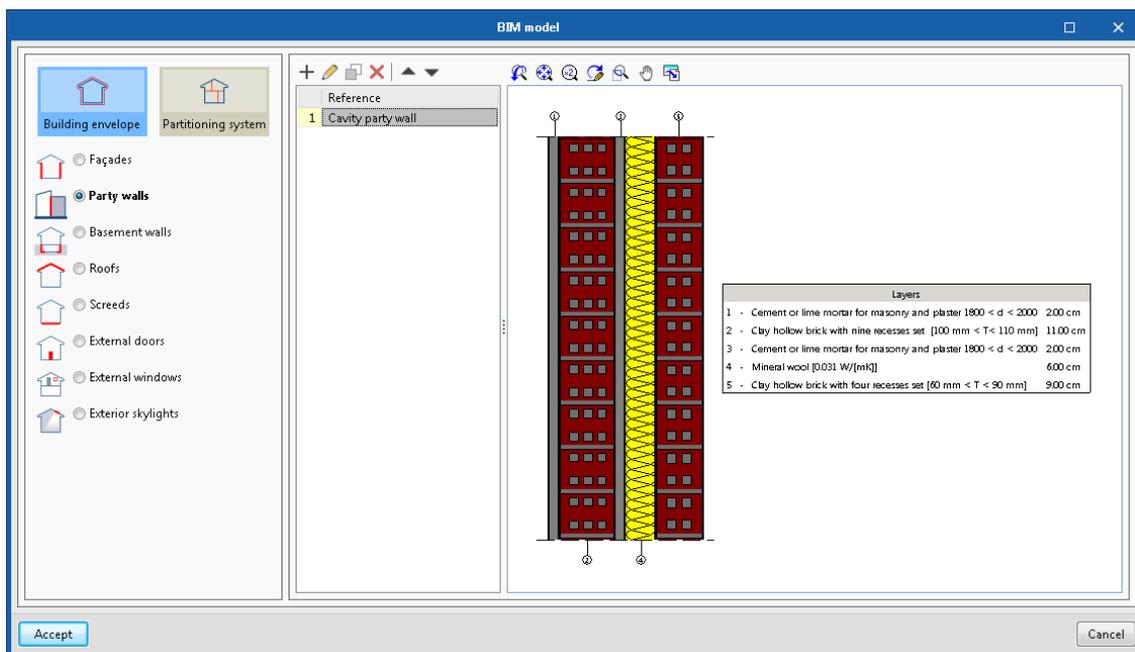


## Open BIM Construction Systems

OpenBIM Construction Systems enriquece el modelo BIM del edificio incluyendo información sobre capas de muros en particiones y fachadas. Sistemas de construcción Open BIM ([cype.com](http://cype.com)) [6]

CYPE Sistemas de Construcción permite a los usuarios indicar las siguientes propiedades de las soluciones constructivas del proyecto:

- Descripción general de los sistemas definiendo su tipo y propiedades constructivas.
- Definición de las capas que componen el sistema, indicando su grosor, materiales y propiedades.
- Relación con los sistemas de construcción y los elementos del modelo BIM arquitectónico.



### 5.5.3. Cantidades BIM abiertas

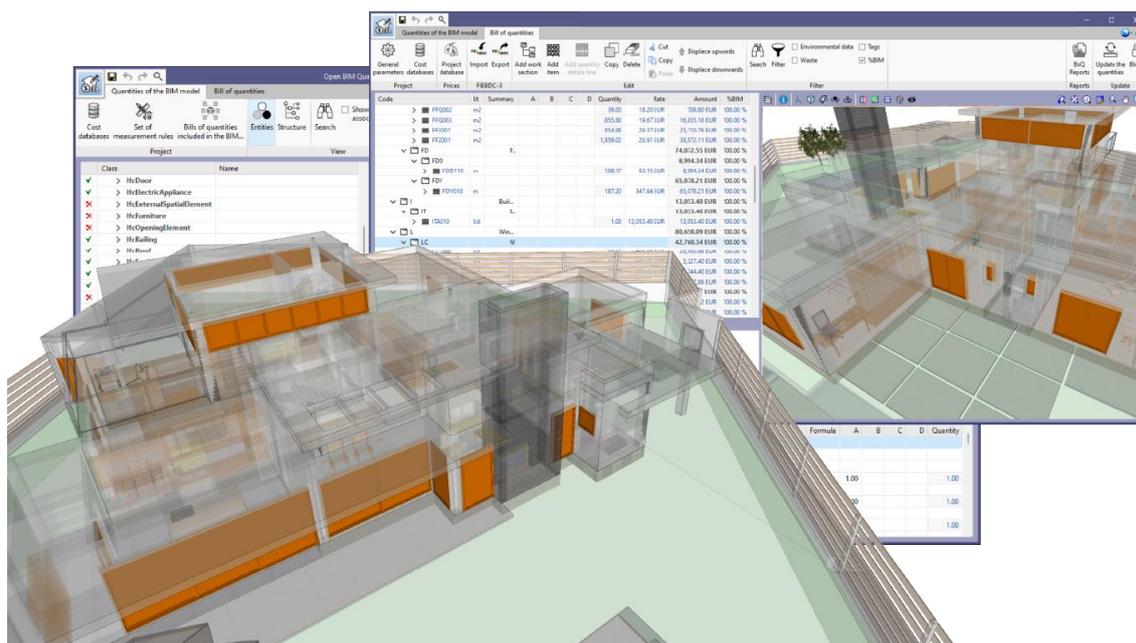


## Open BIM Quantities

Cree la lista de cantidades tomando las medidas del modelo IFC.

[Cantidades BIM abiertas \(cype.com\)](http://cype.com) [7]

Open BIM Quantities es una herramienta para extraer cantidades y crear listas de cantidades basadas en modelos BIM que han sido definidos utilizando el estándar IFC. Esta herramienta permite a los usuarios establecer los criterios de cantidad que consideren oportunos, con el fin de transformar los datos contenidos en los elementos o componentes del modelo en partidas.



## Referencias

- [1] 'openBIM - buildingSMART International'. Consultado: 12 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.buildingsmart.org/about/openbim/>
- [2] '[VÍDEO BIM EXPLICADO] ¿Qué es Open BIM? Consultado: 12 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://constructible.trimble.com/construction-industry/bim-explained-video-what-is-open-bim>
- [3] 'CYPE - Türkiye'. Consultado: 12 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: [http://www.cypetr.com/Open\\_BIM\\_Technology.html](http://www.cypetr.com/Open_BIM_Technology.html)
- [4] 'CYPECAD', CYPE. Consultado: 12 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://info.cype.com/en/product/cypecad/>
- [5] "Arquitectura de CYPE", CYPE. Consultado: 12 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://info.cype.com/en/product/cype-architecture/>
- [6] 'Sistemas de construcción CYPE', CYPE. Consultado: 12 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://info.cype.com/es/producto/cype-construction-systems/>
- [7] 'Open BIM Quantities', CYPE. Consultado: 12 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://info.cype.com/en/product/open-bim-quantities/>

## 6 - Resultados

Para evaluar el éxito de la solicitud, los estudiantes tendrán que responder a un cuestionario en línea.

## 7- Lo que hemos aprendido

Qué es Open BIM.

La importancia de trabajar con formatos BIM interoperables.

Soluciones Cype Open BIM como ejemplo de enfoque Open BIM.

Un flujo de trabajo BIM abierto para realizar ACV de edificios.

La existencia de una nueva herramienta Excel para realizar ACV de edificios desarrollada en el Proyecto de Construcción BIM-LCA.

Una introducción de varios programas informáticos del flujo de trabajo Open BIM - LCA.