

Interreg



Cofinanciado por
la Unión Europea
Cofinanciado pela
União Europeia

España – Portugal



Entregable E1.3. Biblioteca BIM sistemas constructivos tradicionales zona EUROACE. Caracterización energética

**Entregável E1.3. Biblioteca BIM de sistemas construtivos
tradicionais da região EUROACE. Caracterização energética**

Índice

1. Introducción	6
1.1. El proyecto FEEnERT y el programa de cooperación Interreg V-A España- Portugal	6
1.2. Acción A.1.2 y entregable E1.3	7
2. Objetivo	11
3. Metodología	12
3.1. Desarrollo en Autodesk Revit®	14
3.2. Desarrollo en Cype Construction System®	17
4. Resultados.....	21
4.1. En Autodesk Revit®	26
4.2. En Cype Construction System®	26
5. Conclusiones.....	28
Referencias	29

Listado de imágenes

Imagen 1. Flujo de trabajo para la generación de las bibliotecas BIM. Por las herramientas de Autodesk Revit ® y Cype ®.	9
Imagen 2. Muestra del glosario de materiales tradicionales y sus valores de variables energéticas generado en el entregable E.1.2.1.....	12
Imagen 3. Modelo BIM Genérico empleado para elaboración de biblioteca BIM.	13
Imagen 4. Modelo BIM genérico para creación de materiales y sistemas constructivos en Autodesk Revit®.....	14
Imagen 5. Ejemplo de caracterización de material para sillería en granito en la gestión de materiales de Autodesk Revit®.	16
Imagen 6. Ejemplo de interfaz del cuadro de dialogo en Autodesk Revit – gestión de materiales- para la creación de biblioteca	17
Imagen 7. Modelo IFC para la creación de materiales y sistemas constructivos en Cype Construction System.....	18
Imagen 8. Interfaz en Cype de creación de materiales por capas, Ejemplo: Muro en mampostería de pizarra.	19
Imagen 9 Interfaz en Cype de la caracterización constructiva y térmica de materiales por medio del ejemplo del muro en mampostería de pizarra.....	19
Imagen . Interfaz en Cype de la exportación por material o elemento constructivo por medio del ejemplo del muro en mampostería de pizarra.....	20
Imagen .Fichero y carpeta con imágenes de la biblioteca BIM extraída de Autodesk Revit.....	26
Imagen . Interfaz de listado de materiales creados en Autodesk Revit.....	26
Imagen . Fichero y carpetas por tipo de la biblioteca BIM extraída de Cype Construction System.....	27
Imagen . Listado de materiales en la carpeta de Capas o materiales compuestos desarrollada en Cype Construction System.....	27

Listado de tablas

Tabla 1. Inventario de materiales simples y compuestos y sus propiedades energéticas
de las biblioteca BIM de Autodesk Revit y Cype Construction System22

Interreg



Cofinanciado por
la Unión Europea
Cofinanciado pela
União Europeia

España – Portugal



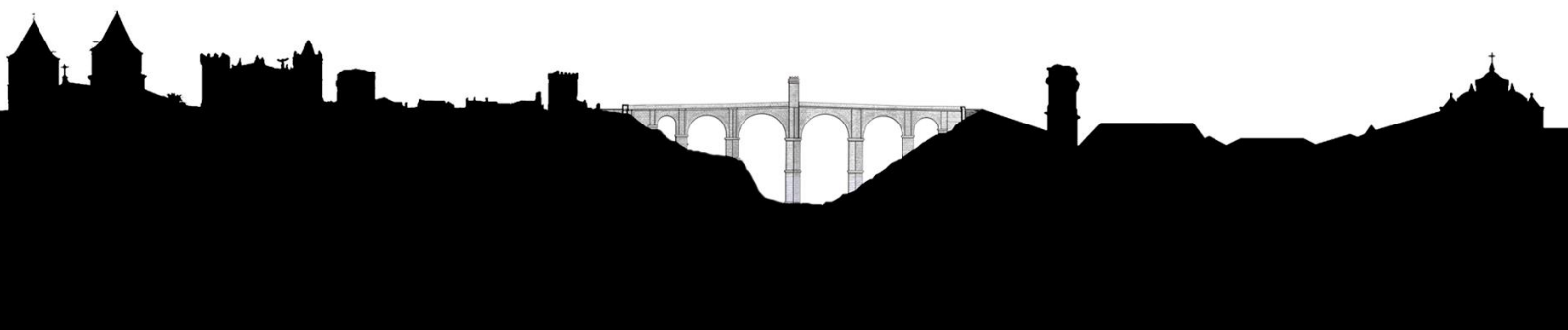
Actividad 1

**Evaluación y clasificación de riesgos asociados
al cambio climático en entornos contruidos de
carácter tradicional**

Entregable E.1.3

**Biblioteca BIM sistemas constructivos
tradicionales zona EUROACE. Caracterización
energética**

06/06/2025, Universidad de Extremadura



HOJA DE CONTROL DEL DOCUMENTO	
Código	E.1.3
Acción vinculada	A.1.2
Fecha	03/06/2025
Coordinador entregable	Beatriz Montalbán Pozas
Autores documento	Mailen Stephany Álvarez Rojas, José Manuel Lorenzo Gallardo, Francisco Serrano Candela y María Beatriz Montalbán Pozas

CONTROL DE VERSIONES			
VERSIÓN / VERSÃO	FECHA / DATA	RESPONSABLE / RESPONSÁVEL	COMENTARIOS / COMENTÁRIOS
1	28/04/2025	Mailen Stephany Álvarez Rojas	Versión inicial
2	03/06/2025	Mailen Stephany Álvarez Rojas	Versión revisada

1. Introducción

1.1. El proyecto FEEnERT y el programa de cooperación Interreg V-A España-Portugal

El programa de cooperación Interreg V-A España-Portugal (POCTEP) da continuidad a los programas transfronterizos iniciados en 1989 con el fin de reducir los efectos nocivos de las fronteras interiores de la UE y mejorar la calidad de vida de los habitantes de estos espacios de cooperación. Este programa está financiado por la Comisión Europea a través de los Fondos FEDER. Estos programas se desarrollan en el área mayormente conocida como EUROACE, la cual engloba todo el territorio comprendido por Alentejo, Centro y Extremadura.

La región EUROACE, eminentemente rural, posee un importante patrimonio de edificios históricos dispersos por todo su territorio. Estos edificios podrían convertirse en un activo económico y cultural significativo si se gestionan adecuadamente. Sin embargo, su antigüedad, la despoblación, y la necesidad de modernizar las empresas locales en técnicas de conservación y rehabilitación energética representan retos considerables. La falta de relevo generacional en expertos de construcción tradicional y la ausencia de una normativa clara complican aún más su conservación y adaptación a los estándares actuales.

En el área de cooperación de la EUROACE se están desarrollando proyectos conjuntos que centran sus objetivos en fomentar el emprendimiento, la economía verde o circular, en propiciar la transferencia de conocimiento al tejido productivo empresas o en la mejora y puesta en valor de nuestros recursos patrimoniales. También hay proyectos enfocados a nuevos campos de cooperación de contenido más social orientados a incentivar un envejecimiento activo de la población o a proteger a las mujeres frente a la violencia de género.

FEENERT es un proyecto europeo transfronterizo cuyo objetivo es poner en valor edificios históricos de carácter público ubicados en el medio rural, facilitando la intervención constructiva con criterios de calidad y economía circular. Este proyecto se centra en la región EUROACE, buscando impulsar la sostenibilidad y revitalizar el

patrimonio cultural mediante acciones innovadoras y colaborativas. La adaptación de construcciones históricas a las nuevas exigencias de eficiencia energética es esencial para la sostenibilidad y preservación del patrimonio.

1.2. Acción A.1.2 y entregable E1.3

El proyecto Feenert se divide en varias actividades, la actividad 1 titulada “Evaluación y clasificación de riesgos asociados al cambio climático en entornos construidos de carácter tradicional” en la cual se enmarca este entregable, se describe como:

“En esta actividad se realizarán de forma separada estudios que establezcan los parámetros ambientales (climáticos) que afectan de forma pormenorizada a los distintos territorios de la zona EUROACE, prestando especial atención a aquellos parámetros relacionados con el cambio climático. Así como estudios que permitan caracterizar las distintas soluciones constructivas y tipológicas de la arquitectura vernácula y tradicional del territorio desde el punto de vista energético.

Finalmente se establecerá una relación entre ambos estudios de donde se extraiga cuáles son las principales afectaciones y patologías en la edificación tradicional que se vinculen a consecuencias ambientales, aspectos climáticos , aspectos de mantenimiento inadecuado etc.”

Esta actividad tiene como objetivo el *“determinar, caracterizar y cuantificar el comportamiento energético de edificaciones vernáculas a través de la relación que se establezca entre parámetros micro climáticos y de cambio climático con tipologías edificatorias y sistemas constructivos de entornos edificados de carácter tradicional que se encuentran dentro del territorio EUROACE”*.

Esta actividad, a su vez se divide en varias acciones. La acción A.1.2, en dicho formulario se denomina como “Caracterización energética de sistemas constructivos propios de la arquitectura tradicional” y que se describe como:

“Los socios que intervienen en esta acción llevarán a cabo un estudio en el que se analicen los sistemas constructivos tradicionales pertenecientes a la arquitectura de carácter tradicional desde el punto de vista energético dentro del entorno EUROACE.

E.1.3. Biblioteca BIM sistemas constructivos tradicionales zona EUROACE. Caracterización energética.

Dicho estudio se realizará acotando pequeñas áreas geográficas en concordancia con los sectores delimitados en la acción A 1.1, de tal forma que se pueda apreciar e identificar las características propias del mayor número posible de construcciones tradicionales dentro de la zona EUROACE. Todos los socios colaborarán en el desarrollo de un marco metodológico de análisis que se pueda aplicar a los distintos territorios, tipologías edificatorias y entornos construidos de EUROACE. UEX y UEV caracterizarán las técnicas, materiales y sistemas con las que se han realizado distintos componentes de la arquitectura vernácula tradicional de las edificaciones de estudio en cada lado de la raya.

Dentro de los sistemas estudiados; se caracterizarán las soluciones constructivas relativas a la envolvente de edificios desde el punto de vista constructivo y energético, así como se estudiarán tipologías características de edificación asociada a cada uno de los sistemas constructivos caracterizados, divididos según las áreas geográficas propuestas.

Se realizará una biblioteca BIM con todas las soluciones caracterizadas en la que se desprenda información relativa a comportamiento energético de las distintas soluciones y ACV. Para ello se establecerá un marco de finalidad en el que se indique el objetivo de la biblioteca, en el que se definirán los elementos a caracterizar, las herramientas, el propósito final para el que se ha de parametrizar y el abanico de compatibilidad que se quiere perseguir.

El producto resultante, además de la biblioteca BIM, será un conjunto de fichas dentro de catálogos de tipologías y sistemas constructivos característicos de la arquitectura popular tradicional de los distintos territorios EUROACE”

Una vez lo anteriormente expuesto, se procede a redactar el presente documento denominado Entregable E1.3. “Biblioteca BIM sistemas constructivos tradicionales zona EUROACE. Caracterización energética” con la finalidad de recopilar los materiales que constituyen los sistemas constructivos de la arquitectura tradicional, siendo extrapolables a diferentes zonas con características constructivas similares. Como

E.1.3. Biblioteca BIM sistemas constructivos tradicionales zona EUROACE. Caracterización energética.

punto de partida para la caracterización de estos, se emplean los datos obtenidos en el entregable E1.2." *Estudio y Catálogo: fichas tipos constructivos tradicionales en zonas EUROACE. Caracterización energética de sistemas constructivos*" de este mismo proyecto. Mas en concreto sobre los entregables E1.2.1 que desarrolla los materiales y sistemas constructivos y E1.2.2 sobre tipologías constructivas.

Este documento muestra el proceso seguido para el desarrollo de la biblioteca de materiales por medio de herramientas BIM, que está relacionada directamente con el catálogo de los sistemas constructivos tradicionales, caracterizado con un nivel de información enfocado hacia propiedades térmicas. Para ello se ha elaborado un flujo de trabajo que se muestra en la imagen 1.

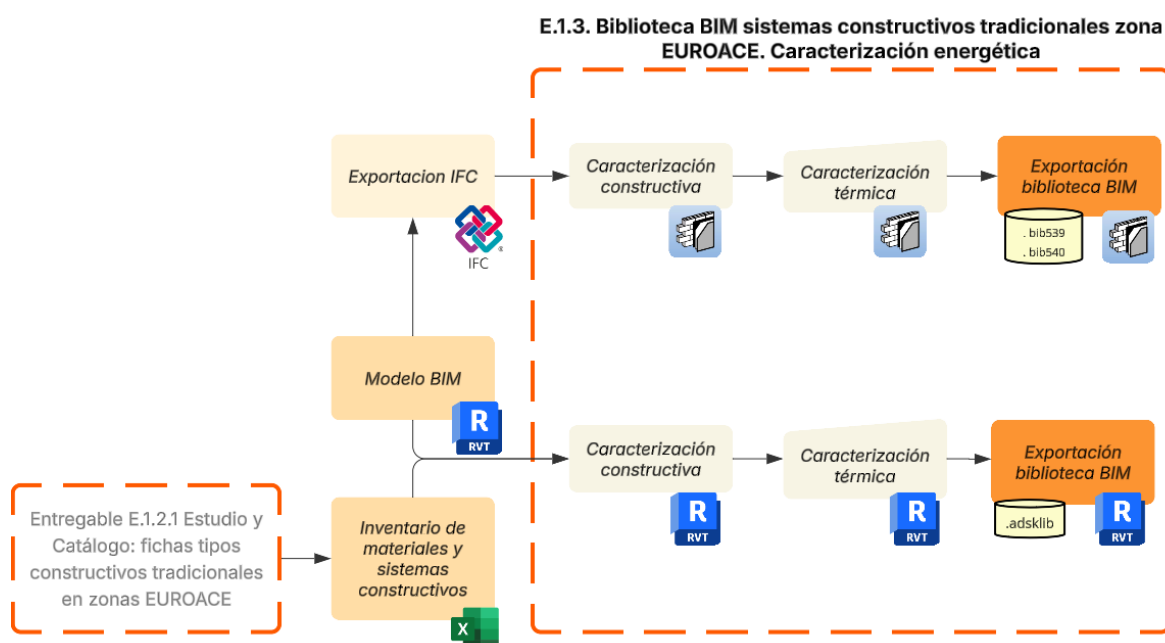


Imagen 1. Flujo de trabajo para la generación de las bibliotecas BIM. Por las herramientas de Autodesk Revit ® y Cype ®.

Como se muestra en la Imagen 1. Flujo de trabajo para la generación de las bibliotecas BIM. Por las herramientas de Autodesk Revit ® y Cype ®. por medio del entregable E.1.2.1 mencionado anteriormente, se ha obtenido un **“inventario de materiales y sistemas constructivos”**, estructurado en un archivo Excel que sirve como soporte para su digitalización en las herramientas BIM a utilizar.

Por otra parte, se desarrolla un **“modelo BIM”** simple y genérico utilizando la herramienta Autodesk Revit®, que permite representar gráficamente los sistemas constructivos identificados.

Partiendo del **“inventario de materiales y sistemas constructivos”** y del **“modelo BIM”** genérico surgen dos líneas de trabajo paralelas e independientes, cuya elección depende de la herramienta BIM que se desee emplear. Una de ellas utiliza el software de Autodesk Revit®, y la otra a través de Cype Construction System® la cual requiere que el modelo se exporte previamente a formato IFC, garantizando su interoperabilidad.

Para ambas líneas comparten fases de creación: la primera es la **“caracterización constructiva”**, centrada en la definición geométrica y material de los elementos, y la segunda que es la **“caracterización térmica”**, orientada a la asignación de propiedades energéticas relevantes.

Así mismo, las líneas convergen en la fase final del proceso: La **“exportación de la biblioteca BIM”**, que se diferencian por el tipo de extensión que arroja cada software. De esta manera, se generan unos ficheros de caracterización energética de materiales y sistemas constructivos de la arquitectura tradicional. Estos ficheros posibilitan su uso en futuros proyectos BIM ligados a temas de rehabilitación, investigación, arquitectura, patrimonio, entre otros.

2. Objetivo

El objetivo principal de este entregable es generar una biblioteca BIM de materiales característicos de sistemas constructivos de arquitectura tradicional en la región EUROACE, con un nivel de información enfocado hacia las propiedades térmicas de los mismos. A través de herramientas BIM como Autodesk Revit® y Cype Construction System®, que garanticen la interoperabilidad entre softwares y el acceso práctico tanto para la consulta, como para la aplicación en futuros casos de estudio junto con la fiabilidad en las simulaciones de eficiencia energética aplicadas a los edificios de arquitectura tradicional.

Paralelo a este objetivo principal se encuentran los siguientes objetivos específicos:

- Contribuir al estado del arte sobre rehabilitación energética y aplicación de la metodología BIM.
- Documentar la metodología desarrollada y compartir los ficheros generados para su uso en futuros proyectos de rehabilitación y conservación, que cuenten con características constructivas de arquitectura tradicional similares.
- Ajustar los parámetros de caracterización constructiva y térmica de materiales y sistemas constructivos de arquitectura tradicional a partir del entregable E.1.2 mediante los softwares Autodesk Revit® y Cype Construction System®.
- Exportar bibliotecas de materiales BIM en ficheros extraídos por ambos softwares.

3. Metodología

La metodología propuesta para el desarrollo de la biblioteca BIM en cuestión, parte del inventario de la *“caracterización de propiedades físicas y térmicas de materiales y técnicas constructivas tradicionales”* realizado en el entregable E.1.2.1, empleando dos softwares BIM: Autodesk Revit® y CYPE Construction Systems®.

La caracterización que se muestra en el inventario recopila de cada material las siguientes variables: la densidad aparente, la conductividad térmica, el calor específico, el factor de resistencia a la difusión de vapor de agua, la difusividad térmica, la efusividad térmica y la absorptancia. Estos datos, se obtienen el Código Técnico de Edificación, y se contrastan con la experiencia de los profesionales involucrados en el proyecto. En la imagen Imagen 2. Muestra del glosario de materiales tradicionales y sus valores de variables energéticas generado en el entregable E.1.2.1”, se puede observar una parte del inventario mencionado.

Código	Material	Densidad aparente		Conductividad térmica ¹	Calor específico ¹	Factor de resistencia a la difusión de vapor de agua ¹	Difusividad térmica ²	Efusividad térmica ³	Absortancia ⁴
		General ¹	Media						
		kg/m³	kg/m³	W/mK	J/kg K		m²s 10 ⁻⁶	s W/m²K	
ROCAS									
r_gr	Granito	2500-2700	2600	2,80	1000	10000	0,778	2698	0,5-0,9
r_pl	Pizarra	2000-2800	2400	2,20	1000	800	0,647	2298	0,5-0,9
r_ca	Caliza	1790-2190	1990	1,40	1000	40	0,468	1669	0,3-0,5
r_gn	Gneis	2300-2900	2100	3,50	1000	10000	1,129	2711	0,5-0,9
r_ar	Arcilla	1200-1800	1500	1,50	2085	50	0,418	2166	0,3-0,7
TIERRAS									
t_co	Tierra comprimida	1770-2200	1985	2,00	1045,000	50,000	0,660	2037	0,3-0,5
MADERAS Y OTROS MATERIALES VEGETALES									
ma_c	Castaño (Froncosa media)	565-750	650	0,18	1600	50	0,080	433	0,3-0,5
ma_p	Pino (Conifera de peso medio)	435-520	477	0,15	1600	20	0,072	338	0,3-0,5
ma_r	Roble (Froncosa pesada)	750-870	810	0,23	1600	50	0,095	546	0,3-0,5
PASTAS Y MORTEROS									
mo_c	Mortero de cal	1800-2000	1900	1,30	1000	10	0,448	1572	0,3-0,5
mo_b	Mortero de barro	1200-1800	1500	1,50	2085	50	0,418	2166	0,3-0,7
mo_bc	Mortero de barro y cal	-	1700	1,40	1543	30	0,433	1869	0,3-0,6
p_es	Escayola	825	825	0,25	1000	4	0,137	454	0,2-0,3
CERÁMICOS									
c_te	Teja	2000	2000	1	800	30	0,357	1264,911064	0,3-0,7
c_la	Ladrillo de tejar	2300	2300	0,85	1000	10	0,258	1398,213	0,3-0,7
c_ba	Baldosa	2000	2000	1	800	30	0,357	1264,911	0,3-0,7

Imagen 2. Muestra del glosario de materiales tradicionales y sus valores de variables energéticas generado en el entregable E.1.2.1

El modelo BIM genérico se desarrolla en Autodesk Revit® como se muestra en la Imagen 3, herramienta seleccionada para otros apartados de este proyecto y por la cual se genera el flujo de interoperabilidad, cuando corresponde migrar la información gráfica con Cype construction system ®.

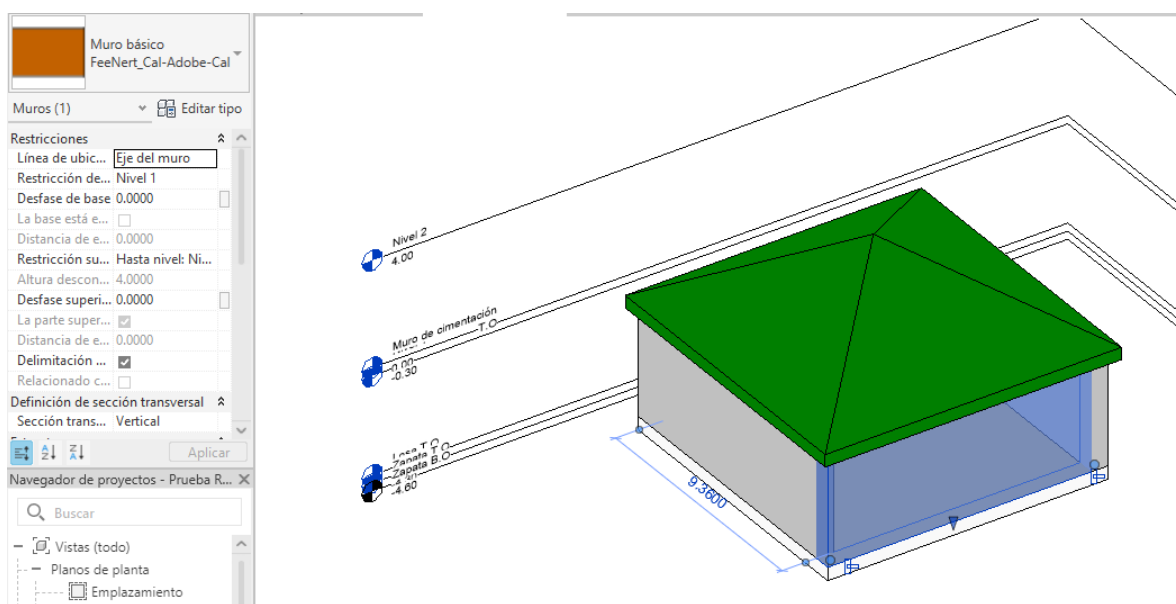


Imagen 3. Modelo BIM Genérico empleado para elaboración de biblioteca BIM.

Este modelo, constituye la base de exportación de la geometría mediante IFC para realizar una segunda biblioteca adicional para CYPE Construction System®.

En cuanto a la caracterización constructiva, cabe anotar que cada software maneja su propia interfaz donde se realizan los ajustes correspondientes y serán expuestos más adelante.

Respecto a la caracterización térmica de los materiales, y teniendo en cuenta el inventario de fichas constructivas relacionado anteriormente, se busca que la biblioteca de materiales contenga un nivel de información enfocado al análisis de la eficiencia energética por medio de sus propiedades térmicas más relevantes, que son:

- **Densidad aparente (kg/m^3):** influye directamente en la capacidad para almacenar y transferir calor, y es crucial para evaluar cómo los materiales responden a las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo.
- **Conductividad térmica (W/mK):** mide la capacidad de un material para conducir el calor, cuando esta variable adopta valores altos, indica que ese material es un buen conductor de calor mientras que si son valores bajos indica que es un buen aislante térmico.
- **Calor específico (J/kg K):** indica la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de una unidad de masa de un material en un grado. Los valores

elevados de esta variable indican que el material necesita mayor energía para variar su temperatura.

Otros parámetros energéticos relevantes, como el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, la difusividad, la efusividad térmica y la absorptancia, no están incluidos en las caracterizaciones de los softwares BIM seleccionados, o bien requieren cálculos adicionales o el uso de herramientas especializadas para poder incorporarlos en las simulaciones. Esto refuerza la decisión de utilizar únicamente los campos de introducción manual disponibles en dichos programas.

3.1. Desarrollo en Autodesk Revit®

Para dar inicio al proceso de creación de las bibliotecas BIM con Autodesk Revit® se elabora un modelo genérico formado por elementos básicos (forjados, muros y cubierta) como se muestra en la Imagen 4, permitiendo así la generación de materiales con la caracterización constructiva y térmica.

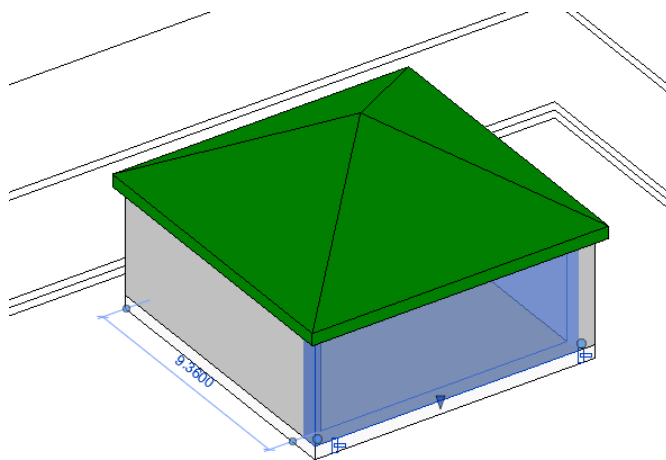


Imagen 4. Modelo BIM genérico para creación de materiales y sistemas constructivos en Autodesk Revit®.

Para la generación de estos materiales, se sigue una metodología que cuenta con los siguientes pasos específicos:

- **Caracterización constructiva y térmica**

Para lograr caracterizar los materiales de la biblioteca se deben completar en primer lugar siguientes parámetros:

Nomenclatura: Se genera una estructura en el nombre de cada material partiendo del listado proveniente de las fichas de sistemas constructivos. La estructura de la nomenclatura comprende el nombre del proyecto, una abreviatura que contiene tipo de material y el nombre del sistema o elemento. Estos campos se separan por un guion medio (-) y, cuando una palabra en el campo requiera ser complementada se asigna un guion bajo (_). Ejemplo: *"FeeNert-mo_c-Mortero de cal"*.

Aspecto visual: Se muestra la apariencia de los materiales creados. Para ello, se incorpora una biblioteca de imágenes de libre acceso tipo .jpg, a fin de dar una visión más realista de material. Dicha biblioteca se contiene dentro de una carpeta denominada "texturas", la cual debe ser utilizada en conjunto con el fichero exportado que será explicado más adelante.

Nivel de información aplicada: Se asignan las propiedades físicas y térmicas a cada material, provenientes directamente de las fichas de sistemas constructivos analizados en el entregable E.1.2. Y como se mencionaba en el apartado anterior, los campos seleccionados incluyen la densidad aparente (kg/m^3), la conductividad térmica (W/MK) y el calor específico (J/kg K).

En la Imagen 5 se presenta un ejemplo detallado de la caracterización de un material específico "sillería de granito" dentro del entorno BIM, destacando sus características visuales, físicas y térmicas. Esta representación permite visualizar cómo se integran los datos técnicos en el modelo BIM, incluyendo parámetros térmicos anteriormente descritos. Esta caracterización es fundamental para evaluar el comportamiento del material en simulaciones térmicas y energéticas, asegurando una modelación coherente con las condiciones reales de los sistemas constructivos tradicionales.

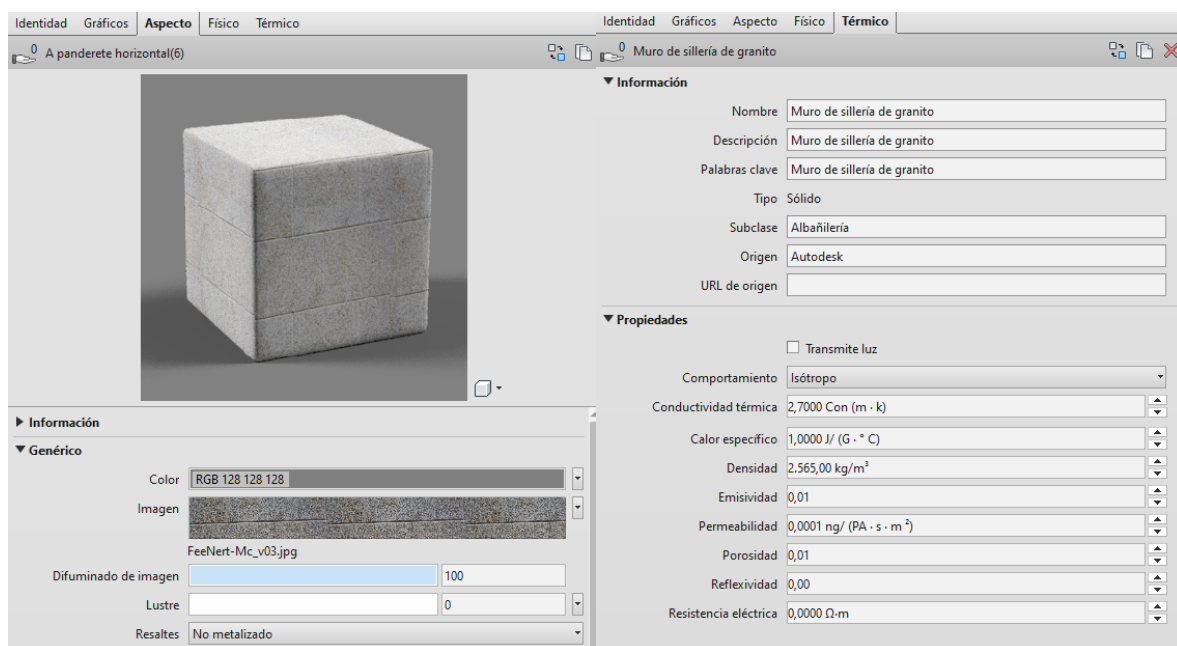


Imagen 5. Ejemplo de caracterización de material para sillería en granito en la gestión de materiales de Autodesk Revit®.

- **Exportación de materiales**

Para este software se genera un solo fichero que contiene todos los materiales caracterizados, el cual puede ser empleado en cualquier proyecto BIM con condiciones similares de arquitectura tradicional. Este fichero ha sido denominado “FeeNert_BibliotecaMat_Rvt” y su extensión corresponde a “.adsklib”, que en conjunto con su carpeta de “texturas” expuesta anteriormente, se complementa su apariencia visual. Por medio de la Imagen 6, se muestra la interfaz en Autodesk Revit® donde se gestiona el ajuste de materiales, destacando los siguientes pasos:

- (1) Creación de una biblioteca nueva de materiales.
- (2) Carpeta creada como biblioteca nueva, con la nomenclatura definida.
- (3) Materiales gestionados y creados contenidos dentro de la carpeta principal

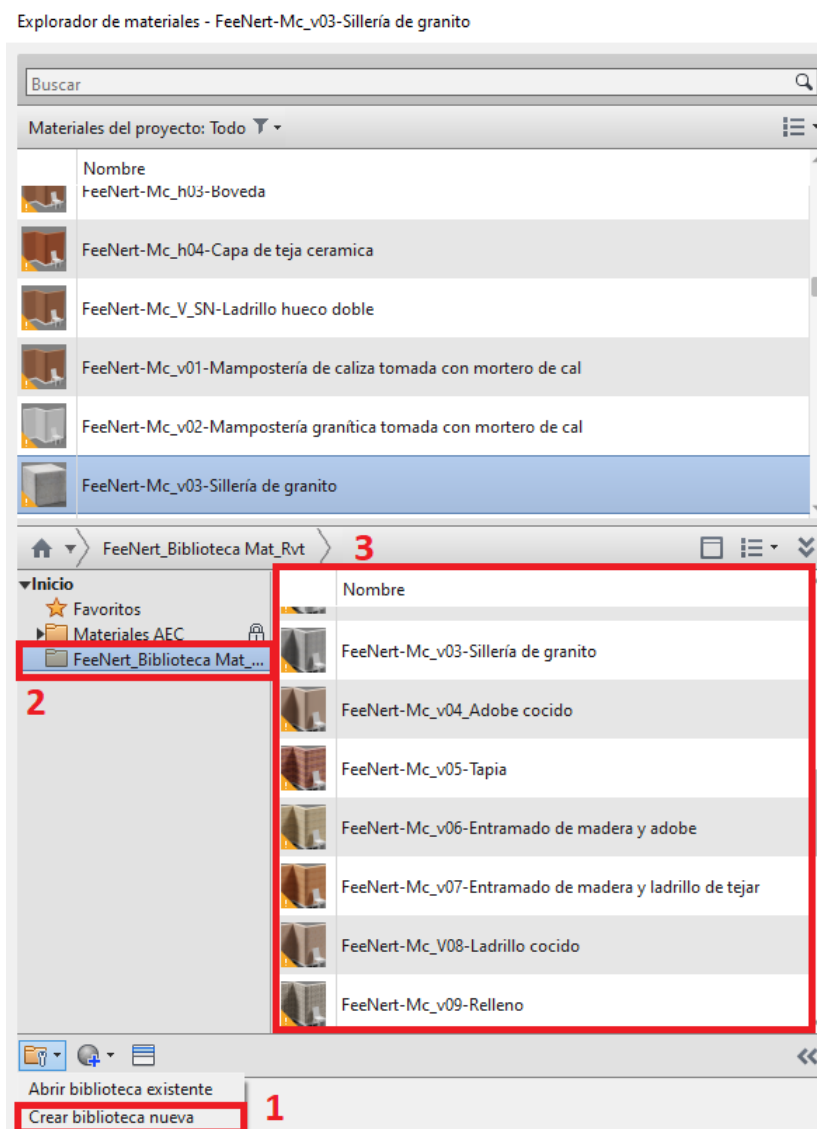


Imagen 6. Ejemplo de interfaz del cuadro de dialogo en Autodesk Revit – gestión de materiales- para la creación de biblioteca

3.2. Desarrollo en Cype Construction System®

El proceso de creación de la biblioteca BIM mediante CYPE se inicia a partir del modelo IFC exportado directamente desde Autodesk Revit®. Es importante señalar que la interoperabilidad se limita exclusivamente a los datos geométricos. Como alternativa, se puede utilizar la aplicación CYPE Architecture® para realizar un modelado desde cero. Sin embargo, con el fin de simplificar el procedimiento, se opta por trabajar directamente con el modelo IFC como se muestra en la Imagen 7.

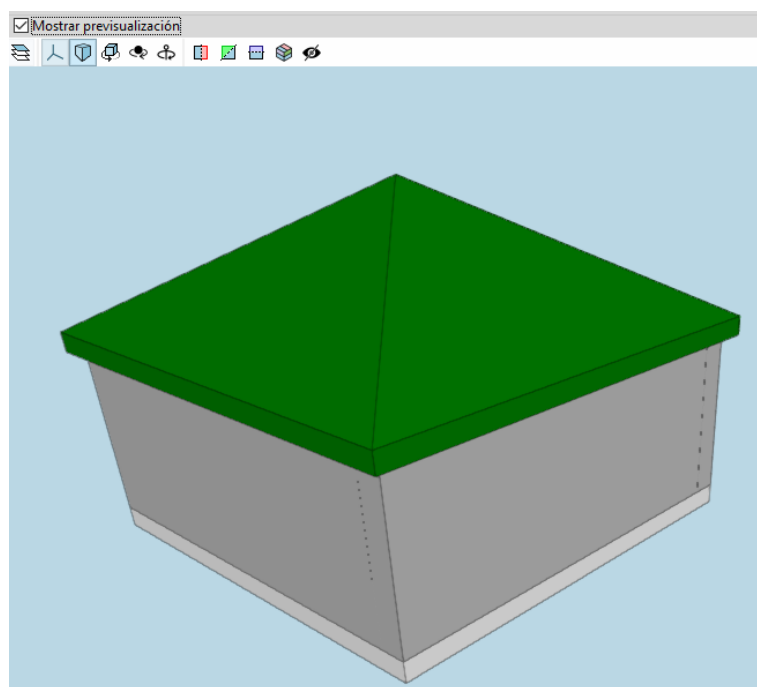


Imagen 7. Modelo IFC para la creación de materiales y sistemas constructivos en Cype Construction System.

A continuación, se detallan los pasos específicos para la creación de la biblioteca en este software:

- **Caracterización constructiva y térmica**

Una vez extraído el componente geométrico, se procede a desarrollar la caracterización constructiva por medio de la selección de los elementos que componen el modelo BIM genérico. Teniendo en cuenta los siguientes aspectos para su configuración:

Nomenclatura: Se genera una estructura en el nombre de cada material partiendo del listado proveniente de las fichas de sistemas constructivos. La estructura de la nomenclatura comprende la abreviatura que contiene tipo de material y el nombre del sistema o elemento. Estos campos se separan por un guion medio (-) y, cuando una palabra en el campo requiera ser complementada se asigna un guion bajo (_). Ejemplo: "r_gr-Granito".

Aspecto visual: Se representa mediante patrones gráficos como se muestra en la Imagen 8, de este modo no es necesario disponer de una carpeta de imágenes para asignar las texturas de cada material.

Nivel de información aplicada: Se asignan las propiedades físicas y térmicas a cada material, provenientes directamente de las fichas de sistemas constructivos analizados

E.1.3. Biblioteca BIM sistemas constructivos tradicionales zona EUROACE. Caracterización energética.

en el entregable E.1.2., por medio de elementos que componen el modelo genérico, como por ejemplo un muro en este caso de “mampostería de pizarra”, tal como se muestra en la Imagen 8, donde se definen los materiales que lo componen por capas.

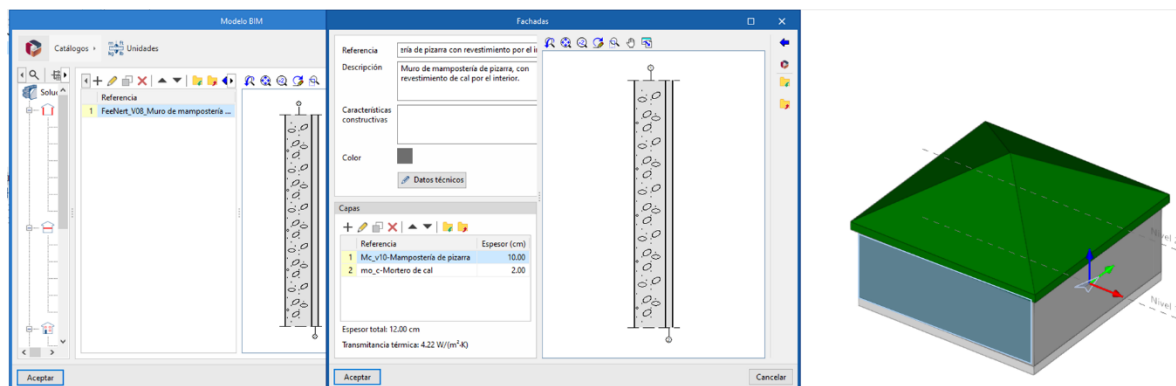


Imagen 8. Interfaz en Cype de creación de materiales por capas, Ejemplo: Muro en mampostería de pizarra.

Para asignar las propiedades térmicas de cada sistema, se deben insertar las propiedades térmicas de cada uno de los materiales que conforman sus capas como se muestra en el punto 1 de la Imagen 9. Al seleccionar cada capa, se genera un cuadro de dialogo en donde se incorporan los datos de las propiedades físicas y térmicas del material, como se indica en los puntos 2 y 3.

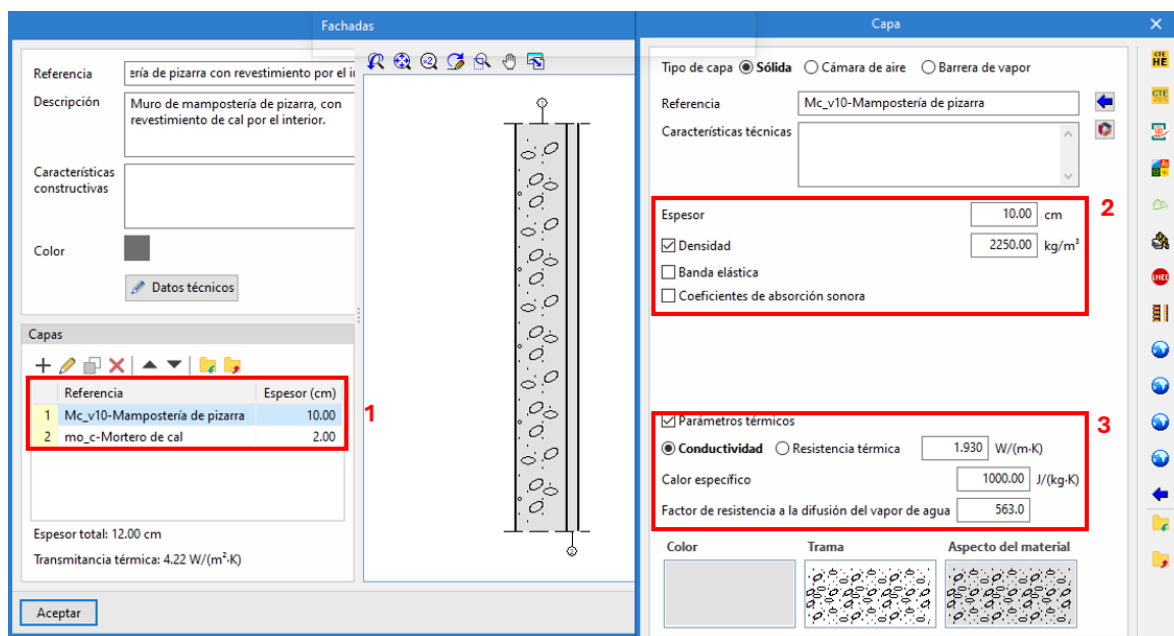


Imagen 9 Interfaz en Cype de la caracterización constructiva y térmica de materiales por medio del ejemplo del muro en mampostería de pizarra.

- **Exportación de materiales:** Cada material creado puede exportarse individualmente mediante la opción "Exportar elementos por fichero" como

E.1.3. Biblioteca BIM sistemas constructivos tradicionales zona EUROACE. Caracterización energética.

indica el punto 2 de la Imagen 10, de esta forma el fichero extraído tiene una extensión “. bib539”. En caso de que se requiera exportar el conjunto completo o compuesto de materiales del elemento como un único fichero de extensión “. bib540”, puede realizarse a través de un cuadro de diálogo general que se muestra en el punto 1 de la misma imagen.

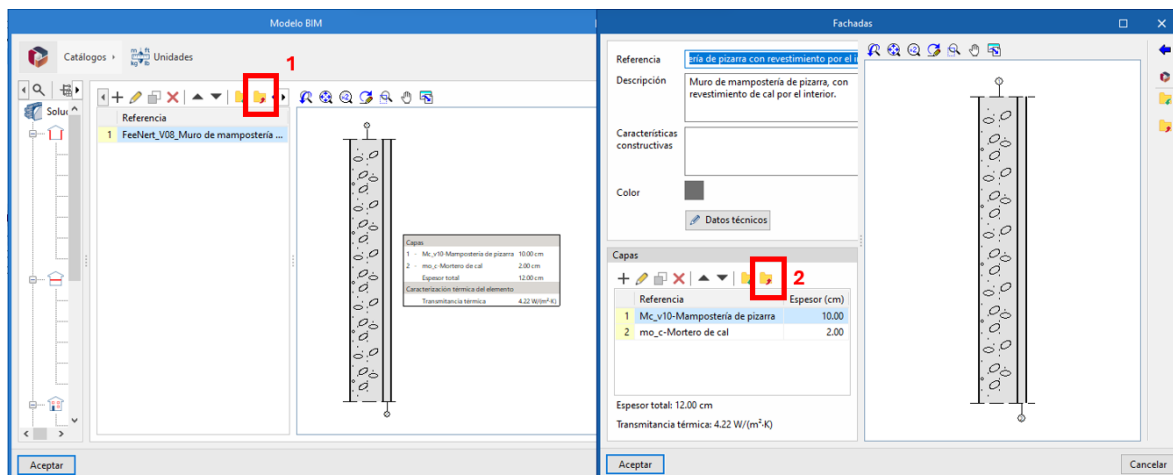


Imagen 10. Interfaz en Cype de la exportación por material o elemento constructivo por medio del ejemplo del muro en mampostería de pizarra.

4. Resultados

Como resultado del proceso de la generación de las bibliotecas BIM orientadas a la conservación y el análisis de la eficiencia energética de los edificios de arquitectura tradicional, se ha llevado a cabo un proceso de caracterización de materiales y sistemas constructivos tradicionales por medio de los softwares de Autodesk Revit® y CYPE Construction Systems®. Esta caracterización se basa en parámetros físico-térmicos fundamentales para el análisis energético de los elementos que lo conforman, tales como la densidad aparente, la conductividad térmica y el calor específico.

Por medio de la Tabla 1 se recopila un listado materiales clasificados por tipologías de material (rocas, maderas, mamposterías, entre otros) incluyendo su nomenclatura desarrollada en ambos softwares, así como los valores medios de sus propiedades térmicas y físicas. información esencial para una adecuada simulación del comportamiento térmico de los materiales en edificios de arquitectura tradicional desarrollados en entornos BIM, permitiendo una toma de decisiones más precisa en proyectos de intervención de este tipo.

E.1.3. Biblioteca BIM sistemas constructivos tradicionales zona EUROACE. Caracterización energética.

Tabla 1. Inventario de materiales simples y compuestos y sus propiedades energéticas de las biblioteca BIM de Autodesk Revit y Cype Construction System

MATERIAL	NOMENCLATURA		DENSIDAD APARENTE		CONDUCTIVIDAD TÉRMICA ¹	CALOR ESPECÍFICO
	Autodesk Revit	Cype Construction System	General	Media		
			Kg/m	Kg/m	W/mk	J/kg k
ROCAS						
Granito	FeeNert-r_gr-Granito	r_gr-Granito	2500-2700	2600	2,80	1000
Pizarra	FeeNert-r_pi-Pizarra	r_pi-Pizarra	2000-2800	2400	2,20	1000
Caliza	FeeNert-r_ca-Caliza	r_ca-Caliza	1790-2190	1990	1,40	1000
Gneis	FeeNert-r_gn-Gneis	r_gn-Gneis	2300-2900	2100	3,50	1000
Arcilla	FeeNert-r_ar-Arcilla	r_ar-Arcilla	1200-1800	1500	1,50	2085
TIERRAS						
Tierra comprimida	FeeNert-t_co-Tierra comprimida	t_co-Tierra comprimida	1770-2200	1985	2,00	1045,000
MADERAS Y OTROS MATERIALES VEGETALES						
Castaño (Frondosa media)	FeeNert-ma_c-Castaño	ma_c-Castaño	565-750	650	0,18	1600
Pino (Conífera de peso medio)	FeeNert-ma_p-Pino	ma_p-Pino	435-520	477	0,15	1600
Roble (Frondosa pesada)	FeeNert-ma_r-Roble	ma_r-Roble	750-870	810	0,23	1600
PASTAS Y MORTEROS						
Mortero de cal	FeeNert-mo_c-Mortero de cal	mo_c-Mortero de cal	1800-2000	1900	1,30	1000
Mortero de barro	FeeNert-mo_b-Mortero de barro	mo_b-Mortero de barro	1200-1800	1500	1,50	2085
Mortero de barro y cal	FeeNert-mo_bc-Mortero de barro y cal	mo_bc-Mortero de barro y cal	-	1700	1,40	1543

E.1.3. Biblioteca BIM sistemas constructivos tradicionales zona EUROACE. Caracterización energética.

MATERIAL	NOMENCLATURA		DENSIDAD APARENTE		CONDUCTIVIDAD TÉRMICA ¹	CALOR ESPECÍFICO
	Autodesk Revit	Cype Construction System	General	Media		
			Kg/m	Kg/m		
Escayola	FeeNert-p_es-Escayola	p_es-Escayola	825	825	0,25	1000
CERÁMICOS						
Teja	FeeNert-c_te-Teja	c_te-Teja	2000	2000	1	800
Ladrillo de tejar	FeeNert-c_la-Ladrillo de tejar	c_la-Ladrillo de tejar	2300	2300	0,85	1000
Baldosa	FeeNert-c_ba-Baldosa	c_ba-Baldosa	2000	2000	1	800
COMPUESTOS						
Mampostería de caliza tomada con mortero de cal	FeeNert-Mc_v01-Mam caliza con mortero de cal	Mc_v01- Mam caliza con mortero de cal		1972	1,38	1000
Mampostería granítica tomada con mortero de cal	FeeNert-Mc_v02-Mam granítica mortero de cal	Mc_v02- Mam granítica mortero de cal		2460	2,50	1000
Sillería de granito	FeeNert-Mc_v03-Sillería de granito	Mc_v03-Sillería de granito		2565	2,73	1000
Fábrica de adobe cocido	FeeNert-Mc_v04-Fábrica adobe cocido	Mc_v04-Fábrica de adobe cocido		1968	1,86	1036
Tapia	FeeNert-Mc_v05-Tapia	Mc_v05-Tapia		1985	2,00	1045
Entramado de madera y adobe	FeeNert-Mc_v06-Entramado de madera y adobe	Mc_v06-Entramado de madera y adobe		1585	1,45	1212

E.1.3. Biblioteca BIM sistemas constructivos tradicionales zona EUROACE. Caracterización energética.

MATERIAL	NOMENCLATURA		DENSIDAD APARENTE		CONDUCTIVIDAD TÉRMICA ¹	CALOR ESPECÍFICO
	Autodesk Revit	Cype Construction System	General	Media		
			Kg/m	Kg/m		
Entramado de madera y ladrillo tejar	FeeNert-Mc_v07-Entramado de madera y ladrillo tejar	Mc_v07-Entramado de madera y ladrillo tejar		1895	0,76	1120
Fábrica de ladrillo cocido	FeeNert-Mc_v08-Fábrica de ladrillo cocido	Mc_v08-Fábrica de ladrillo cocido		2180	0,99	1000
Relleno	FeeNert-Mc_v09-Relleno	Mc_v09-Relleno		1941	1,85	1018
Mampostería de pizarra	FeeNert-Mc_v10-Mam de pizarra	Mc_v10-Mampostería de pizarra		2250	1,93	1000
Mampostería de gneis	FeeNert-Mc_v11-Mam de gneis	Mc_v11-Mampostería de gneis		2060	3,06	1000
Entramado de madera y tabla	FeeNert-Mc_h01-Entramado de madera y tabla	Mc_h01-Entramado de madera y tabla		650	0,18	1600
Entramado de madera y revoltón	FeeNert-Mc_h02-Entramado de madera y revoltón	Mc_h02-Entramado de madera y revoltón		1875	1,22	1024,00
Bóveda	FeeNert-Mc_h03-Bóveda	Mc_h03-Bóveda		2055	1,52	1023

E.1.3. Biblioteca BIM sistemas constructivos tradicionales zona EUROACE. Caracterización energética.

MATERIAL	NOMENCLATURA		DENSIDAD APARENTE		CONDUCTIVIDAD TÉRMICA ¹	CALOR ESPECÍFICO
	Autodesk Revit	Cype Construction System	General	Media		
			Kg/m	Kg/m		
Capa de teja cerámica	FeeNert-Mc_h04-Capa de teja cerámica	Mc_h04-Capa de teja cerámica		1925	1,1	993

4.1. En Autodesk Revit®

En la Imagen 11; **Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**, se muestra el contenido del fichero generado como resultado del desarrollo de la Biblioteca BIM en Autodesk Revit, específicamente el contiene los 32 elementos definidos, junto con la carpeta de texturas en formato “.jpg”.

Nombre	Estado	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
 FeeNert_Texturas		10/04/2025 13:15	Carpeta de archivos	
 FeeNert_Biblioteca Mat_Rvt.adsklib		05/03/2025 10:54	Archivo ADSKLIB	6.327 KB
 xahxls		26/02/2025 13:52	Archivo	0 KB

Imagen 11. Fichero y carpeta con imágenes de la biblioteca BIM extraída de Autodesk Revit.

Por otra parte, en la Imagen 12 se presenta la interfaz de Autodesk Revit donde se visualiza el listado de materiales creados como parte de la biblioteca *FeeNert_Biblioteca_Mat_Rvt*. Esta vista permite comprobar la correcta incorporación de los materiales caracterizados, tanto individuales como compuestos, dentro del entorno BIM. Cada elemento de la lista incluye su respectiva nomenclatura, propiedades físicas y térmicas, y está vinculada a su apariencia visual mediante las texturas asociadas.

Nombre	Nombre	Nombre
 FeeNert-c_ba-Baldosa de barro cocido	 FeeNert-Mc_v01-Mampostería de caliza tomada c	 FeeNert-Mc_v10-Mampostería de pizarra
 FeeNert-c_la-Ladrillo del tejat	 FeeNert-Mc_v02-Mampostería granítica tomada c	 FeeNert-Mc_v11-Mampostería de gneis
 FeeNert-c_te-Teja	 FeeNert-Mc_v03-Sillería de granito	 FeeNert-mo_bc-Mortero de barro y cal
 FeeNert-ho_ma-Hormigon en masa	 FeeNert-Mc_v04-Adobe cocido	 FeeNert-mo_b-Mortero de barro
 FeeNert-ma_c-Castaño	 FeeNert-Mc_v05-Tapia	 FeeNert-mo_ce-Mortero de cemento
 FeeNert-ma_p-Pino	 FeeNert-Mc_v06-Entramado de madera y adobe	 FeeNert-mo_c-Mortero de cal
 FeeNert-ma_r-Roble	 FeeNert-Mc_v07-Entramado de madera y ladrillo c	 FeeNert-p_es-Escayola
 FeeNert-Mc_h01-Entramado de madera y tabla	 FeeNert-Mc_V08-Ladrillo cocido	 FeeNert-r_ca-Caliza
 FeeNert-Mc_h02-Entramado de madera y revoltón	 FeeNert-Mc_v09-Relleno	 FeeNert-r_gn-Gneiss
 FeeNert-Mc_h03-Boveda	 FeeNert-Mc_v10-Mampostería de pizarra	 FeeNert-r_gr-Granito
 FeeNert-Mc_h04-Capa de teja cerámica	 FeeNert-Mc_v11-Mampostería de gneis	 FeeNert-r_pi-Pizarra
 FeeNert-Mc_V_SN-Ladrillo hueco doble		 FeeNert-t_co-Tierra comprimida

Imagen 12. Interfaz de listado de materiales creados en Autodesk Revit.

4.2. En Cype Construction System®

A través de la Imagen 13, se expone la estructura de archivos generada a partir del desarrollo de la biblioteca BIM en Cype Construction System®. En este caso, los

E.1.3. Biblioteca BIM sistemas constructivos tradicionales zona EUROACE. Caracterización energética.

elementos se clasificaron por tipología constructiva, incluyendo carpetas específicas para materiales simples, elementos compuestos, cubiertas inclinadas, sistemas horizontales y sistemas verticales. Esta organización responde a la caracterización propia del entorno CYPE, facilitando la identificación y reutilización de componentes según su función constructiva.

Nombre	Estado	Fecha de modificación	Tipo
 Capas o materiales compuestos		10/04/2025 13:15	Carpeta de archivos
 Cubiertas inclinadas		10/04/2025 13:15	Carpeta de archivos
 Sistema horizontal		10/04/2025 13:15	Carpeta de archivos
 Sistema vertical		10/04/2025 13:15	Carpeta de archivos

Imagen 13. Fichero y carpetas por tipo de la biblioteca BIM extraída de Cype Construction System.

Adicionalmente, por medio de la Imagen 14 se muestra parte del contenido de la carpeta correspondiente a “capas o materiales compuestos”, perteneciente a la biblioteca BIM generada en este entorno. Entre materiales simples y compuestos, se muestra una relación de 32 elementos.

Nombre	Estado	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
 c_te-Forjado entramado madera tabla.bib539		03/06/2024 9:54	Archivo BIB539	1 KB
 ho_ma-Hormigon en masa.bib539		27/03/2025 14:10	Archivo BIB539	1 KB
 Mc_h01-Forjado entramado madera tabla.bib539		03/06/2024 9:54	Archivo BIB539	1 KB
 Mc_h02-Forjado entramado madera revoltón.bib539		03/06/2024 9:54	Archivo BIB539	1 KB
 Mc_V_SN-Fábrica de ladrillo hueco doble.bib539		27/03/2025 14:07	Archivo BIB539	1 KB
 Mc_v01-Mampostería caliza con mortero de cal.bib539		03/06/2024 9:54	Archivo BIB539	1 KB
 Mc_v02-Mampostería granítica con mortero de cal.bib539		03/06/2024 9:54	Archivo BIB539	1 KB
 Mc_v03-Sillería de granito.bib539		03/06/2024 9:54	Archivo BIB539	1 KB
 Mc_v05-Tapia.bib539		03/06/2024 9:54	Archivo BIB539	1 KB
 Mc_v06-Entramado de madera y adobe.bib539		03/06/2024 9:54	Archivo BIB539	1 KB
 Mc_v07-Entramado de madera y ladrillo.bib539		03/06/2024 9:54	Archivo BIB539	1 KB
 Mc_v10-Mampostería de pizarra.bib539		03/06/2024 9:54	Archivo BIB539	1 KB
 Mc_v11-Mampostería de gneis.bib539		03/06/2024 9:54	Archivo BIB539	1 KB
 mo_c-Mortero de cal.bib539		03/06/2024 9:54	Archivo BIB539	1 KB
 t_co-Tierra comprimida.bib539		03/06/2024 9:54	Archivo BIB539	1 KB

Imagen 14. Listado de materiales en la carpeta de Capas o materiales compuestos desarrollada en Cype Construction System

5. Conclusiones

El presente entregable tiene como objetivo principal el desarrollo de una Biblioteca BIM de sistemas constructivos tradicionales en la región EUROACE, dando respuesta a la necesidad de preservar el patrimonio arquitectónico tradicional mediante herramientas digitales que permitan su integración en procesos contemporáneos de diseño, rehabilitación y gestión.

Digitalización del conocimiento constructivo tradicional

A través del proceso de identificación y análisis llevado a cabo en el entregable E.1.2, se han modelado las soluciones constructivas tradicionales, generando bibliotecas BIM compatibles con Autodesk Revit y CYPE Construction Systems. Esta digitalización permite conservar y transmitir el conocimiento técnico asociado a estos sistemas, facilitando su aplicación en proyectos actuales.

Mejora de la eficiencia energética y sostenibilidad

La caracterización energética de los materiales tradicionales incluidos en la biblioteca permite evaluar su comportamiento térmico y su potencial de uso en rehabilitaciones sostenibles. Esto contribuye a la adaptación del patrimonio a los estándares actuales de eficiencia energética sin comprometer su valor histórico.

Herramienta para profesionales y administraciones

La biblioteca BIM desarrollada constituye una herramienta práctica para arquitectos, ingenieros y gestores del patrimonio. Facilita la toma de decisiones informadas en intervenciones sobre edificios tradicionales, promoviendo soluciones respetuosas con la identidad cultural y el entorno construido.

Base para futuras investigaciones y colaboraciones

El trabajo realizado sienta las bases para el desarrollo de nuevas bibliotecas, estudios comparativos y proyectos de cooperación transfronteriza. Además, refuerza la colaboración entre entidades de la región EUROACE, consolidando un enfoque metodológico común y replicable.

Contribución al desarrollo regional

Este proyecto no solo cumple con los objetivos técnicos planteados, sino que también aporta valor estratégico al territorio, al fomentar la innovación en la gestión del

patrimonio y al abrir nuevas oportunidades para su valorización desde una perspectiva sostenible y culturalmente sensible.

Referencias

Autodesk. (06 de 06 de 2025). *Autodesk Revit: software BIM para diseñar y crear todo lo que se proponga*. Obtenido de Autodesk: <https://www.autodesk.com/es/products/revit/overview>

CYPE Ingenieros S.A. (06 de 06 de 2025). *Detailed information- Cype Construction System*. Obtenido de Cype: <https://info.cype.com/en/product/cype-construction-systems/#inicio>