

# EUBIM 2020

Congreso Internacional BIM **9º** Encuentro de Usuarios BIM  
**BIM INTERNATIONAL CONFERENCE**

## **LIBRO DE ACTAS** **Masters of BIM**

Organizadores:



UNIVERSITAT  
POLITÀCNICA  
DE VALÈNCIA

Entidades Participantes:

**GURV**



[www.EUBIM.com](http://www.EUBIM.com)



---

**EUBIM 2020**

**Congreso internacional BIM  
9º Encuentro de usuarios BIM**

---

Valencia, 21, 22 y 23 de mayo de 2020

*Congresos UPV*

*EUBIM 2020. Congreso Internacional BIM / 9º Encuentro de Usuarios BIM*

Los contenidos de esta publicación han sido evaluados por el Comité Científico que en ella se relaciona y según el procedimiento que se recoge en <http://www.eubim.com>

Edición Científica

Begoña Fuentes Giner  
Inmaculada Oliver Faubel

Comité Organizador

Manuela Alarcón Moret  
Alberto Cerdán Castillo  
Amparo Ferrer Coll  
Begoña Fuentes Giner  
David Martínez Gómez  
Inmaculada Oliver Faubel  
Lorena Soria Zurdo  
José Suay Orenga  
David Torromé Belda  
Sergio Vidal Santi-Andreu

Edita

Editorial Universitat Politècnica de València, 2020  
[www.lalibreria.upv.es](http://www.lalibreria.upv.es) / Ref.: 6618\_01\_01\_01

ISBN: 978-84-9048-892-8



EUBIM 2020. Congreso Internacional BIM / 9º Encuentro de Usuarios BIM

Se distribuye bajo [una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Basada en una obra en <http://ocs.editorial.upv.es/index.php/EUBIM/EUBIM2020>

## PRESENTACIÓN

### EUBIM 2020: MASTERS OF BIM

Buscando la inspiración para este artículo editorial que todos los años introduce el Libro de Actas de nuestro congreso, el Comité Organizador de EUBIM hizo una lluvia de ideas (online, por supuesto) sobre los temas que debería recoger. Para nosotros es importante porque es el único espacio de todo el trabajo organizativo que realizamos donde expresamos nuestra opinión y análisis coral, de conjunto, consensuado.

Una premisa quedó clara desde el inicio: no íbamos a hablar del virus SARS-CoV-2 ni de la Covid 19, que nos ha obligado a suspender el congreso de este 2020.

La primera idea fue buscar nuestra inspiración en las fotos de los eventos anteriores. Craso y maravilloso error al mismo tiempo. Volver a verlas fue toparnos ante la evidencia de lo felices que éramos sin ser conscientes de ello. Echar la vista atrás nos ha permitido reconocernos con tantos amigos a lo largo de estos años, con tanta buena gente entre asistentes, patrocinadores, autores de comunicaciones, comité científico, etc. que genera aún más tristeza saber que no vamos a tener la oportunidad de volver a encontrarnos con ellas y ellos en esta edición. Pero también ha servido para reafirmar nuestro compromiso y voluntad en seguir trabajando para mantener el nivel de nuestro congreso donde lo han situado tantos esfuerzos y grandes aportaciones de todas las personas que conformamos el universo EUBIMmers.

Esa multitud de recuerdos en forma de fotografías, vídeos, historias, anécdotas, etc. nos llevaron al siguiente punto en nuestra lluvia de ideas: preguntarnos cómo iba a ser EUBIM 2021. A qué nuevos desafíos nos íbamos a tener que enfrentar en la “nueva normalidad” o como queramos denominarla. Qué íbamos a poder organizar de lo que veníamos haciendo hasta ahora y qué deberíamos replantearnos. Es evidente que esta situación en la que nos encontramos marca un antes y después. El progresivo retorno, con todo el grado de incertidumbre que ahora mismo acumulamos, a nuestras vidas anteriores, sabemos que no va a ser igual. Y, además, esta situación coincidirá con nuestro 10º aniversario. Así que nos hemos puesto ya a pensar en EUBIM 2021 y cómo queremos que sea. Todos los años nos pasa lo mismo. A una o varias semanas vista del congreso, ya abrimos la carpeta del siguiente año donde volcamos toda la experiencia y aprendizaje del evento que estamos a punto de sacar a la luz. Nos gusta, disfrutamos con lo que hacemos y con hacerlo juntos y eso se nos nota.

Y ahí, en ese preciso punto y en ese precioso instante, la inteligencia colectiva se sincroniza y empieza a producir una maravillosa sinfonía interpretada por solistas que deciden realizar una jam session conjunta. Y empieza a fluir la reflexión, el conocimiento del medio, el dominio de la materia, la experiencia real y el virtuosismo de cada miembro (quien se encarga de escribir esto en nombre de todo el equipo os puede asegurar que suena a música celestial y es un auténtico deleite para la inteligencia y los sentidos ver cómo se produce la magia, cómo se empieza a conformar la idea, a construirla con cada aportación, a perfilarla y definirla... es un in crescendo sublime y un auténtico privilegio poder ser testigo y partícipe).

La crisis financiera del 2008 nos borró a todos y a todo. Poco a poco hemos ido recuperándonos como sector, no sin sufrimiento, esfuerzo y pérdidas irreparables. Sin embargo, pareciera que el resurgir de la construcción en estos últimos años estaba reproduciendo patrones similares a los anteriores a la crisis. No tanto en la frenética carrera de inversiones inmobiliarias (afortunadamente), pero sí en volver a reproducir procedimientos de trabajo, de contratación, de filosofía empresarial, de trato, seguir repitiendo una y otra vez el modelo tradicional de funcionamiento, ese que todos los sesudos y exhaustivos estudios realizados demuestran que falla, que reproduce errores sistémicos proyecto tras proyecto. Es como si nada hubiese

pasado, como si recuperarse de aquel descalabro solo haya sido un paréntesis temporal para volver a replicar el mismo modelo de negocio.

Y en esas estábamos cuando, de repente, llegó un virus (¡ay, no queríamos hablar de él, pero no hay más remedio!) que todo lo paralizó. Y nos tuvimos que recluir en nuestras casas e intentar seguir trabajando y produciendo en la medida de lo posible. Y las débiles y obsoletas estructuras organizacionales del trabajo presencial y poco cooperativo empezaron a hacer aguas. Y, de esta manera, se evidenció que nuestro sector (la parte técnica, la que nosotros hacemos posible) no se había preocupado de la gestión de la información ni había políticas empresariales en ese sentido. La mayor fuente de riqueza del s.XXI nosotros la tenemos olvidada, descuidada, desatendida. Sin infraestructura ni estructura. Dispersa. A criterio individual de quien la maneja. Y, claro, así poco se podía hacer fuera del entorno de trabajo presencial. Esta ha sido una prueba de estrés que nuestro sector no ha superado. Se habrá parcheado, resuelto a duras penas y con muchos vacíos, pero en líneas generales, no estábamos preparados (como otros muchos sectores económicos) ni hemos podido reinventarnos y adaptarnos a las circunstancias (como sí han hecho otros muchos sectores).

Sin embargo, como en todos los apocalipsis, hay especies que sobreviven por su capacidad para la adaptación al nuevo medio. Especies que, seguramente sin saberlo, su *modus operandi* y filosofía de trabajo les estaba preparando para esta nueva realidad. Fundamentalmente porque esa filosofía de trabajo exige una estructuración de la información con la que trabajan bien organizada, compartida, colaborativa y alojada en espacios en la nube o en servidores a los que conectar en remoto desde cualquier ubicación. Los EUBIMmers, si restringimos el análisis al modelo organizacional del trabajo productivo, han superado esta prueba con nota. Trabajar con equipos humanos deslocalizados, por objetivos frente a la presencialidad, con la infraestructura necesaria para afrontar esta situación (insistimos, no porque se esperase sino porque es su forma de trabajo natural), de forma colaborativa, equitativa y solidaria. Apenas han notado el cambio en las condiciones de desarrollo de su actividad. Todo está donde tenía que estar, accesible, estructurado y listo para seguir donde se dejó la jornada anterior a la orden de confinamiento.

Esta situación ha forzado, como nada hasta ahora lo había hecho, el impulso a la digitalización de procesos. Se está desarrollando casi toda la actividad que es posible realizar online de este modo. Y creemos que muchos de los procesos que ahora se han implementado con urgencia y necesidad, han llegado para quedarse. Superada esta fase, se mejorarán y ampliarán, pero ya no van a desaparecer. De hecho, regresar a la situación anterior sería percibido por la sociedad como un retroceso. Especialmente en el ámbito de la administración pública y la atención a la ciudadanía.

Confiamos en que estos avances también tengan su repercusión en el sector de la construcción. Que las organizaciones, empresas, pequeños y grandes despachos de arquitectura e ingeniería, hayan aprendido la importancia de la información con la que trabajan en su día a día. Que preparen un buen plan de acción para actualizarse, modernizarse y poner en valor uno de los activos más importantes que tienen junto al de las personas que lo hacen posible. No aprender de esta situación y volver a reproducir el modelo tradicional una vez superada esta etapa, nos hará retroceder aún más si cabe como sector productivo. Llevamos años hablando, evangelizando y mostrando los beneficios que BIM puede aportar a la construcción. Y, a pesar de las tristes circunstancias actuales, resulta que este virus ha aportado una evidencia más a favor de nuestros argumentos.

El equipo de EUBIM seguiremos trabajando con la misma ilusión para favorecer, desde nuestra humilde posición, el avance y difusión de la metodología BIM y todo el cambio de paradigma que conlleva. Desde nuestras respectivas casas, online, o de forma presencial y retomando el contacto humano, que tanto echamos de menos, la sinfonía seguirá sonando porque nuestros instrumentos están afinados y nuestra cultura del trabajo nos había preparado, sin saberlo, para afrontar esta situación. Lo único para lo que no estábamos preparados era para enfrentarnos a la evidencia de que este año no íbamos a poder celebrar

nuestro encuentro. Ese fue un duro golpe. Pero el vínculo que se ha establecido entre nosotros es más fuerte que el aislamiento, la distancia y la desazón que nos pueda invadir a veces. Eso sin hablar de las múltiples muestras de apoyo, solidaridad, comprensión y estímulo que los EUBIMmers nos han hecho llegar. Desde los autores de comunicaciones que han querido mantener sus trabajos a pesar de no celebrarse el congreso, los inscritos que teníamos antes del estado de alarma y que no se dieron de baja ni cuando fue declarada, los patrocinadores que mantuvieron su compromiso por si contemplábamos la posibilidad de posponerlo en vez de anularlo, el Comité Científico que continuó haciendo su trabajo de revisión o todo el personal de la Universitat Politècnica de València que puso en marcha toda su capacidad de trabajo a nuestro servicio.

Queremos que las últimas líneas de nuestra editorial sean de sincero agradecimiento para todos ellos, para todas las personas que os unís a esta banda y hacéis posible que la melodía sea coral, compartida, multitudinaria y, sin embargo, afinada y a la vez, muy personal. Gracias. Sabéis que nos tenéis ya trabajando para el 2021, para nuestro 10º aniversario, para ese momento en que por fin podamos reunirnos y expresar a viva voz y en directo: Yo soy EUBIMmer.

Cuidaos mucho,

El comité organizador de EUBIM

## COMITÉ INSTITUCIONAL

- Rector Magnífico de la Universitat Politècnica de València, D. Francisco J. Mora Mas.
- Presidente del Grupo de Usuarios Revit Valencia (GURV), D. Alberto Cerdán Castillo.
- Director de la ETS de Ingeniería de Edificación UPV, D. Francisco Javier Medina Ramón.
- Director de la ETS de Arquitectura UPV, D. Iván Cabrera i Fausto.
- Director del Departamento de Construcciones Arquitectónicas UPV, D. José M<sup>a</sup> Fran Bretones.

## COMITÉ CIENTÍFICO

- Jesús Alfaro González - Universidad de Castilla-La Mancha
- Alberto Cerdán Castillo - Consultor BIM
- Eloi Coloma Picó - Universitat Politècnica de Catalunya
- Gonçal Costa Jutglar - La Salle BES
- Jesús De Paz Sierra - Universidad de Cantabria
- Ernesto Faubel Cubells - Universitat Politècnica de València
- Ángel José Fernández Álvarez - Universidade da Coruña
- Begoña Fuentes Giner - Universitat Politècnica de València
- Jaume Gimeno Serrano - Universitat Politècnica de Catalunya
- Beatriz Inglés Gosálbez - Universidad Europea de Madrid
- Isabel Jordán Palomar - Consultora BIM
- Óscar Liébana Carrasco - Consultor BIM
- Norena Natalia Martín Dorta - Universidad de La Laguna
- Inmaculada Oliver Faubel - Universitat Politècnica de València
- Luis Pallarés Rubio - Universitat Politècnica de València
- Eugenio Pellicer Armiñana - Universitat Politècnica de València
- Juan Luis Pérez Ordóñez - Universidade da Coruña
- Miquel Rodríguez Niefenführ - Universitat Politècnica de Catalunya
- Rafael Sánchez Grandía - Universitat Politècnica de València
- José Antonio Vázquez Rodríguez - Universidade da Coruña

## COMITÉ ORGANIZADOR UPV-GURV

- Manuela Alarcón Moret
- Alberto Cerdán Castillo
- Amparo Ferrer Coll
- Begoña Fuentes Giner
- David Martínez Gómez
- Inmaculada Oliver Faubel
- Lorena Soria Zurdo
- José Suay Orenga
- David Torromé Belda
- Sergio Vidal Santi-Andreu



## TEMAS DEL CONGRESO

Continuando con las líneas de investigación y divulgación que fueron tratadas durante el Congreso Nacional BIM (EUBIM 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019), los temas del congreso son:

1. FORMACIÓN E INVESTIGACIÓN EN BIM

2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BIM

3. EXPERIENCIAS REALES CON BIM

## 1. FORMACIÓN E INVESTIGACIÓN EN BIM

Creemos que la Universidad debe ser un agente de cambio fundamental en la divulgación, formación e investigación de nuevas metodologías de gestión de proyectos de construcción. Los futuros profesionales del sector deberían finalizar sus estudios con un nivel competencial suficiente tanto en el conocimiento de estas metodologías como en el dominio de sus herramientas de aplicación. Del mismo modo, el fomento y obtención de resultados de investigación sobre este campo lo consideramos fundamental para la necesaria evolución de nuestro sector productivo.

### 1.1 Investigación

Comunicaciones originales resultantes de un trabajo de investigación (ya finalizado o en progreso) centrado en BIM o donde la metodología BIM juega un papel fundamental en la investigación.

En este campo están invitados a presentar comunicaciones autores de tesis doctorales, trabajos final de máster, proyectos final de grado y grupos de investigación o investigadores a título individual o colectivo.

### 1.2 Formación

Comunicaciones originales resultantes de la experiencia real de programar e implementar en el currículo de asignaturas regladas de grado y postgrado herramientas BIM: objetivos, posibilidades e inconvenientes, metodología formativa, trayectoria, resultados, futuro.

Comunicaciones originales resultantes de la experiencia real de programar e implementar el aprendizaje de herramientas BIM en formación continua, tanto en cursos específicos como seminarios de naturaleza académica y técnica: objetivos, posibilidades e inconvenientes, metodología formativa, trayectoria, resultados, futuro.

En este campo están invitados a presentar comunicaciones tanto el profesorado universitario como formadores BIM fuera del ámbito universitario que deseen presentar su experiencia docente específica en la formación y el proceso aprendizaje enseñanza de herramientas BIM.

### 1.3 Empleabilidad

Las salidas profesionales y las nuevas profesiones creadas como consecuencia del empleo de la metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción.

Nos gustaría recibir comunicaciones originales sobre las expectativas de empleabilidad que puede tener el dominio de la metodología BIM, los requisitos de formación y capacidades que solicitan los empleadores y casos reales de profesionales que han encontrado empleo gracias a sus conocimientos en BIM: localización de la oferta de empleo, requisitos solicitados, demostración de competencias y capacidades del aspirante durante el proceso de selección, etc.

## 2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BIM

Evolución de la edificación y construcción, costes y presupuestos con el diseño en BIM. Algunos de estos aspectos se pueden gestionar con programas BIM, para optimizar los costes y el funcionamiento tanto de los inmuebles como de los servicios.

Las comunicaciones pueden incidir en cómo el BIM puede influir en los procesos de:

### 2.1 Costes, mediciones y presupuestos

En el ámbito del diseño y construcción con BIM destacamos los procesos de costes, mediciones y presupuestos.

### 2.2 Gestión de las TI

El uso del BIM para el mantenimiento de las infraestructuras tecnológicas y gestión de su información incluida su relación con otros elementos del edificio estructurales o no.

### 2.3 Gestión de los espacios

Ejemplo de ello es la necesidad actual de crear completos catálogos que permitan a los usuarios disponer de todos los servicios que pueden ser ofrecidos y soportados por la infraestructura, como la reserva de salas, petición de catering, gestión de plazas de aparcamiento, petición de mudanzas y traslados, gestión de llaves, gestión de visitas y un largo etcétera que varía según las posibilidades de cada organización.

### 2.4 El mantenimiento de los activos, mantenimiento preventivo y correctivo

Para planes de mantenimiento operativo (tareas que permiten mantener un activo funcionando y en un estado óptimo) o mantenimiento basado en el estado (y no de una periodicidad arbitraria) que permiten alargar los ciclos de vida de los activos, disminuyendo el número y la gravedad de incidencias, y a la larga, reducir los costes derivados de ellos.

### 2.5 Aplicaciones de las nubes de puntos

Escaneado y reproducción de espacios mediante nubes de puntos a aplicaciones BIM y su relación con el Facility Management.

### 2.6 Facility Management

Evolución del Facility Management gracias a la influencia del BIM y sus posibilidades.

### 2.7 Metodologías BIM al servicio del FM

Cómo el uso del BIM se convierte en una ventaja estratégica para la empresa de Facility Management.

## 2.8 Propiedad y Legalidad en BIM

Aspectos legales y de Propiedad Industrial e Intelectual dentro de BIM.

## 2.9 Conexión de programas BIM con bases de datos y BMS

Posibilidades de conexión y beneficios prácticos que ofrece el uso del software BIM junto con diferentes bases de datos y por otra parte con building management systems o sistemas de gestión de edificaciones, domótica y automatización integral de inmuebles con alta tecnología basado en software y hardware de supervisión y control instalado en edificios.

## 2.10 El papel del BIM en las smart cities

Utilidades de la metodología BIM en las futuras Smart cities y el papel que puede desempeñar o cómo puede contribuir a conseguir ciudades súper-eficientes y sostenibles. Todo ello desde el punto de vista de cómo puede contribuir el BIM a una supervisión optimizada del espacio de la ciudad, a la relación interactiva y móvil entre sus habitantes o el desarrollo y promoción de nuevas formas de cooperación entre otros.

## 2.11 Normalización

Cualquier estudio o reflexión sobre aspectos o elementos que deban ser considerados en el desarrollo de los estándares para una implantación del BIM a nivel nacional. Como propuestas de estándares, formatos de intercambio, propuesta de documentos, opciones de digitalización, roles y perfiles profesionales, certificaciones, etc...

## 2.12 Programación Visual y Desarrollo de aplicaciones vía API

Estudios y aplicaciones de programación visual o desarrollo de aplicaciones via API en cualquier plataforma y con cualquier herramienta para BIM que facilite la manipulación de datos, el modelado de geometrías estándar o complejas, explorar opciones de diseño, automatizar procesos, y crear vínculos entre múltiples aplicaciones.

## 2.13 Realidad Virtual, Realidad aumentada y Realidad Mixta

Estudios y usos de la información dentro del modelo BIM para diferentes aplicaciones enfocados a una realidad tridimensional / virtual o real.

### 3. EXPERIENCIAS REALES CON BIM

Experiencias reales tras la utilización de BIM como metodología de trabajo, control de la información generada en relación a una construcción, durante todo su ciclo de vida. El uso del BIM va asociado a grandes cambios y por lo tanto se suele encontrar resistencia al mismo, y no siempre termina con el final deseado si no se realiza adecuadamente.

Este sería el tema más práctico del congreso y estamos interesados en información sobre:

#### 3.1 Experiencias reales

Testimonios de empresas locales que hayan implementado el BIM como metodología de trabajo, incluyendo la descripción del proceso que les ha posibilitado la adopción de esta nueva metodología, los problemas que han tenido que superar y los resultados obtenidos.

#### 3.2 Casos de éxito

Redundando sobre el apartado anterior, buscamos información sobre los beneficios obtenidos como consecuencia de esta implementación, sobre todo en el terreno las nuevas oportunidades de negocio aportadas a la empresa como conciencia de la adopción de la metodología BIM como procedimiento de trabajo.

#### 3.3 Coordinación entre diferentes agentes del proceso constructivo

Soluciones de coordinación entre los diferentes agentes que intervienen en el proceso constructivo en nuestro país.

#### 3.4 Procesos

Nuevos procesos tras la utilización de BIM como metodología de trabajo en una empresa.

#### 3.5 Adaptación de Flujos de Trabajo

Adaptación de los flujos de trabajo existentes en una empresa a los nuevos requeridos como consecuencia de la implementación BIM.

#### 3.6 Generación de documentos de Construcción

Cambios en la documentación de construcción generada como consecuencia de la inclusión de nuevos métodos de producción de la misma.

## ÍNDICE DE COMUNICACIONES Y PONENCIAS

### 1. FORMACIÓN E INVESTIGACIÓN EN BIM

- 1.1 SISTEMA DE INTEGRACIÓN DE NORMATIVA PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN SOFTWARE DE MODELADO BIM  
García-Dópido, Inmaculada; Chorro-Domínguez, Francisco Javier; Marín-Miranda, María José; Martín-Castizo, Manuel.....Pág.15
- 1.2 A DIGITAL WORKFLOW FOR BUILDING ASSESSMENT AND RENOVATION  
Di Giuda, Giuseppe Martino; Seghezzi, Elena; Schievano, Marco; Paleari, Francesco.....Pág.23
- 1.3 HERRAMIENTA DE INTERCAMBIO DE DATOS ENTRE SOFTWARE DE MODELADO BIM Y SOFTWARE DE SIMULACIÓN ENERGÉTICA  
Chorro-Domínguez, Francisco Javier; García-Dópido, Inmaculada; Marín-Miranda, María José; Martín-Castizo, Manuel.....Pág.32
- 1.4 ANÁLISIS COMPARATIVO DE SIMULACIONES ENERGÉTICAS REALIZADAS EN BIM CON ENERGYPLUS  
Bienvenido-Huertas, José David; Pérez-Ordóñez, Juan Luis; Seara-Paz, Sindy.....Pág.42
- 1.5 PROTOCOLO HBIM PARA LA RESTITUCIÓN HISTÓRICA DEL PATRIMONIO CULTURAL Y ARQUITECTÓNICO: RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL DEL FORO ROMANO DE SAGUNTO  
Cos-Gayón\_López, Fernando; Linares\_Jáquez, Yira; Cordon\_Llácer, Joan.....Pág.50
- 1.6 SIMULACIÓN DE EDIFICIOS RESIDENCIALES: EL PROYECTO SPHERE H2020 820805 - QUÉ NOS PUEDE APORTAR EN LA MEJORA DEL DISEÑO Y LA EXPLOTACIÓN DEL EDIFICIO  
Vicente-Legazpi, Pablo; Loscos, Eduard .....Pág.59
- 1.7 MACHINE LEARNING PARA LA COLOCACIÓN DESATENDIDA DE OBJETOS EN MODELOS BIM  
Abellán-Alemán, José María; Núñez-Calzado, Pedro Enrique; Antúnez-Rodríguez, Manuel; Jiménez-de Lope, José María; Martínez-Gómez, David.....Pág.67
- 1.8 METODOLOGÍA HBIM PARA LA CARACTERIZACIÓN DE DIFERENTES INTERVENCIONES POR ÉPOCA EN EL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO: APLICACIÓN EN EL TEATRO ROMANO DE SAGUNTO  
Cos-Gayón\_López, Fernando; Sfeir, Lucas; Cordon\_Llácer, Joan.....Pág.78
- 1.9 DATA CLASSIFICATION IN BUILDING DATA PROJECTS: AN INFORMATION-BASED APPROACH TO BIM PROJECTS IN FRANCE  
Gordo-Gregorio, Paula; Guéna, François .....Pág.86
- 1.10 AN INNOVATIVE DATA-BASED APPROACH FOR GRADUAL INTEGRATION OF BIM IN DESIGN TENDERING  
Di Giuda, Giuseppe Martino; Locatelli, Mirko; Pattini, Giulia y Pellegrini, Laura.....Pág.99

## 2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BIM

- 2.1 BIMBOT- (INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA AL DISEÑO CON BIM)  
Frías, César; Crespo, Beatriz; Alonso, Pablo; Peña, José María; Muelas, Santiago;  
Almeida, Lorena; Pérez, Álvaro; Cruz, Lorena; Molina, Borja; Fernández, Miguel; Sánchez, Érika;  
Cobos, Inmaculada; Fillat, Isabel.....Pág.106
- 2.2 LA REALIDAD VIRTUAL COMO DIMENSIÓN DEL BIM. APLICACIONES REALES AL PROYECTO  
Y EXPLOTACIÓN DE CARRETERAS  
Alcobendas, Julio; Casado, Sergio; Martínez-Ibáñez, Víctor; Aranda Domingo, José Ángel....Pág.116
- 2.3 EL PAPEL DEL FM EN LA FASE DE PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO  
García Montesinos, Francisco Javier.....Pág.126

## 3. EXPERIENCIAS REALES CON BIM

- 3.1 OPTIMIZACIÓN DE MODELOS BIM MEDIANTE EL PROCESO DEL CONTROL DE CALIDAD  
Moreno-Sánchez, Sara; Marcos-Fernández, Sarai;.....Pág.137
- 3.2 CDE EXTENDIDO. IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTA EN LA NUBE PARA LA GESTIÓN  
MASIVA DE BIM360 EN UNA PROMOTORA RESIDENCIAL  
Liébana Carrasco, Óscar; Guerra Barroso, Iván; Liébana Carrasco, César.....Pág.147
- 3.3 GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE MODELOS BIM DE CARRETERAS A PARTIR DE DATOS DE  
INVENTARIO EXISTENTE  
Moya Sala, Joaquim; Jardí Margalef, Agustí.....Pág.158
- 3.4 DIGITALIZACIÓN DE LA SUBESTACIÓN DEL EMBALSE DE BELESAR  
Abellán-Alemán, José María; Vázquez-Rodríguez, José Antonio; Miquel-López, José Carlos;  
Cano-Alderete, Amparo; Perales-Portillo, Germán; Martínez-García, Pedro Antonio; Buendía-  
Peláez, Juan Ignacio; Sánchez-Juncal, Evelio; Carballo-Solla, Rogelio.....Pág.169
- 3.5 KUBIK, LA CONSTRUCCIÓN DE UN “DIGITAL TWIN” MEDIANTE METODOLOGÍA BIM  
San Mateos-Carreon, Rosa; Varela-Acevedo, Agustín, Maiza-Anton, Iñaki; Olaizola-Martija,  
José Manuel.....Pág.180
- 3.6 INDUSTRIALIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN CON BIM EN LOS PROCESOS DE MONTAJE DE  
INSTALACIONES DE TUBERÍAS  
Soria-Zurdo, M<sup>a</sup>-Lorena; Policarpio-Queralt, Jesús.....Pág.190
- 3.7 EXPERIENCIA REAL BIM PARA UNA REFORMA INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA  
INTERNACIONAL EN SENER  
Sola-Jerez, Marc; Para-Ayuso, Gloria, Carcelero-Ibáñez, Bibiana.....Pág.203

## FORMACIÓN E INVESTIGACIÓN EN BIM



## SISTEMA DE INTEGRACIÓN DE NORMATIVA PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA EN SOFTWARE DE MODELADO BIM

**García-Dópido, Inmaculada<sup>a</sup>; Chorro-Domínguez, Francisco Javier<sup>a</sup>; Marín-Miranda, María José<sup>a</sup>; Martín-Castizo, Manuel<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de Construcción (Intromac)-Departamento de tecnologías y construcción sostenible, Cáceres (España), inmaculadadopido@unex.es

---

### Abstract

*Currently, the reduction of energy consumption has become one of the main goals in building design. For this purpose, Spanish Technical Building Code establishes the Basic Document HE1 in which a building must be in the limited values proposed in order to obtain minimum quality values in the field of energy saving.*

*The main Building Information Modeling (BIM) programs offer energy simulation tools with several integration levels, nevertheless, the workflow for energy testing requires an exchange of information between different platforms. Unfortunately, this process is unable to maintain the information consequently it generates losses and incompatibility at this time.*

*In this work, it has been development a new system for ascertainment integrated in the BIM Revit software. For this purpose, it has been used a set of Python algorithms which provide a simulation of the thermal properties into the building envelope in comparison to limited official values.*

*This application allows real-time execution from the early stages of design, offering an user-friendly and intuitive interface. In its decision making, the results achieved provide an efficient tool for the initial analysis of the project.*

**Keywords:** BIM, energy efficiency, CTE, Python, Revit.

---

### Resumen

*En la actualidad la reducción del consumo energético se ha convertido en uno de los objetivos principales en el diseño de edificios. Para ello, el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico DB HE1 establece los valores límite que debe cumplir una edificación a efectos de obtener unos valores mínimos de calidad en el campo de ahorro energético.*

*Los principales programas de modelado BIM ofrecen herramientas de simulación energética con distintos niveles de integración, no obstante, el flujo de trabajo para la comprobación energética actualmente precisa un intercambio de información entre distintas plataformas generando pérdidas de información e incompatibilidad entre procesos.*

*En este trabajo se ha desarrollado un nuevo sistema de comprobación de normativa integrado en el software BIM Revit. Mediante el uso de algoritmos desarrollados en Python se realiza una simulación de las propiedades térmicas de la envolvente del edificio comparándose con la normativa vigente. Esta aplicación permite la ejecución a tiempo a real desde las fases iniciales de diseño, ofreciendo una interfaz gráfica intuitiva y de fácil manejo. Los resultados obtenidos proporcionan una herramienta eficiente para el análisis inicial del proyecto con el fin ayudar en la toma de decisiones.*

**Palabras clave:** BIM, demanda energética, normativa, CTE, Python, Revit.

---

## **Introducción**

El sector residencial en España, con un parque superior a 17 millones de viviendas permanentemente habitadas, supone un 17% del consumo final de energía y un 25% de la demanda de consumo eléctrico, cifras que han ido incrementando en los últimos años debido al aumento tanto del número de viviendas como a cambios en las demandas frente a la tendencia a la baja del sector industrial (De Arriba Segurado & García Barquero, 2018).

Analizando el reparto de consumos en función de los usos, los sistemas de calefacción suponen más de un 40% de la demanda de energía por parte de la vivienda, valores que superan el 60% de media en la unión europea. Esta demanda de energía está relacionada con las condiciones térmicas de la envolvente del edificio, por lo que una mejora de las mismas afecta de forma directa al consumo de energía de la edificación (De Arriba Segurado & García Barquero, 2018).

Por ello, con el fin de controlar la demanda energética de los edificios, tanto de nueva construcción como para los casos de intervenciones en edificios existentes, el Código Técnico de la Edificación establece en uno de sus documentos básicos las condiciones que deberá tener la envolvente térmica en función de la zona climática en la que se encuentre la edificación (Código Técnico de la Edificación, 2006).

Con el fin de determinar las condiciones de la envolvente y comprobar la demanda respecto a los valores máximos o límite que establece la normativa, los técnicos disponen de distintos software reconocidos oficialmente que permiten realizar simulaciones energéticas de los edificios a partir de los datos geométricos y constructivos.

En las últimas décadas, el desarrollo de la metodología BIM (Building Information Modeling) en la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) representa una nueva forma de diseñar y gestionar los proyectos (Azuar, 2011). Esta metodología abarca todo el ciclo de vida del edificio, permitiendo incorporar distintos tipos de información al modelo virtual, desde información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), de sostenibilidad (6D) y de mantenimiento (7D) (Sánchez Ortega, 2016).

La sexta dimensión (6D) se basa en la realización de simulaciones energéticas, con el fin de estudiar todas las posibles alternativas hasta lograr una solución óptima. Actualmente, los principales software de modelado integran herramientas BIM para la simulación energética, permitiendo comprobar la demanda de los edificios durante el proceso de diseño. En el caso del software de modelado Autodesk Revit, integra en su entorno la herramienta Green Building Studio que, si bien permite realizar dichas verificaciones, no se adapta a la legislación estatal española siendo necesario el intercambio de información entre distintos software para realizar comprobaciones.

Para facilitar el intercambio de información entre distintas plataformas BIM, en el año 1994 se crea el estándar IFC, que permite la interoperabilidad entre sistemas (Alcides Jacoski & Machado Hoffmeister, 2018). Sin embargo, este proceso genera pérdidas de información e incompatibilidades con las herramientas de simulación no integradas en el entorno del software de modelado que, en la mayoría de las ocasiones, se traducen en un incremento del tiempo de desarrollo del proyecto.

Esta investigación ofrece un nuevo sistema de integración de normativa dentro del software de modelado BIM teniendo en cuenta la complejidad actual en los procesos de intercambio de información. En consecuencia, se propone una herramienta de comprobación integrada en el entorno de Autodesk Revit y adaptada a la legislación estatal que permite controlar los parámetros energéticos desde las primeras fases del diseño arquitectónico.

### **1. Metodología**

La metodología utilizada permite integrar, desde la fase de diseño arquitectónico, la comprobación de los parámetros energéticos de la envolvente de los edificios respecto los valores de referencia de la normativa a través de una herramienta integrada en el software de modelado BIM Autodesk Revit.

Dado que el cálculo de la demanda energética supone la realización de simulaciones en unas condiciones operacionales definidas y dichas operaciones no son integrables en fases iniciales, el objeto de esta

herramienta es permitir la comparación de los parámetros de la envolvente desde las primeras fases entre el edificio objeto de estudio y los valores de referencia.

Este sistema permite la utilización tanto de los parámetros arquitectónicos como constructivos de la envolvente térmica desde las fases iniciales del proyecto obteniendo un modelo optimizado antes de proceder a su intercambio con los programas oficiales de certificación, en los cuáles se podrá certificar si el edificio cumple con las demandas de energía establecidas.

### 1.1. Normativa

Para controlar la demanda energética de los edificios, la normativa (Código Técnico de la Edificación, 2006) establece unos valores límite de los parámetros de las envolventes que varían en función del uso de los edificios y de la zona climática en la que se ubiquen. Para los casos de edificios de uso residencial privado, establece unos valores límite de demanda energética tanto de calefacción como de refrigeración que varían en función de la zona climática y de la superficie útil y, para los casos de edificios de otros usos, establece el porcentaje de ahorro de la demanda energética respecto a un edificio de referencia.

Para que el edificio se adapte a los límites de demanda establecidos, la normativa aporta unos valores orientativos de los parámetros característicos de la envolvente que, si bien no garantizan el cumplimiento de la exigencia, permiten que las soluciones constructivas del proyecto se aproximen al cumplimiento de la demanda.

De esta manera establece, tanto para edificios de uso residencial como para edificios de otros usos, unos valores característicos de transmitancias que dependen de la zona climática y, en el caso de los huecos de la orientación.

### 1.2. Nuevo sistema de integración de normativa

El sistema desarrollado permite comparar los valores de transmitancia de los distintos elementos de la envolvente respecto a los valores de referencia que establece la normativa, obteniéndose como resultado el porcentaje de desviación respecto a los valores establecidos para el edificio de referencia (Apéndice D, Documento Básico HE 1, 2020) y para las soluciones constructivas en uso residencial (Apéndice E Documento Básico HE 1, 2019).

Tanto el cálculo de los valores de transmitancia de los distintos elementos como el porcentaje de desviación respecto a los valores límite forma parte del nuevo sistema desarrollado utilizando algoritmos en Python, a partir de los valores de referencia del catálogo de elementos constructivos y de los criterios establecidos en el Código Técnico.

#### 1.2.1. Transmitancia de muros

El Código Técnico de la Edificación establece la transmitancia térmica de los muros a partir de la resistencia térmica total del elemento constructivo, la cual viene dada por el sumatorio de los valores de resistencia térmica de las distintas capas del elemento y las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior. Dichos valores de resistencia dependen del espesor de la capa y de la conductividad térmica del material que la compone, excepto para las cámaras de aire, cuyos valores dependen del espesor y el tipo de ventilación (Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía, 2019).

La transmitancia es calculada con los valores y procedimientos indicados, utilizando los parámetros pertinentes dentro de los algoritmos de programación desarrollados, tal y como se muestra en el pseudocódigo de la tabla 1.

La comparación de los valores de cálculo respecto a la transmitancia límite permite comprobar si la solución constructiva adoptada se aproxima a la solución para el cumplimiento de la demanda. Dado que los valores de transmitancia límite establecidos son valores orientativos para el pre-dimensionado constructivo, la

herramienta nos permite comprobar el porcentaje de desviación de la transmitancia del elemento respecto al límite.

En consecuencia, se realizan tres comprobaciones con un parámetro asociado a cada uno de ellos: desviación con respecto al edificio de referencia (Apéndice D, Documento Básico HE 1, 2020) desviación con respecto a los valores orientativos de los parámetros característicos de la envolvente para los casos de soluciones constructivas en uso residencial (Apéndice E Documento Básico HE 1, 2019) y cumplimiento de la limitación por descompensación (Código Técnico de la Edificación, 2006).

Para el cálculo de desviación con respecto al edificio de referencia se parte de los valores definidos en la normativa recogidos en el Apéndice D del Código Técnico, asociados en el caso de los muros de fachada a la zona climática en la que está ubicado el edificio. Esta comprobación se realiza como se muestra en los puntos 3 y 6 del pseudocódigo.

Para determinar la desviación respecto a los valores orientativos de los parámetros característicos de la envolvente para soluciones constructivas en uso residencial, el apéndice E no establece unos valores límite, sino unos valores recomendados para obtener un edificio eficiente adaptado a la normativa, que serán de nuevo determinados a partir de la zona climática. A partir de estos valores puede calcularse la desviación respecto a los valores orientativos como se indica en los puntos 4 y 6 del pseudocódigo.

Por otro lado, para los casos de edificios de uso residencial privado, la normativa establece un valor límite de descompensación de los distintos elementos de la envolvente, por lo que en este caso comprobamos directamente si los valores de transmitancia de la solución constructiva cumplen o no la limitación de descompensación establecida, tal y como se describe en los apartados 5 y 6 del pseudocódigo.

Estos datos se han incluido como parámetros generales del proyecto, de modo que con una herramienta programada en lenguaje Python mediante la extensión Dynamo se comprueba tanto numéricamente la desviación respecto a los valores límite.

Tanto el cálculo de los valores de transmitancia de los distintos elementos como el porcentaje de desviación respecto a los valores límite forman parte del nuevo sistema desarrollado utilizando algoritmos en Python, a partir de los valores de referencia del catálogo de elementos constructivos y de los criterios establecidos en el Código Técnico.

Tabla 1. Pseudocódigo del nuevo sistema de comprobación de muros. Fuente: Elaboración propia (2020)

```

1. Entradas: ZonaClimatica,Envolvente[1...n],Resistenciatermica(R) [1...n]
2. Cálculo de transmitancia:
   for i in elementos_muros[1...n]:
       Transmitanciaincalculada_CTE[i] =1/(Resistenciatermica(R)[i]
       [1...n]+Rse(0.13)+Rsi(0.04))
3. Cálculo Transmitancia límite edificio de referencia:
   Transmitancialimite_ER = tablas_normativa (ZonaClimatica)
4. Cálculo Transmitancia límite del apéndice E:
   Transmitancialimite_AE = tablas_normativa (ZonaClimatica)
5. Cálculo limitación por descompensación
   Limitaciondescompensación= tablas_normativa(ZonaClimatica)
6. if Envlovente[1...n]='S'
   Desviaciónrespecto_ER[1...n]=
       Transmitanciaincalculada_CTE[1...n]/Transmitancialimite_ER
   Desviaciónvalores_orientativos[1...n]=
       Transmitanciaincalculada_CTE[1...n]/Transmitancialimite_AE

   if Transmitanciaincalculada_CTE[1...n]< Limitaciondescompensación
       Limitación_descompensación = 'Cumple'
   else
       Limitación_descompensación = 'No cumple'
7. Salida: Desviación respecto_ER[1...n],
   Desviaciónvalores_orientativos[1...n], Limitación_descompensación[1...n],
   Transmitanciaincalculada_CTE[1...n].

```

### 1.2.2. Transmitancia de huecos

En los huecos es preciso comprobar respecto a los valores límite tanto la transmitancia como el factor solar modificado.

La transmitancia viene determinada por el valor de la parte opaca y de la zona acristalada, la cual se obtiene con los parámetros introducidos en el modelo como se indica en el pseudocódigo de la tabla 2.

En este caso, para la comparación de estos valores calculados respecto a los valores límite es necesario determinar la zona climática, la orientación de cada uno de los huecos, el tanto por ciento de huecos en cada orientación y el porcentaje de huecos respecto a la superficie útil, puesto que los valores límite se establecen en base a estos criterios en la normativa. Puesto que el software permite orientar los edificios, mediante programación se asigna de forma automática dicha orientación a cada uno de los elementos del modelo, es decir, tanto a huecos como a muros como puede observarse en el punto 2 y 3 de la tabla 2.

A través del desarrollo de los nuevos algoritmos se integran en el modelo los valores límite establecidos en el Anejo D, obtenidos a partir de la orientación y el porcentaje de huecos respecto a la parte ciega. Estos aspectos pueden observarse en los puntos 6 y 7 de la tabla 2.

En el caso de los valores de referencia del Apéndice E, además de la orientación, se tiene en cuenta el porcentaje de huecos con respecto a la superficie útil de la vivienda, dato que se obtiene a partir de la creación de planos de área. Los valores a aplicar se definen entre unos rangos del 10% al 15% de porcentaje de huecos, por lo que se realiza una interpolación entre los datos de proyecto y los establecidos en las tablas del documento, tal como se describen en el punto 5 de la tabla 2.

En este caso, no se ha integrado la comprobación del factor solar modificado de los huecos puesto que para ello, es preciso definir los niveles de carga interna. Siendo una comprobación de los valores a nivel indicativo para integrar en las fases previas de proyecto, la inclusión de esta información, que supone un cálculo de la densidad de las fuentes internas en W/m<sup>2</sup>, quedaría fuera del objeto de este estudio.

Tabla 2. Pseudocódigo del nuevo sistema de comprobación de huecos. Fuente: Elaboración propia (2020)

---

```

1. Entradas: ZonaClimatica,Envolvente[1...n],Transmitancia Vidrio(TV) [1...n], Area
vidrio (AV) [1...n], Tranmitancia marco (TM) [1...n], Area del marco (AM) [1...n],
2. Cálculo de orientacion:
  for i in elementos_ventanas[1...n]:
    orientacion[i] =rotacion(ángulo a norte real, punto base del modelo)
  for i in elementos_muros[1...n]:
    orientacion[i] =rotacion(ángulo a norte real, punto base del modelo)
3. Cálculo del porcentaje de huecos:
  for j i in [N,NE,E,SE,S,SW,W,NW]
    porcentaje_huecos [j] =
AreaVentanas(orientacionj)/(Area_ventanas(orientacionj)+Area_muros(orientacionj)
4. Cálculo de transmitancia:
  for i in elementos_ventanas[1...n]:
    Transmitanciacalculada_CTE[i] =(AV[i] *TV[i] +AM[i] *TM[i])/(AV[i] +TM[i])
5. Cálculo Transmitancia límite edificio de referencia:
  Transmitancialimite_ER = tablas_normativa (ZonaClimatica, porcentaje_huecos)
6. Cálculo Transmitancia límite del apéndice E:
  Transmitancialimite_AE = tablas_normativa (ZonaClimatica)
7. Cálculo limitación por descompensación
  Limitaciondescompensación= tablas_normativa(ZonaClimatica)
8. if Envolvente [1...n]=Sí
  Desviaciónrespecto_ER[1...n]=
    Transmitanciacalculada_CTE[1...n]/Transmitancialimite_ER
  Desviaciónvalores_orientativos[1...n]=
    Transmitanciacalculada_CTE[1...n]/Transmitancialimite_AE
  if Transmitanciacalculada_CTE[1...n]< Limitaciondescompensación
    Limitación_descompensación = 'Cumple'
  else
    Limitación_descompensación = 'No cumple'
9. Salida: Desviación respecto_ER[1...n], Desviaciónvalores_orientativos[1...n],
Limitación_descompensación[1...n], Transmitanciacalculada_CTE[1...n].

```

---

## 2. Resultados

Con el fin de realizar una comprobación del nuevo sistema desarrollado se ha propuesto como caso de estudio una vivienda unifamiliar de una planta con sistemas constructivos tradicionales. Los cerramientos verticales están compuestos por fábrica de ladrillo con cámara y aislamiento de poliestireno extruido de diferentes grosores y las carpinterías empleadas son de aluminio con distintas composiciones de vidrio y marco.

En dicho sistema se ha optado por la utilización de valores de conductividad y transmitancia heterogéneos en el modelo, asociados a distintos niveles de aislamiento, para poder comprobar los resultados. Mediante la herramienta de cálculo se visualizan dentro del propio programa, utilizando tablas de planificación y plantillas de visualización con codificación cromática, los resultados obtenidos de forma rápida y precisa.

La tabla de comprobación de transmitancia de muros, representada en la figura 1, ofrece los valores de transmitancia calculada según las indicaciones de la normativa, así como los valores de desviación respecto a los valores límite establecidos asociados a cada elemento del modelo. Se han codificado cromáticamente las celdas, apareciendo en color verde los valores que cumplen, en color naranja aquellos parámetros que no son de obligatorio cumplimiento y nos aportan un valor informativo de desviación y finalmente, en color rojo aquellos elementos que no cumplen con alguna limitación normativa.

A	B	C	D	E	F	G
Familia y tipo	Función	Envoltante	Transmitancia CTE	Desviación respecto ER	Desviación valores orientativo	Limitación descompensación
<b>Planta Baja</b>						
Muro básico: Cerramiento	Exterior	<input checked="" type="checkbox"/>	0.285	39%	79%	CUMPLE
Muro básico: Cerramiento	Exterior	<input checked="" type="checkbox"/>	0.833	114%	231%	NO CUMPLE
Muro básico: Cerramiento	Exterior	<input checked="" type="checkbox"/>	0.285	39%	79%	CUMPLE
Muro básico: Cerramiento	Exterior	<input checked="" type="checkbox"/>	0.285	39%	79%	CUMPLE
Muro básico: Cerramiento	Exterior	<input checked="" type="checkbox"/>	0.285	39%	79%	CUMPLE
Muro básico: Cerramiento	Exterior	<input checked="" type="checkbox"/>	0.285	39%	79%	CUMPLE
Muro básico: Cerramiento	Exterior	<input checked="" type="checkbox"/>	0.285	39%	79%	CUMPLE
Muro básico: Cerramiento	Exterior	<input checked="" type="checkbox"/>	0.285	39%	79%	CUMPLE
Muro básico: Cerramiento	Exterior	<input checked="" type="checkbox"/>	0.285	39%	79%	CUMPLE
Muro básico: Cerramiento	Exterior	<input checked="" type="checkbox"/>	0.285	39%	79%	CUMPLE

Fig. 1 Tabla de planificación de resultados de transmitancia de muros. Fuente: Elaboración propia (2020)

Para la comprobación de los valores asociados a los huecos, la figura 2 representa gráficamente la tabla de planificación donde se muestran los resultados de estos elementos. Al igual que el caso anterior, este sistema proporciona una codificación por colores para determinar los elementos que se encuentran fuera de rango.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Tipo	Modelo	Envoltante	Persiana	U marco	U vidrio	Permeabilidad	U hueco	Edificio referencia	Valores límite	Lim. descompensación	Lim. permeabilidad
<b>Planta Baja</b>											
1500 x 3150mm	V03	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.4	5.7	32	5.012	147%	418%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
1500 x 3150mm	V03	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.4	5.7	32	5.012	114%	264%	NO CUMPLE	NO CUMPLE
2500 x 3150mm	V01	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.7	2.1	12.5	2.073	71%	109%	CUMPLE	CUMPLE
2500 x 3150mm	V01	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.7	2.1	12.5	2.073	71%	109%	CUMPLE	CUMPLE
2500 x 3150mm	V01	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.7	2.1	12.5	2.073	71%	109%	CUMPLE	CUMPLE
2500 x 3150mm	V01	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.7	2.1	12.5	2.073	71%	173%	CUMPLE	CUMPLE
3150 x 2500mm	V02	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.7	4.5	12.5	4.585	158%	241%	NO CUMPLE	CUMPLE
3150 x 2500mm	V02	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.7	4.5	12.5	4.585	158%	241%	NO CUMPLE	CUMPLE
3150 x 2500mm	V02	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.7	4.5	12.5	4.585	158%	241%	NO CUMPLE	CUMPLE
3150 x 2500mm	V02	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.7	4.5	12.5	4.585	158%	241%	NO CUMPLE	CUMPLE
1250 x 800mm	V05	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.2	2.8	9	2.429	71%	202%	CUMPLE	CUMPLE
2400 x 800mm	V04	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.2	2.8	9	2.492	73%	208%	CUMPLE	CUMPLE

Fig. 2 Tabla de planificación de resultados de transmitancia de huecos. Fuente: Elaboración propia (2020)

Adicionalmente a las tablas de planificación que ofrecen toda la información numérica, el sistema utiliza vistas 3D para proporcionar los resultados. Estas vistas ofrecen un sistema potente de análisis en el cual se han aplicado los mismos sistemas de codificación visual por color que en las tablas de planificación. La figura 3 muestra los resultados utilizando este sistema.

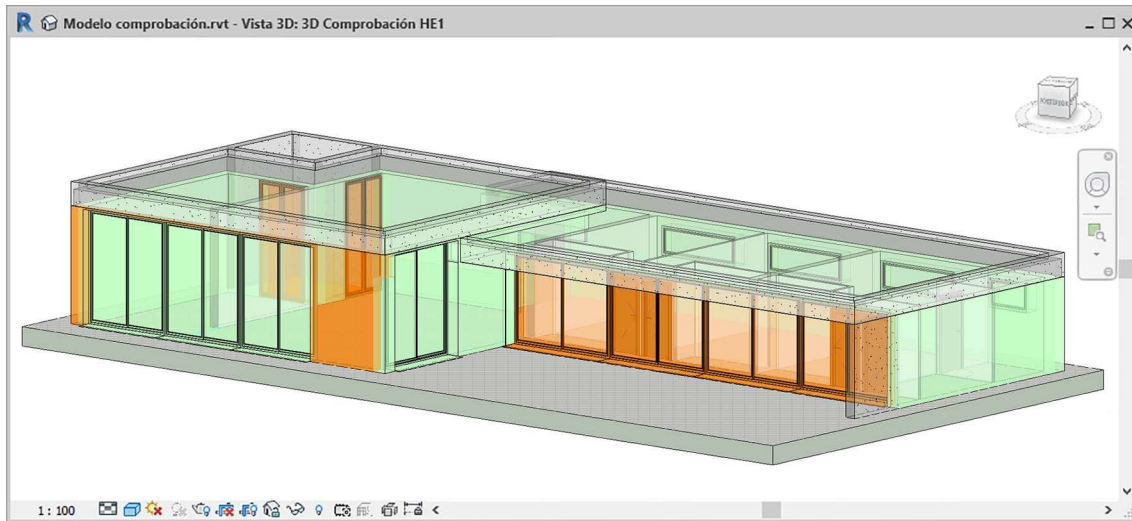


Fig. 3 Representación visual de los resultados sobre vista 3D. Fuente: Elaboración propia (2020)

### 3. Conclusiones y líneas futuras

En este trabajo se ha desarrollado un nuevo sistema de integración de normativa para el control de la demanda energética en software de modelado BIM. La incorporación de esta herramienta en el propio software de modelado BIM permite la realización de comprobaciones durante las fases de diseño, optimizando las prestaciones térmicas de los elementos que conforman la envolvente del edificio de una forma rápida y sencilla. Estos procesos han sido desarrollados utilizando algoritmos de programación adaptados a la normativa donde el alto nivel de personalización ofrece una gran versatilidad de adaptación a las necesidades tanto del proyecto como de cumplimiento normativo.

Como línea futura de trabajo se propone el desarrollo de herramientas que complementen el sistema enfocadas la comprobación de otros elementos de la envolvente, como suelos y cubiertas, de forma que se pueda realizar una evaluación completa del modelo, así como la integración de los algoritmos desarrollados en un complemento cargable en el software de modelado al cual pueda accederse a través de un repositorio.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido cofinanciado por el fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y por la Junta de Extremadura en el marco del proyecto VI Plan Regional del Investigación concedido al Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de Construcción (Intromac) a través del proyecto BIMEx "Herramientas para el desarrollo y mantenimiento de construcciones con metodología BIM en Extremadura con referencia IB 18094.

### Referencias

- ALCIDES JACOSKI, C., & MACHADO HOFFMEISTER, L. (2018). "Potential use of bim for automated updating" en Brazilian Journal of Operations & Production Management, 35-43.
- AZUAR, S. (2011). "Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry" en Leadership and Management in Engineering.

**Para seguir leyendo, inicie el proceso de compra, [click aquí](#)**