

Manual de CYPETHERM HE Plus

Contenido

Manual de CYPETHERM HE Plus.....	1
1. Ámbito de aplicación.....	1
2. Alcance.....	1
2.1. Usos.....	1
2.2. Limitaciones.....	2
3. Marco normativo.....	5
4. Entorno gráfico.....	6
4.1. Edificio.....	8
4.1.1. Parámetros generales.....	8
4.1.2. Datos del emplazamiento.....	10
4.1.3. Biblioteca.....	11
4.1.4. Zonas.....	15
4.1.5. Sistemas.....	16
4.1.6. Comprobación del modelo.....	19
4.1.7. Procesamiento de aristas.....	19
4.1.8. Actualización modelo BIM.....	20
4.2. Planos de planta.....	20
4.3. Verificación normativa.....	20
4.3.1. Cálculo.....	21
4.3.2. Listados.....	22

1. Ámbito de aplicación

CYPETHERM HE Plus es una aplicación concebida para la certificación de la eficiencia energética de los edificios y la justificación normativa de CTE DB HE0 y HE1 (revisión 2013) mediante un modelo del edificio para simulación energética calculado con EnergyPlus.

CYPETHERM HE Plus ofrece la posibilidad de justificar el cumplimiento del CTE DB HE1 Limitación de la demanda energética para cualquier tipo de proyecto, además de la justificación del CTE DB HE0 Limitación del consumo energético para proyectos de tipo residencial o similar. Además, calcula la certificación de la eficiencia energética de cualquier tipo de edificio y, en consecuencia, la justificación del CTE DB HE0 Limitación del consumo energético para proyectos de tipo distinto al residencial.

2. Alcance

2.1. Usos

CYPETHERM HE Plus permite la certificación de la eficiencia energética y la justificación de las exigencias 2.2.1 y 2.2.2 de la sección HE0, 2.2.1, 2.2.2 y 2.2.3 de la sección HE1 del Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE. Para ello, entre los tipos de edificio que permite simular CYPETHERM HE Plus se encuentran, tanto para residencial privado como para otros usos, los siguientes:

- **Obra nueva:** Edificio de nueva construcción.
Incluido en el ámbito de aplicación del DB HE 1, del DB HE 0 y del procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- **Ampliación:** Intervención en un edificio existente en la que se incrementa la superficie o el volumen construido.
Incluido en el ámbito de aplicación del DB HE 1 y del DB HE 0.
- **Reforma / Cambio de uso:** Obra de reforma en la que se renueva más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio u obra destinada a un cambio de uso característico del edificio.
Incluido en el ámbito de aplicación del DB HE 1.
- **Edificio existente:** Edificio o parte de edificio existente que se venda o alquile a un nuevo arrendatario, siempre que no disponga de un certificado en vigor.
Incluido en el ámbito de aplicación del procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

En función del tipo de uso seleccionado, el programa ofrecerá las opciones de cálculo y los listados justificativos que son de aplicación al mismo.

Además, y para todos los tipos de uso disponibles, el programa ofrece la posibilidad de realizar una simulación energética del edificio, sin justificación normativa, que permite obtener los datos de demanda y consumo energético del edificio que podrían ser utilizados, por ejemplo, en la realización de estudios sobre eficiencia energética de los edificios.

2.2. Limitaciones

Las limitaciones de simulación de CYPETHERM HE Plus se corresponden con las funcionalidades de EnergyPlus (versión 8.8) que se han implementado y que se describen en el manual Input Output Reference de EnergyPlus 8.8. En algunos casos se han superado las limitaciones del motor mediante equivalencias y aproximaciones de cálculo.

A continuación se describen los elementos que CYPETHERM HE Plus es capaz de simular y sus limitaciones conocidas.

Geometría. En cuanto a la descripción geométrica del edificio, no existen limitaciones conocidas en el número de elementos (zonas, cerramientos, huecos, etc.), dimensiones ni forma.

Elementos y soluciones constructivas. La descripción de las soluciones constructivas es diferente para los cerramientos opacos y los huecos. En cada una de estas categorías, el programa permite simular los siguientes elementos:

- **Cerramientos opacos:**
 - Muros: fachadas, medianeras, tabiques, muros en contacto con el terreno (sótano).
 - Forjados: suelos en contacto con el terreno (soleras) con aislamiento periférico opcional, forjados entre pisos, voladizos y cubiertas.

La composición de los cerramientos opacos se define por capas. Cada capa puede ser un material sólido, una cámara de aire (incluso ventilada) o una barrera de vapor. No existen limitaciones en el número de capas, puesto que CYPETHERM HE Plus agrupa automáticamente las capas definidas para adaptarse al límite máximo de 10 capas por elemento que permite EnergyPlus 8.8.

Alternativamente, se permite una descripción simplificada de los cerramientos indicando las propiedades térmicas del conjunto.

Por tanto, es posible simular todas las soluciones constructivas que se puedan asimilar a estas definiciones.

Se permite definir un único valor para la permeabilidad al aire de todas las fachadas del edificio, y otro diferente para las cubiertas.

- **Huecos:**

- Opacos
- Acristalados
- Aberturas

La definición de los materiales empleados en los huecos se limita a la definición de sus propiedades térmicas globales, distinguiendo entre fracción acristalada y opaca en el caso de los huecos acristalados.

En los huecos acristalados se permite la definición de accesorios de protección solar (persianas interiores y exteriores) y su control, de elementos de sombra (voladizos y protecciones laterales) y de los distintos elementos de las ventanas (dintel, caja de persiana, etc.) que producen puentes térmicos planos.

Se permite definir un valor para la permeabilidad al aire de cada hueco acristalado. Se permite definir un único valor para la permeabilidad al aire de todas las puertas del edificio, y otro diferente para las aberturas.

Puentes térmicos lineales. Se simula el efecto de los puentes térmicos lineales producidos por el encuentro de los distintos elementos constructivos y con el terreno.

Cargas e inercias térmicas. En cada recinto se consideran las cargas térmicas sensibles y latentes debidas a la ocupación (si el recinto es habitable), la iluminación, la ventilación y el equipamiento interno. Es posible editar los valores correspondientes y definir perfiles de uso horarios.

Las infiltraciones de aire se definen a nivel de zona térmica. Se permite definir sus condiciones operacionales hora a hora.

La inercia térmica de los elementos interiores como el mobiliario se incluye de manera global en la simulación pero su valor no es editable por el usuario.

Condiciones operacionales y de confort interior. En edificios de uso distinto al residencial se permite editar las temperaturas de consigna de cada zona térmica con resolución horaria, distinguiendo entre consigna de refrigeración y de calefacción. Además, el programa propone los valores definidos en el Apéndice C del DB HE 1 según los distintos periodos de utilización.

Sistemas de climatización. El programa permite simular los siguientes sistemas de climatización:

- Sistemas de rendimiento constante.
- Emisores eléctricos de calefacción (calefacción por efecto Joule).

Sistemas de climatización por agua:

- Calefacción por radiadores y suelo radiante.
- Fan-coils.

Que pueden conectarse a los siguientes tipos de circuitos hidráulicos:

- Calefacción por agua mediante calderas convencionales o de condensación.
- Refrigeración por agua mediante enfriadora condensada por aire, por agua o con condensador evaporativo.
- Sistemas de aerotermia (bomba de calor aire-agua para calefacción y refrigeración opcional).

Sistemas de expansión directa:

- Equipos partidos (split 1x1).
- Equipos compactos de aire acondicionado con calefacción eléctrica, de gas o por agua (PTAC).
- Equipos compactos bomba de calor aire-aire (PHTP).
- Sistemas multisplit.
- Sistemas de caudal de refrigerante variable (VRF), de bomba de calor y con recuperación de calor (3 tubos). La unidad exterior puede ser condensada por aire, por agua o con condensador evaporativo.
- Sistemas de bomba de calor agua-aire en anillo.

Sistemas de climatización por aire:

- Sistemas de aire de caudal constante, unizona y multizona (con recalentamiento terminal).
- Sistemas de aire de caudal variable (VAV), con cajas de caudal variable con ventilador auxiliar opcional.
- Sistemas de doble conducto, de caudal constante y de caudal variable, con un único ventilador de impulsión o con un ventilador por conducto.

Las unidades de tratamiento de aire (UTA) o climatizadoras asociadas a estos sistemas son configurables. Pueden definirse las características de los siguientes elementos:

- Batería de frío:
 - De agua, conectada a un sistema de refrigeración por agua mediante enfriadoras.
 - Expansión directa sólo en sistemas de caudal constante unizona y en sistemas de caudal variable (unidades rooftop).
- Batería de calor:
 - De agua, conectada a un sistema de calefacción por agua mediante calderas.
 - Eléctrica.
 - De gas.
 - Expansión directa sólo en sistemas caudal constante unizona.
- Ventilador de impulsión.
- Ventilador de retorno.
- Control de la humedad: deshumidificación y humidificador.

Sistemas de condensación por agua:

- Sistema para condensación de enfriadoras, mediante torres de refrigeración de 1 ó 2 velocidades.
- Sistema para condensación de bombas de calor reversibles, mediante torres de refrigeración y calderas.

Existen las siguientes limitaciones en cuanto a la simulación del funcionamiento de los sistemas de climatización:

- No se permite definir perfiles horarios de disponibilidad y activación de los sistemas de climatización. En general, los sistemas de climatización se activan automáticamente para mantener las temperaturas de consigna seleccionadas. Los sistemas de climatización por aire impulsan aire continuamente.
- La simulación de los sistemas de climatización no incluye el tratamiento del aire del exterior. La ventilación y la opción de recuperación de calor se simulan a nivel de zona térmica.
- Se permite editar las curvas de comportamiento de las calderas y de las enfriadoras. El resto de sistemas genéricos se simulan con las curvas de comportamiento por defecto de los objetos template de EnergyPlus 8.8. Los equipos comerciales se simulan con los curvas de comportamiento de los fabricantes.

Existen las siguientes limitaciones en cuanto al número y tipo de los sistemas de climatización que se pueden simular en una misma obra:

- Se puede definir cualquier número de sistemas de climatización por aire y de expansión directa.

- Si en la obra se han definido únicamente sistemas de climatización por agua, se permite simular cualquier número de sistemas de este tipo. Sin embargo, si se ha definido algún sistema de climatización de otro tipo (expansión directa, climatización por aire o sistemas de condensación), sólo se permite definir un único sistema de calefacción y de refrigeración por agua en la obra.
- Sólo se permite definir un único sistema de condensación por agua de cada tipo (para enfriadora y para bomba de calor reversible).
- Si en la obra se han definido únicamente sistemas de climatización por agua, es posible definir en la misma zona térmica cualquier número y tipo de unidades terminales. Sin embargo, si se ha definido algún otro tipo de sistema de climatización, en cada zona térmica sólo es posible definir una única unidad terminal de los siguientes tipos: unidades terminales de climatización por aire, unidades terminales de climatización por agua y la bomba de calor agua-aire. Estas unidades terminales no se pueden definir junto con otros tipos de unidades en la misma zona, a excepción de un emisor eléctrico para calefacción, o un radiador o un suelo radiante.
- Es posible definir varias unidades terminales VRF y multisplit (unidades interiores) en la misma zona térmica, pero no se pueden definir junto con otros tipos de unidades terminales a excepción de un emisor eléctrico para calefacción, o un radiador o un suelo radiante.
- Sólo se permite definir un equipo de rendimiento constante por zona térmica. En dicha zona no podrá definirse ningún otro tipo de unidad terminal.

Sistemas de ACS. El programa no realiza la simulación dinámica de la producción de ACS. El consumo de energía por este concepto se calcula a través de la demanda de ACS y el rendimiento medio estacional del sistema que la produce.

Valores máximos y mínimos. Se conocen los siguientes límites en los valores de algunas propiedades, impuestos por los modelos de EnergyPlus 8.8 que se utilizan en CYPETHERM HE Plus:

- Calor específico de materiales sólidos. El valor mínimo es 100 J kg⁻¹K⁻¹. Si se define un valor menor, el programa automáticamente asumirá el valor mínimo.
- Coeficiente global de transmisión de calor (U) de huecos acristalados. El valor máximo permitido es 7 W m⁻²K⁻¹.

3. Marco normativo

CYPETHERM HE Plus tiene implementadas las siguientes normas:

Materiales constructivos

- UNE-EN ISO 10456. Materiales y productos para la edificación. Propiedades higrotérmicas. Valores tabulados de diseño y procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño.
- Catálogo. Catálogo de Elementos constructivos CEC (Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja)

Resistencia y coeficiente de transmisión térmica de elementos constructivos

- UNE-EN ISO 6946. Elementos y componentes para la edificación. Resistencia y transmitancia térmica. Método de cálculo.
- UNE-EN ISO 13370. Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión del calor por el terreno. Método de cálculo.
- UNE-EN ISO 10077-1. Características térmicas de ventanas, puertas y contraventanas. Cálculo del coeficiente de transmisión térmica. Método simplificado.

Puentes térmicos lineales

- UNE-EN ISO 14683. Puentes térmicos en la edificación. Transmitancia térmica lineal. Métodos simplificados y valores por defecto.

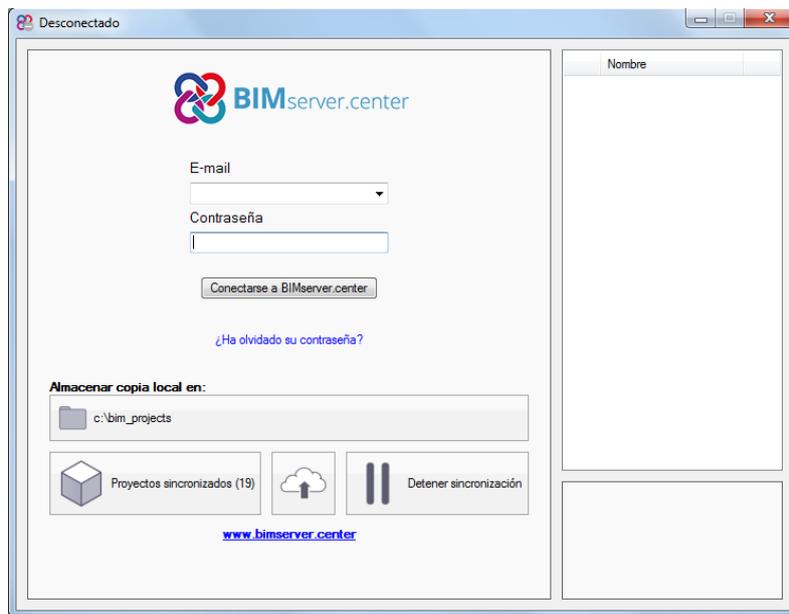
- UNE-EN ISO 10211. Puentes térmicos en la edificación. Flujos de calor y temperaturas superficiales. Cálculos detallados.
- DA DB-HE/3. Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE (CTE). Atlas de puentes térmicos.

Rendimiento energético

- Código Técnico de la Edificación:
 - Documento Básico HE 1 Limitación de demanda energética.
 - Documento Básico HE 0 Limitación del consumo energético.

Calificación energética

- Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios



4. Entorno gráfico

CYPETHERM HE Plus es una aplicación integrada en el flujo de trabajo Open BIM a través del estándar IFC. Por ello y para aprovechar todas las bondades que ofrece dicho flujo de trabajo, la aplicación requiere conexión con BIMserver.center, servicio gestionado por CYPE para administrar, compartir y actualizar sus proyectos en la nube. Para ello, debe conectarse al servicio con su cuenta de usuario, que puede crear de forma gratuita a través del enlace a BIMserver.center, donde también dispondrá de información relativa al servicio y al flujo de trabajo Open BIM.

Introducción del modelo de cálculo

La creación de un modelo de cálculo en CYPETHERM HE Plus puede ser realizada mediante una introducción manual de las características geométricas del edificio o mediante la importación de ficheros BIM en formato gbXML o en formato IFC:

Introducción automática a partir de ficheros BIM en formato gbXML

EL formato gbXML (Green Building XML) ha sido desarrollado para facilitar la interoperabilidad entre programas de concepción y de desarrollo utilizados en la industria de la edificación. Gracias al formato gbXML es posible intercambiar datos entre las aplicaciones evitando la introducción manual y los posibles errores que ello conlleva.

El programa facilita la introducción de un edificio gracias a la importación de toda la información contenida en un fichero BIM en formato gbXML con todos los elementos constructivos, los locales y las zonas.

Introducción automática a partir de ficheros BIM en formato IFC

EL formato IFC (Industry Foundation Classes) es un formato de fichero de arquitectura en 3D utilizado por la industria de la edificación para intercambiar y compartir información entre programas.

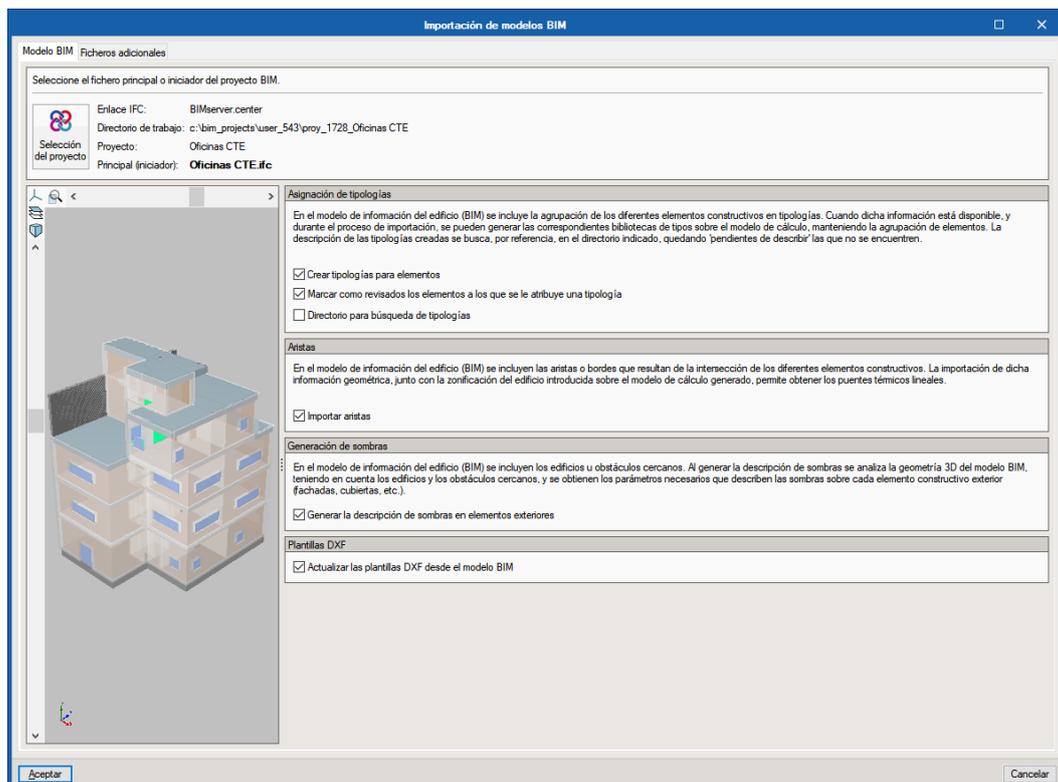
El programa facilita la introducción de un edificio gracias a la importación de toda la información contenida en un fichero BIM en formato IFC con todos los elementos constructivos, los locales y las zonas.

Este fichero .ifc puede ser generado por IFC Builder o por otro programa BIM capaz de crear ficheros en formato IFC4.

La introducción automática a partir de ficheros BIM generados por programas de diseño arquitectónico es ideal para la realización de un flujo de trabajo dinámico, integrado e inspirado en la tecnología BIM y además representa una evolución del método de trabajo utilizado hasta ahora, ya que reduce los pasos entre el diseño arquitectónico y la certificación energética del modelo de cálculo del edificio.

Al importar un modelo de información del edificio (BIM) se genera un modelo de cálculo (proyecto) que puede mantenerse vinculado a dicho modelo BIM. Este vínculo, que solamente puede realizarse en el momento de la importación, permite la sincronización del proyecto con cambios realizados en el modelo BIM. En el momento en el que se vincula el modelo de cálculo con el modelo BIM se genera una base de datos que enlaza los elementos de ambos modelos. Sin dicha base de datos no se puede realizar sincronizaciones con el modelo BIM, pero de no ser necesarias el proyecto ocupará menos memoria y espacio en disco.

En el modelo de información del edificio (BIM) se incluye la agrupación de los diferentes elementos constructivos en tipologías. Cuando dicha información está disponible, y durante el proceso de importación, se pueden generar las correspondientes bibliotecas de tipos sobre el modelo de cálculo, manteniendo la agrupación de elementos. La descripción de las tipologías creadas se busca, por referencia, en el directorio indicado, quedando 'pendientes de describir' las que no se encuentren.



4.1. Edificio

En esta sección se definen los parámetros generales, datos del emplazamiento y el modelo del edificio, en un esquema en árbol formado por tres ramas principales:

Biblioteca

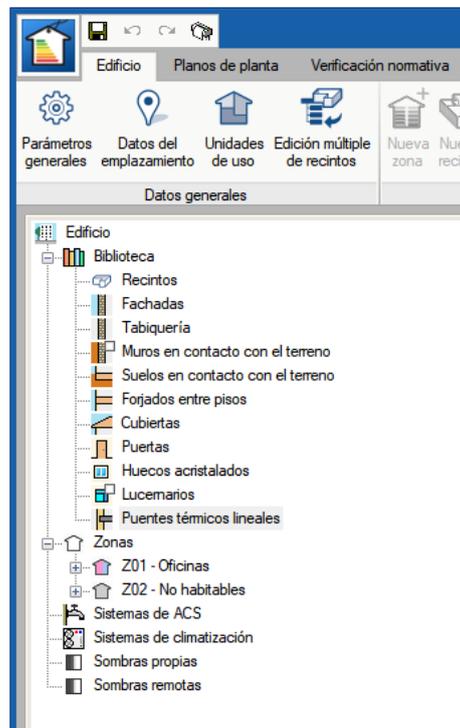
En la biblioteca se introducen todos los tipos de recinto y de elementos constructivos de la obra (cerramientos, particiones, acristalamientos, puertas y puentes térmicos lineales).

Zonas

En cada zona se introducen los recintos que la componen mediante la definición de los muros (fachadas, medianeras, tabiques y muros de sótano), forjados (soleras, forjados, voladizos y cubiertas) y puentes térmicos lineales.

Sistemas

Se definen los sistemas del edificio para calefacción, ACS y refrigeración.



4.1.1. Parámetros generales

En parámetros generales se define el uso del edificio indicando, además, si se trata de edificios de nueva construcción o ampliaciones de edificios existentes (rehabilitación), lo que determinará el ámbito de aplicación del proyecto.

El uso del edificio puede ser:

- Residencial privado
 - Unifamiliar
 - Bloque de viviendas
- Otros usos

En edificios de uso residencial privado es necesario indicar si se desea realizar la comprobación de la limitación de descompensaciones y el perfil de uso a utilizar en la simulación energética (el publicado en el Apéndice C de CTE DB HE 1 o el publicado en el documento "Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a LIDER y CALENER"). El perfil de uso define las cargas por ocupación, equipos, ventilación e iluminación, a lo largo de una semana tipo, a partir del uso general y la carga interna.

El programa incluye, de manera opcional, la comprobación de la existencia de condensaciones superficiales e intersticiales según la norma UNE-EN ISO 13788, ofreciendo resultados para cada solución constructiva.

La permeabilidad al aire de la envolvente del edificio y los factores de conversión de la energía son parámetros utilizados en el cálculo que el usuario puede consultar y modificar, si fuera necesario.

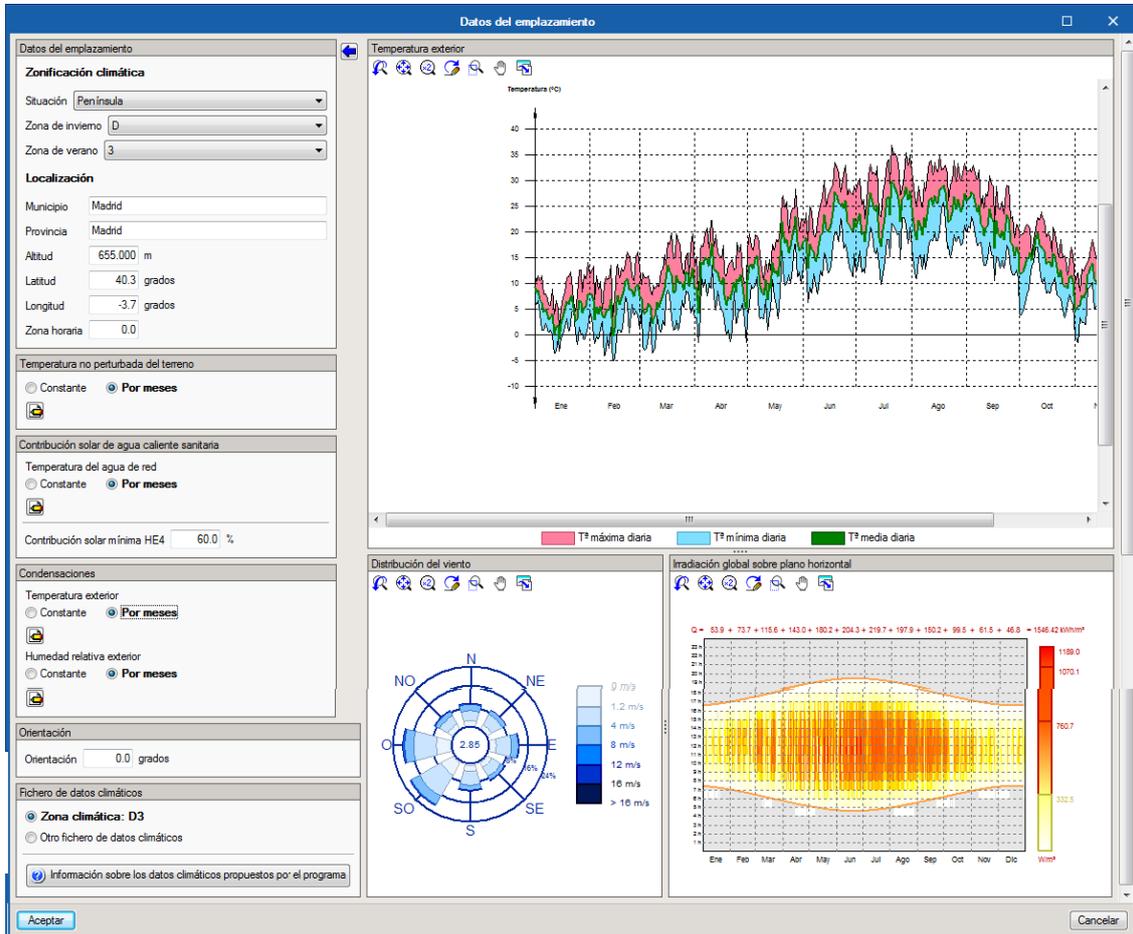
The image displays four overlapping dialog boxes from the CYPETHERM HE Plus software interface:

- Parámetros generales:** This is the largest dialog box. It has a title bar with a close button. The main content area is titled "Uso del edificio" and contains several radio button options: "Obra nueva" (selected), "Ampliación", "Reforma / Cambio de uso", and "Edificio existente". Under "Obra nueva", there are sub-options for "Residencial privado" (selected) and "Otros usos". Further down, there are options for "Unifamiliar" and "Bloque de viviendas" (selected). A text input field for "Número de unidades de uso" contains the value "8". Below this, there is a section for selecting the residential use profile, with "Perfil de uso residencial publicado en los documentos 'DB HE con comentarios' del Ministerio de Fomento y 'Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a LIDER y CALENER'" selected. A checkbox "Con comprobación de la limitación de descompensaciones" is checked. The bottom section contains three rows with labels and icons: "Condensaciones", "Permeabilidad al aire de la envolvente del edificio", "Demanda diaria de ACS", and "Factores de conversión de la energía". At the bottom are "Aceptar" and "Cancelar" buttons.
- Permeabilidad al aire de la envolvente del edificio:** This dialog box is partially visible behind the main one. It has a title bar with a close button. It contains radio buttons for "Valores por defecto" (selected) and "Valores de usuario". Below, there is a label "Permeabilidad al aire para una presión de referencia de 100 Pa" and a text input field for "Fachadas" with the value "16.00" and unit "m²/(h·m²)". There are also input fields for "Cubiertas", "Pueras", and "Aberuras". An "Aceptar" button is at the bottom.
- Demanda diaria de ACS:** This dialog box is also partially visible. It has a title bar with a close button. It contains radio buttons for "Demanda total del edificio" (selected) and "Demanda por zona térmica". Below, there is a text input field for "Demanda diaria de ACS" with the value "896.0" and unit "l/día". There is also a text input field for "Temperatura de referencia" with the value "60.0" and unit "°C". A section for "Contribución solar de agua caliente sanitaria" has "Contribución solar mínima HE4" selected. An "Aceptar" button is at the bottom.
- Factores de conversión de la energía:** This dialog box is in the foreground. It has a title bar with a close button. It contains a section "Fuentes de energía" with a label "Factores de conversión de la energía" and a help icon. Below, there is a dropdown menu for "Energía eléctrica final generada y autoconsumida" with the value "Definida" and a text input field for "0.00 kWh". "Aceptar" and "Cancelar" buttons are at the bottom.

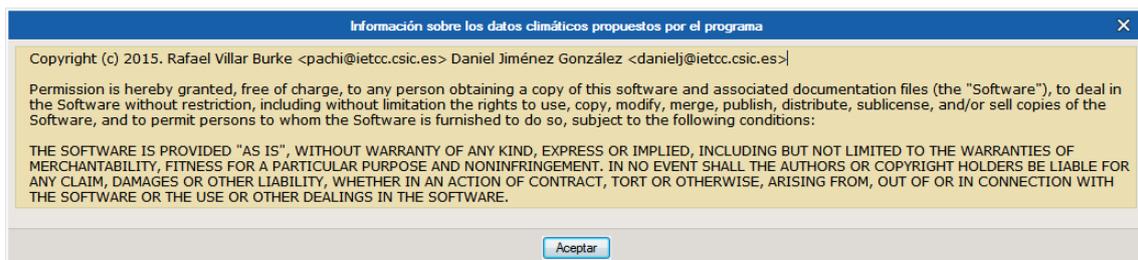
4.1.2. Datos del emplazamiento

La demanda energética de los edificios se limita en función de la zona climática de la localidad en que se ubican y del uso previsto.

Una zona climática es una zona para la que se definen unas solicitudes exteriores comunes a efectos de cálculo de la demanda energética. Se identifica mediante una letra, correspondiente a la severidad climática de invierno, y un número, correspondiente a la severidad climática de verano.



Los ficheros climáticos propuestos por el programa son los publicados por Rafael Villar Burke y Daniel Jiménez González en la página web <https://github.com/pachi/epluscctekit>, generados a partir de los ficheros climáticos de referencia en formato .MET publicados por el Ministerio de Fomento, por lo que contienen toda la información que éstos incluyen. Además, se ofrece al usuario la posibilidad de utilizar un fichero .EPW distinto al propuesto por el programa, así como un asistente para la determinación de los datos del emplazamiento a partir de cualquier municipio del territorio español.



Al definir el fichero de datos climáticos a utilizar, el programa ofrece una visualización mediante gráficas de la temperatura exterior, la distribución e intensidad del viento y la irradiación solar sobre plano horizontal.

4.1.3. Biblioteca

Una vez creada la obra y definidos los datos generales y el emplazamiento, se definen los tipos de recinto y elementos constructivos presentes en el edificio.

Si la obra ha sido creada a partir de ficheros BIM y se ha indicado el directorio para la búsqueda de tipologías, los elementos que aparecen en la biblioteca estarán ya definidos, quedando pendientes de describir los elementos presentes en el modelo que no se encuentren en el directorio indicado.

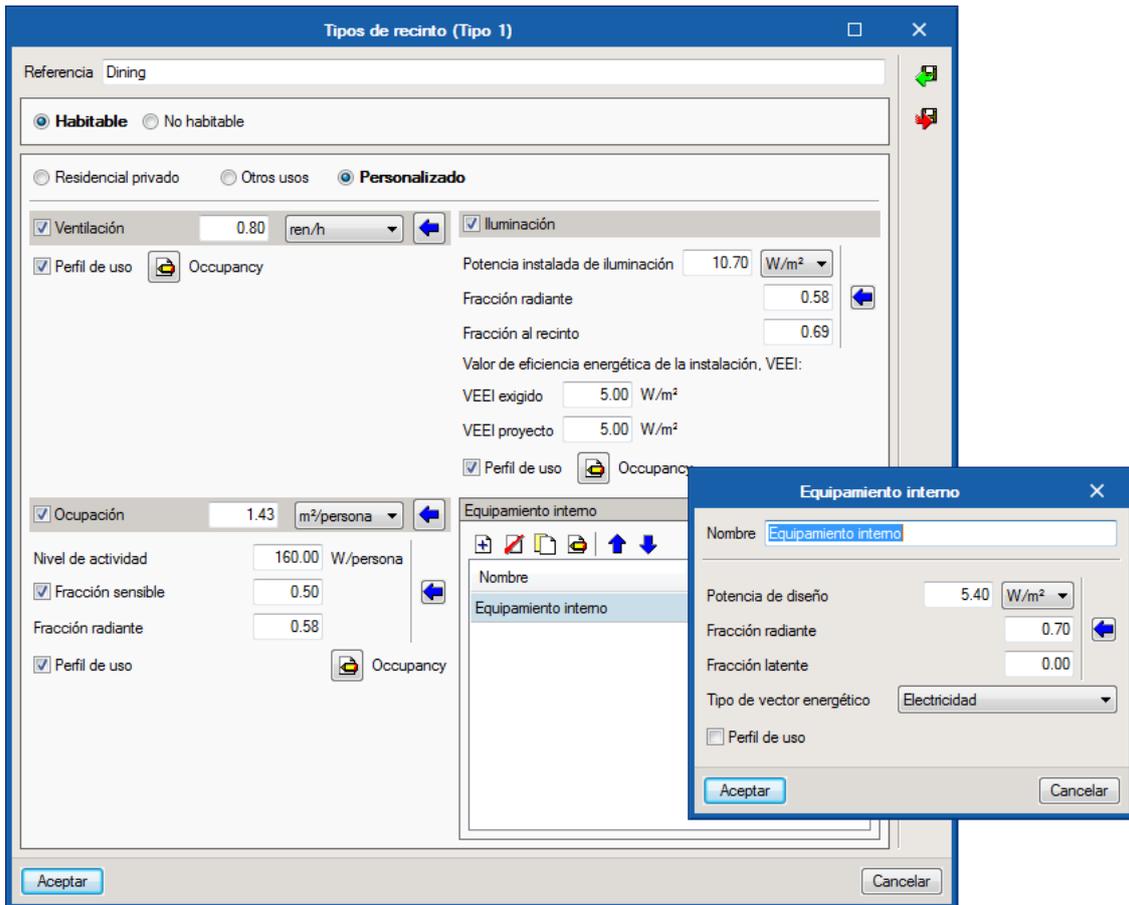
La forma de crear y gestionar cada elemento de la biblioteca es idéntica en todos los casos:

- Introducción manual
Creación de un elemento nuevo.
- Importación de la biblioteca
Importación de elementos guardados en una base de datos definida previamente por el usuario.



Recintos

- **Habitable.** Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas.
 - Residencial privado
 - o Este tipo de recinto presenta las condiciones operacionales recogidas en los perfiles de uso del apéndice C de DB HE. El usuario debe introducir el resto de datos necesarios para el cálculo térmico que son propios de cada tipo de recinto.
 - Otros usos
 - o Este tipo de recinto presenta las condiciones operacionales recogidas en los perfiles de uso del apéndice C de DB HE. El usuario debe introducir el resto de datos necesarios para el cálculo térmico que son propios de cada tipo de recinto.
 - Personalizado
 - o Se personalizan los datos correspondientes a la ventilación, la iluminación, la ocupación y el equipamiento interno.
- **No habitable.** Recinto interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas.



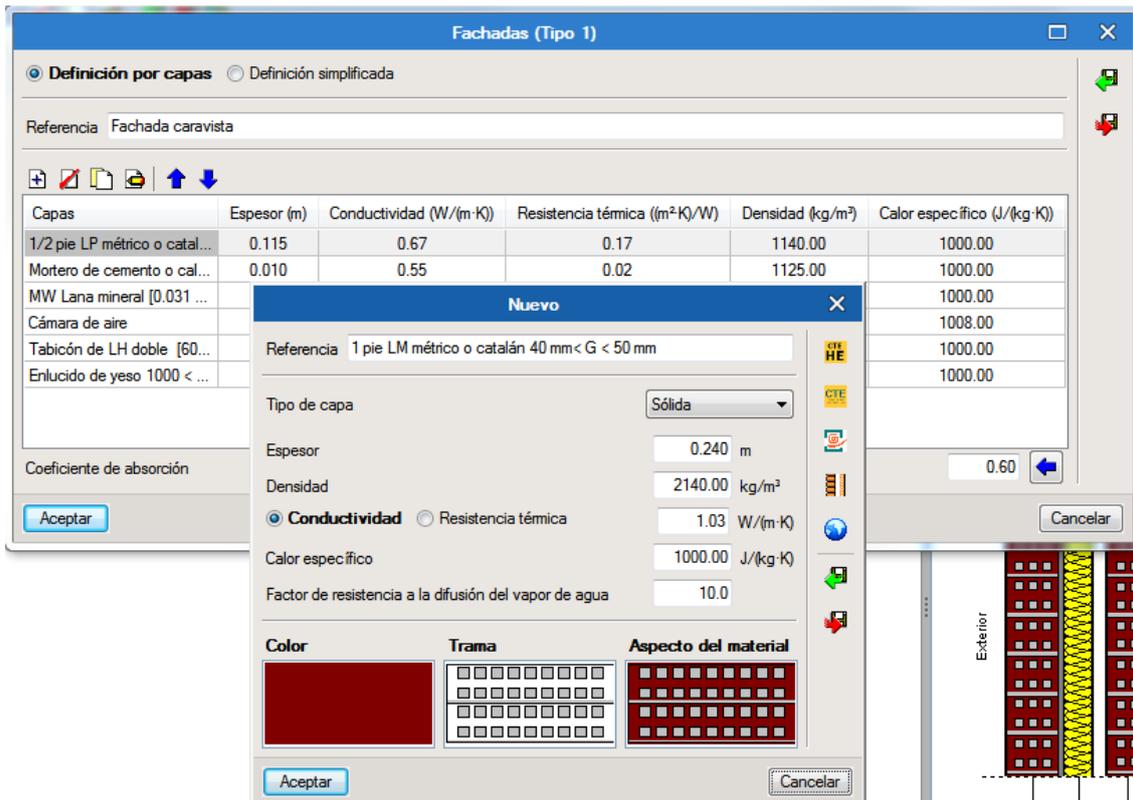
Elementos constructivos

La introducción de los elementos constructivos (muros, particiones, forjados, ventanas, lucernarios y puertas) es un proceso importante del cual depende la demanda energética.

Muros y particiones

- Fachadas. Cerramientos verticales en contacto con el ambiente exterior o en contacto con otro edificio (medianera).
- Tabiques. Los tabiques se disponen para separar el interior del edificio en diferentes recintos.
- Muros de sótano. Estos cerramientos verticales en contacto con el terreno se utilizan para construir plantas bajo rasante.

Los materiales que forman las paredes pueden ser creados por el proyectista o importados de diferentes bibliotecas de materiales, entre las que se encuentra la biblioteca del programa Herramienta Unificada LIDER-CALENER.



Forjados

Una vez definidos los muros y particiones, se definen los forjados de la obra, los cuales se clasifican en:

- Cubiertas. Cerramientos superiores en contacto con el ambiente exterior.
- Forjados. Los forjados entre pisos son suelos, cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados existentes entre una planta y otra.
- Soleras. Las soleras o forjados sanitarios son los cerramientos que están en contacto con el terreno.

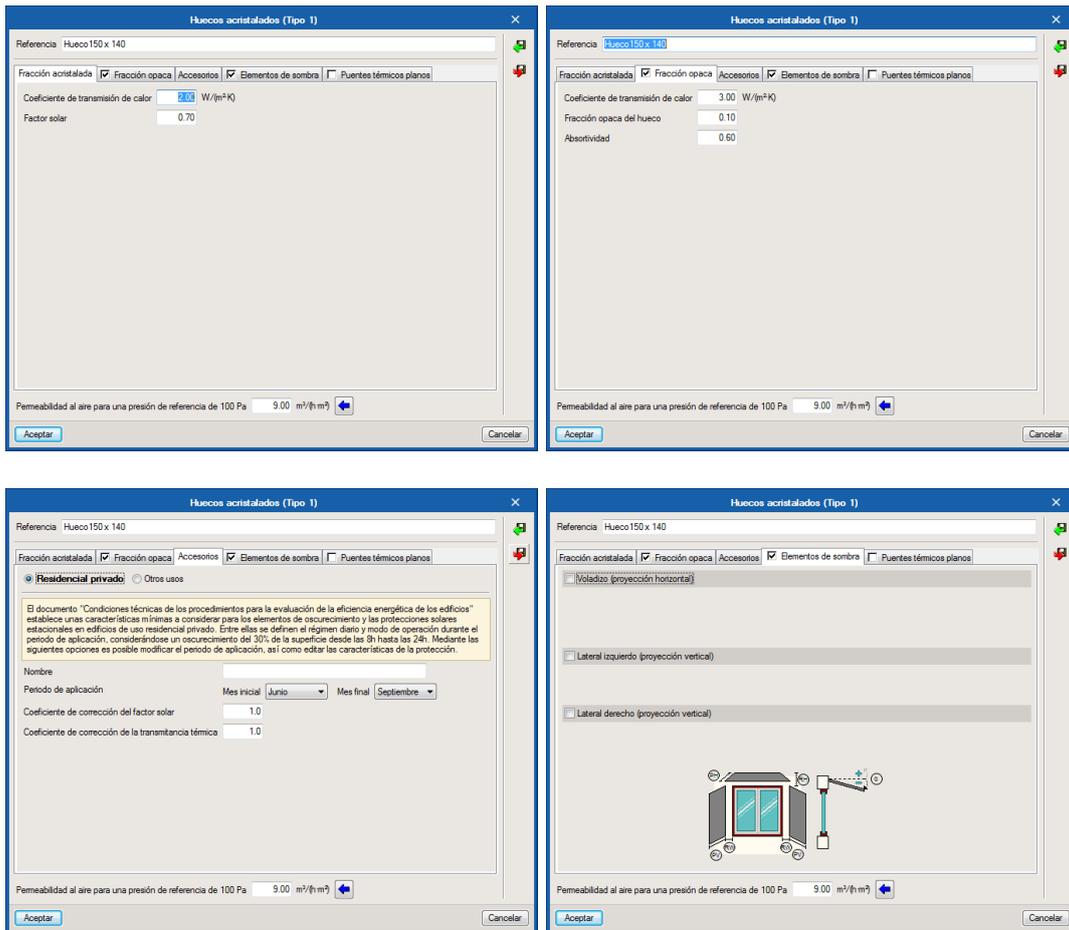
Como ocurre en la definición de muros y particiones, los forjados también pueden introducirse como paredes genéricas o mediante la definición de sus capas.

Puertas, ventanas y lucernarios

Los huecos realizan una aportación importante a la carga térmica de un recinto. Es por ello que la definición de puertas, ventanas y lucernarios debe ajustarse lo suficiente para que permita la introducción tanto de parámetros predefinidos como de valores proporcionados por los fabricantes (conforme a la normativa de aplicación).

En las ventanas y lucernarios se pueden detallar los siguientes elementos:

- Fracción acristalada
- Fracción opaca
- Accesorios
- Elementos de sombra
- Puentes térmicos planos



Para el caso de las puertas, la definición no necesita ser tan exhaustiva y, por tanto, solamente se indican la transmitancia térmica y el coeficiente de absorción.

Puentes térmicos lineales

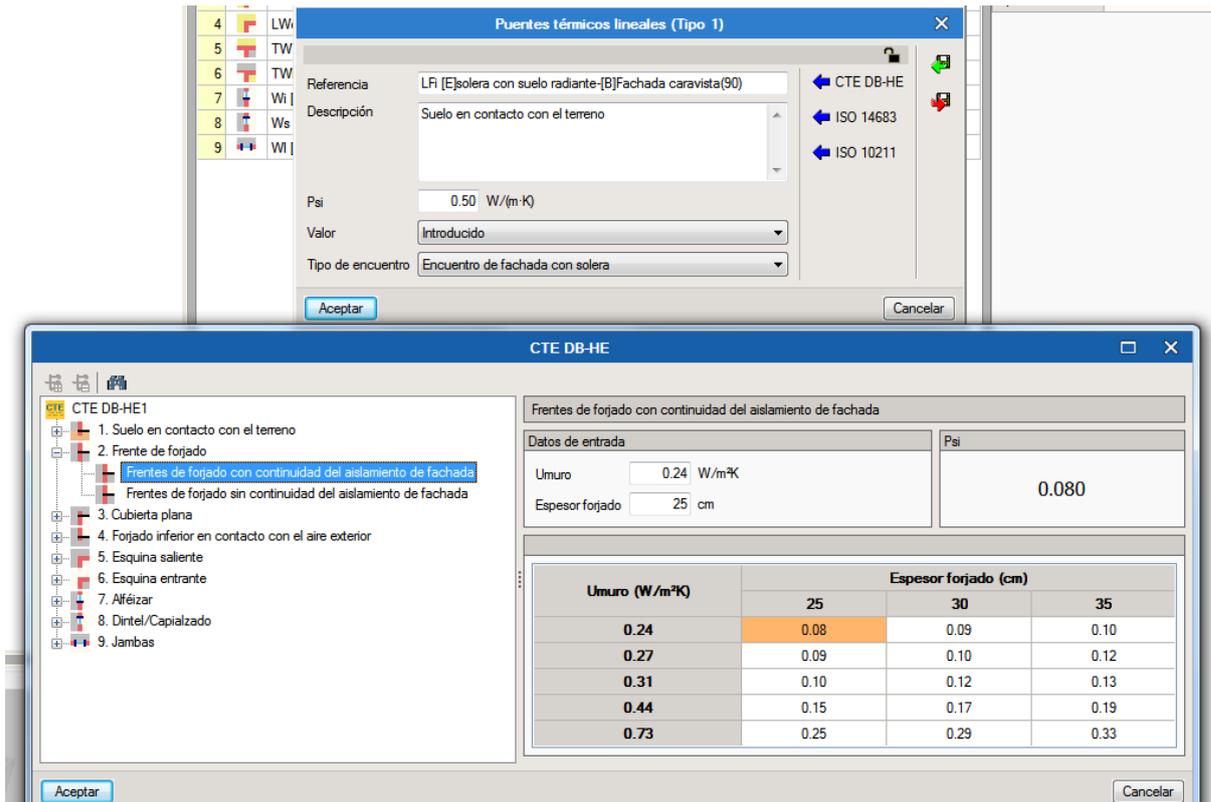
La pérdida de calor a través de los puentes térmicos repercute considerablemente en los resultados de la demanda energética. Por ello, la definición correcta de las características de los puentes térmicos es imprescindible para realizar un cálculo ajustado del consumo energético del edificio.

Los datos que definen un tipo de puente térmico son:

- Transmitancia térmica lineal (psi)
- Valor
- Tipo de encuentro

Estos datos pueden ser personalizados o pueden ser importados de tres asistentes implementados en el programa:

- CTE DB-HE (Atlas de puentes térmicos del documento de apoyo DA DB-HE / 3)
- ISO 14683
- ISO 10211



Cuando la obra ha sido creada a partir de un modelo BIM generado en IFC Builder, la biblioteca de puentes térmicos contiene todas las aristas del edificio (entidades puramente geométricas obtenidas de la intersección entre los distintos elementos constructivos) aunque parte de estas aristas no intervenga en el cálculo.

Para la detección de puentes térmicos lineales se recomienda que se defina completamente el edificio (zonificación, descripción de los espacios, etc.) y se utilice la opción *Procesamiento de aristas* (ver apartado 3.1.7. Procesamiento de aristas) para que el programa muestre (en esta biblioteca) sólo los tipos de puentes térmicos utilizados en la obra. De esta manera resulta mucho más sencillo modificar, en caso de ser necesario, los valores de los tipos de puentes térmicos que propone el programa.

4.1.4. Zonas

Dentro de Zonas se definen todas las zonas térmicas que componen el edificio indicando las siguientes características:

- **Clasificación de la zona**

Habitable: Formada por uno o varios recintos habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de la demanda energética.

No habitable: Formada por uno o varios recintos no habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes, agrupados a efectos de cálculo de la demanda energética. Al no ser un espacio habitable no se considera la existencia de fuentes internas (iluminación, ocupación y equipos).

- **Condiciones operacionales y confort interior**

Conjunto de temperaturas de consigna y su distribución horaria para cada perfil de uso. También se permite definir temperaturas de confort interior (máxima y mínima) para poder realizar un

seguimiento de la temperatura interior de la zona y compararlo con las temperaturas de confort definidas.

- Temperaturas de consigna CTE: Perfiles de uso normalizados recogidos en el Apéndice C de DB-HE.
 - Temperaturas de consigna personalizadas: Perfiles de uso de calefacción y refrigeración personalizados.
- **Recuperación de calor**
 - Presencia de recuperadores de calor para la ventilación de la zona y valor de la eficiencia de los mismos.
 - **Infiltraciones**
 - Consideración de infiltraciones en la zona con diferentes posibilidades de definición a través de métodos de cálculo y perfiles de uso.
 - **Demanda diaria de ACS**
 - Demanda de agua caliente sanitaria y su contribución solar.

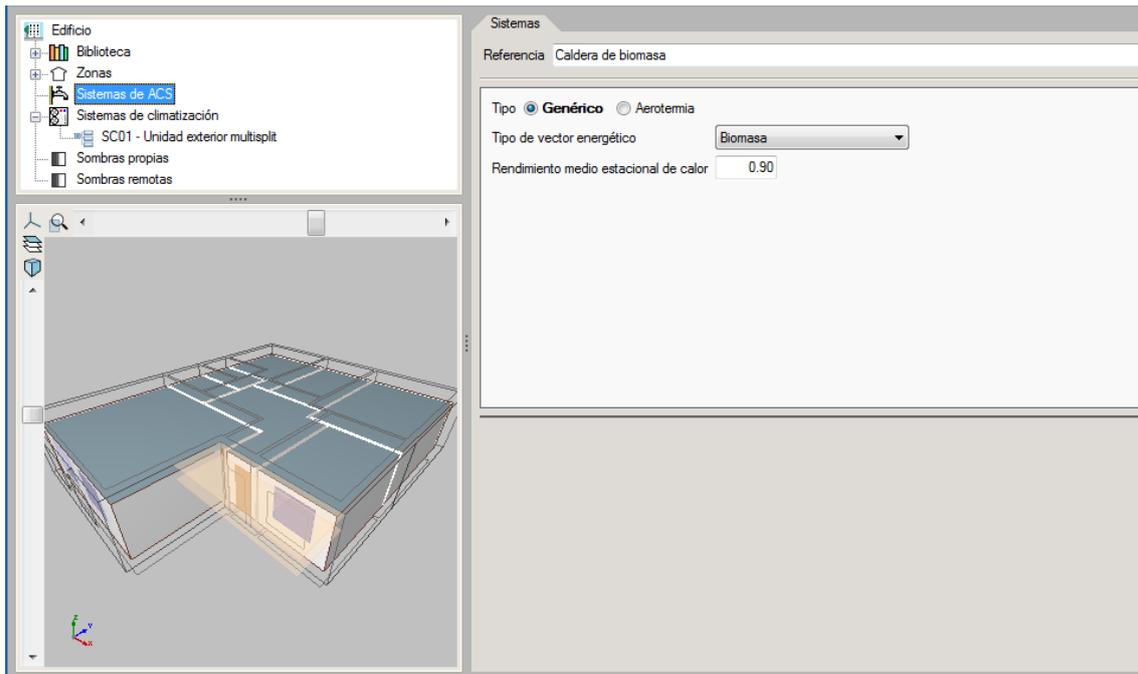
Una vez definidas las zonas del edificio, se introducen los recintos indicando las características geométricas y posteriormente los elementos constructivos.

The screenshot shows a software interface for configuring a zone. The 'Zona' window is divided into several sections:

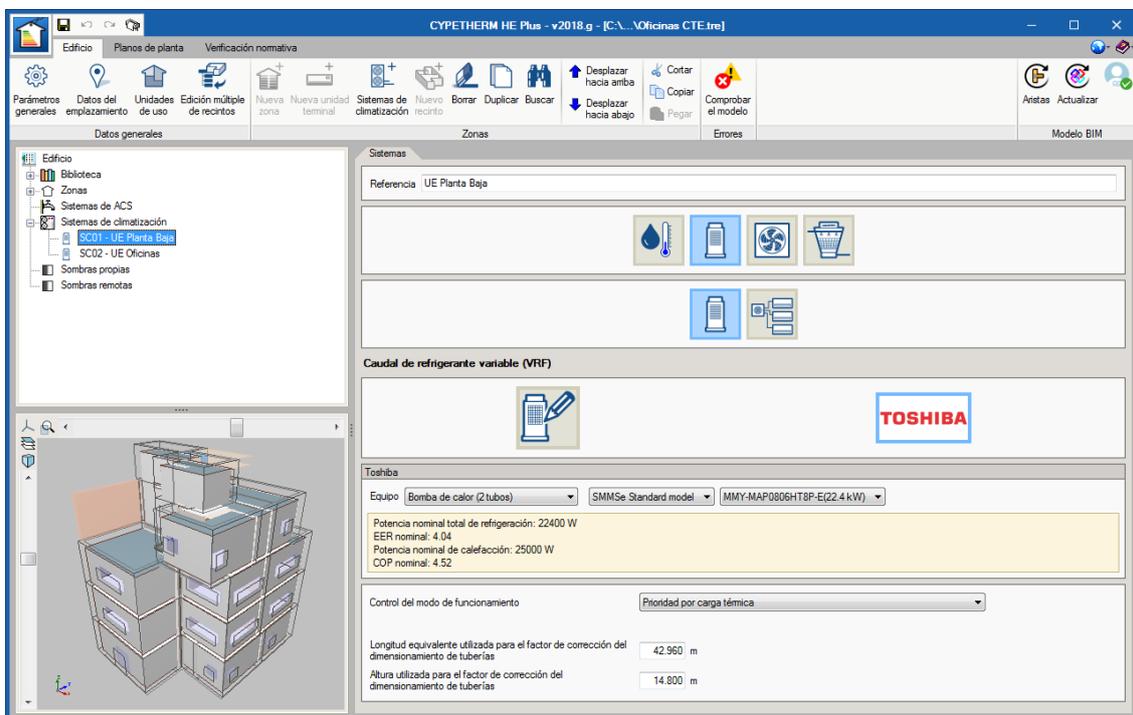
- Referencia:** Z03
- Nombre:** Vivienda 1A
- Clasificación de la zona:** Habitable
- Condiciones operacionales y confort interior:**
 - Temperaturas de consigna CTE
 - Periodo de utilización: Uso residencial
- Ventilación e infiltraciones:**
 - Recuperación de calor: No.
 - Infiltraciones: Sí.
- Condensaciones:** (Section header)
- Diagrama psicrométrico:** (Button)

4.1.5. Sistemas

- **Sistemas de ACS.** En este apartado se definen los sistemas encargados de producir el agua caliente sanitaria del edificio, pudiendo seleccionar, para cada uno, las zonas atendidas, el vector energético utilizado por el equipo de producción, así como el rendimiento medio estacional del mismo.



- Sistemas de climatización.** Se permite definir todos los sistemas disponibles como “template” en EnergyPlus, definiendo las unidades terminales en cada zona y las características del sistema de producción. Además, se ofrece la posibilidad de definir sistemas de rendimiento constante, para los que se solicitan los datos de rendimiento medio estacional y vector energético:



Para los sistemas no definidos o con potencia insuficiente para cubrir la demanda, se utiliza el equipo ideal, definido según CTE para residencial o según “Condiciones técnicas....” para otros usos.

Los sistemas que permite simular el programa son los siguientes:

- Sistemas de rendimiento constante.
- Emisores eléctricos de calefacción (calefacción por efecto Joule).

Sistemas de climatización por agua:

- Calefacción por radiadores y suelo radiante.
- Fan-coils.

Que pueden conectarse a los siguientes tipos de circuitos hidráulicos:

- Calefacción por agua mediante calderas convencionales o de condensación.
- Refrigeración por agua mediante enfriadora condensada por aire, por agua o con condensador evaporativo.
- Sistemas de aerotermia (bomba de calor aire-agua para calefacción y refrigeración opcional).

Sistemas de expansión directa:

- Equipos partidos (split 1x1).
- Equipos compactos de aire acondicionado con calefacción eléctrica, de gas o por agua (PTAC).
- Equipos compactos bomba de calor aire-aire (PHTP).
- Sistemas multisplit.
- Sistemas de caudal de refrigerante variable (VRF), de bomba de calor y con recuperación de calor (3 tubos). La unidad exterior puede ser condensada por aire, por agua o con condensador evaporativo.
- Sistemas de bomba de calor agua-aire en anillo.

Sistemas de climatización por aire:

- Sistemas de aire de caudal constante, unizona y multizona (con recalentamiento terminal).
- Sistemas de aire de caudal variable (VAV), con cajas de caudal variable con ventilador auxiliar opcional.
- Sistemas de doble conducto, de caudal constante y de caudal variable, con un único ventilador de impulsión o con un ventilador por conducto.

Las unidades de tratamiento de aire (UTA) o climatizadoras asociadas a estos sistemas son configurables. Pueden definirse las características de los siguientes elementos:

- Batería de frío:
 - De agua, conectada a un sistema de refrigeración por agua mediante enfriadoras.
 - Expansión directa sólo en sistemas de caudal constante unizona y en sistemas de caudal variable (unidades rooftop).
- Batería de calor:
 - De agua, conectada a un sistema de calefacción por agua mediante calderas.
 - Eléctrica.
 - De gas.
 - Expansión directa sólo en sistemas caudal constante unizona.
- Ventilador de impulsión.
- Ventilador de retorno.
- Control de la humedad: deshumidificación y humidificador.

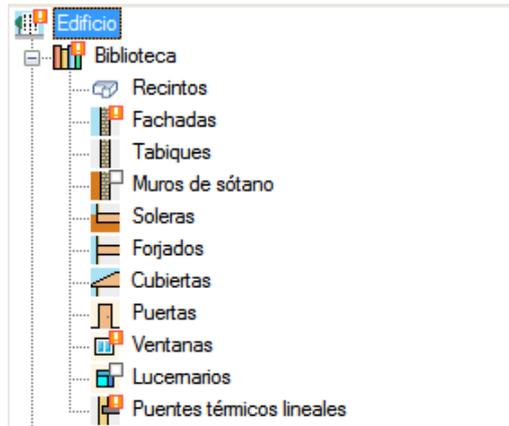
Sistemas de condensación por agua:

- Sistema para condensación de enfriadoras, mediante torres de refrigeración de 1 ó 2 velocidades.
- Sistema para condensación de bombas de calor reversibles, mediante torres de refrigeración y calderas.

4.1.6. Comprobación del modelo

Cada icono que aparece en el árbol permite, a través de una pequeña marca, detectar la ausencia o la no definición de una tipología. Las marcas que aparecen en los iconos son:

- Marca naranja: Indica que el modelo BIM importado presenta algunos elementos que no han sido definidos.
- Marca blanca: Indica que el modelo de cálculo no presenta ningún elemento de ese tipo.

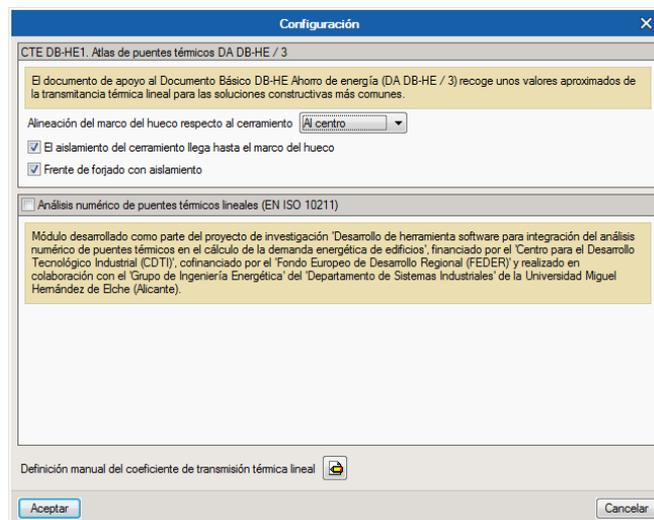


4.1.7. Procesamiento de aristas

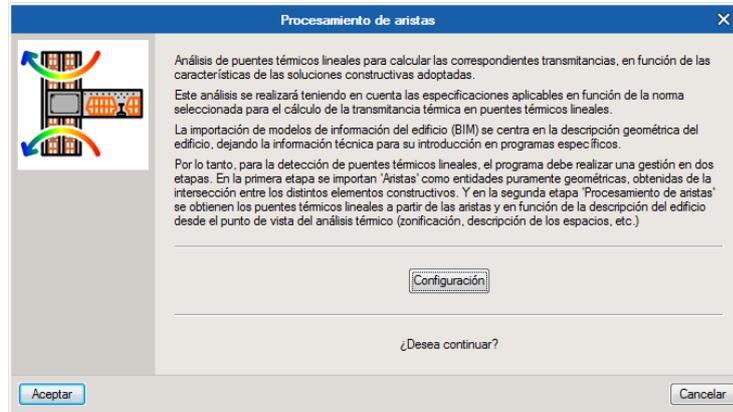
Esta opción sólo se encuentra disponible cuando la obra ha sido creada a partir de ficheros BIM y en el momento de la importación se ha indicado que se desea mantener el modelo de cálculo vinculado al modelo BIM.

El estándar IFC4 no contempla el concepto de puentes térmicos lineales por ello CYPE ha creado una entidad de forma que cuando se importe un fichero IFC4 generado por IFC Builder se puedan reflejar las intersecciones de los elementos constructivos (aristas) para un posterior tratamiento en CYPETHERM HE Plus.

Como se ha comentado en el apartado Puentes térmicos lineales, cuando la obra ha sido creada a partir de un modelo BIM generado en IFC Builder, la biblioteca de puentes térmicos contiene todas las aristas del edificio (entidades puramente geométricas obtenidas de la intersección entre los distintos elementos constructivos) aunque parte de estas aristas no intervenga en el cálculo. Una vez definido el edificio con sus zonas térmicas, recintos..., se puede utilizar esta herramienta para obtener los puentes térmicos lineales presentes en la obra.



El programa analiza el edificio detectando las aristas geométricas que se encuentran entre un recinto habitable y el exterior, y un recinto habitable y uno no habitable. En Configuración se seleccionan las características de las soluciones constructivas principales de forma que se calculen las correspondientes transmitancias térmicas.



4.1.8. Actualización modelo BIM

Esta opción sólo se encuentra disponible cuando la obra ha sido creada a partir de ficheros BIM y en el momento de la importación se ha indicado que se desea mantener el modelo de cálculo vinculado al modelo BIM.

4.2. Planos de planta

Si la obra ha sido creada a partir de ficheros BIM esta sección contiene los planos de cada planta con los elementos constructivos correspondientes. Desde aquí también es posible editar las características de los elementos constructivos.

Si por el contrario, la obra ha sido introducida manualmente, esta sección se encuentra vacía siendo el usuario el encargado de diseñar las plantas del edificio indicando los recintos y los elementos constructivos que lo forman, para poder así imprimir los planos de la obra.

4.3. Verificación normativa

En esta sección se definen las opciones de cálculo y se muestran los resultados.



4.3.1. Cálculo

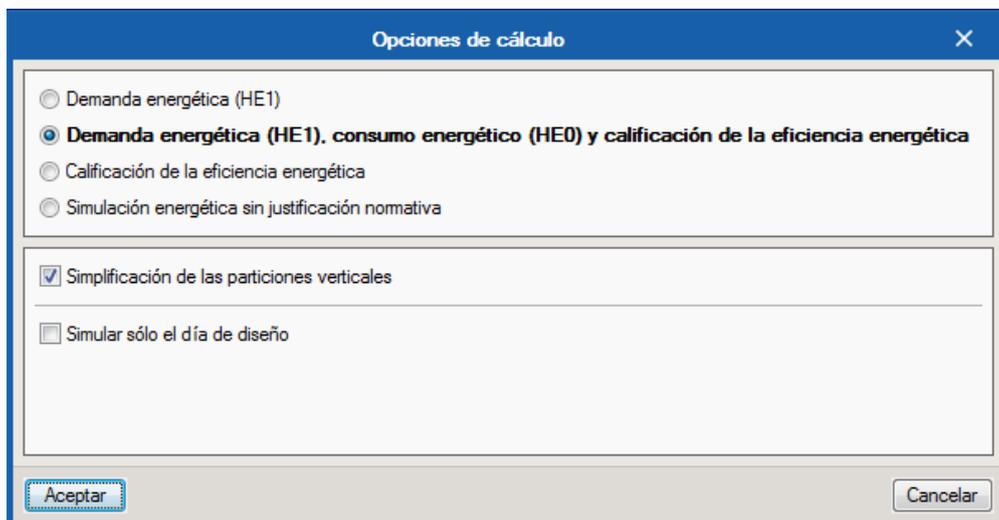
Opciones de cálculo

En Opciones de cálculo se indica el cálculo que se desea realizar:

- Limitación de la demanda energética (HE1)
- Limitación del consumo energético (HE0)

En obras grandes, donde los tiempos de cálculo pueden llegar a ser muy elevados, es conveniente activar la opción *Simplificación de las particiones verticales*. La activación de esta opción consiste en el cálculo de una opción simplificada del modelo de cálculo 3D donde las particiones verticales, en lugar de enviarlas a EnergyPlus por separado, son agrupadas por "características" y simuladas como masa interna de cada zona. Esta opción es aconsejable, sobretodo, en obras grandes, ya que reduce en gran medida la complejidad del modelo y, en consecuencia, los tiempos de cálculo, ofreciendo unos resultados sin apenas diferencias respecto a los del modelo completo.

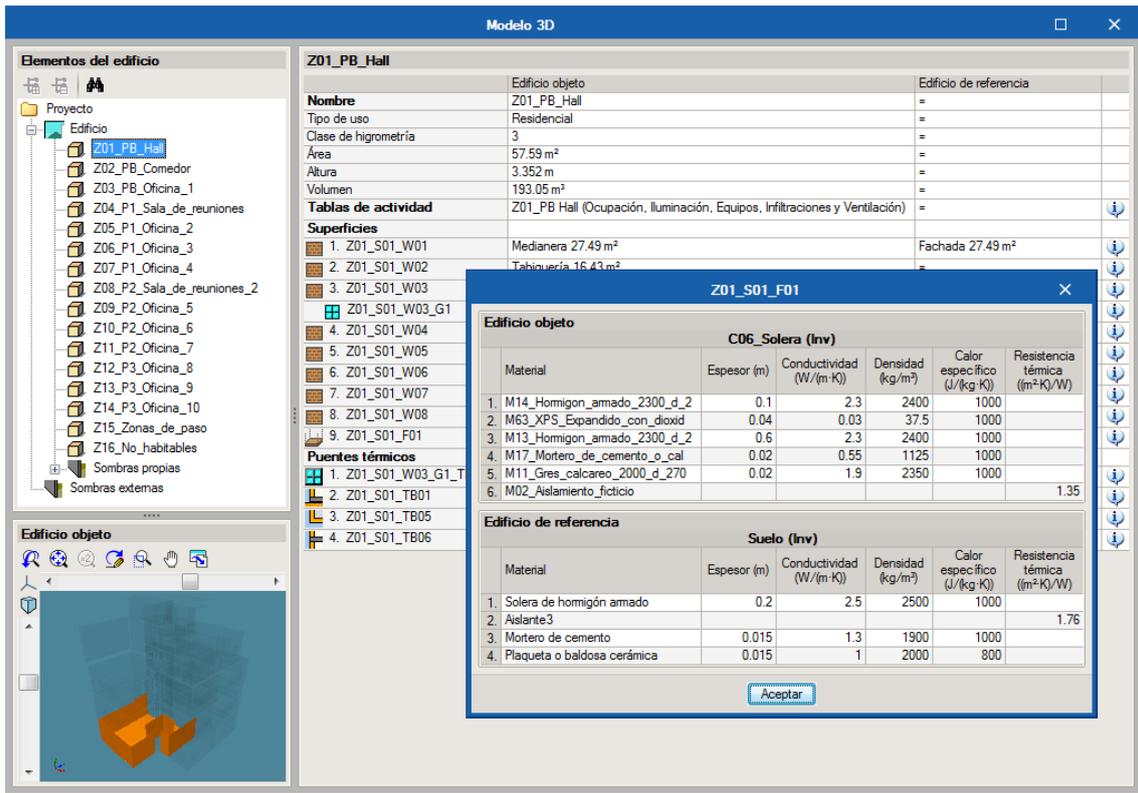
Existe la posibilidad también de simular sólo un día de diseño para comprobar la validez del modelo de cálculo o visualizar el comportamiento del edificio para unos días concretos.



Modelo 3D

En el Modelo 3D se muestran todos los elementos del modelo de cálculo del edificio objeto y del edificio de referencia (caso de existir) que se utilizarán en la simulación con el motor de cálculo.

Se pueden consultar todas las características de cada elemento en el globo de información que aparece a la derecha.



Calcular

Lanza la simulación, pudiendo modificar las opciones definidas en “Opciones de cálculo”

Fichero de EnergyPlus

Mediante esta opción se puede consultar el fichero .idf generado con los datos de la obra y simulado con EnergyPlus.

Fichero de aviso

Mediante esta opción se puede consultar el fichero .err de avisos y errores devuelto por EnergyPlus.

Fichero de resultados

Mediante esta opción se puede consultar la salida de resultados generada por EnergyPlus.

4.3.2. Listados

Listado HE1

En este listado se muestra la justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética, detallando los resultados del cálculo de la demanda energética.

Listado HE0

En este listado se muestra la justificación del cumplimiento de la exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético indicando la calificación energética del edificio.

Calificación energética

En esta ficha se muestra la calificación energética obtenida por el edificio y todas las calificaciones parciales tanto para emisiones, consumo de energía primaria no renovable y demanda energética.

Certificación energética

Con el fin de facilitar el cumplimiento de las exigencias del Real Decreto 235/2013, se crean los denominados documentos reconocidos para la certificación de eficiencia energética.

Se ofrece la opción de generar el certificado de eficiencia energética tanto como documento o en su versión en formato electrónico (xml).

Listados complementarios

Descripción de materiales y elementos constructivos

En este listado se muestran los distintos elementos presentes en la obra junto con sus materiales, cantidades, coeficientes de transmisión, etc. Se especifican el sistema envolvente (cerramientos exteriores, suelos, cubiertas y huecos), el sistema de compartimentación (particiones verticales y forjados entre pisos).

Cálculo del factor de reducción

Para los proyectos de uso residencial privado, que implican la comprobación del apartado 2.2.1.2 *Limitación de descompensaciones en edificios de uso residencial privado* del CTE DB HE 1, se ofrece en este listado la justificación del cálculo del factor de reducción de temperatura de todos los recintos no habitables de la obra.

Condensaciones

Este listado, disponible si se ha seleccionado el cálculo de las condensaciones en los parámetros generales, muestra la justificación de los cálculos llevados a cabo por el programa siguiendo las directrices de la norma UNE EN ISO 13788.

Confort interior

El listado permite visualizar, a través de gráficas y tablas, la evolución de la temperatura interior de las zonas, comparándola con la temperatura exterior y contabilizando el número de horas que se supera la temperatura de confort definida en cada zona.